



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
*Facultad de Ciencias Agrícolas*



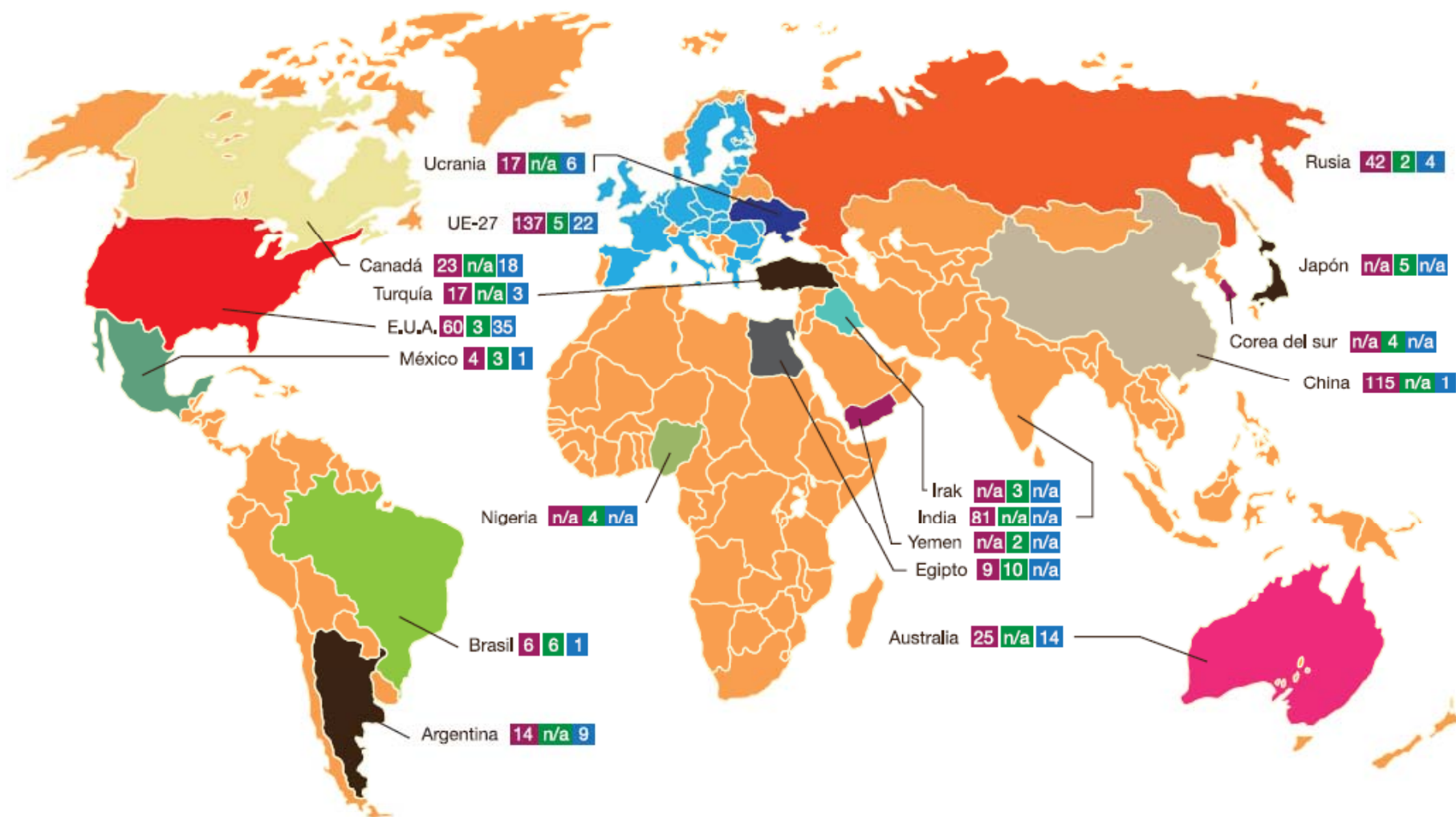
**RED 110RT0394**

METRICE (Mejorar la eficiencia en el uso de los recursos y el ajuste fenológico en trigo y cebada)

## Manejo de la fertilización nitrogenada en trigo y cebada de valles altos: efecto sobre la determinación del rendimiento y calidad de grano

Gaspar Estrada Campuzano  
Carlos G. Martínez Rueda

# 1.4 Principales países productores, importadores y exportadores de trigo, 2010-2011 (Millones de toneladas)

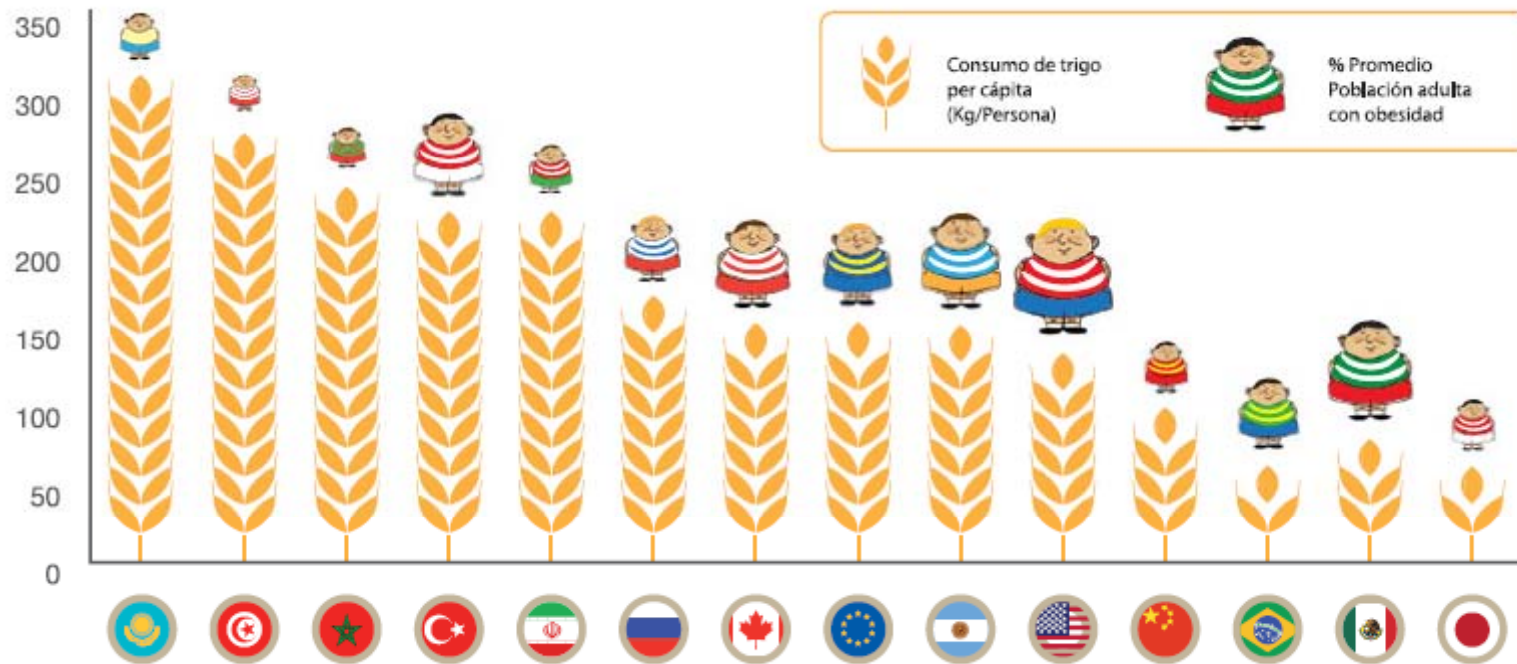


e. Estimaciones de USDA para el año comercial 2010/2011.  
n/a = No aplica.

Fuente: CANIMOLT, con datos de USDA.

**Producción, Importación, Exportación**

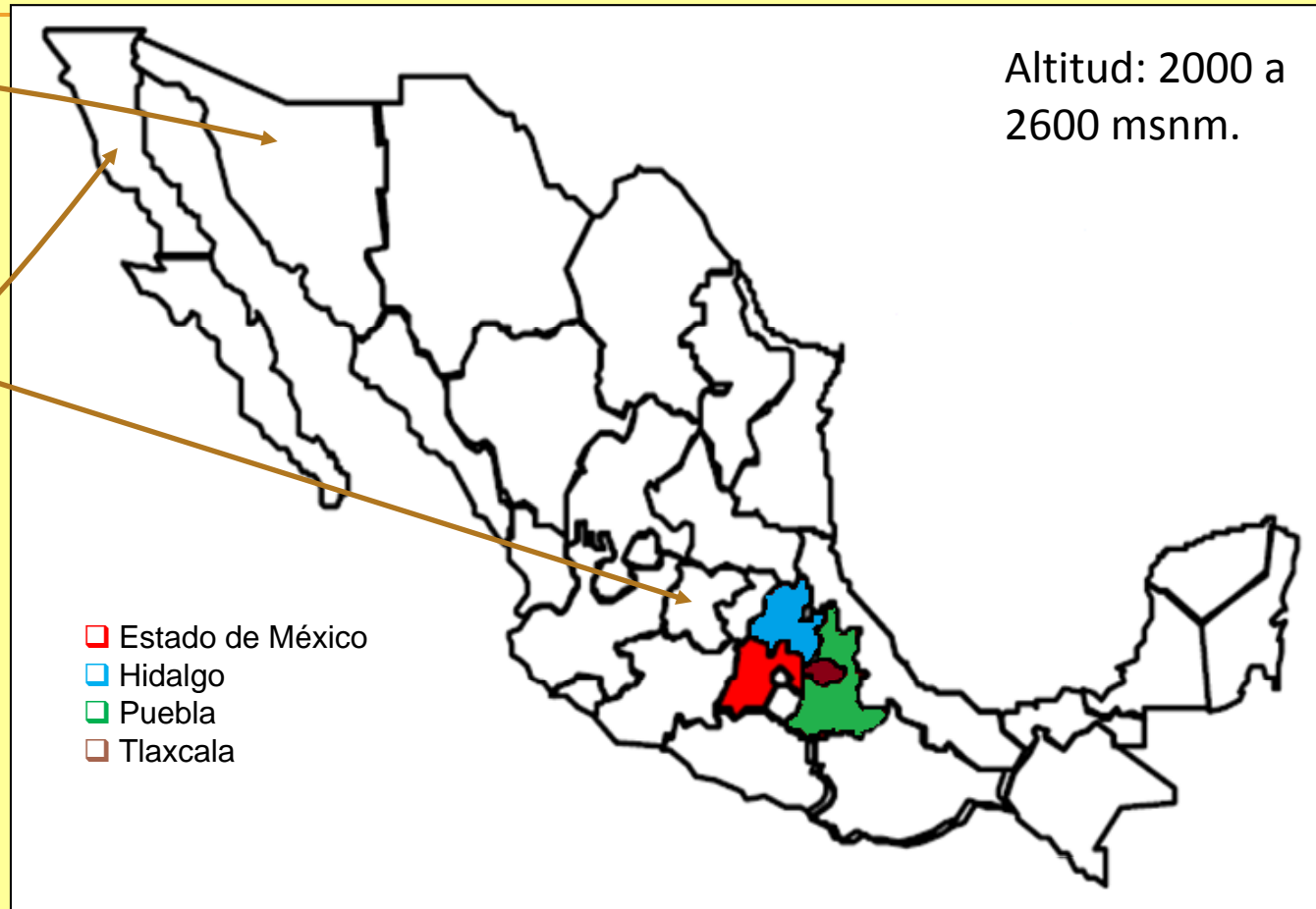
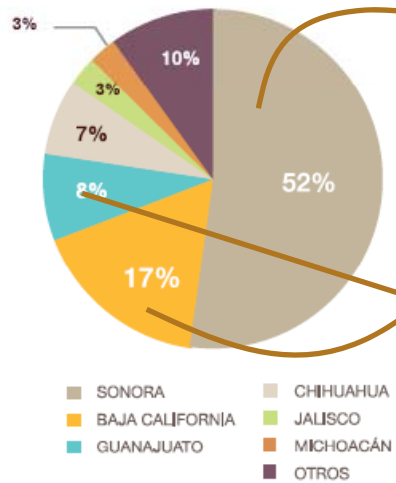
## A MÁS TRIGO MENOS OBESIDAD



Fuente: Canimolt (2010)

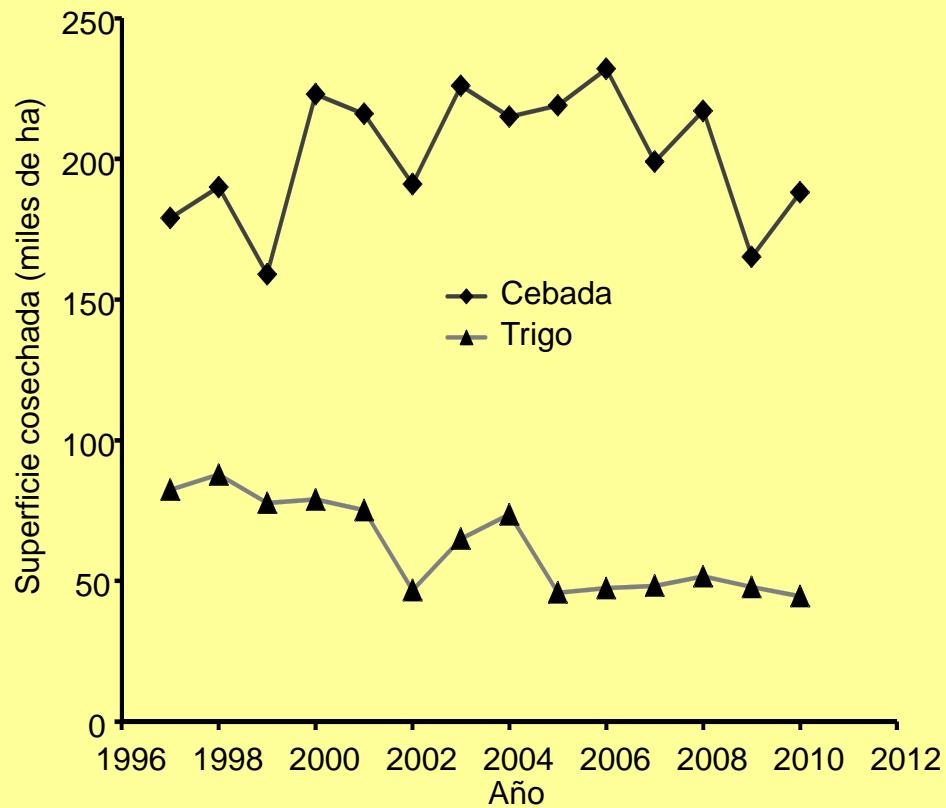
## Ubicación de los valles altos de México

PRODUCCION NACIONAL DE TRIGO  
2009/2010\* (%)



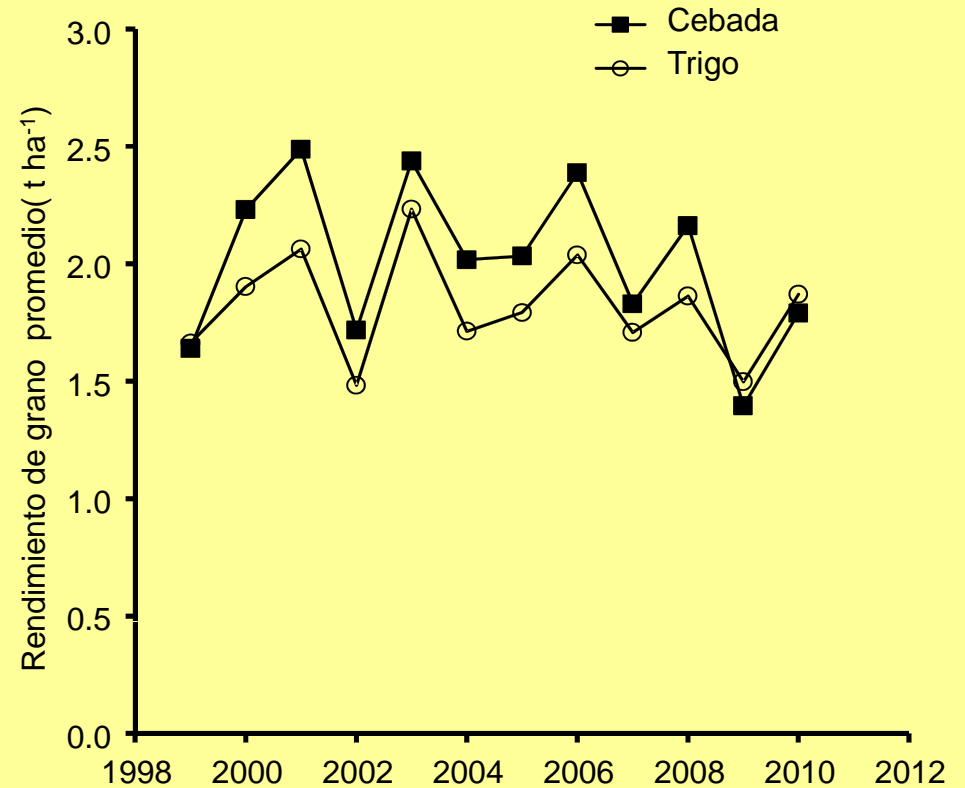
Principales Estados productores de trigo y cebada en los valles altos de México

### Superficie sembrada de trigo y cebada en los valles altos de México



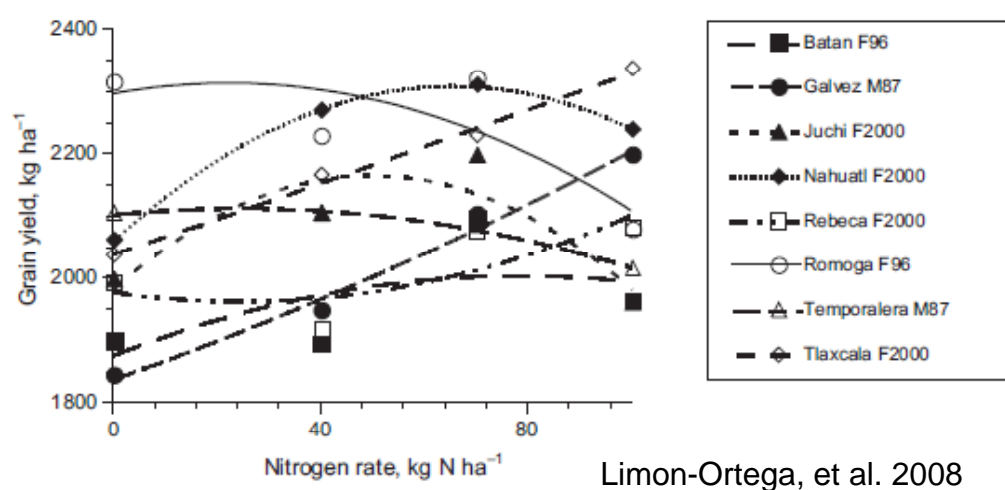
Evolución de la superficie sembrada de trigo y cebada en los últimos 13 años.

### Rendimientos de grano de trigo y cebada obtenidos por los productores en los valles altos de México.



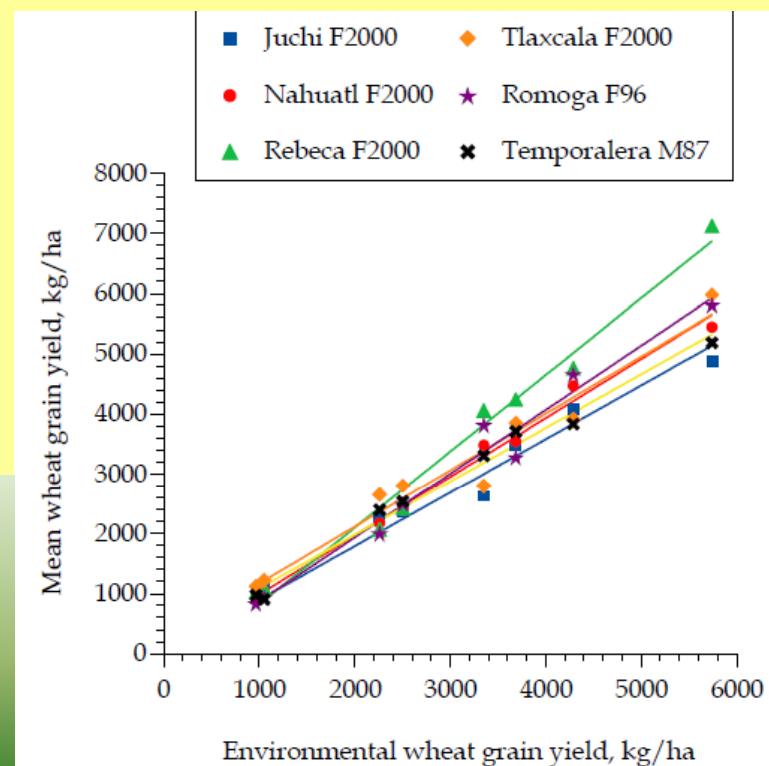
Rendimientos obtenidos por los productores de trigo y cebada en los últimos 13 años, en los valles altos de México.

En esta región existen pocas evidencias sobre el manejo del nitrógeno y como responden los nuevos cultivares a la aplicación de este nutriente.

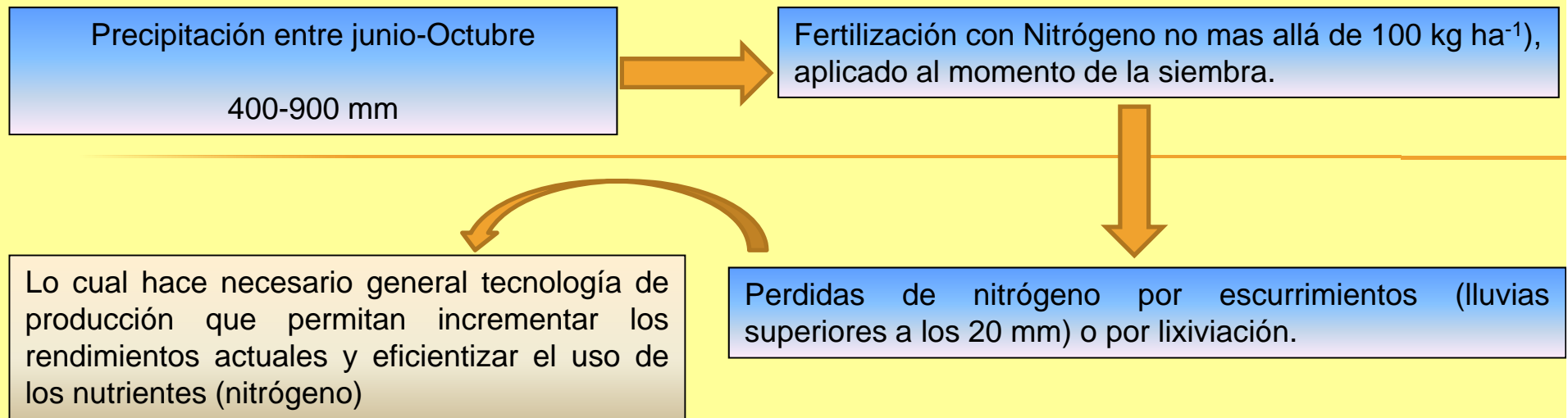


Respuesta del rendimiento de grano de ocho variedades de trigo liberadas entre 1987 y 2003 a la fertilización nitrogenada.

Por otro lado, son escaso los estudios sobre el comportamiento genotípico a diversos ambientes, (ej. disponibilidad de agua y nutrientes), que permitan elegir mejor al cultivar dependiendo de la región.



Limon-Ortega, 2008



De acuerdo con esto surgen algunas interrogantes:

¿Existe respuesta del cultivo de trigo cuando se agregan más de 100 kgN ha<sup>-1</sup>?

¿Que atributos se modifican con incrementos en la fertilización con N que tengan relación con el rendimiento de grano y calidad harinera bajo condiciones de secano?

¿El fraccionamiento del N en diferentes momentos mejora la eficiencia de su uso en condiciones de secano?

Por otro lado, la producción de trigo en la región (Aprox. 50 000 t), no cumple con los parámetros de calidad que exige la industria molinera, por lo que es utilizada en la elaboración de alimentos balanceados. Esto conlleva a otra interrogante ¿Porque en los valles altos de México no se obtiene calidad harinera cuando el trigo crece bajo condiciones de secano?



# Experimento de respuesta en atributos ecofisiológicos determinantes del rendimiento en variedades de trigo liberadas desde 1975 a 2007 a la fertilización nitrogenada.

» Se establecieron dos experimentos (Invierno-primavera 2010-11 y Verano-otoño 2011), en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México.

## MATERIAL GENETICO

- 2.Salamanca S-75
- 3.Saturno S-86
- 4.Eneida F-94
- 7.Cortazar S-94
- 9.Rebecca F-2000
- 6.Urbina S-2002
- 8.Maya S-2002
- 1.Tollocan F-2005
- 5.Barcenas S-2007

Aplicación fraccionada en tres momentos del cultivo: **siembra, espiguilla terminal y hoja bandera expandida.**

Parcelas de 6 surcos de 3 m de largo y 0.20 m de separación. Parcela útil: cuatro surcos centrales.

## VARIABLES ANALIZADAS

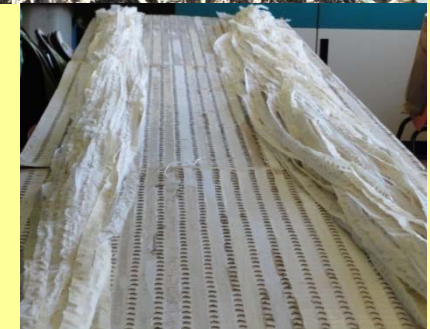
Producción de biomasa (ET, HB, Ant y MF)

Radiación Interceptada

Eficiencia de uso de la radiación

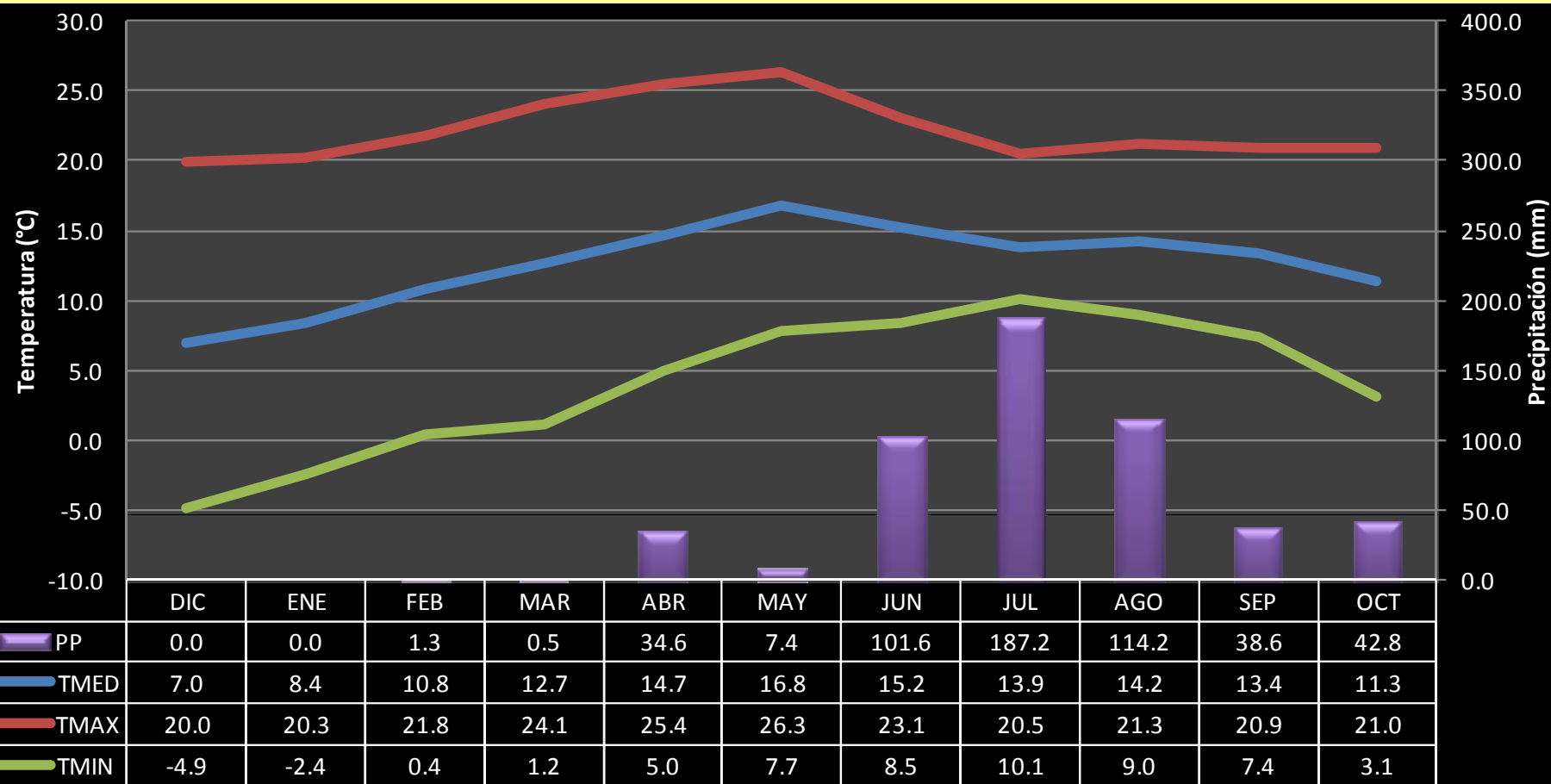
Rendimiento de grano y sus componentes

DOSIS INICIAL: 50-60-30





## Distribución de la precipitación y temperatura durante las estaciones de crecimiento I-P y V-O (2010-2011)



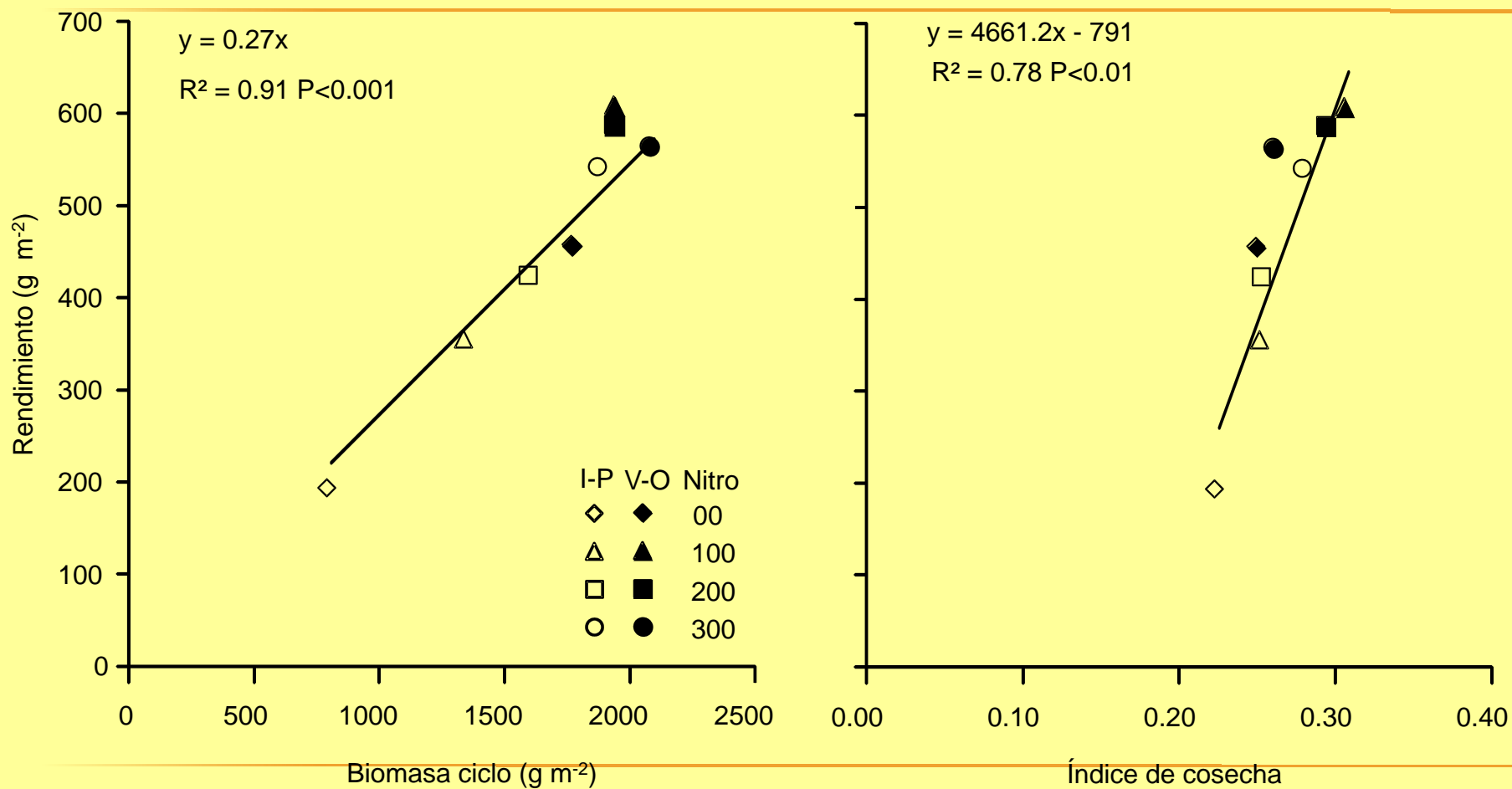
Efecto del ciclo y dosis de N sobre los determinantes fisiológicos y numéricos del rendimiento en variedades de trigo.

Factor	Nivel	Rend (g m <sup>-2</sup> )	NG (m <sup>2</sup> x10 <sup>3</sup> )	PIG (mg)	Biom (g m <sup>-2</sup> )	RIA <sub>PAR</sub> (MJ m <sup>-2</sup> )	EUR (g MJ <sup>-1</sup> )	Biom <sub>Pre</sub> (g m <sup>-2</sup> )	RIA <sub>pre</sub> (MJ m <sup>-2</sup> )	EUR <sub>pre</sub> (g MJ <sup>-1</sup> )
Ciclo	I-P	366.4b	10.1b	36.5b	1417b	773.5a	1.8b	1165b	<b>591a</b>	1.9b
	V-O	<b>542.6a</b>	<b>14.4a</b>	37.8a	<b>1947a</b>	751.4a	2.7a	1232a	341b	<b>3.2a</b>
Nitrógeno (kg ha <sup>-1</sup> )	00	312d	8.4d	36.1b	1297d	623c	2.0c	893d	396c	2.2c
	100	470c	11.8c	40.0a	1656c	774b	2.3b	1182c	477b	2.5b
	200	494b	13.4b	36.8b	1784b	776b	2.4a	1286b	471b	2.7a
	300	<b>541a</b>	<b>15.3a</b>	35.5b	<b>1993a</b>	<b>874a</b>	2.4a	<b>1433a</b>	<b>519a</b>	2.7a

Variabilidad genotípica en los determinantes fisiológicos y numéricos del rendimiento en variedades de trigo de Valles Altos. Datos promedio de 2 ciclos y 4 dosis de nitrógeno.

Cultivar	Rend (g m <sup>-2</sup> )	NG (m <sup>2</sup> x10 <sup>3</sup> )	PIG (mg)	Biom (g m <sup>-2</sup> )	RIA <sub>PAR</sub> (MJ m <sup>-2</sup> )	EUR (g MJ <sup>-1</sup> )	Biom <sub>Pre</sub> (g m <sup>-2</sup> )	RIA <sub>pre</sub> (MJ m <sup>-2</sup> )	EUR <sub>pre</sub> (g MJ <sup>-1</sup> )
Sal S-75	424f	11.3d	37.7bc	1816a	735bcd	2.6a	1318a	475b	2.7a
Sat S-86	522a	14.4a	36.5bc	1694b	686d	2.5a	1090g	399d	2.7a
Cor S-94	437e	11.7cd	39.2ab	1650d	770abc	2.2cd	1139e	466b	2.5d
Bar S-2002	445d	12.0c	37.1bc	1615ed	758bc	2.2cd	1167d	446c	2.6b
May S-2007	508b	12.0c	41.8a	1748b	798ab	2.3cb	1121ef	474b	2.5d
Urb S-2007	448c	11.5d	38.8b	1600e	779abc	2.1d	1247c	478b	2.6b
Ene F-94	460c	13.0b	35.0cd	1744b	724cd	2.3b	1114f	445c	2.6b
Reb F-2000	431e	12.6b	33.6d	1722b	840a	2.3b	1321a	510a	2.4e
Tol F.2005	412g	11.6c	34.8cd	1551f	768bc	2.1cd	1271b	500a	2.4e

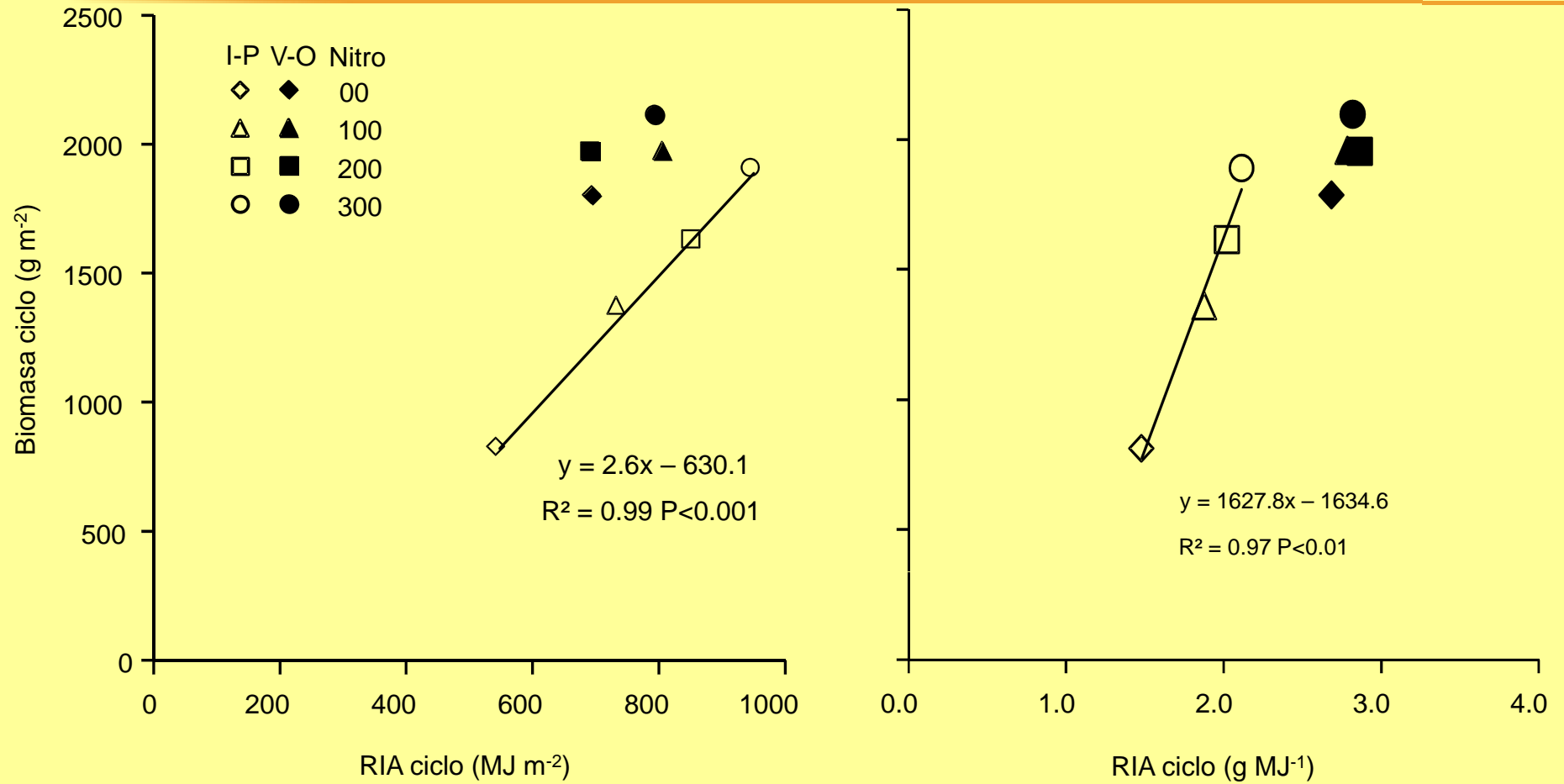
## Efecto de la dosis de N sobre los componentes fisiológicos del rendimiento de grano



I-P: Invierno-primavera

V-O: Verano-otoño

## Efecto de la dosis de N sobre los componentes fisiológicos de la biomasa

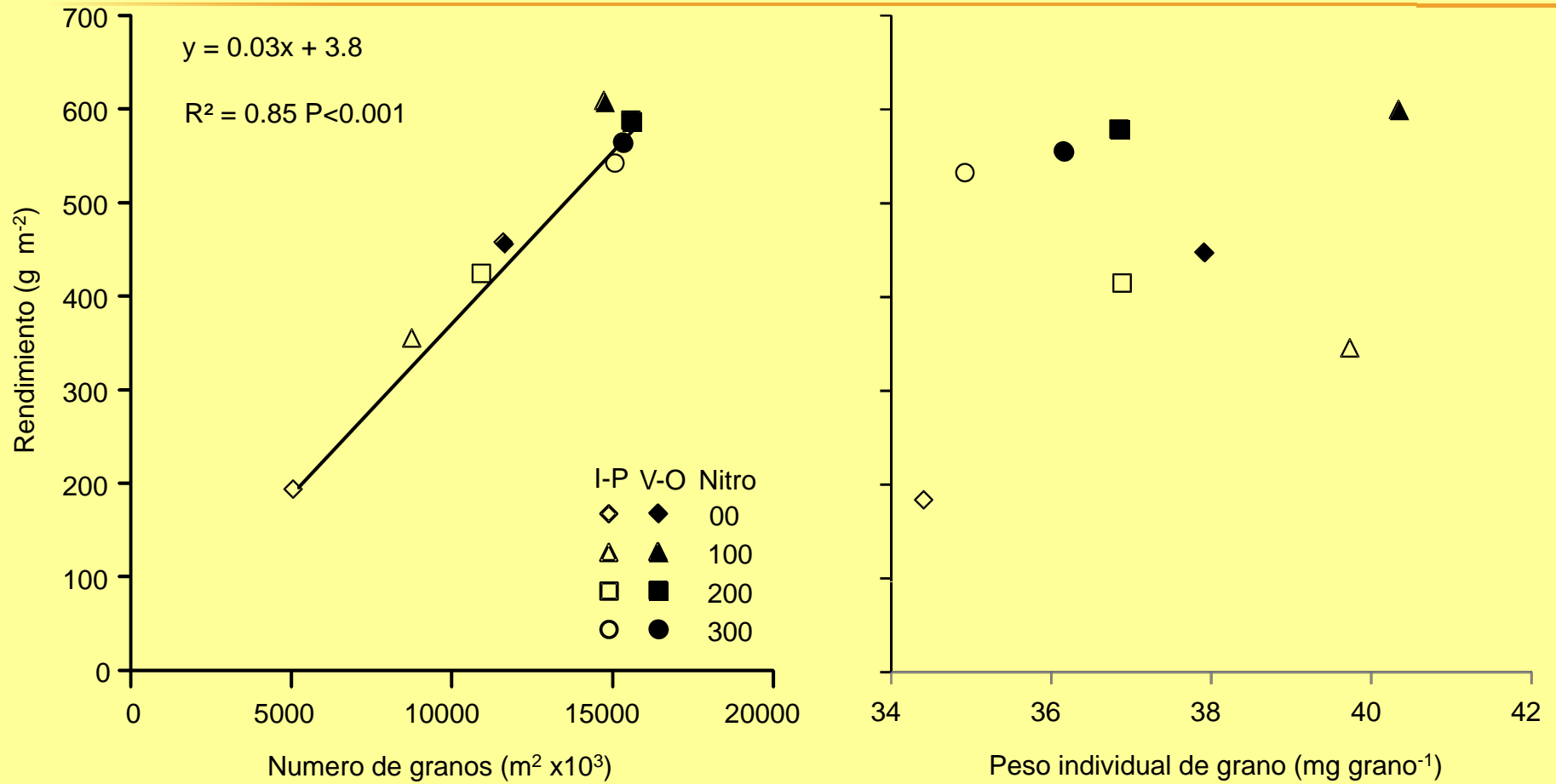


I-P: Invierno-primavera

V-O: Verano-otoño



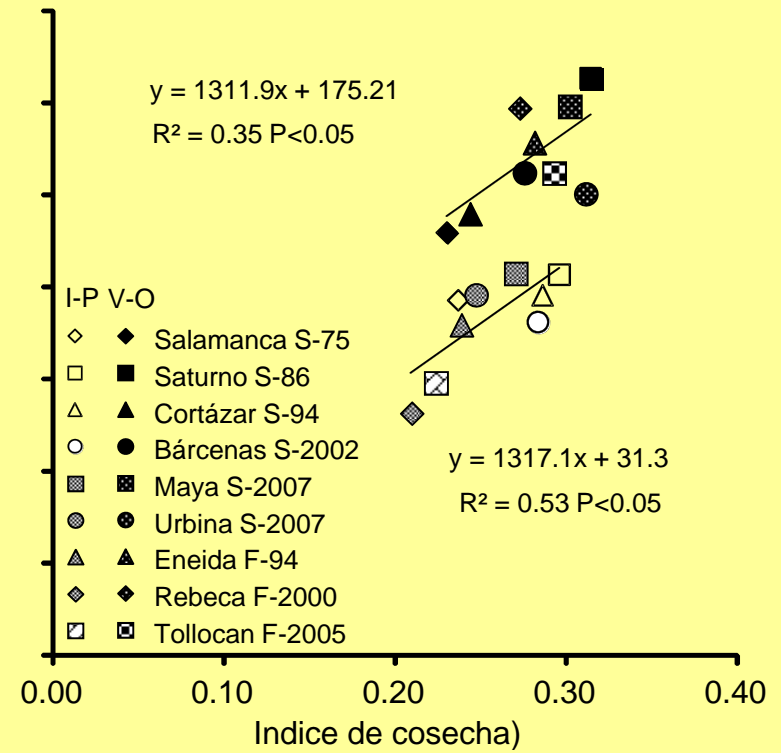
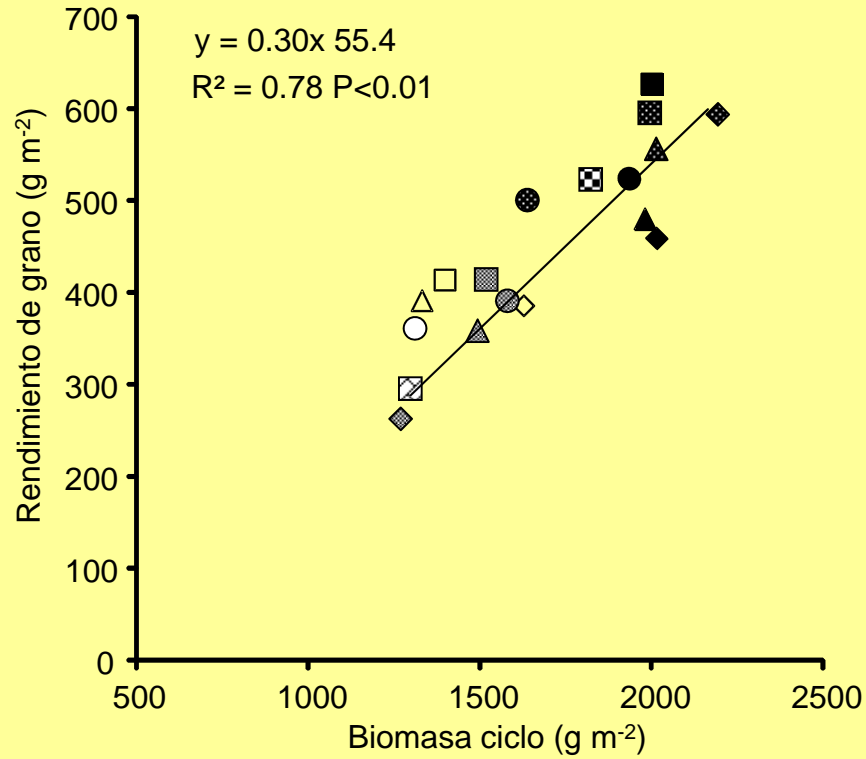
# Efecto de la dosis de N sobre los componentes numéricos del rendimiento de grano



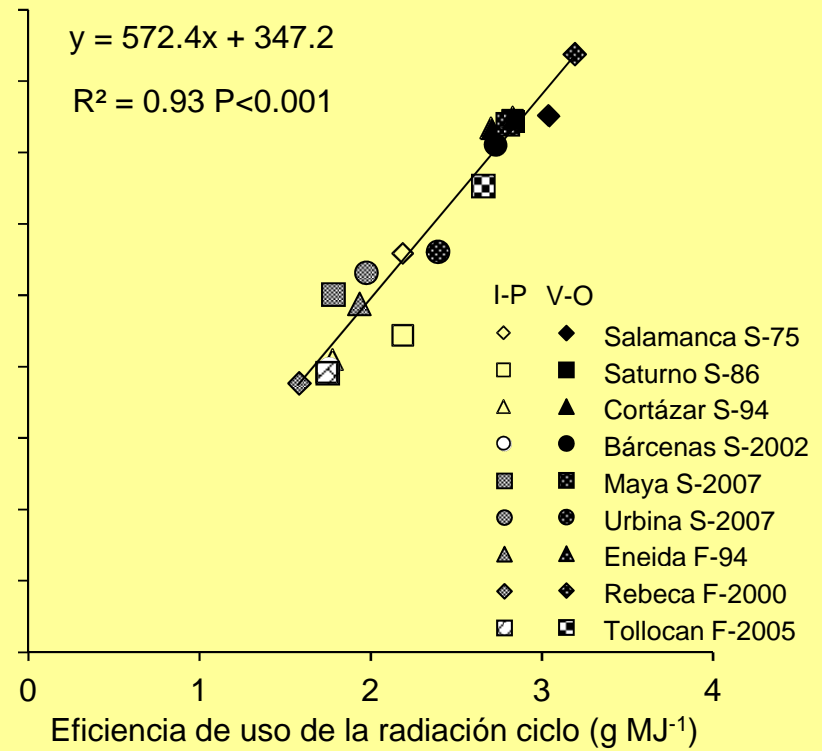
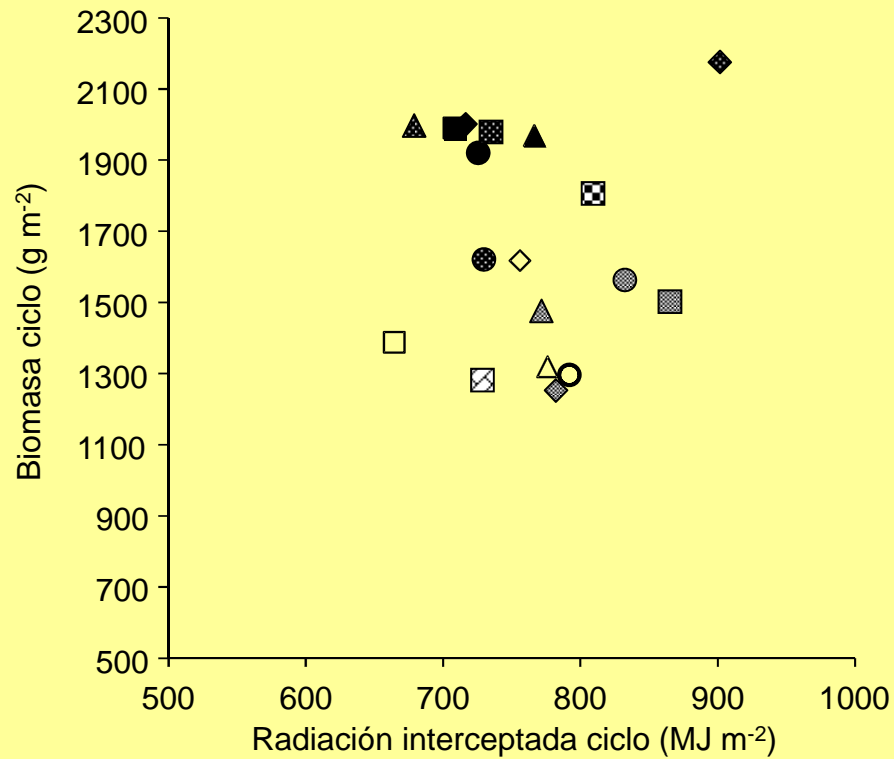
I-P: Invierno-primavera

V-O: Verano-otoño

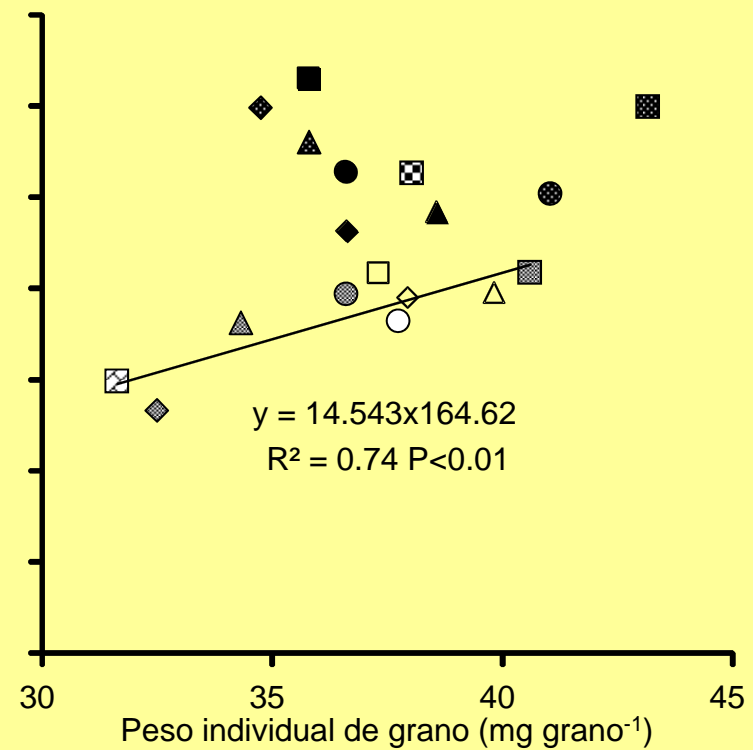
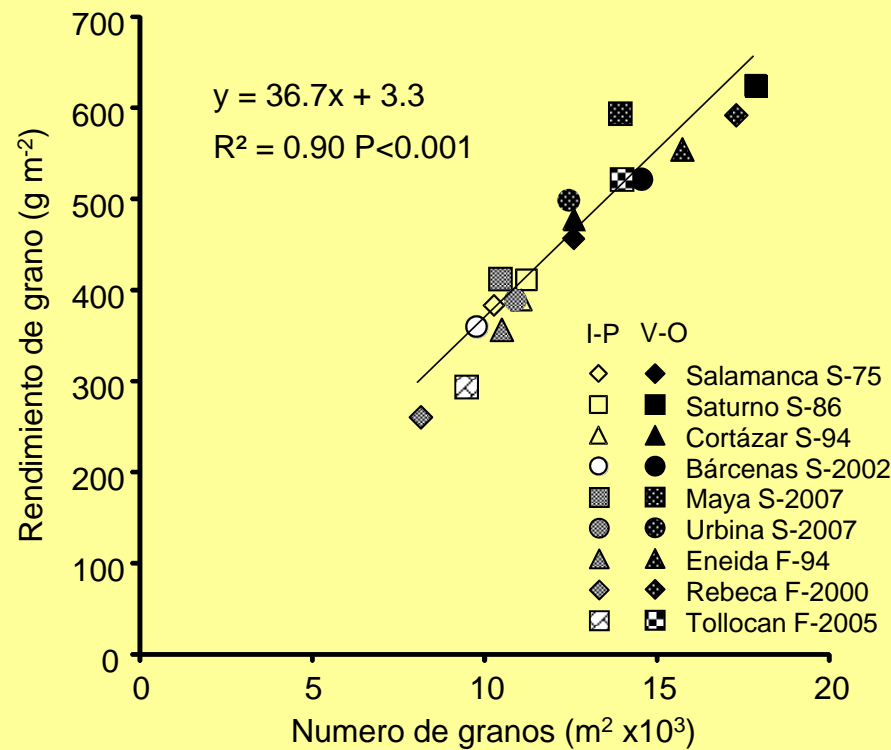
# Efecto del ciclo y cultivar sobre los componentes fisiológicos del rendimiento de grano



# Efecto del ciclo y cultivar sobre los componentes fisiológicos de la biomasa



# Efecto del ciclo y cultivar sobre los componentes numéricos del rendimiento de grano



**Experimento:** Respuesta en atributos ecofisiológicos determinantes del rendimiento a la fertilización nitrogenada fraccionada.

## Lugar del experimento

- Condiciones de temporal
- Ciclo agrícola 2011
- Facultad de Ciencias Agrícolas de UAEMex

## MATERIAL GENETICO

- Salamanca S-75
- Romoga F-96
- Tollocan F-2005

SUB-TRATAMIENTOS	ETAPA DE APLICACIÓN				FERTILIZANTE TOTAL Kg
	SIEMBRA	AMAC.	ET	HB	
1	0	0	0	0	0
2	50	50	0	0	100
3	50	0	50	0	100
4	50	0	0	50	100
5	100	100	0	0	200
6	100	0	100	0	200
7	100	0	0	100	200



# Diseño de parcelas divididas

Bloques completos al azar con 3 repeticiones

Unidad experimental:

6 hileras de 3 m y 0.20 m (3.6 m<sup>2</sup>)

Densidad: 336 semillas m<sup>-2</sup>

## Ciclo ontogénico

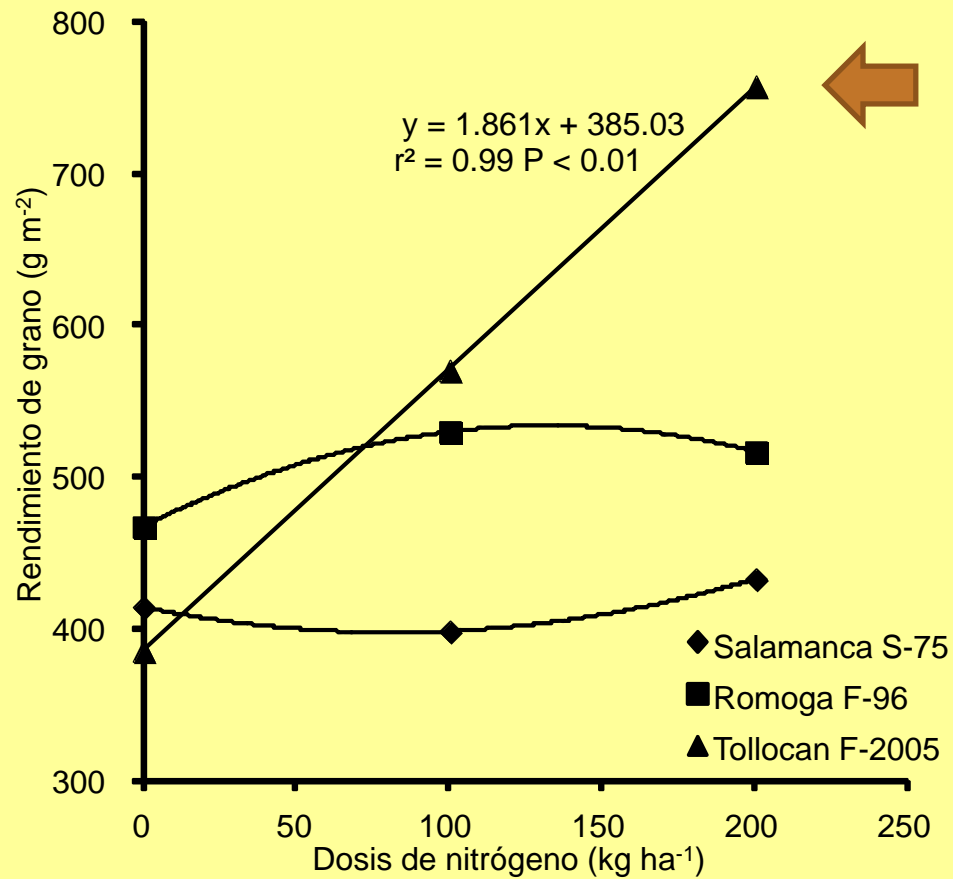
- Medición de la radiación interceptada.
- Producción de biomasa.
- EUR

## Antesis

- Peso seco de la espiga
- Número de flores fértiles

## M.F.

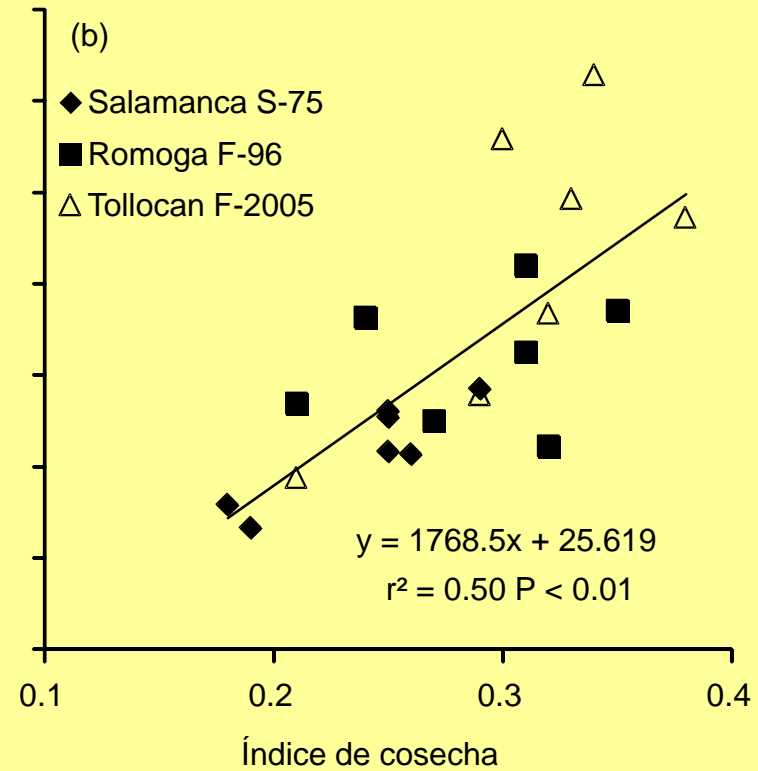
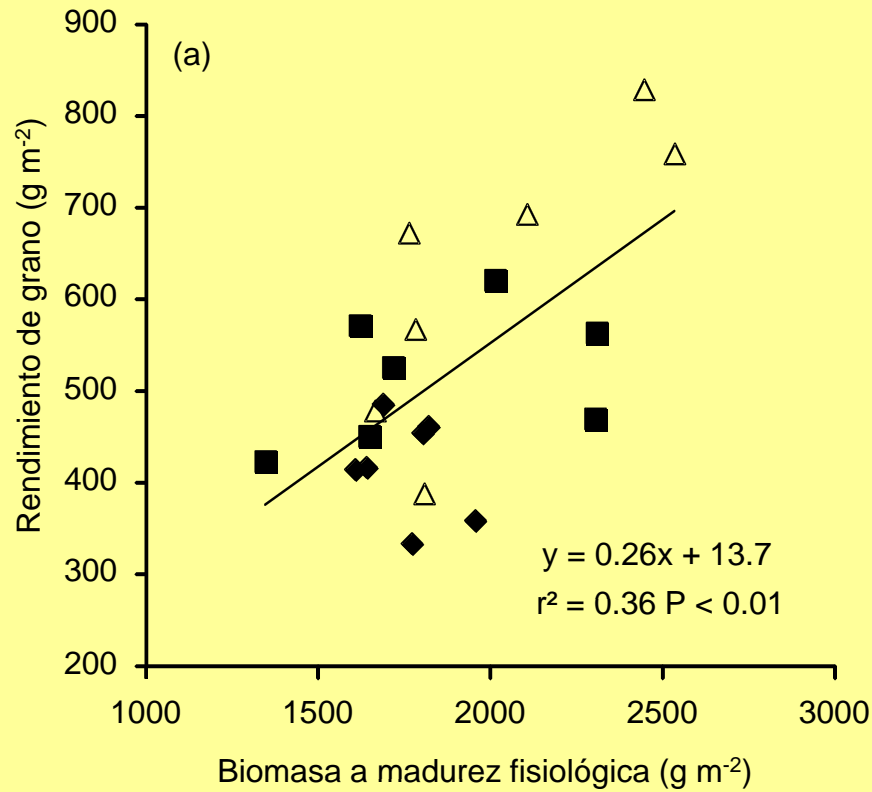
- Rendimiento de grano
- Y sus principales componentes



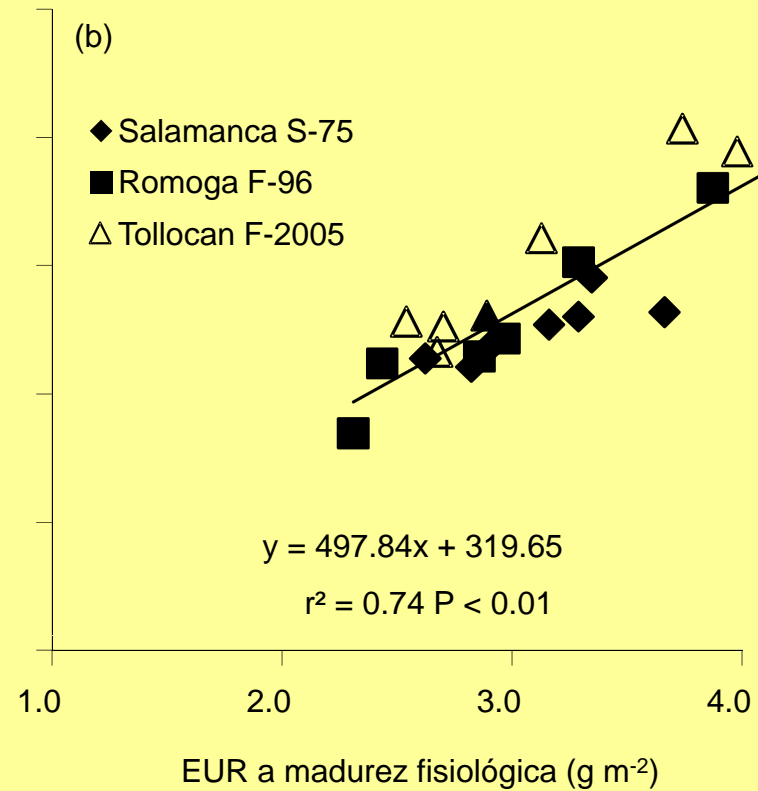
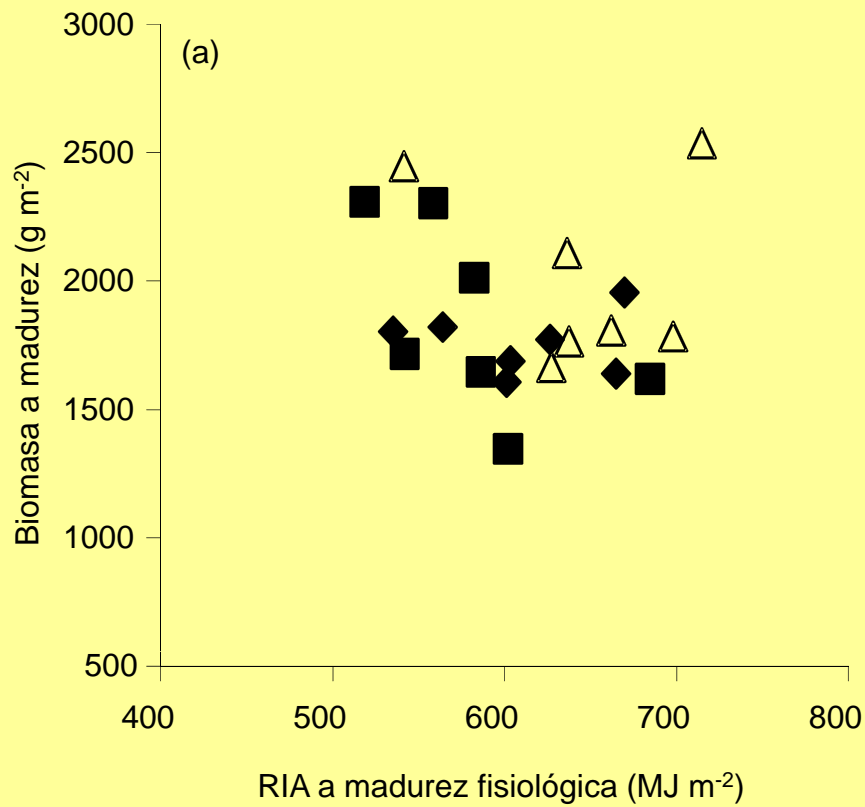
El cultivar de reciente liberación mostró mejor respuesta que los cultivares antiguos.

Efecto de la dosis de nitrógeno sobre el rendimiento de grano en tres variedades de trigo en Toluca, México.

Efecto del cultivar sobre atributos ecofisiológicos del rendimiento de grano. Los puntos representan el promedio de combinación dosis y estrategia

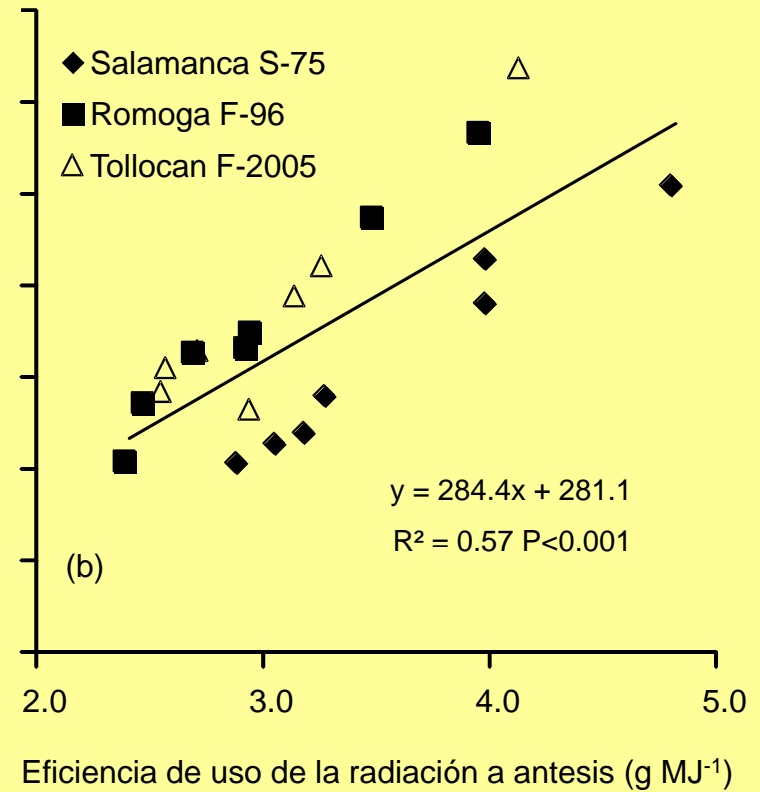
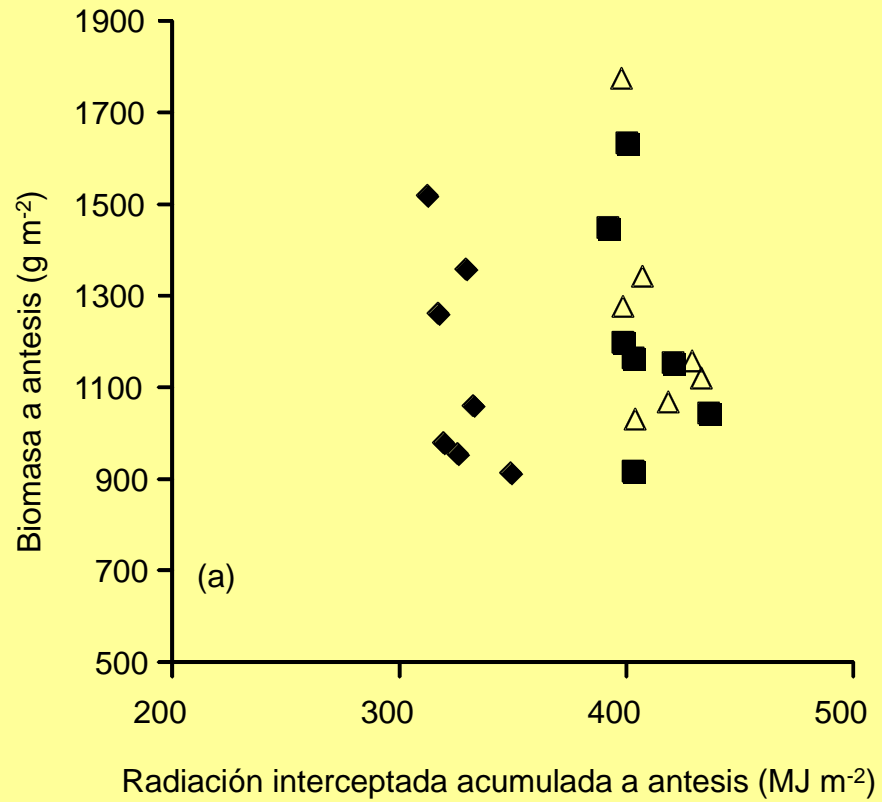


# Efecto del cultivar sobre atributos fisiológicos de la producción de biomasa en madurez. Los puntos representan el promedio de la combinación dosis y estrategia



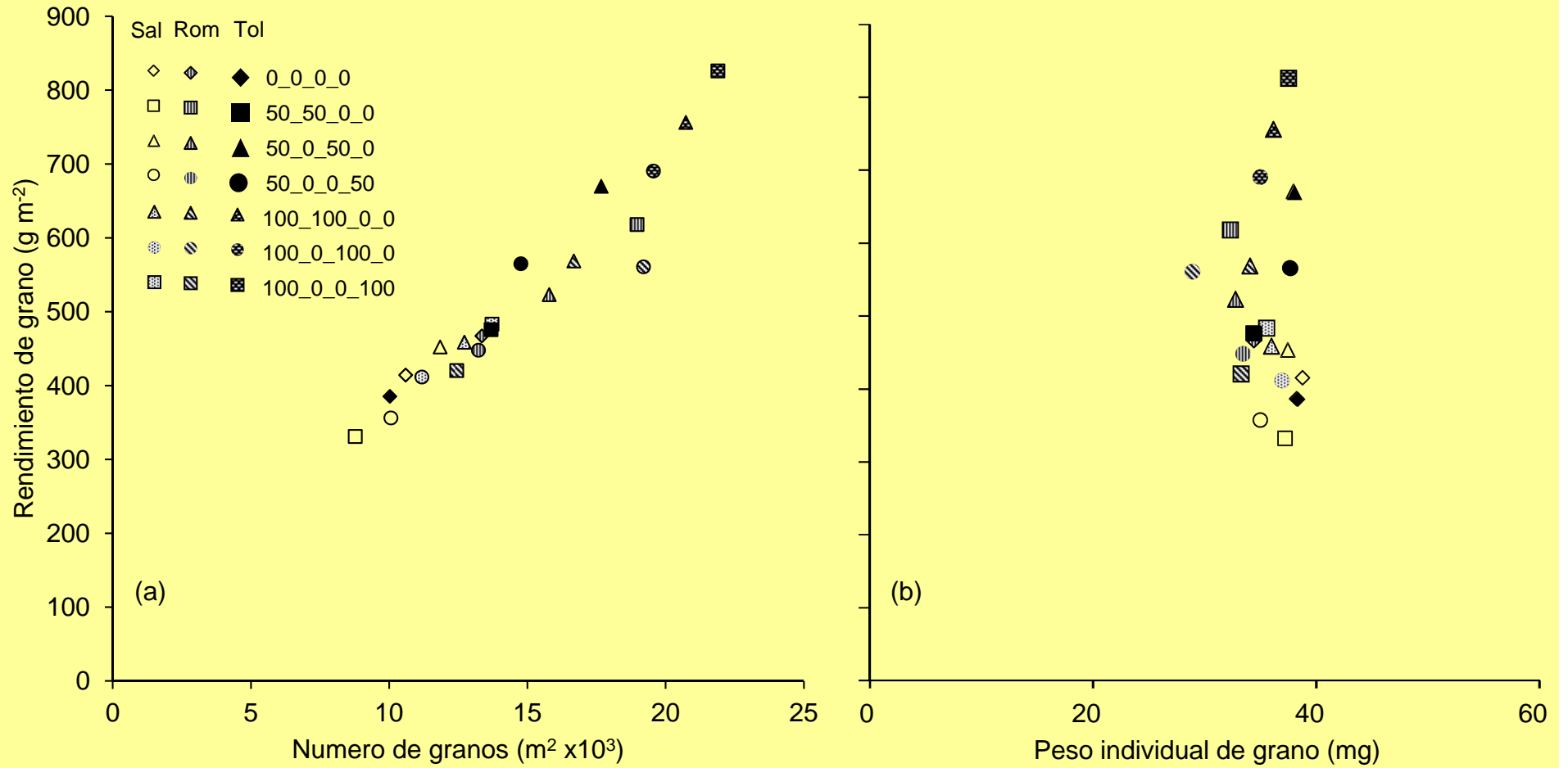
# Efecto del cultivar sobre atributos fisiológicos de la producción de biomasa en antesis.

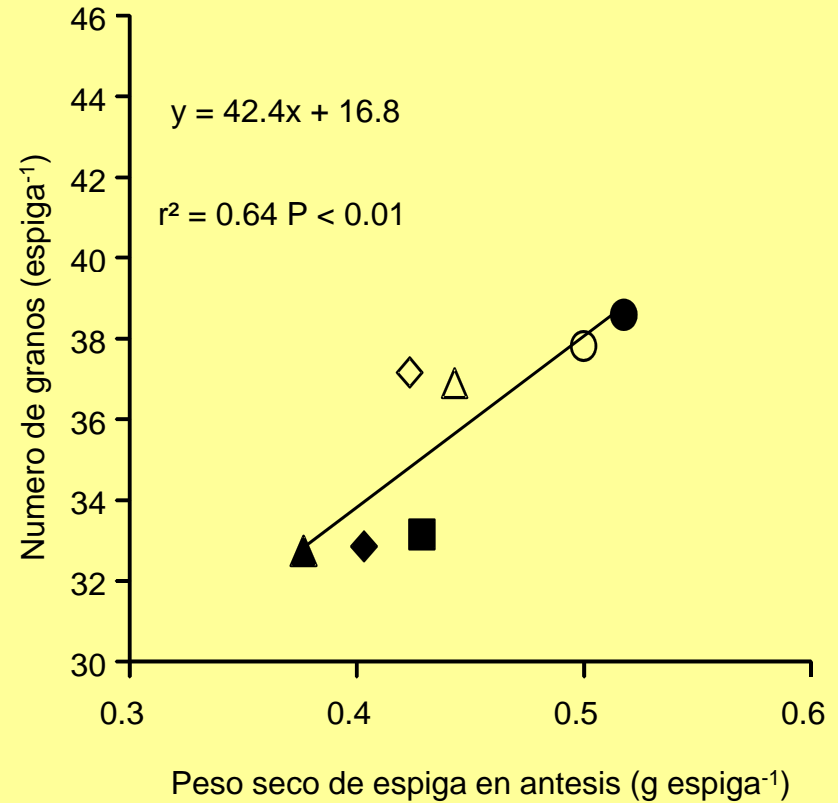
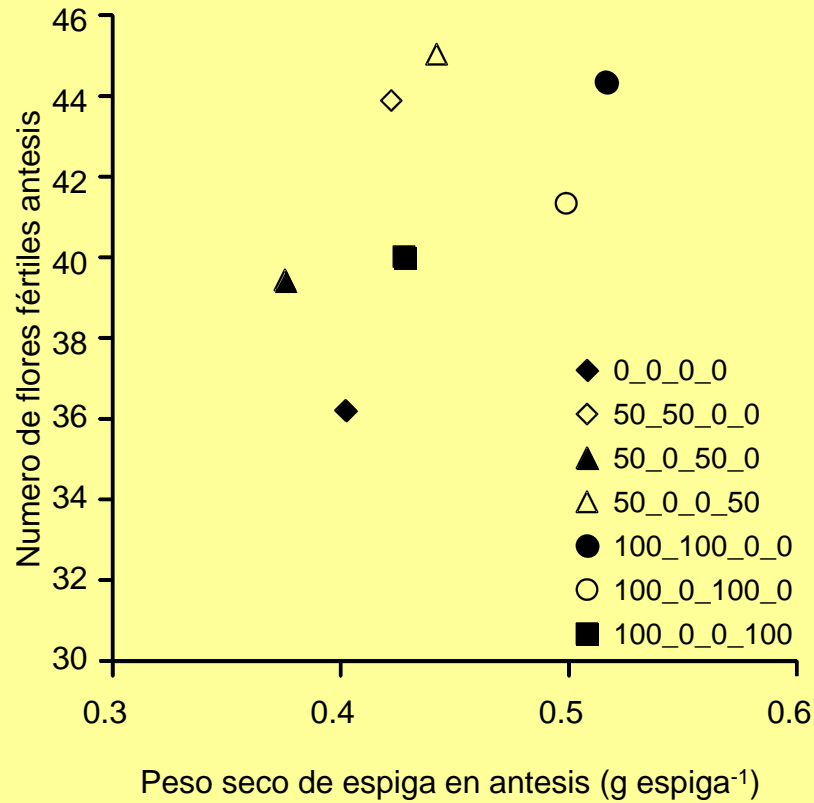
Los puntos representan el promedio de la combinación dosis y estrategia





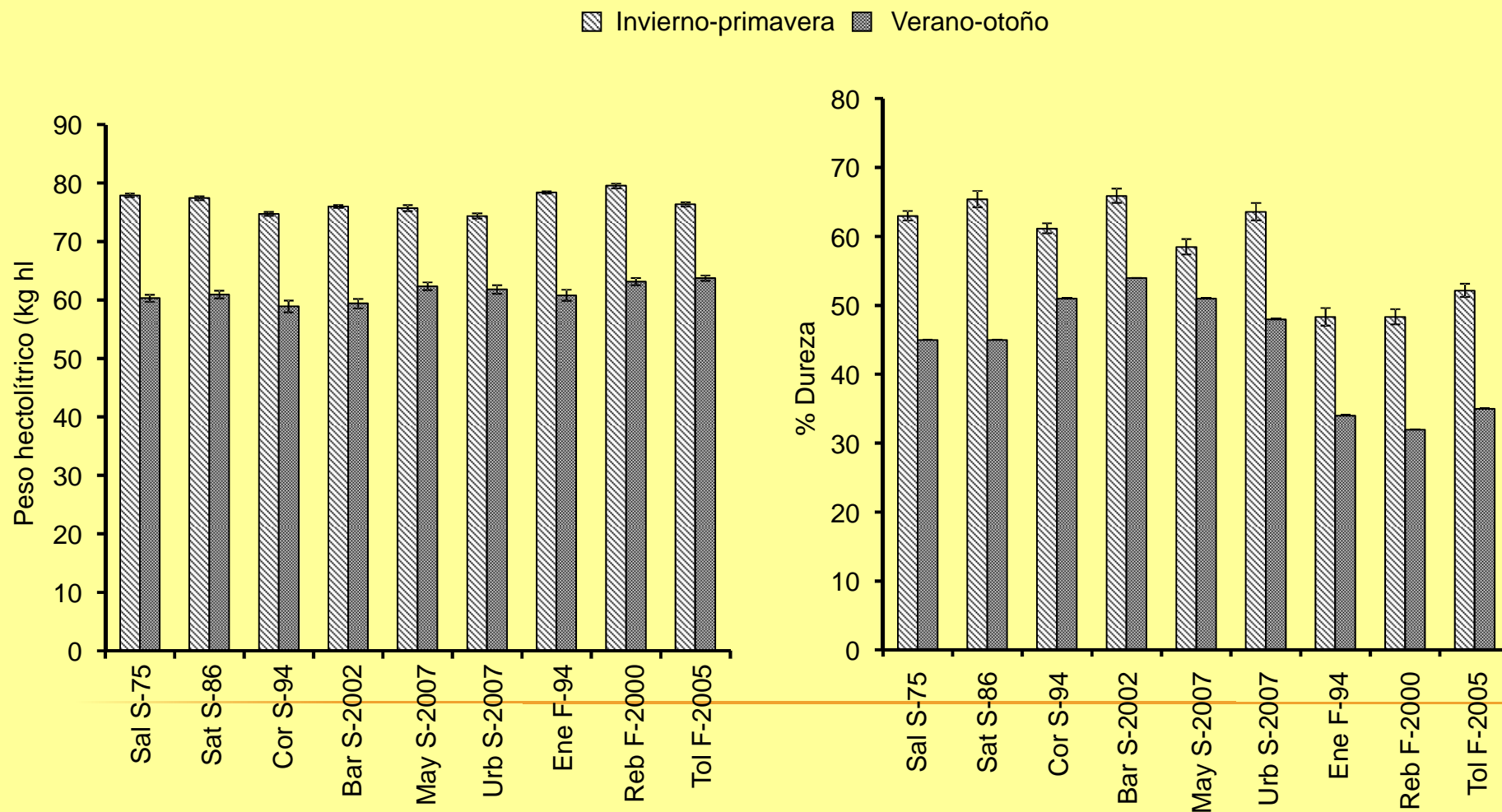
# Efecto del cultivar sobre los principales componentes del rendimiento de grano. Los puntos representan el promedio de dos ciclos.

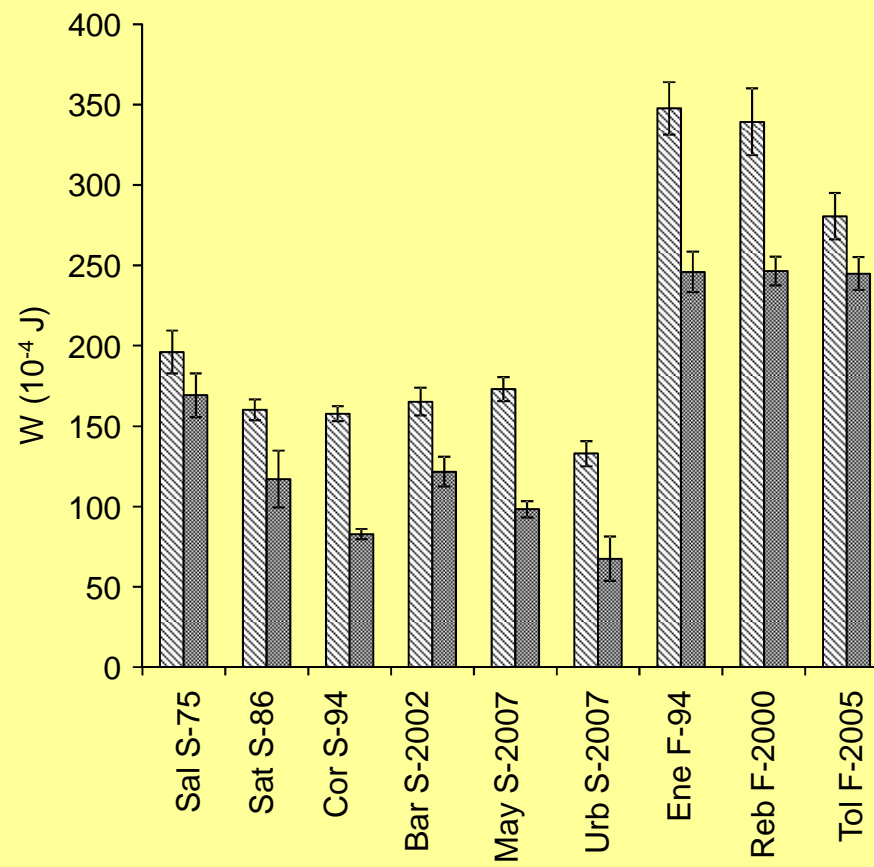
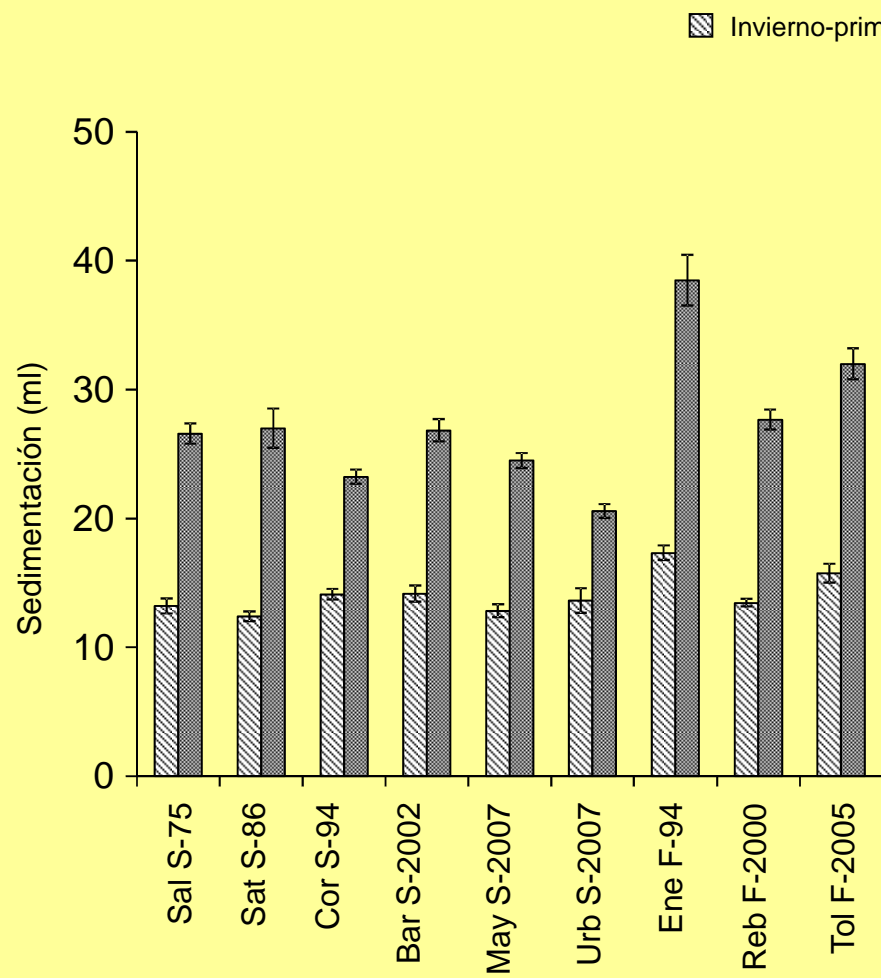




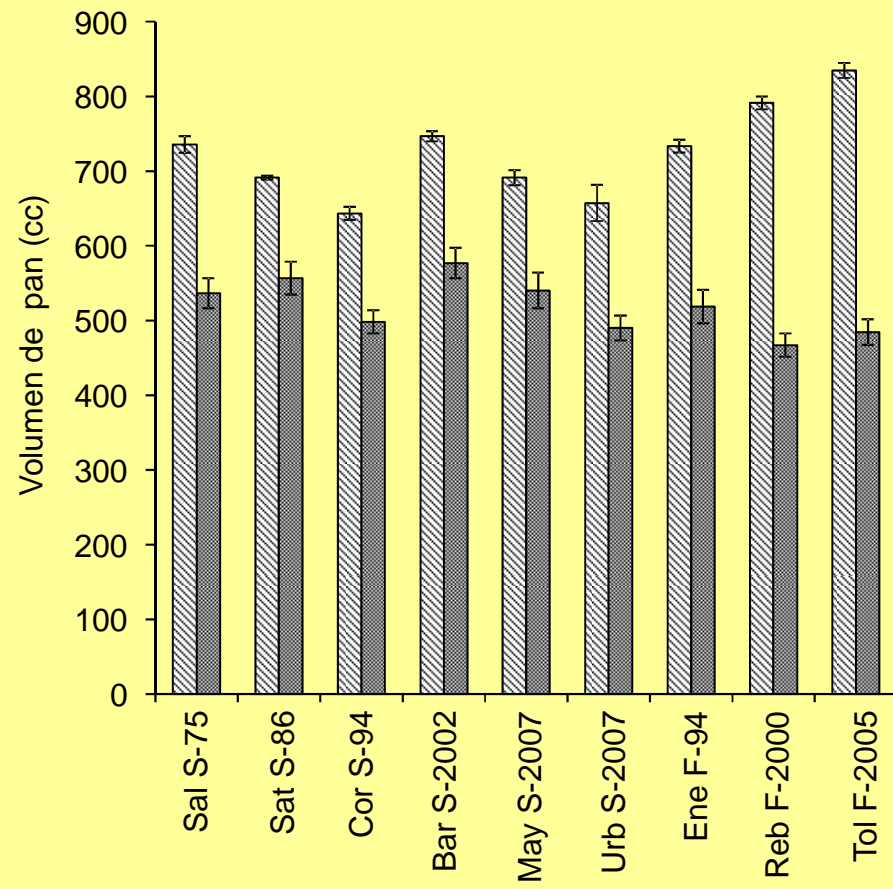
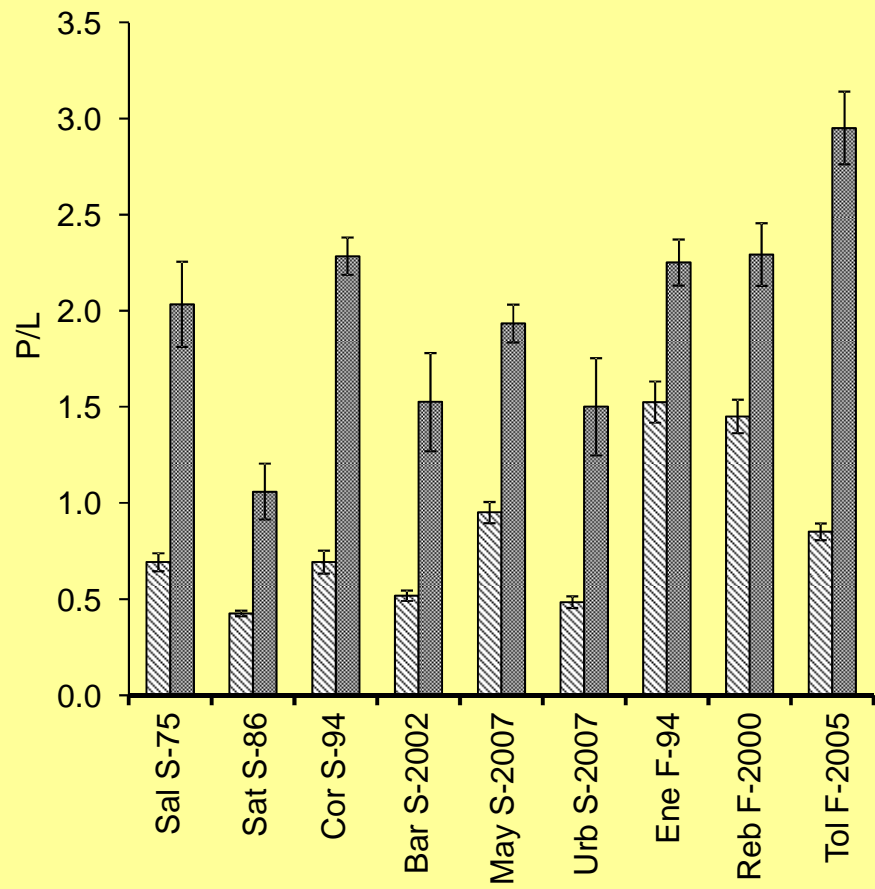
Relaciones entre el numero de flores fértiles (a) y el numero de granos por espiga con el peso de espiga en antesis. Los puntos representan el promedio de la combinación dosis y estrategia

# Variabilidad en características físicas, químicas y reológicas de trigos de valles altos de México





▨ Invierno-primavera    ▩ Verano-otoño





## Conclusiones generales

- ✓ Existen marcadas diferencias en los atributos que determinan el rendimiento de grano en trigo en función del ciclo de crecimiento, la disponibilidad de nitrógeno y el cultivar.
- ✓ El incremento en la disponibilidad de nitrógeno provoca cambios positivos en el número de granos y producción de biomasa estos últimos asociados a incrementos en la eficiencia en el uso de la radiación.
- ✓ El avance logrado en el mejoramiento genético del trigo en valles altos se ve reflejado en una mayor respuesta a la fertilización nitrogenada en relación con rendimiento de grano y sus principales componentes numéricos.
- ✓ El fraccionamiento del N en etapas críticas mejora la expresión de los atributos fisiológicos que determinan el rendimiento de grano.
- ✓ La estación de crecimiento es el principal factor que determina la calidad harinera del trigo en valles altos de México. El incremento en la dosis de N en seco no mejora significativamente los parámetros que definen la calidad harinera de trigo.