

CURSO INTERNACIONAL

La Fisiología de Cultivos como Herramientas para la Mejora de los Sistemas de Producción de Trigo y Cebada

Estrategias para incrementar la calidad de los cultivos de
trigo y cebada

**Red 110RT0394. Mejorar la eficiencia en el
uso de insumos y el ajuste fenológico en
cultivos de trigo y cebada (METRICE)**
Valdivia, 16, 17 y 18 de diciembre de 2013
Universidad Austral de Chile



Como se define la calidad?

Parámetros más comunes que estiman aptitud de uso industrial.

Trigo

Humedad de grano

Peso hectolitrito

Proteína de grano

Gluten y Gluten index

Cenizas en harina

Índice de caída

Alveograma

Farinograma

Cebada

Proteína grano

Peso hectolitrito

Extracto de malta

Dureza de malta

Viscosidad

Betaglucanos

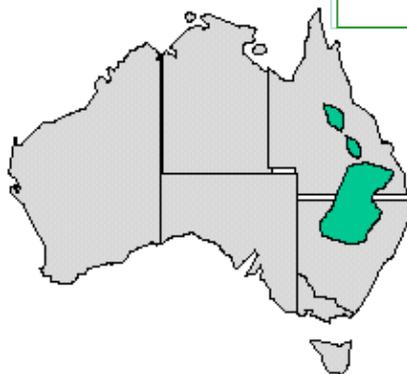
Poder diastásico

Calibre

Una mercadería es de alta calidad cuando satisface los requerimientos del cliente.

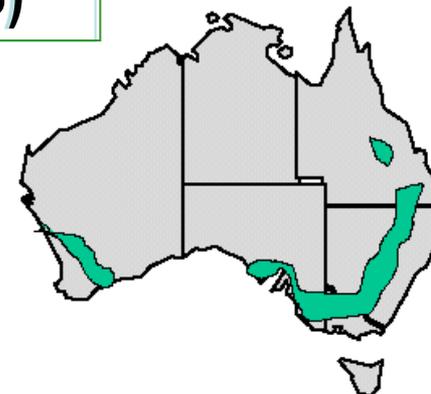
Países como Estados Unidos, Australia y Canadá, han logrado sistemas de clasificación de trigo por calidad teniendo en cuenta ambiente, genotipo y su interacción, ofreciendo partidas de diferente uso industrial.

AUSTRALIA (AWB)



Prime Hard

Alta calidad y nivel proteico (13-14%).
Variedades Trigo Blanco Duro.



Hard

Harinas utilizadas en la panificación europea y panes del tipo lactal. Proteínas 11,5%.

Premiun White
Standard White
Noodle White

Como consecuencia de la GxA, es difícil lograr clasificaciones comunes a todas las zonas productoras de trigo. Fuente: Junta Australiana de Trigo, 2002

CALIDAD DE LOS GRANOS: Composición química

Cuadro 2.2. Composición química de los granos en relación con el peso seco total

Especie	Hidratos de carbono (%)	Aceite (%)	Proteínas (%)
Trigo	70-80	1,5-2	8-18
Maíz	67-74	3-11	8-12
Soja	20-25	13-24	37-50
Girasol	23-27	42-55	9-20

CONCEPTO DE CALIDAD



Calidad industrial en trigo

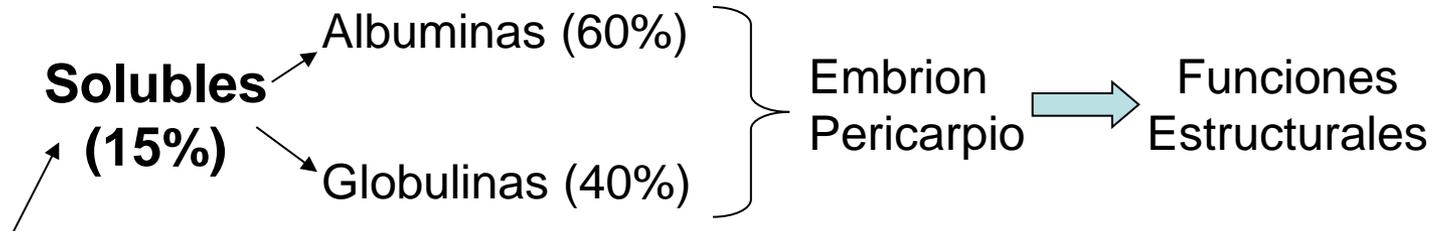
Métodos que requieren menor cantidad de harina

% gluten
falling number

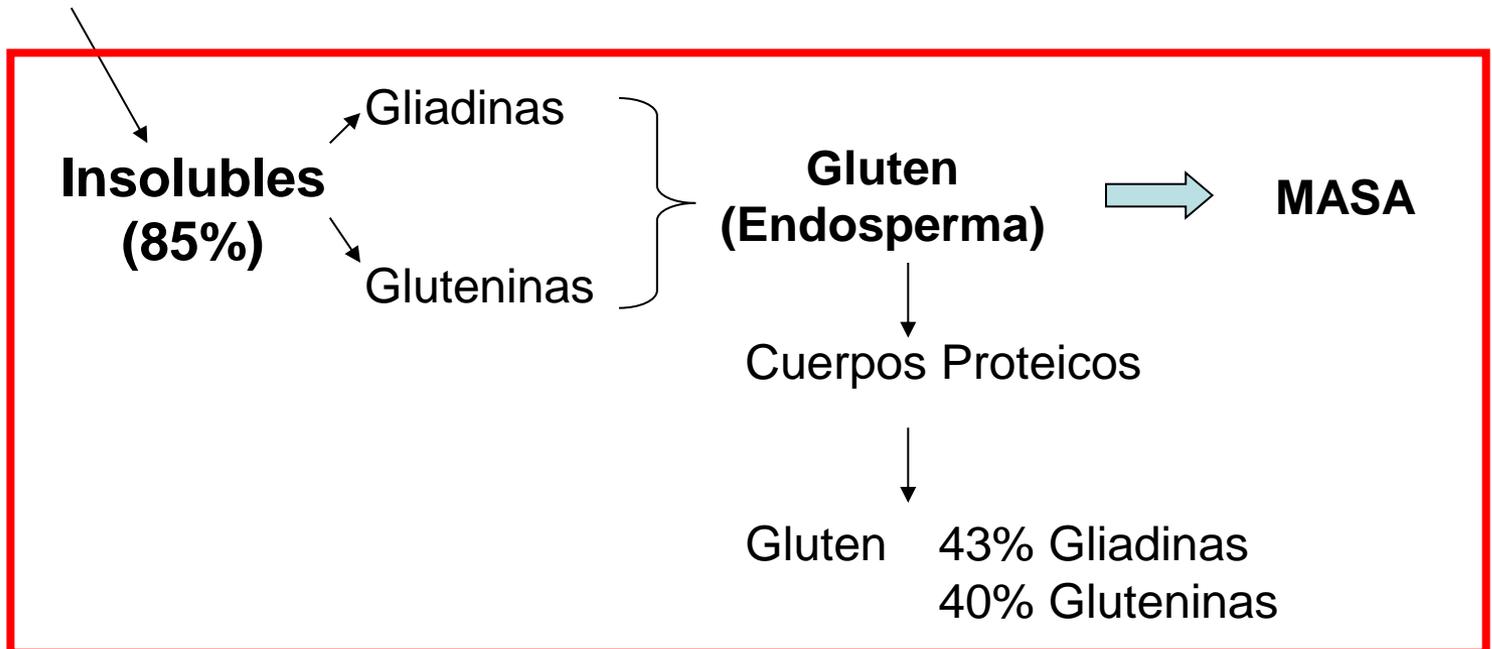
Métodos que requieren mayor cantidad de harina

alveógrafo de Chopin
farinógrafo

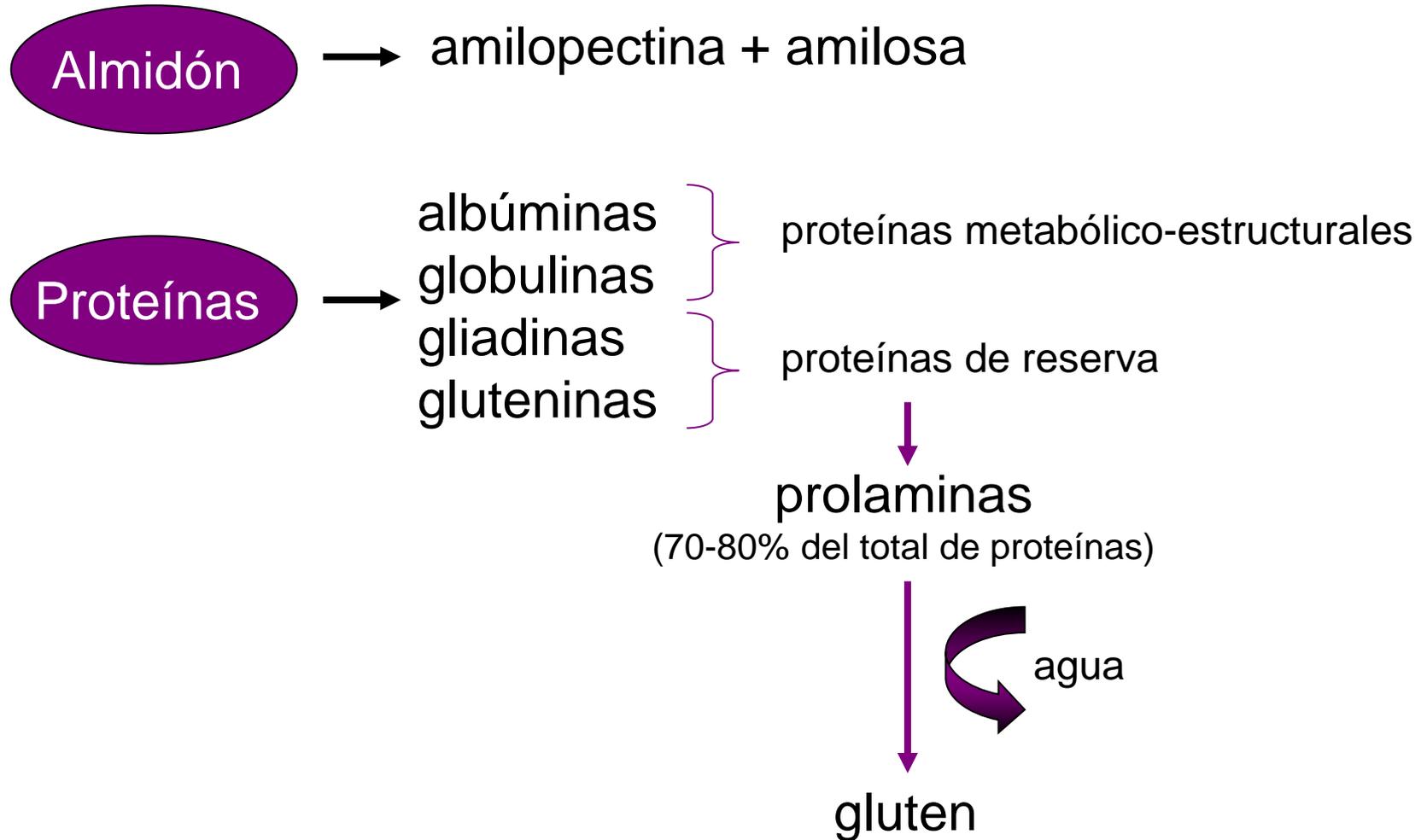
Clasificación de proteínas en grano



PROTEINAS

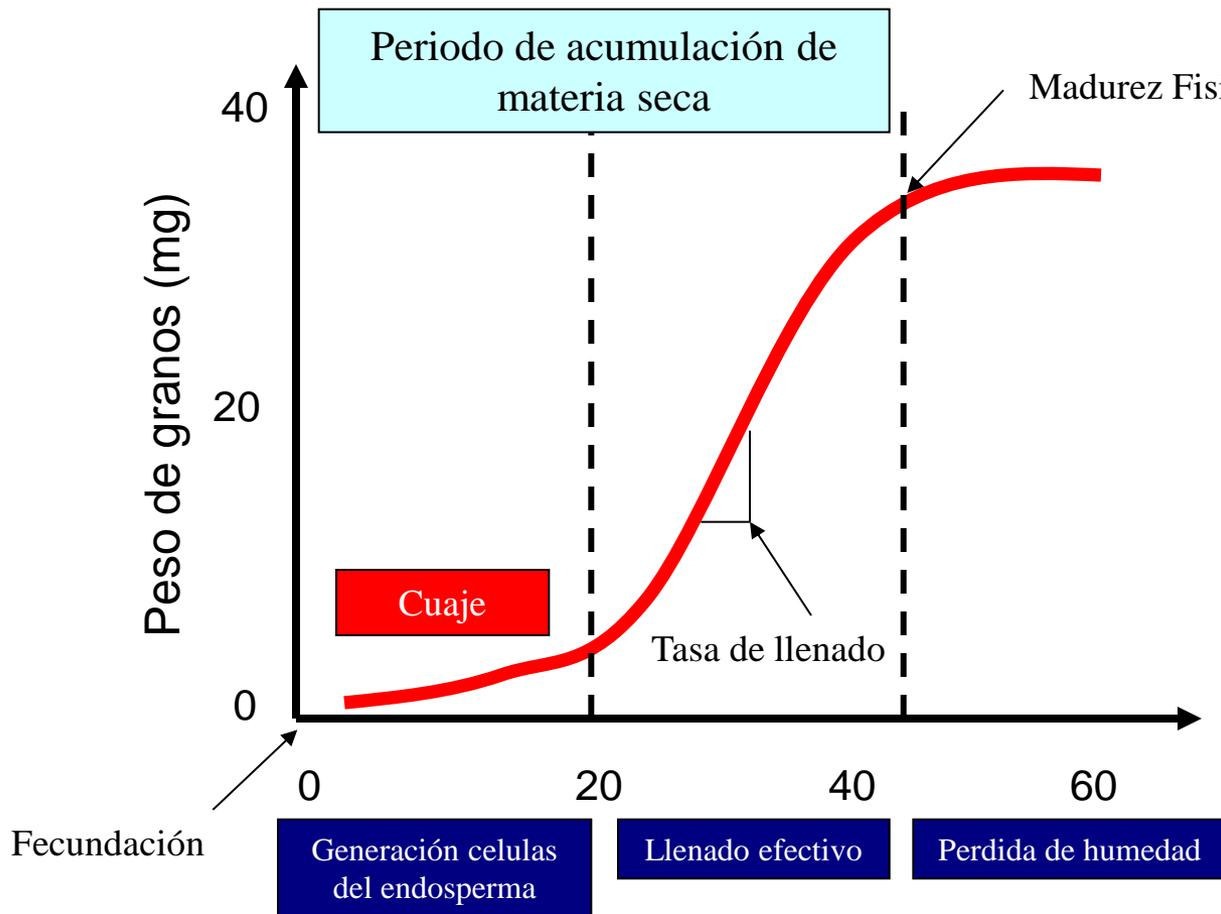


Composición de los granos de cereales



El gluten posee plasticidad, elasticidad y fuerza, propiedades que le permiten formar una masa cohesiva que puede resistir y atrapar los alvéolos de CO₂ durante la fermentación

Llenado de granos: Determinación del peso final



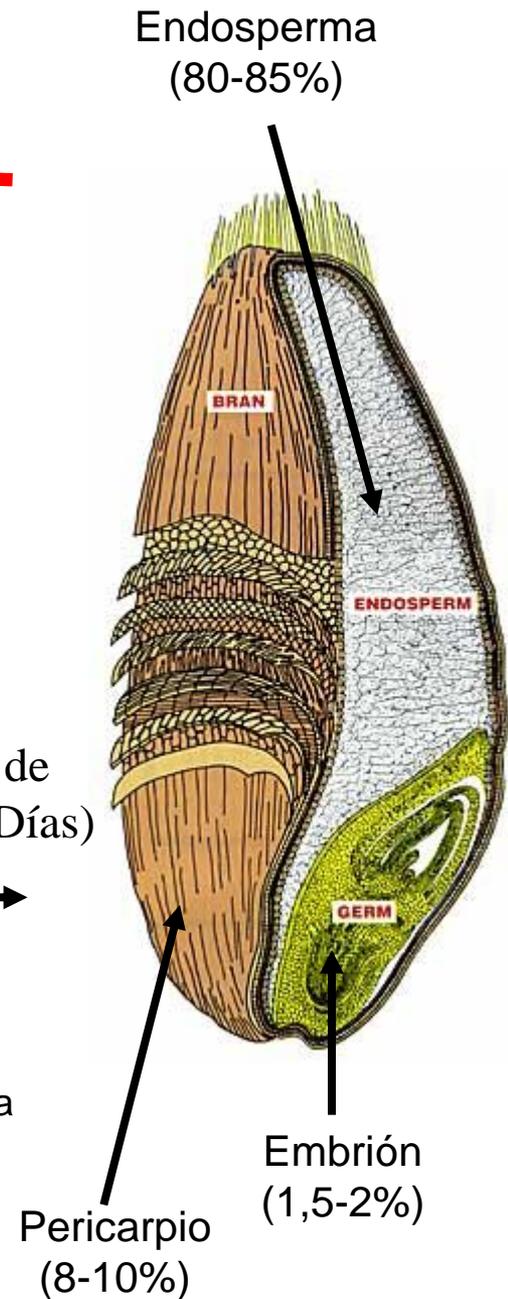
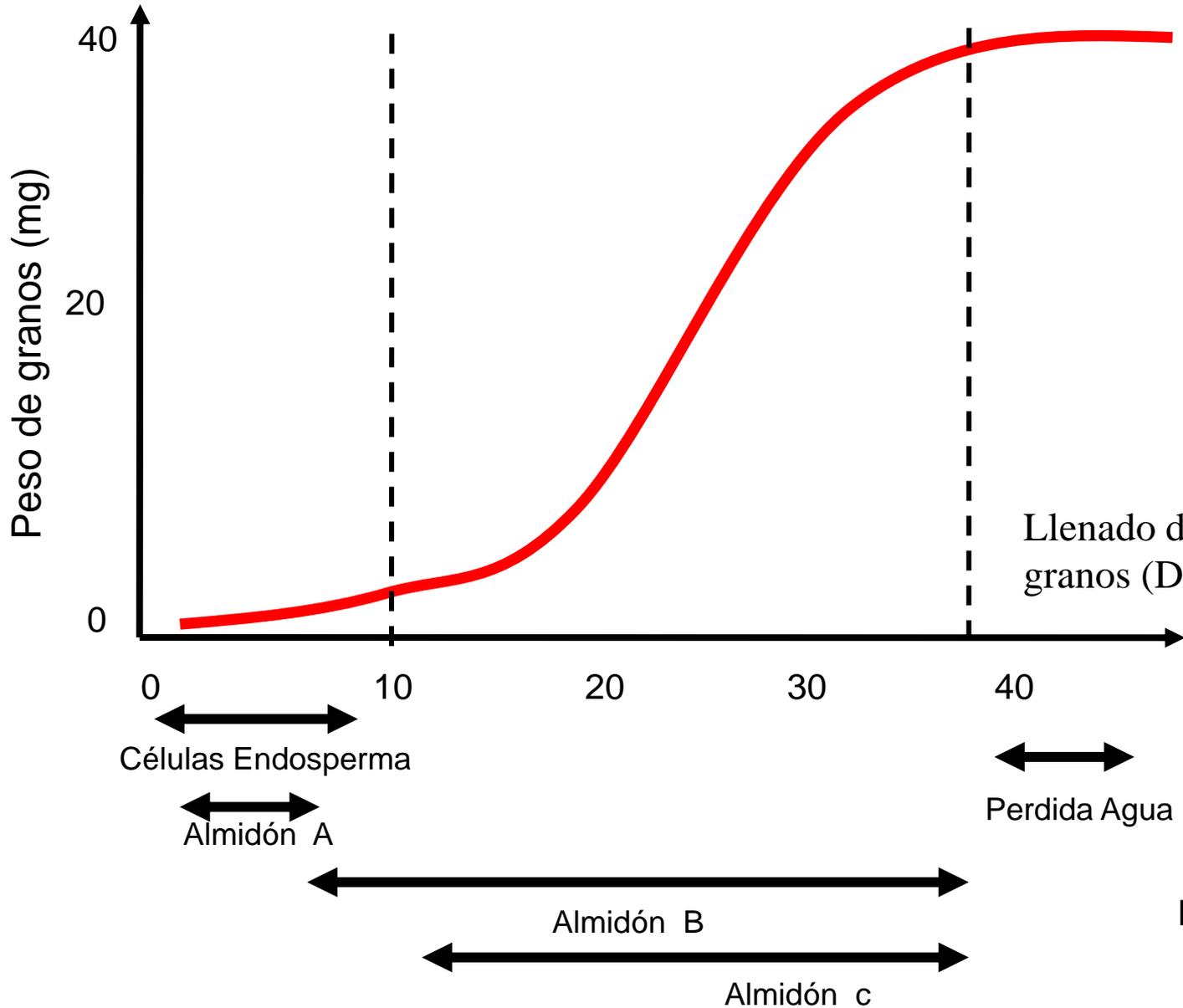
Peso de grano:
 $Tasa * Duración$

Duración del periodo de llenado de granos (Días)

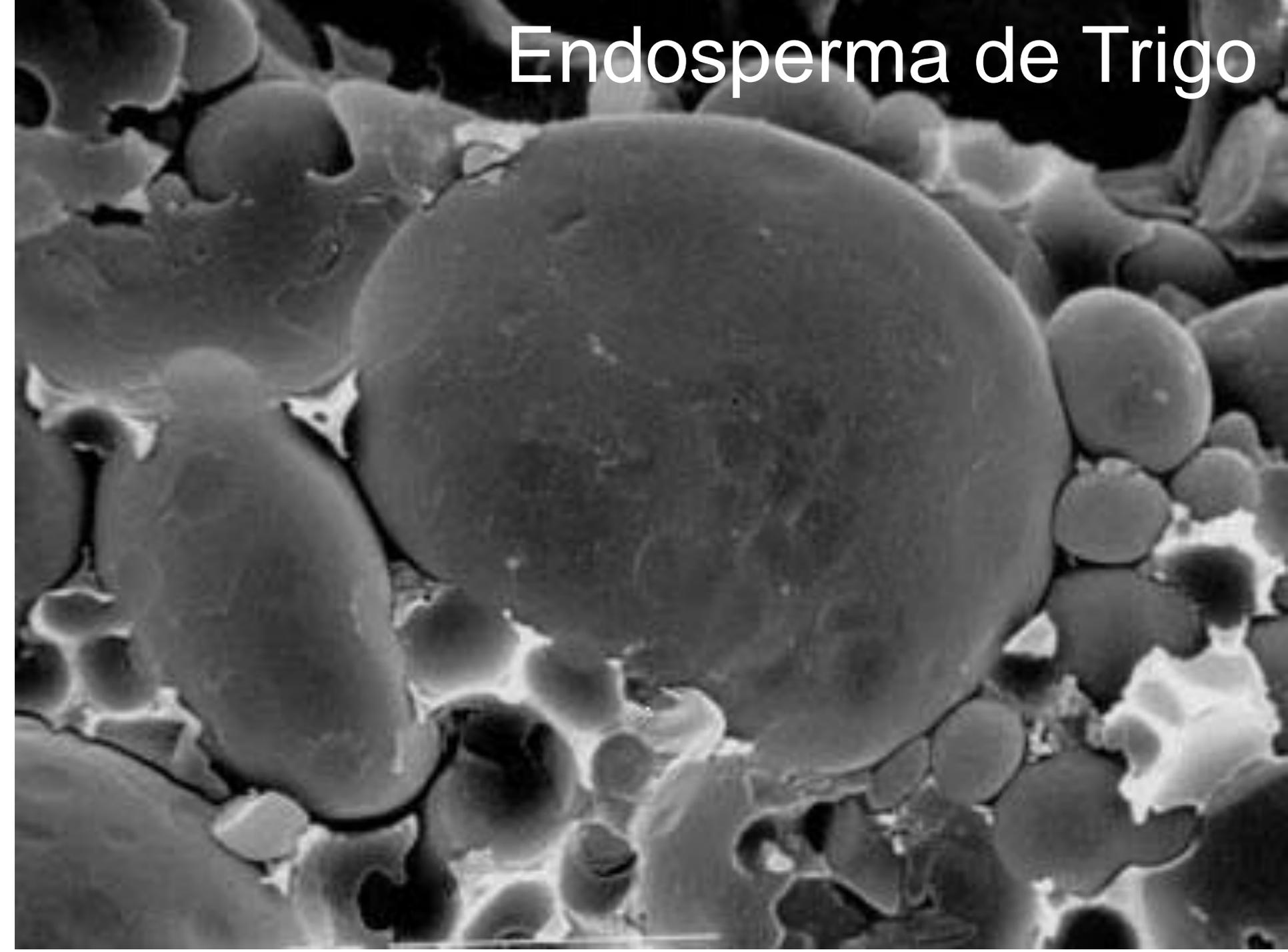


Daniel J. Miralles
Facultad de Agronomía
Univ. de Buenos Aires

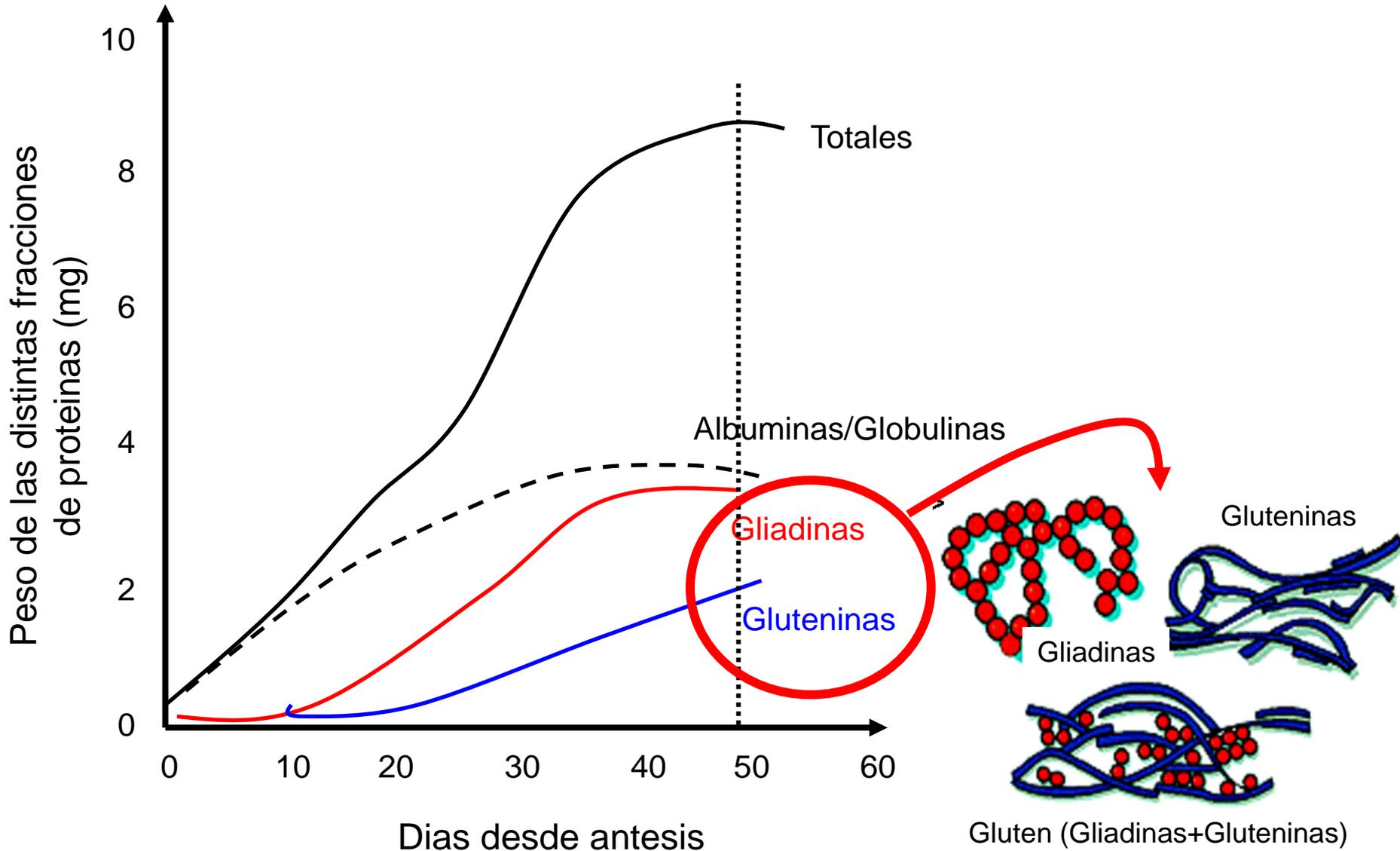
Composición del endosperma



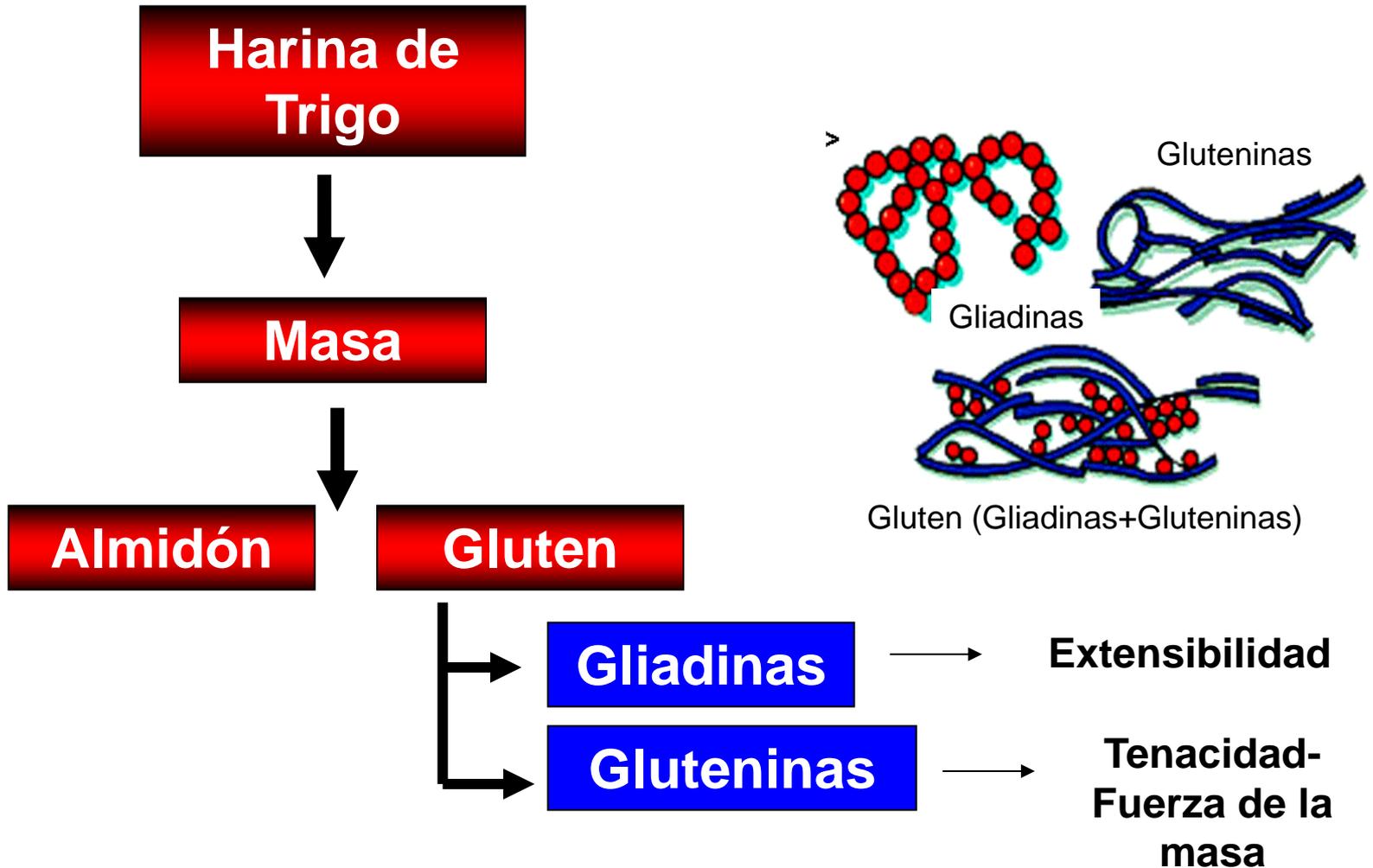
Endosperma de Trigo



Acumulación de proteínas en grano

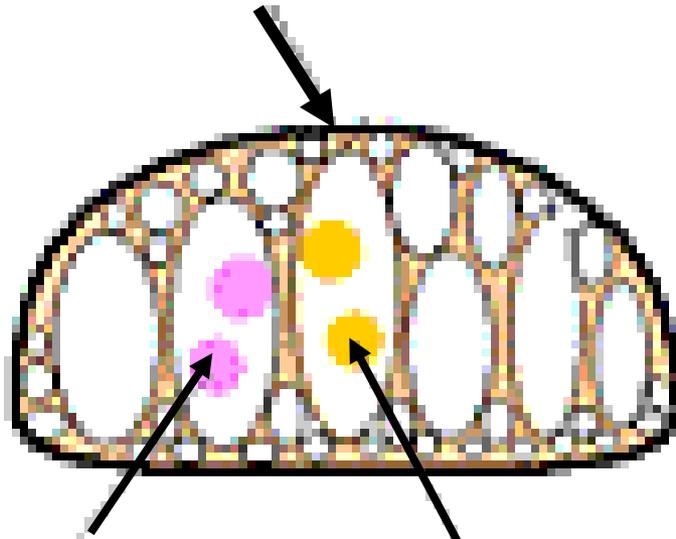


Acumulación de proteínas en grano



Calidad panadera: Rol del gluten

Membrana producida por el gluten



Vapor generado durante el horneado.

Gas (CO_2) producido por la fermentación



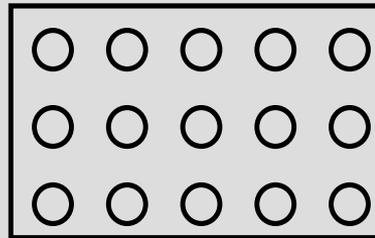
Harina + Agua + Fuerza = Masa

Gliadinas → le otorgan extensibilidad a la masa

Gluteninas → le confieren fuerza a la masa

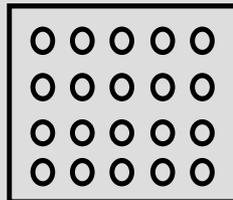
El balance entre gliadinas y gluteninas determina las propiedades de la masa para la panificación.

*Relación óptima
gliadinas:gluteninas*



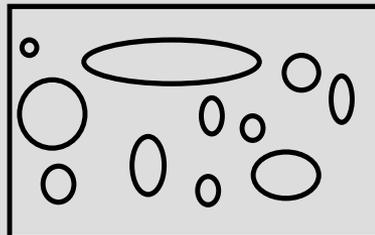
Alvéolos de gas de similar tamaño, distribuidas uniformemente, resultando en un pan de textura suave y volumen adecuado

*Relación deficiente
gliadinas:gluteninas*
→ masa poco extensible
y excesivamente fuerte



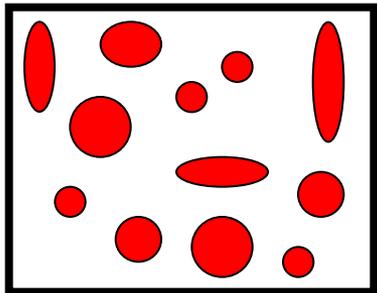
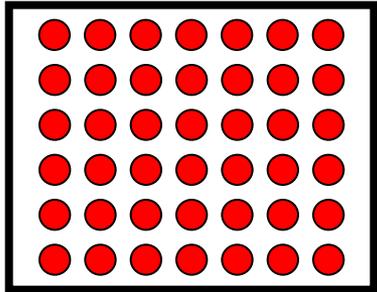
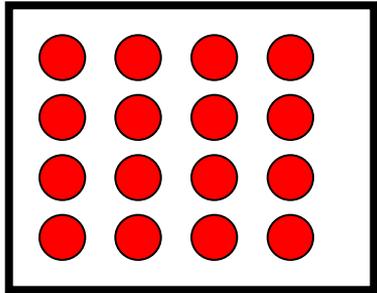
Alvéolos de gas distribuidas uniformemente, pero de tamaño pequeño resultando en un pan de bajo volumen y textura pesada

*Relación excesiva
gliadinas:gluteninas*
→ masa pegajosa



Alvéolos de gas de tamaño y distribución irregular, resultando en un pan de bajo volumen, liviano y con agujeros en la miga

Relación Gliadinas:Gluteninas



Gliadinas

=

Gluteninas

Gliadinas



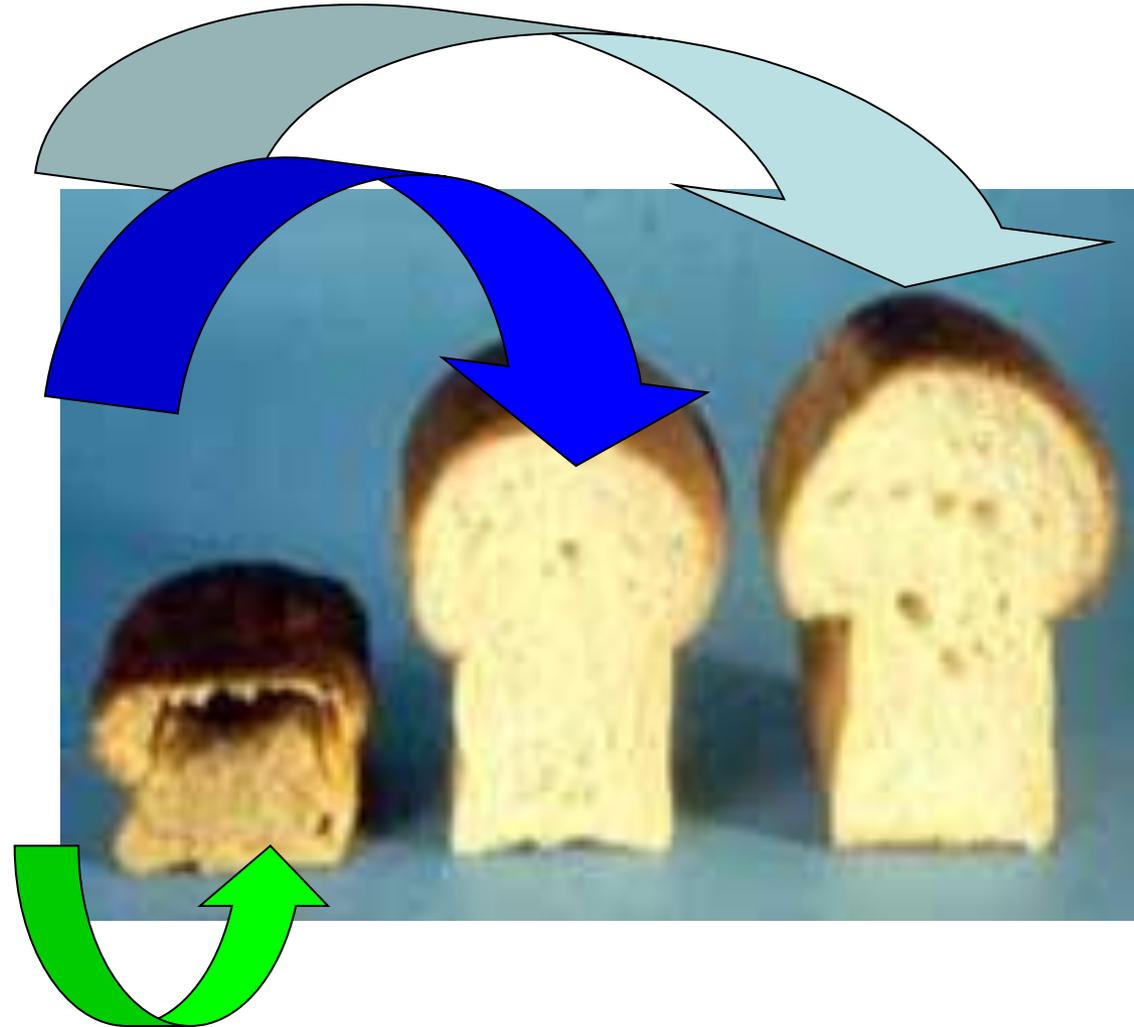
Gluteninas



Gliadinas



Gluteninas



Parámetros de Calidad

- 1) Contenido de Nitrógeno en Grano (Proteína)**
- 2) Gluten: Residuo luego lavado de harina con agua (Proteínas insolubles=Gliadinas+Gluteninas)**
- 3) Índice de sedimentación: Estima fuerza del gluten (Floculación de proteínas) SDS**
- 4) Falling Number: Actividad amilásica de la harina (Degradación del almidón)**
- 5) Rendimiento de harina**
- 6) Alveograma: Mide el comportamiento de la masa de harina durante la fermentación (Alveografo de Chopin).**

PRUEBAS REOLOGICAS: ALVEOGRAMA

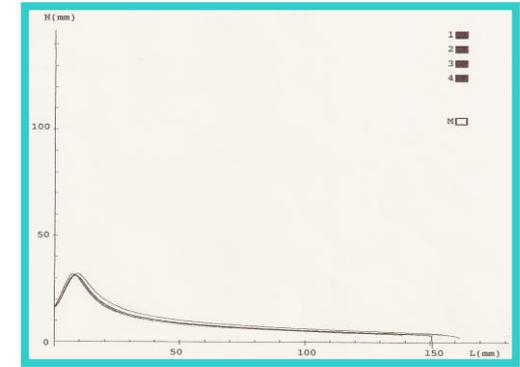
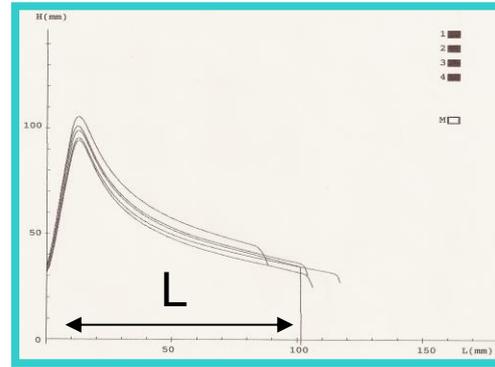
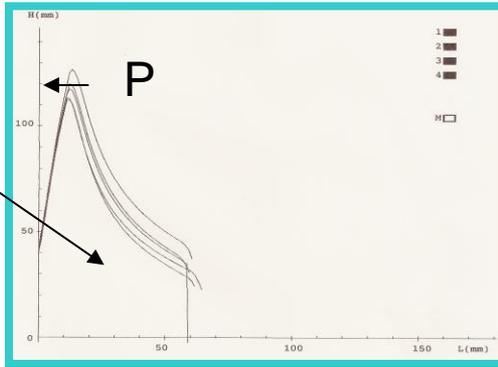


CEI BARROW - Laboratorio de Calidad

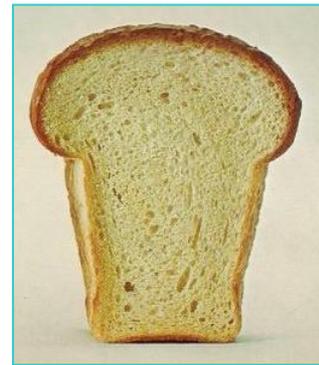
RELACION ENTRE

GLUTEN, ALVEOGRAMA Y PAN

TENAZ **FUERTE** **DEBIL**

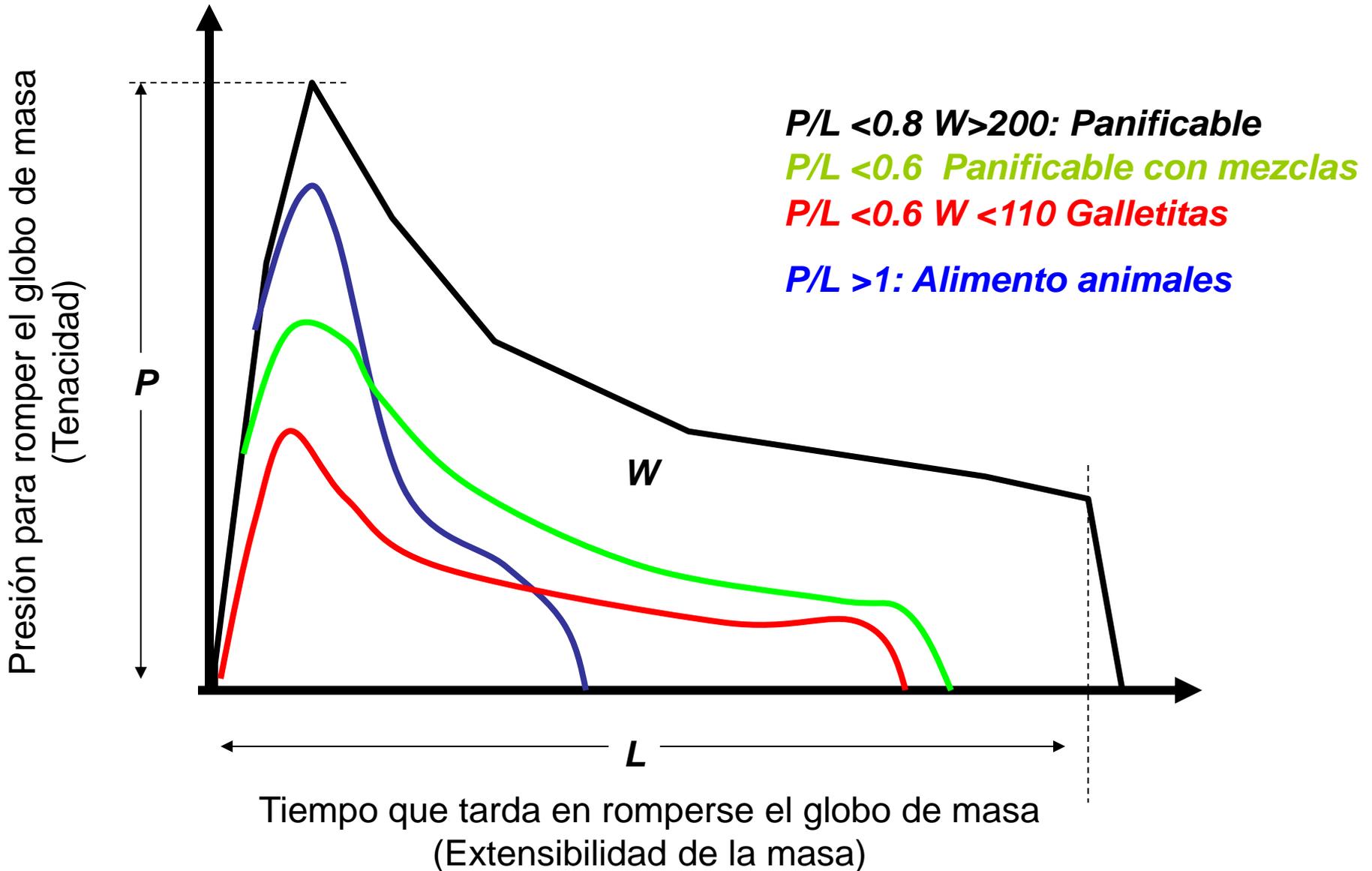


W



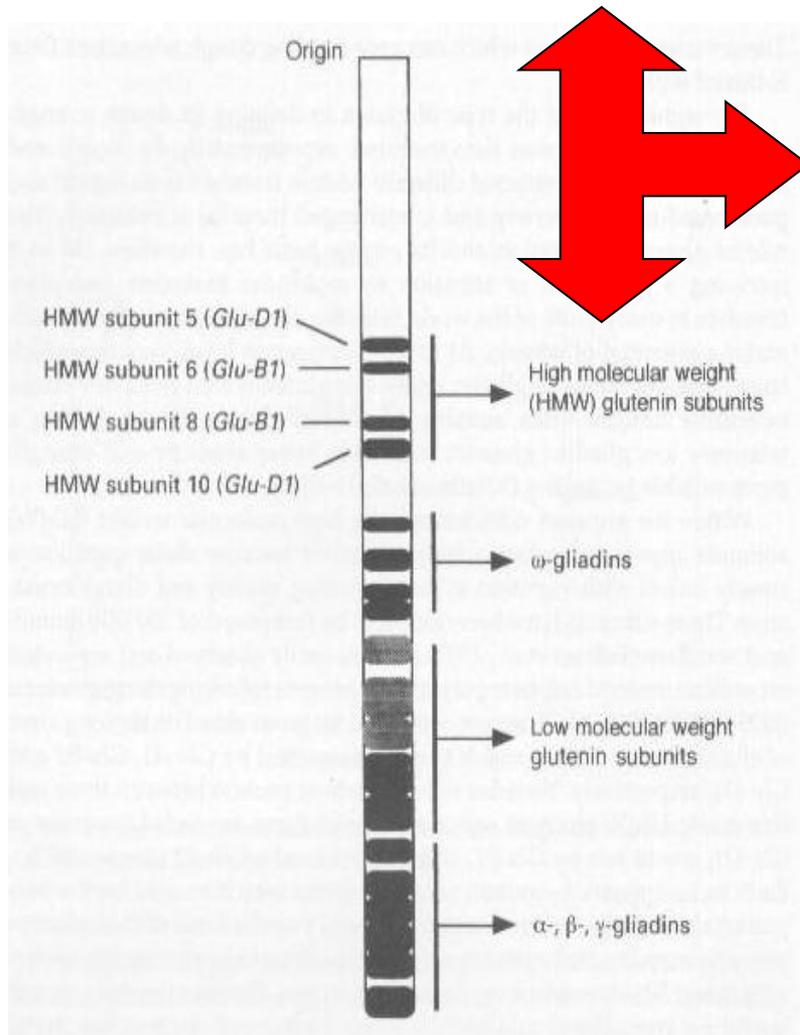
P=Tenacidad
L=Elasticidad
W=Fuerza masa

Parámetros de Calidad: Alveografo de Chopin



Que define la calidad Panadera?

Calidad= **Cultivar** + Ambiente + Interacción CxA



TDA1: Superior

Buck Arriero
Buck Panadero
Buck Poncho
Buck Pronto
Caudillo
Cooperacion Liquen
ProINTA Alzan
ProINTA Colibri
ProINTA Panadero

TDA2: Especial

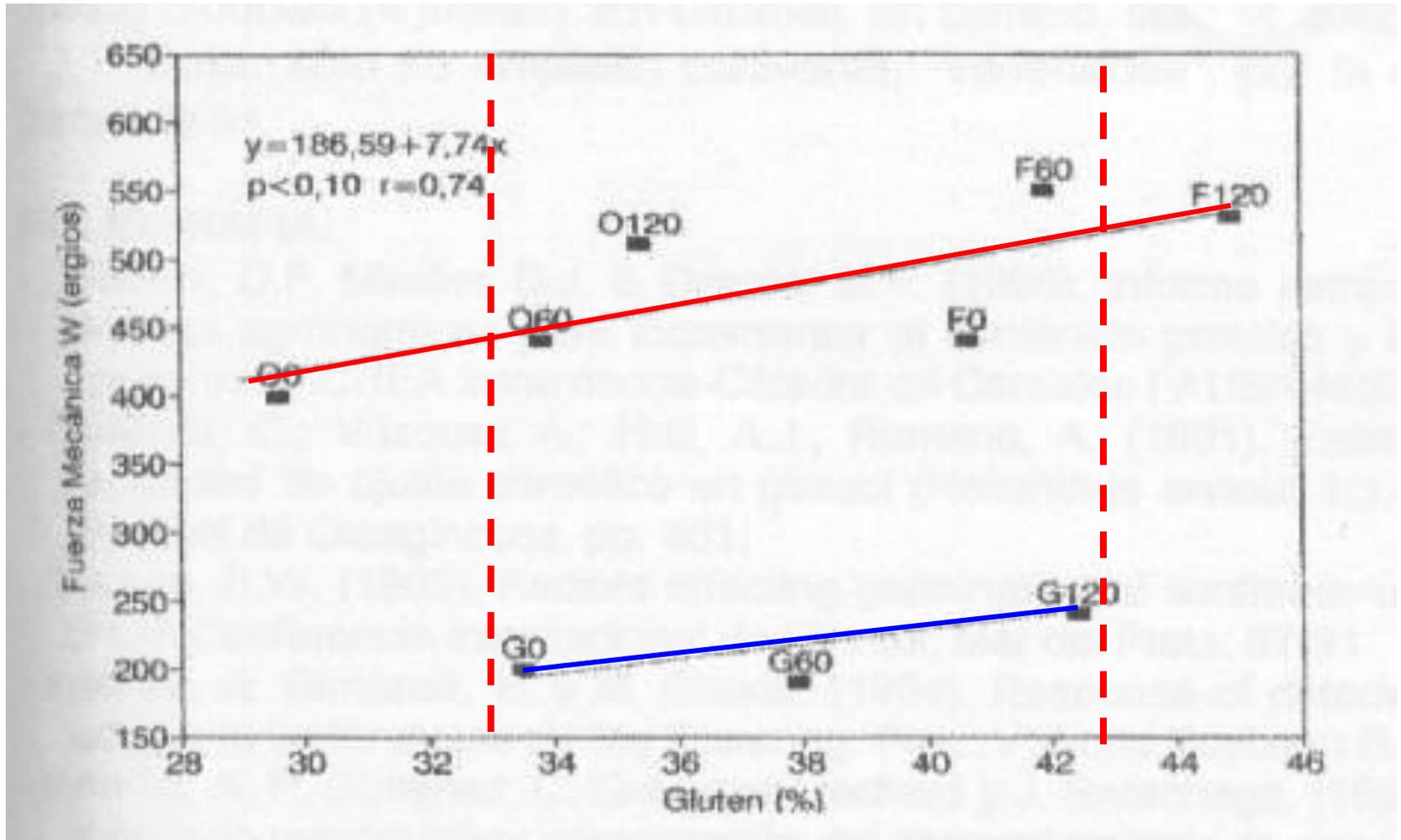
ACA 223
ACA 303
Baguette Premiun 13
Buck Charrua
Buck Guatimozin
Buck Ombu
INIA Tijereta
Klein Brujo
Klein Escorpion
Klein Escudo
Triguero 230

TDA3: Stándard

Baguette 10
Buck Guarani
Klein Dragon
Pro INTA Quintal

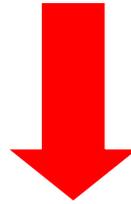
Buck Chambergo
Buck Halcon
Klein Martillo
Triguero 100

Calidad Panadera: Efecto del Cultivar

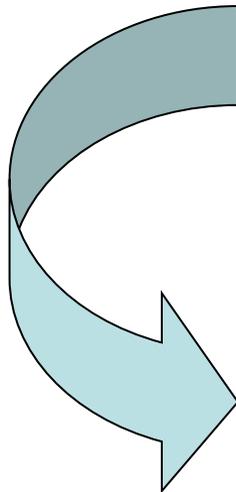


Que define la calidad Panadera?

Calidad= Cultivar + Ambiente + Interacción CxA

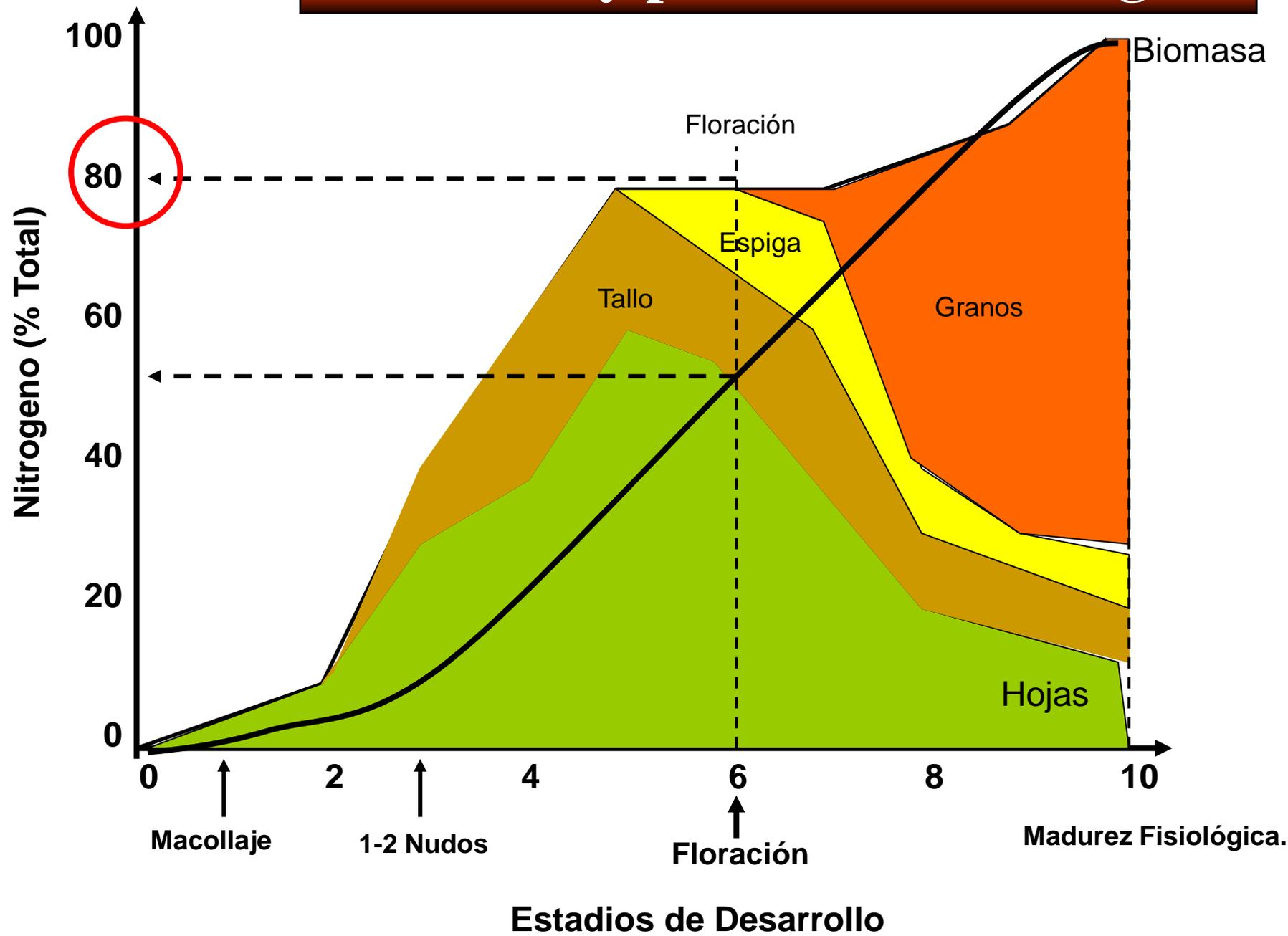


- Disponibilidad Hídrica
- Fertilización Nitrogenada
- Oferta de Radiación
- Temperatura
- Labranzas
- Enfermedades

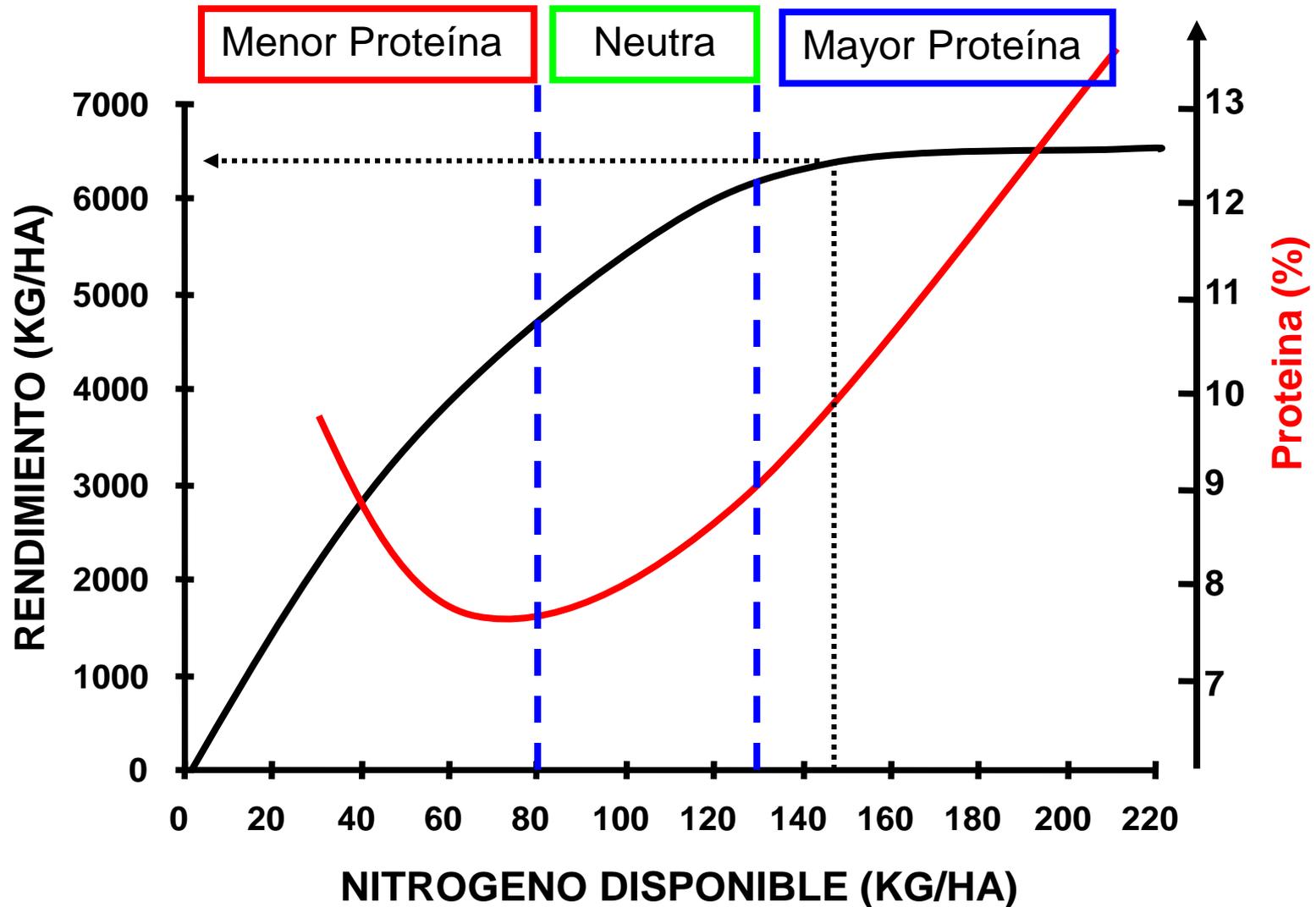


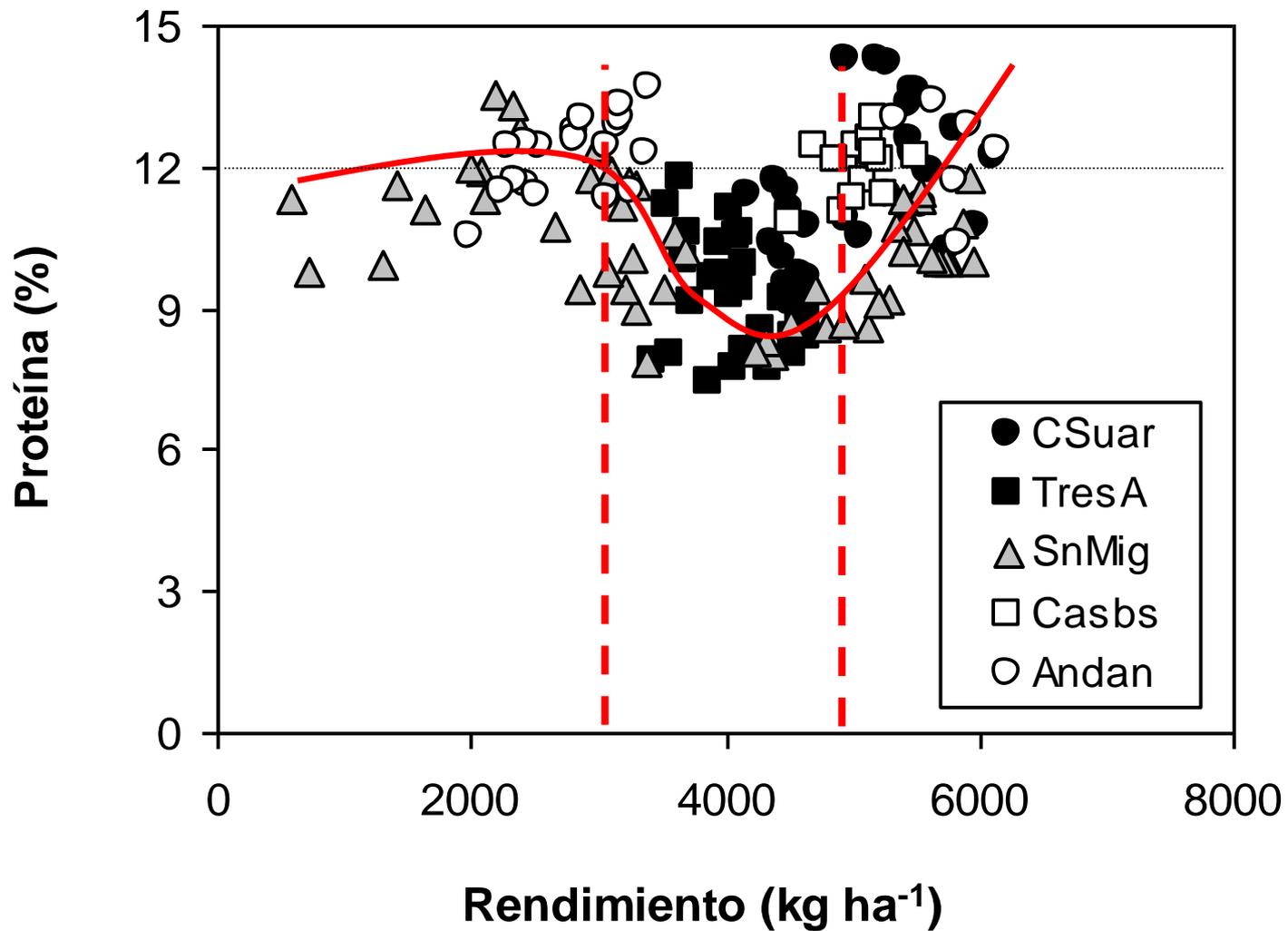
Afectan el rendimiento del cultivo

Absorción y partición de Nitrógeno



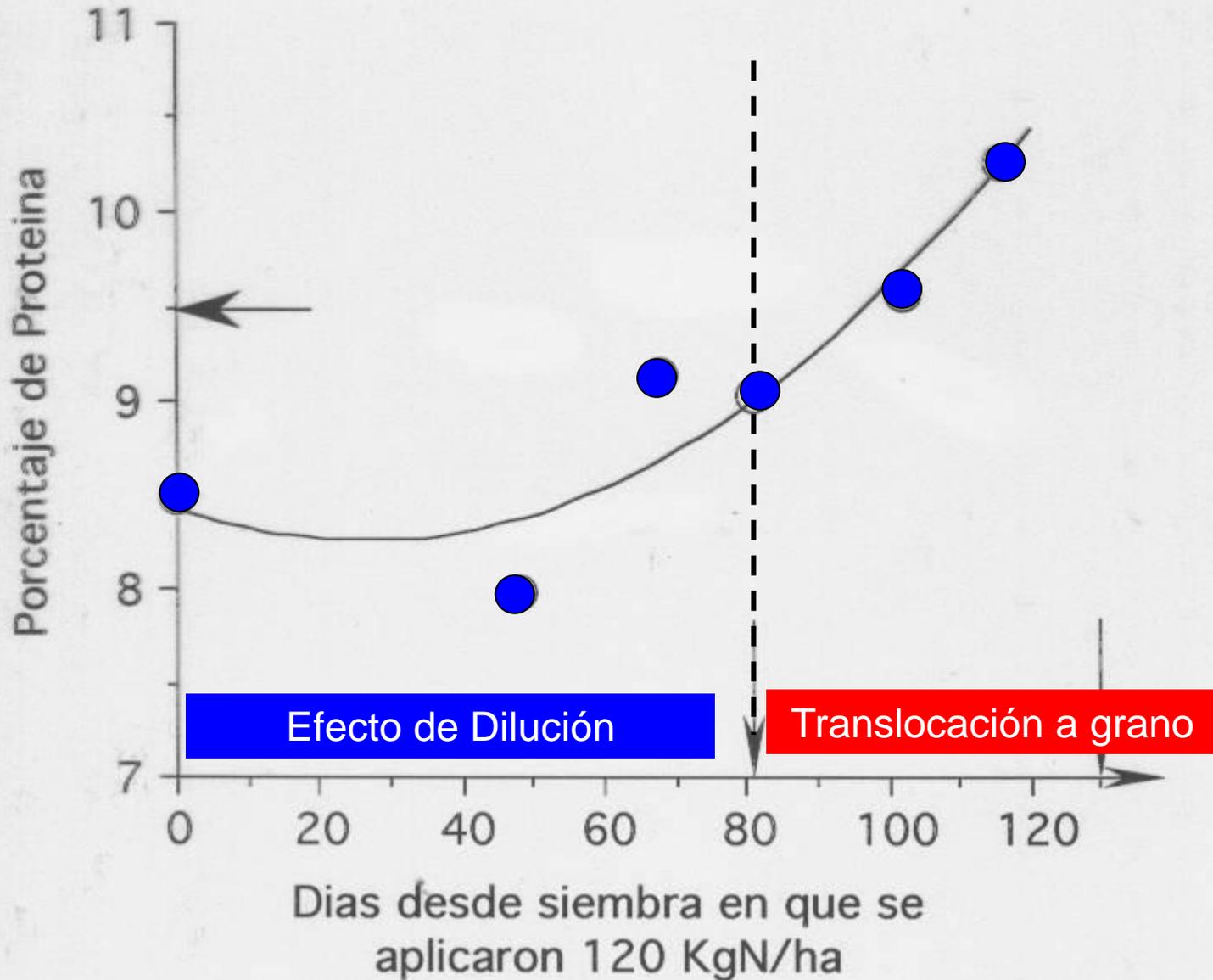
Fertilización Nitrogenada y proteína



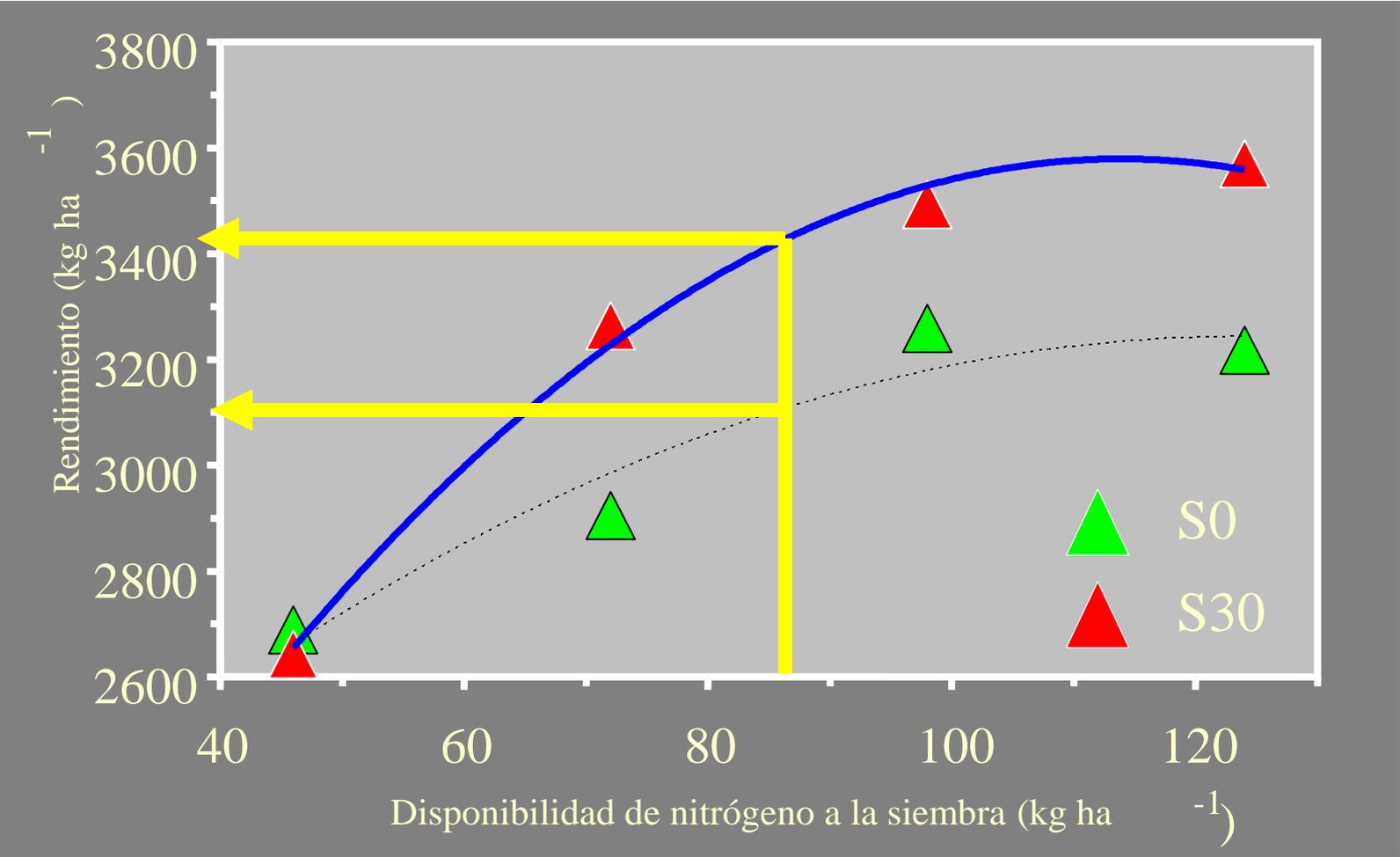


Relación entre el contenido relativo de proteína en grano y el rendimiento logrado.

Momento de aplicación del N y la proteína



Interacción Nitrógeno x Azufre



Salvagiotti & Miralles (2004)

Interacción Nitrógeno x Azufre

Rendimiento (kg ha⁻¹)

4000

3500

3000

2500

0

△ S0

▲ S1

160
120
80
40
N disponible (kg ha⁻¹)

0 90 130 170 210
N absorbido (kg ha⁻¹)

40

80

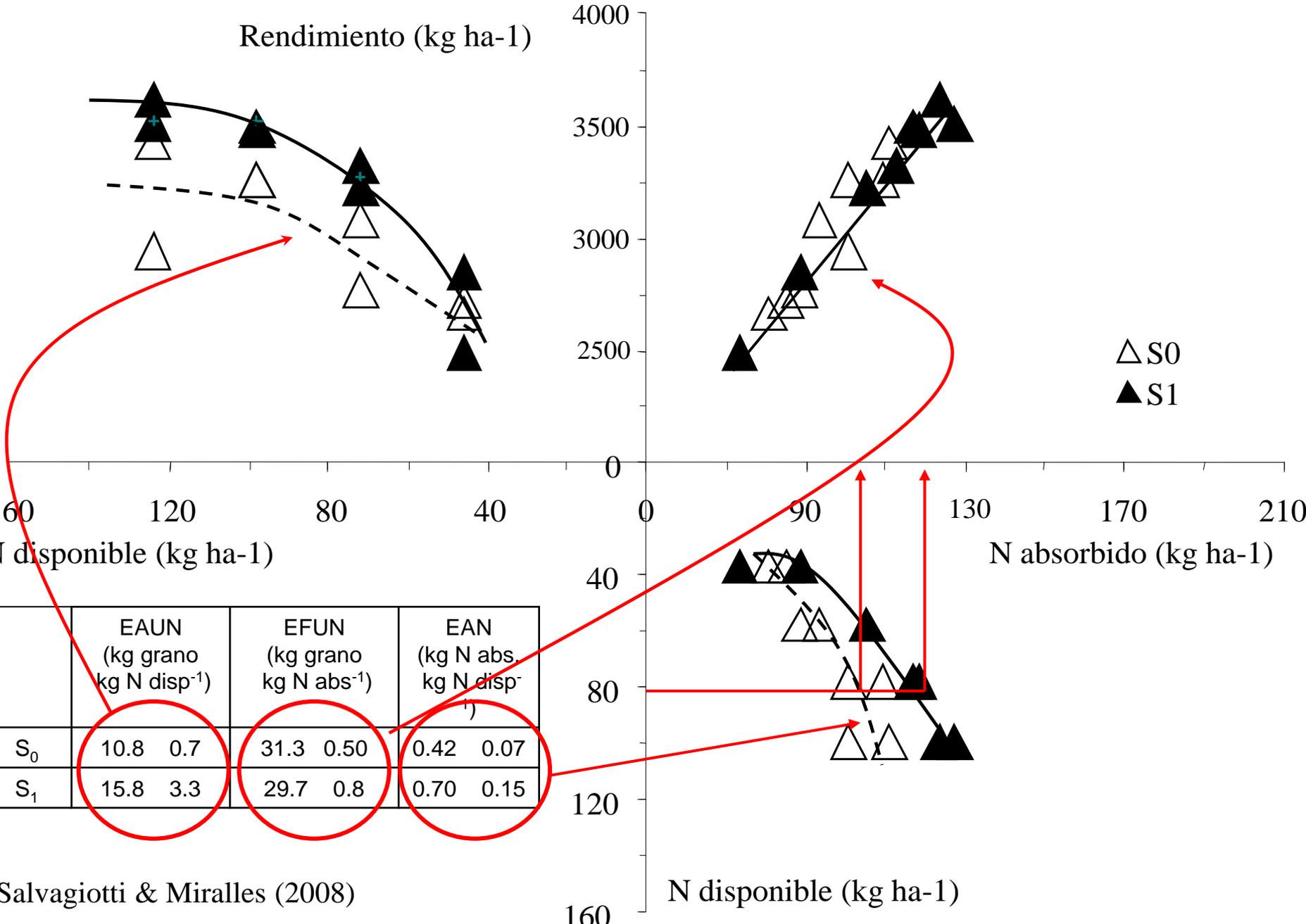
120

160

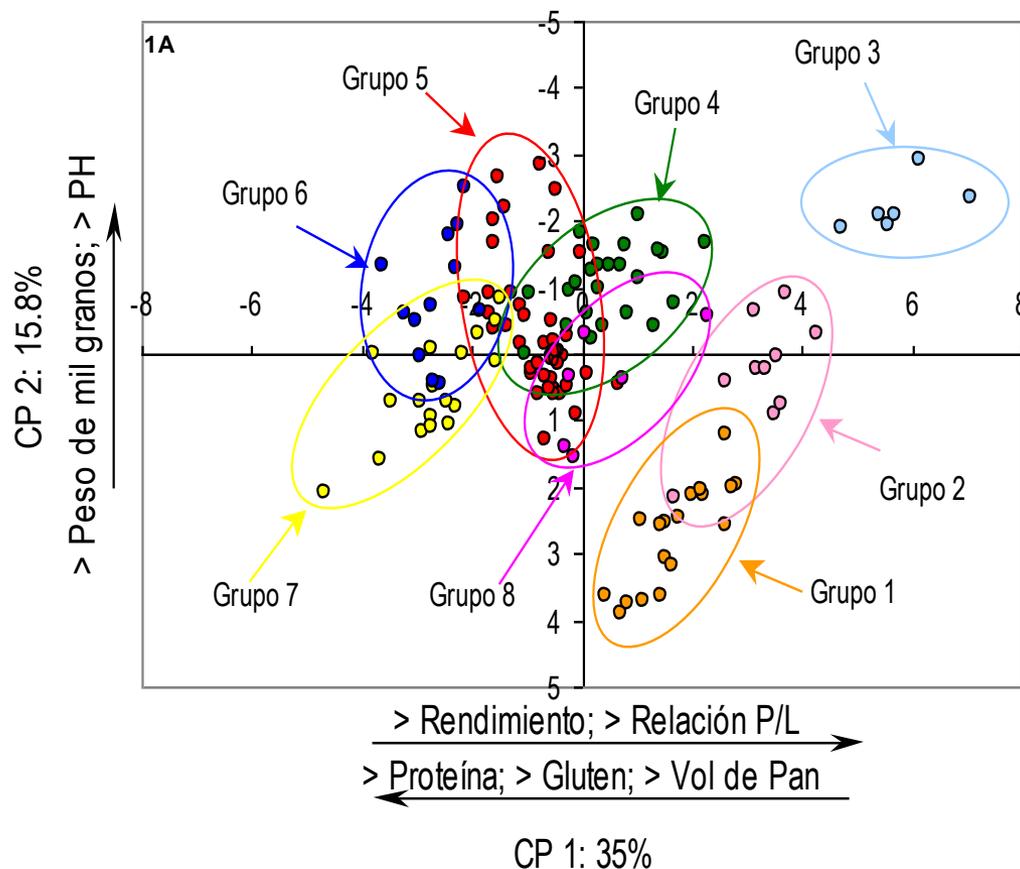
N disponible (kg ha⁻¹)

	EAUN (kg grano kg N disp ⁻¹)		EFUN (kg grano kg N abs ⁻¹)		EAN (kg N abs. kg N disp ⁻¹)	
S ₀	10.8	0.7	31.3	0.50	0.42	0.07
S ₁	15.8	3.3	29.7	0.8	0.70	0.15

Salvagiotti & Miralles (2008)



Efecto del Ambiente



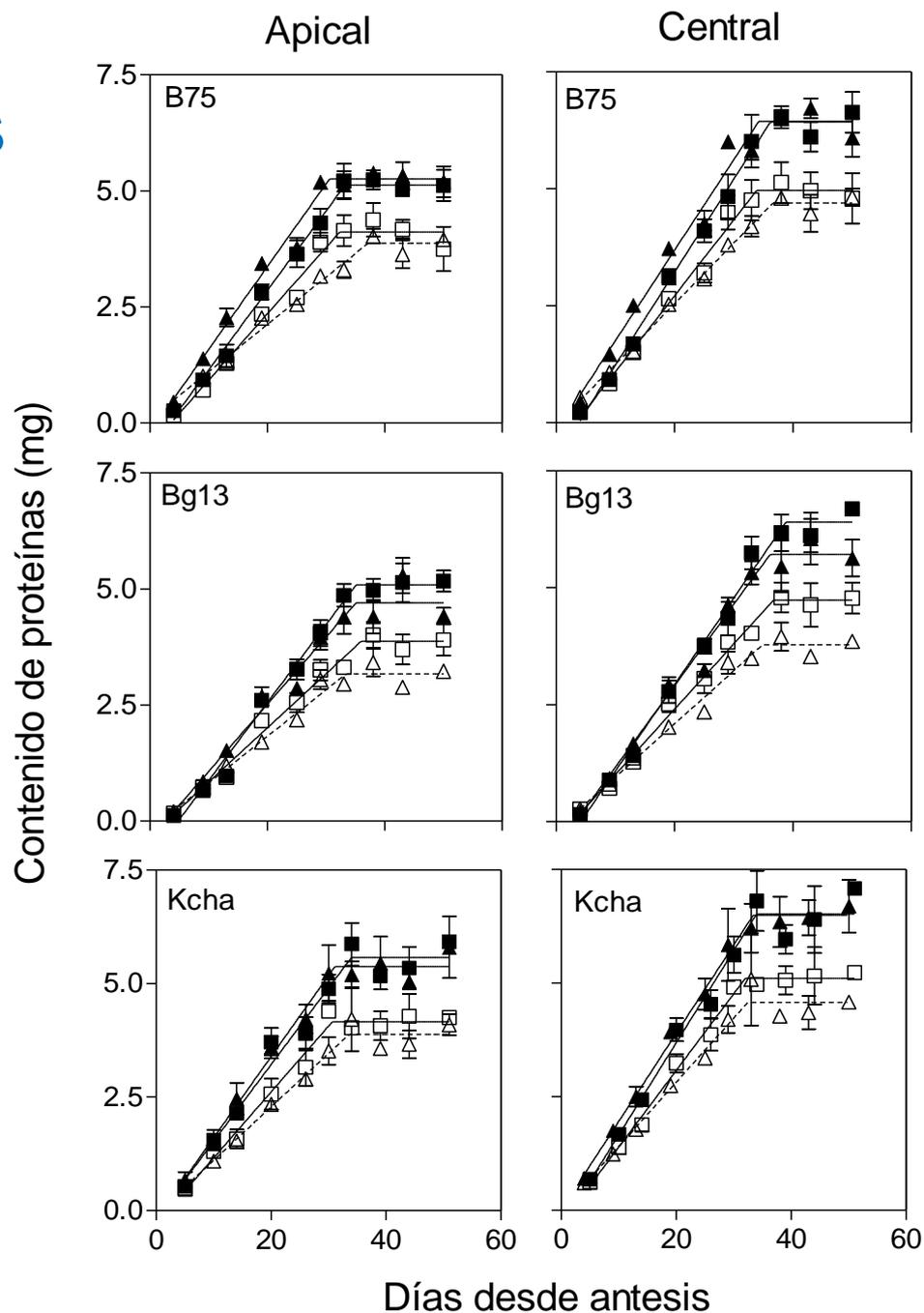
El ambiente presenta capacidad discriminadora sobre estas variables.

Evolución del contenido de proteínas en los granos

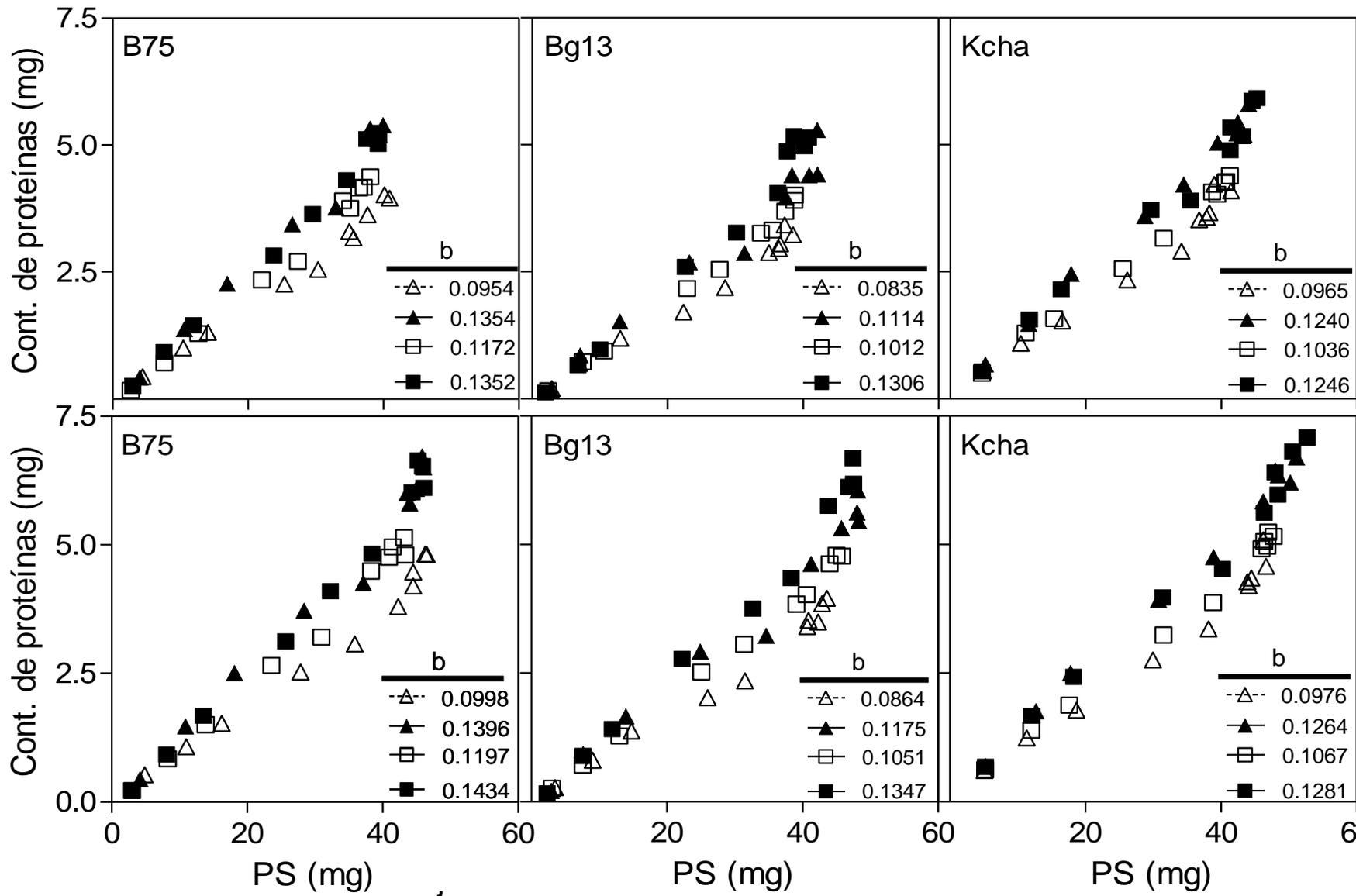
Año 2007

En ambas posiciones hubo efectos significativos de la **Ni** y **Nf** sobre la tasa de acumulación de proteínas.

- △- Ni Bajo Nf 0
- ▲ Ni Bajo Nf 40
- Ni Alto Nf 0
- Ni Alto Nf 40



RELACIÓN ENTRE LA ACUMULACIÓN DE PESO SECO Y EL CONTENIDO DE PROTEÍNAS EN GRANOS DE TRIGO PAN

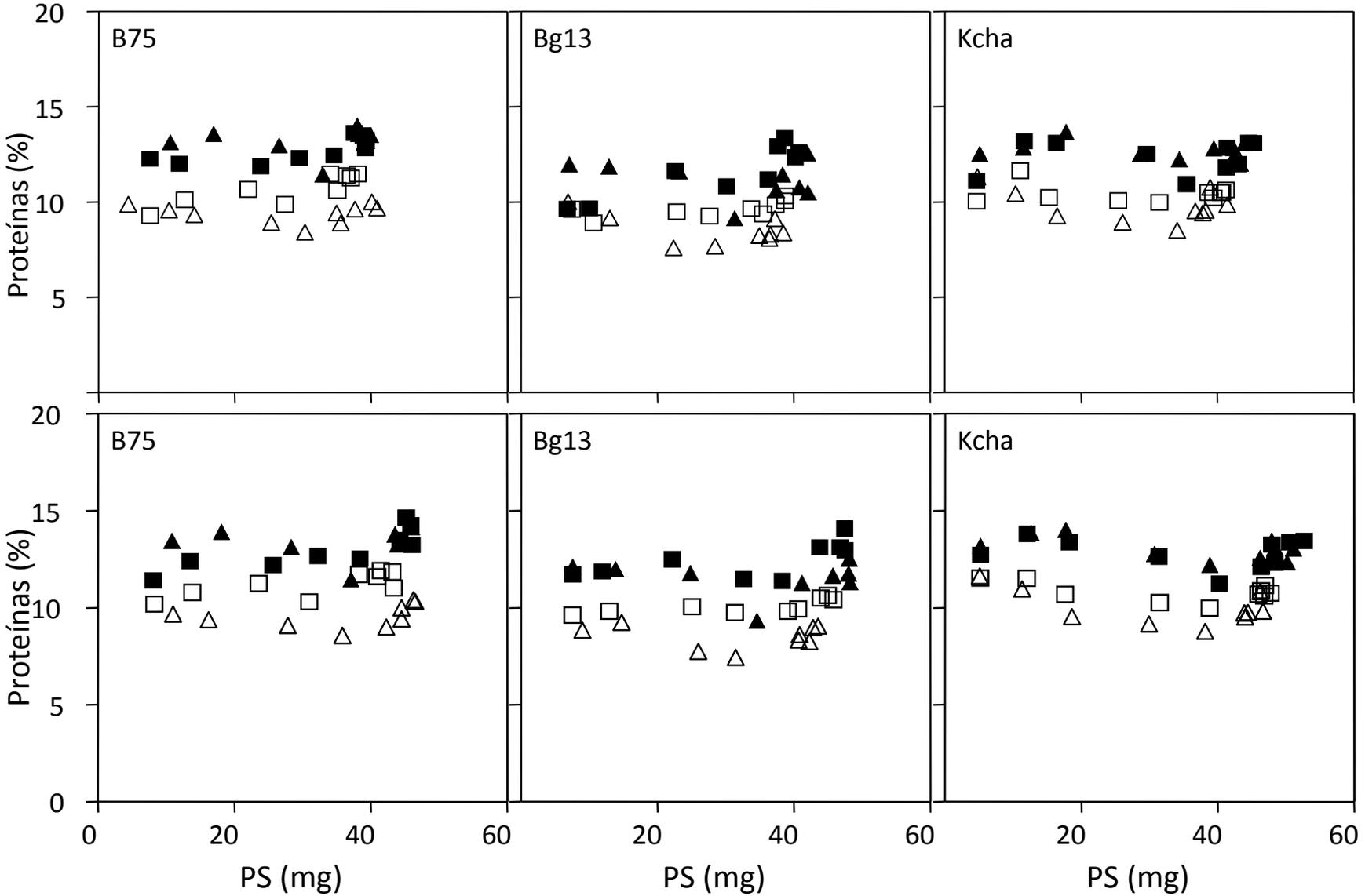


A p i c a l C e n t r a l

-△- Ni Bajo Nf 0 □ Ni Alto Nf 0
 ▲ Ni Bajo Nf 40 ■ Ni Alto Nf 40

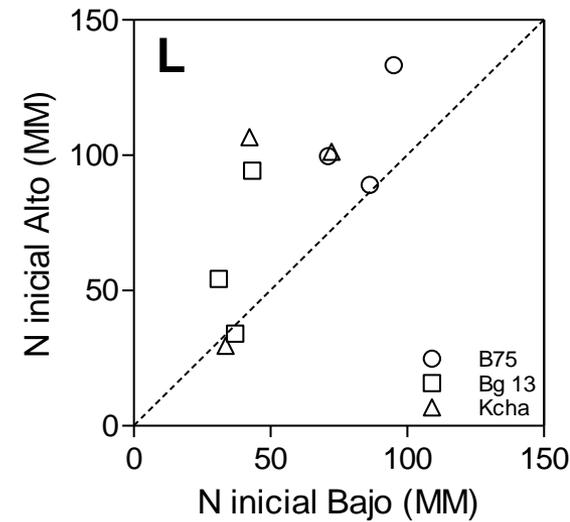
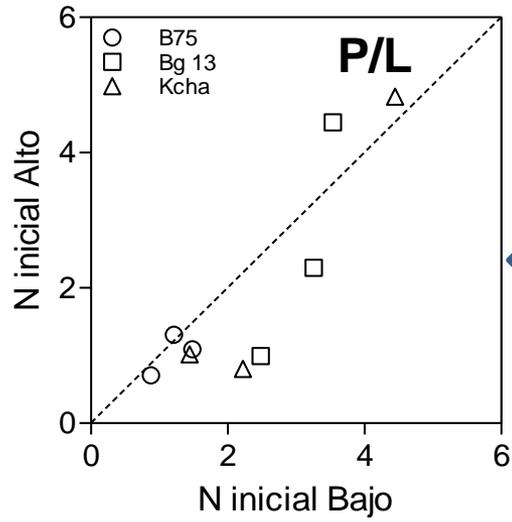
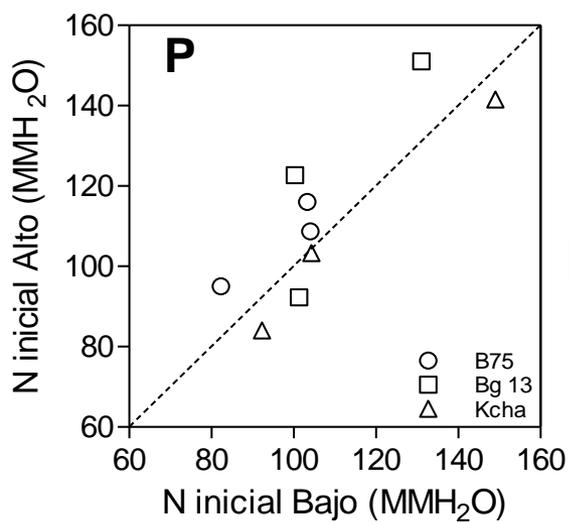
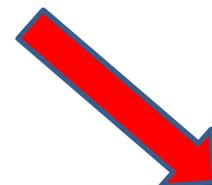
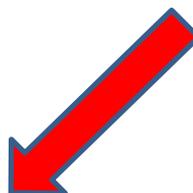
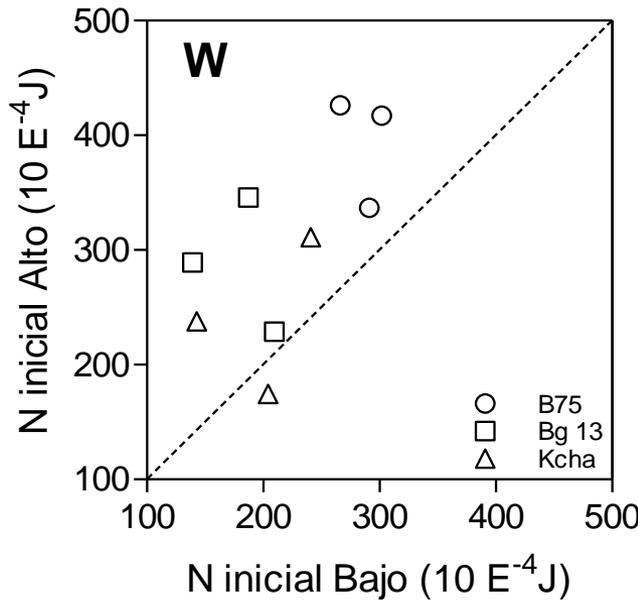
RELACIÓN ENTRE LA ACUMULACIÓN DE PESO SECO CON EL PORCENTAJE DE PROTEÍNAS EN GRANOS DE TRIGO PAN

A p i c a l C e n t r a l

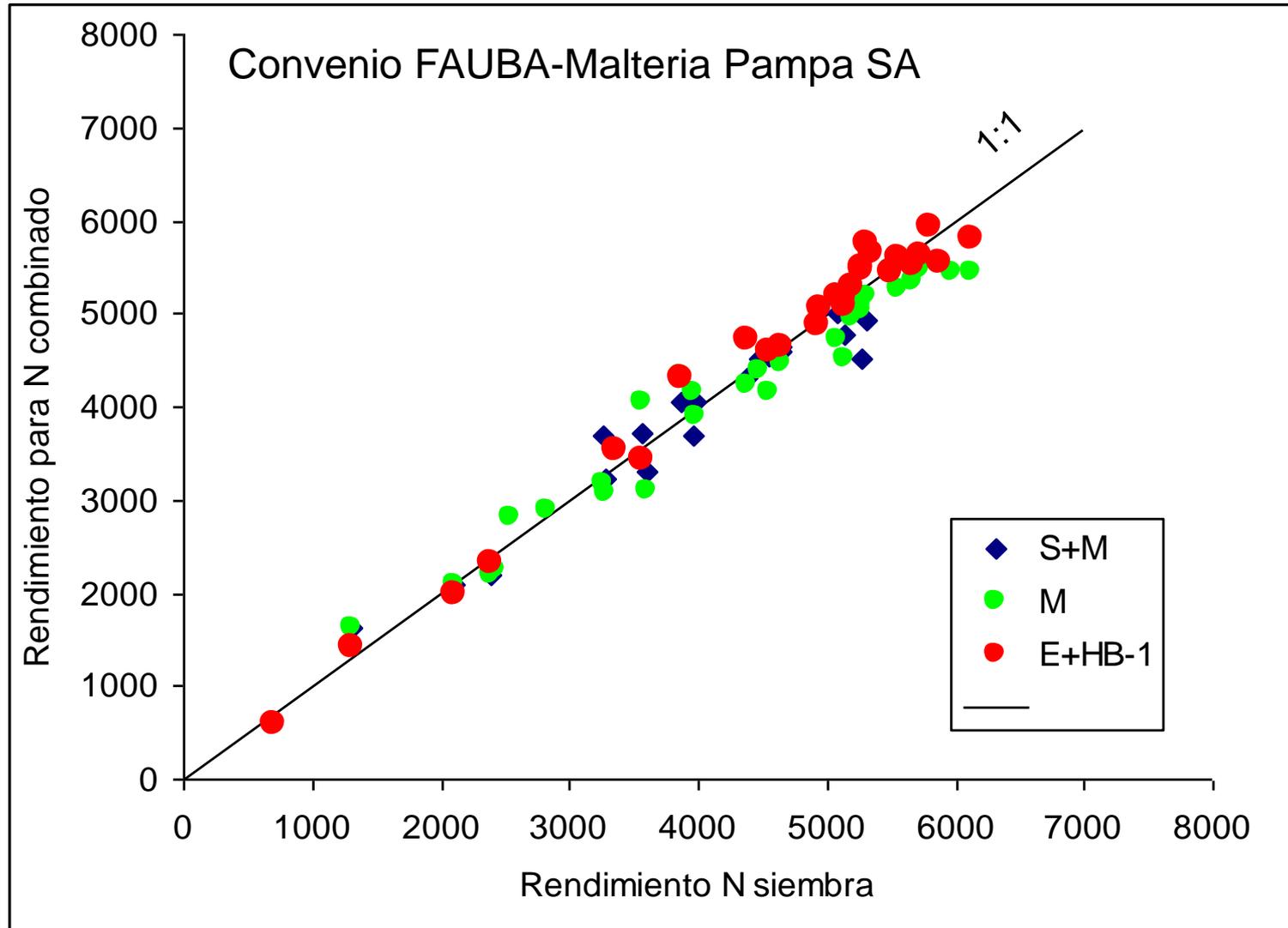


- △- Ni Bajo Nf 0 -□- Ni Alto Nf 0
- ▲- Ni Bajo Nf 40 -■- Ni Alto Nf 40

EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN INICIAL SOBRE LOS DIFERENTES PARAMETROS ALVEOGRAFICOS

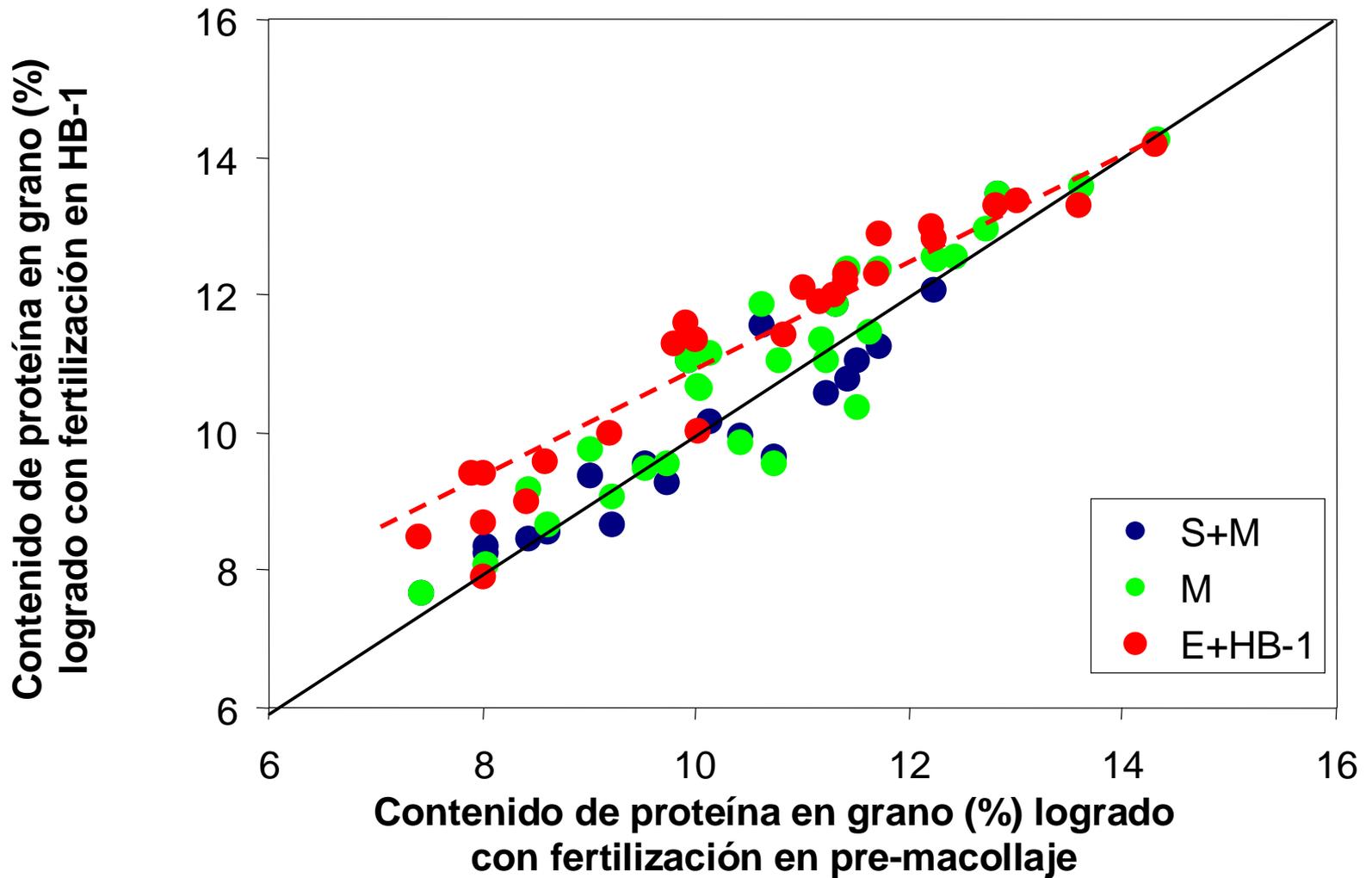


Respuesta en función del momento de aplicación



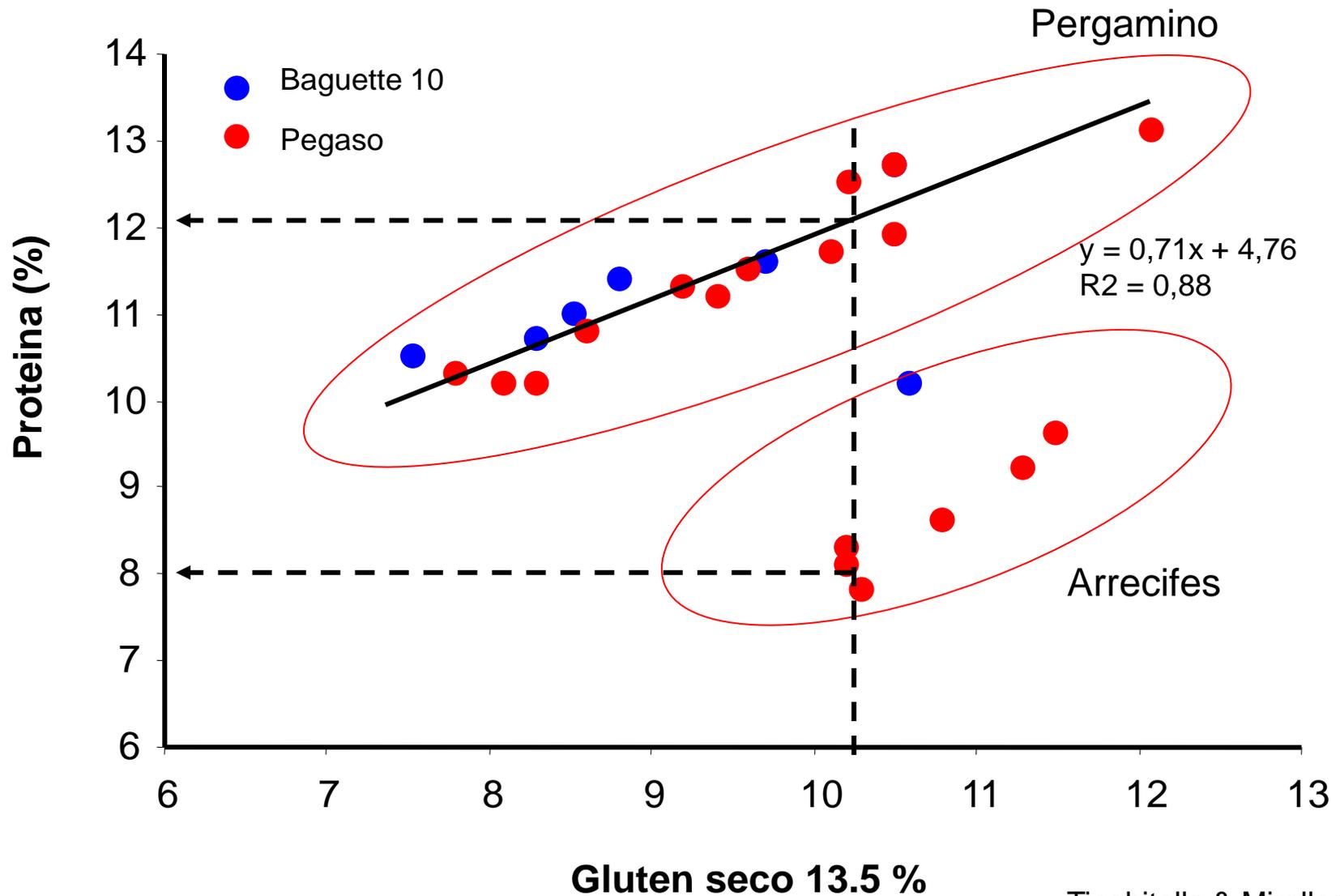
Relación entre el rendimiento logrado con fertilización particionada a la siembra y al macollaje (S+M), al macollaje (M) y a la emergencia y en H. bandera -1 (E+HB-1) y el rendimiento logrado con fertilizaciones totales a la siembra o emergencia. La línea llena representa la relación 1:1.

Proteína



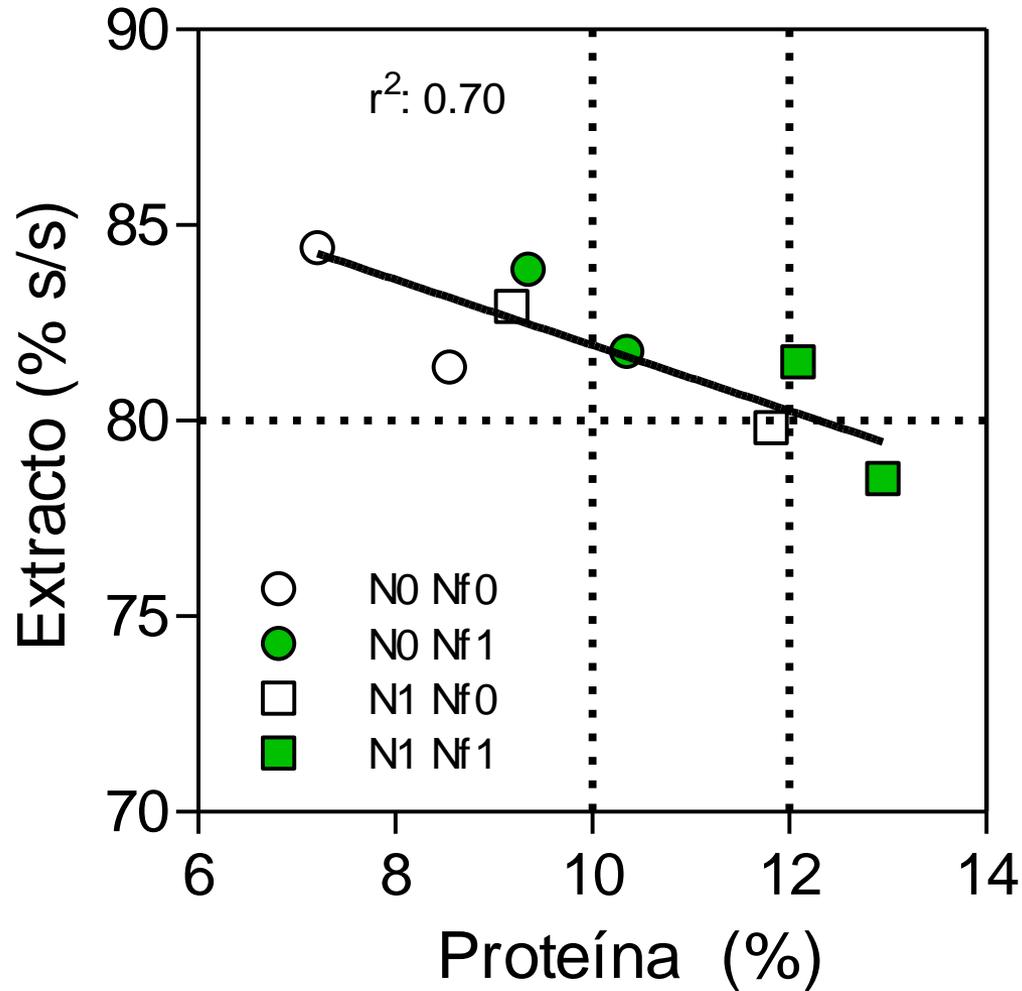
Relación entre el contenido relativo de proteína en grano logrado con el tratamiento de fertilización en hoja bandera (HB-1) y el contenido relativo de proteína en grano logrado con los tratamientos de fertilización en pre-macollaje. La línea llena representa la relación 1:1.

Relación entre Parámetros de Calidad



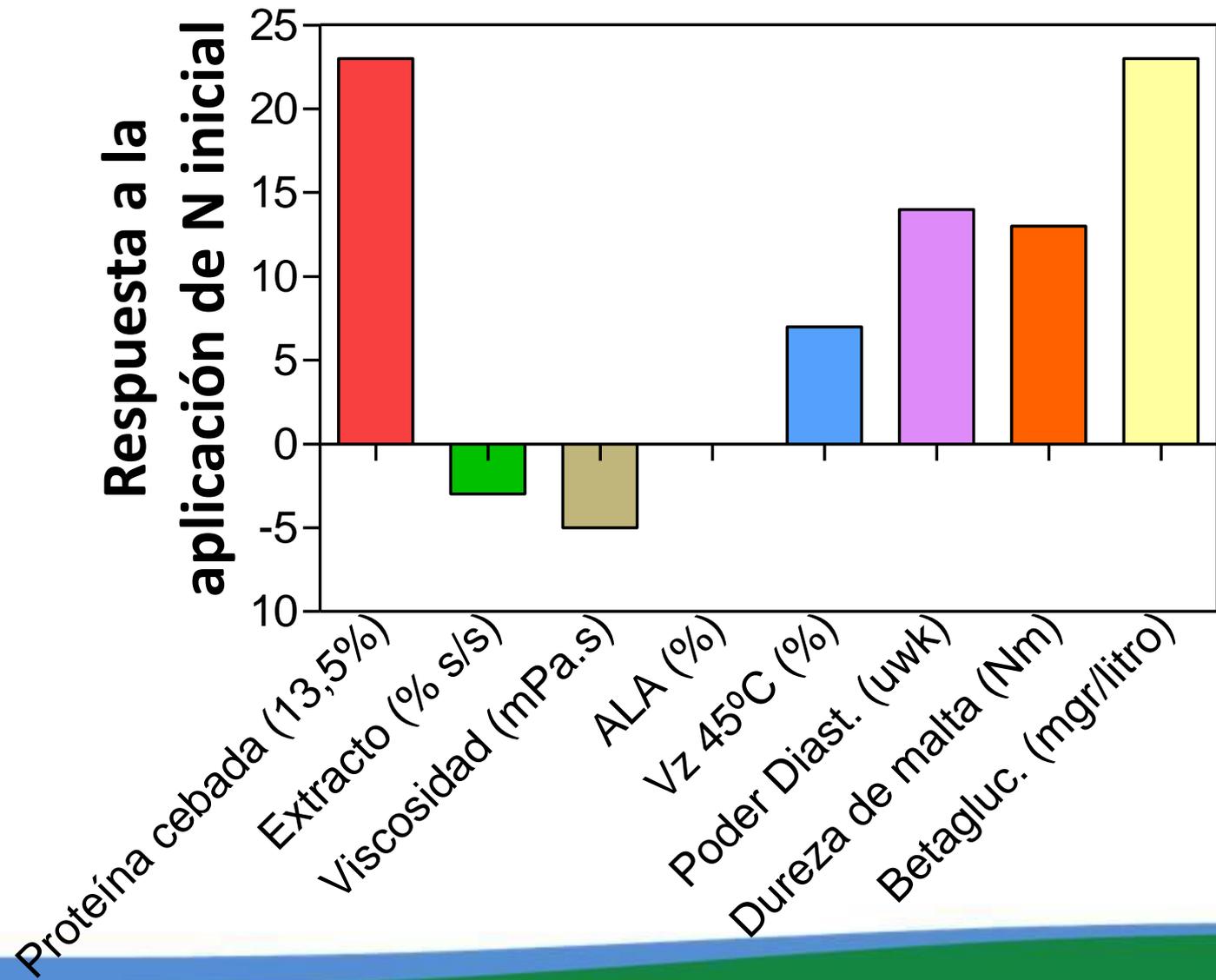


Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los principales parámetros de calidad de malta



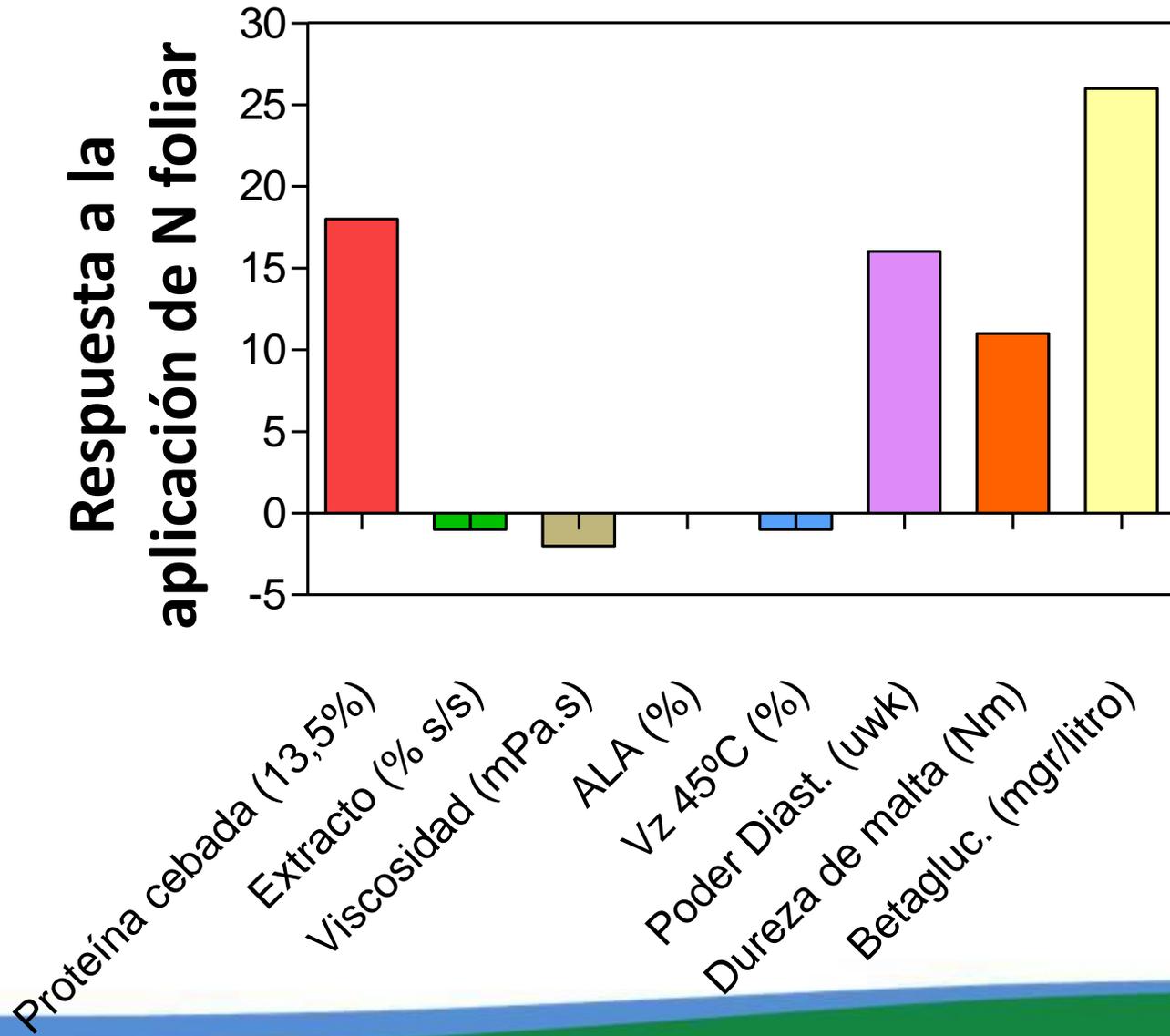


Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los principales parámetros de calidad de malta



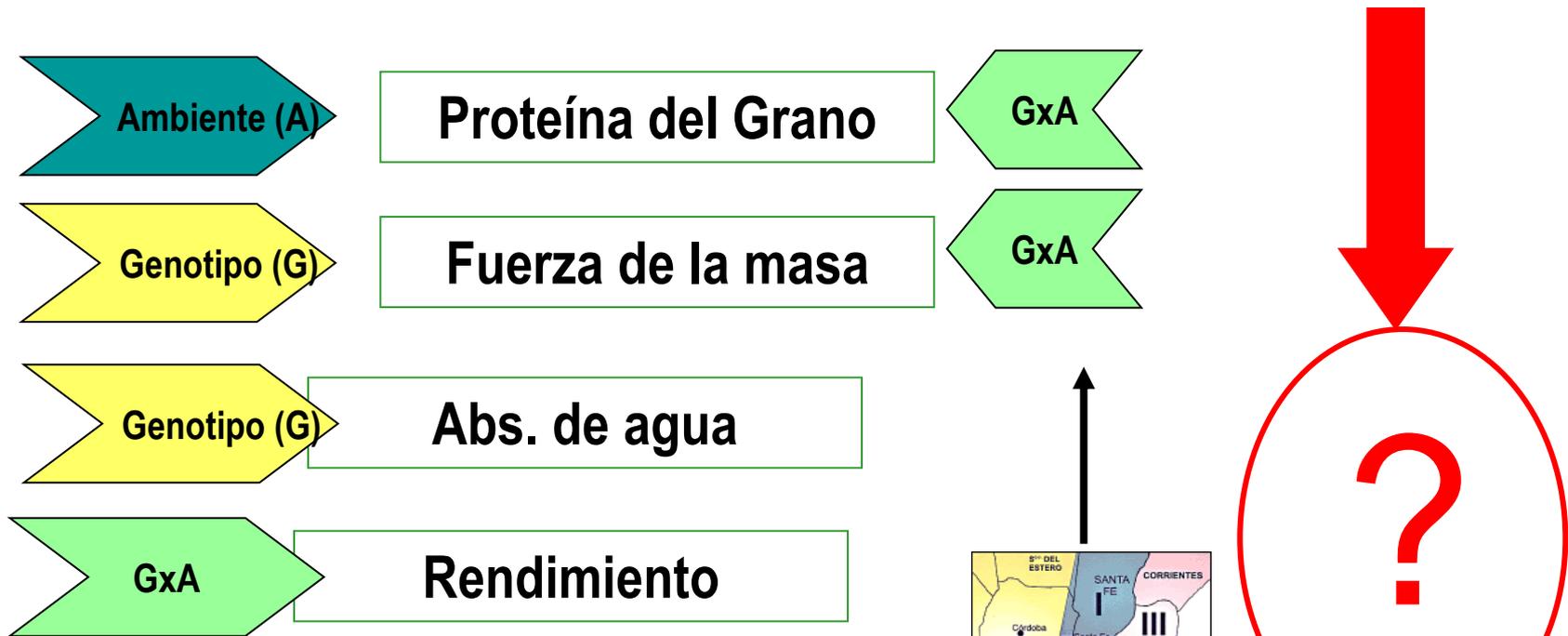


Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los principales parámetros de calidad de malta



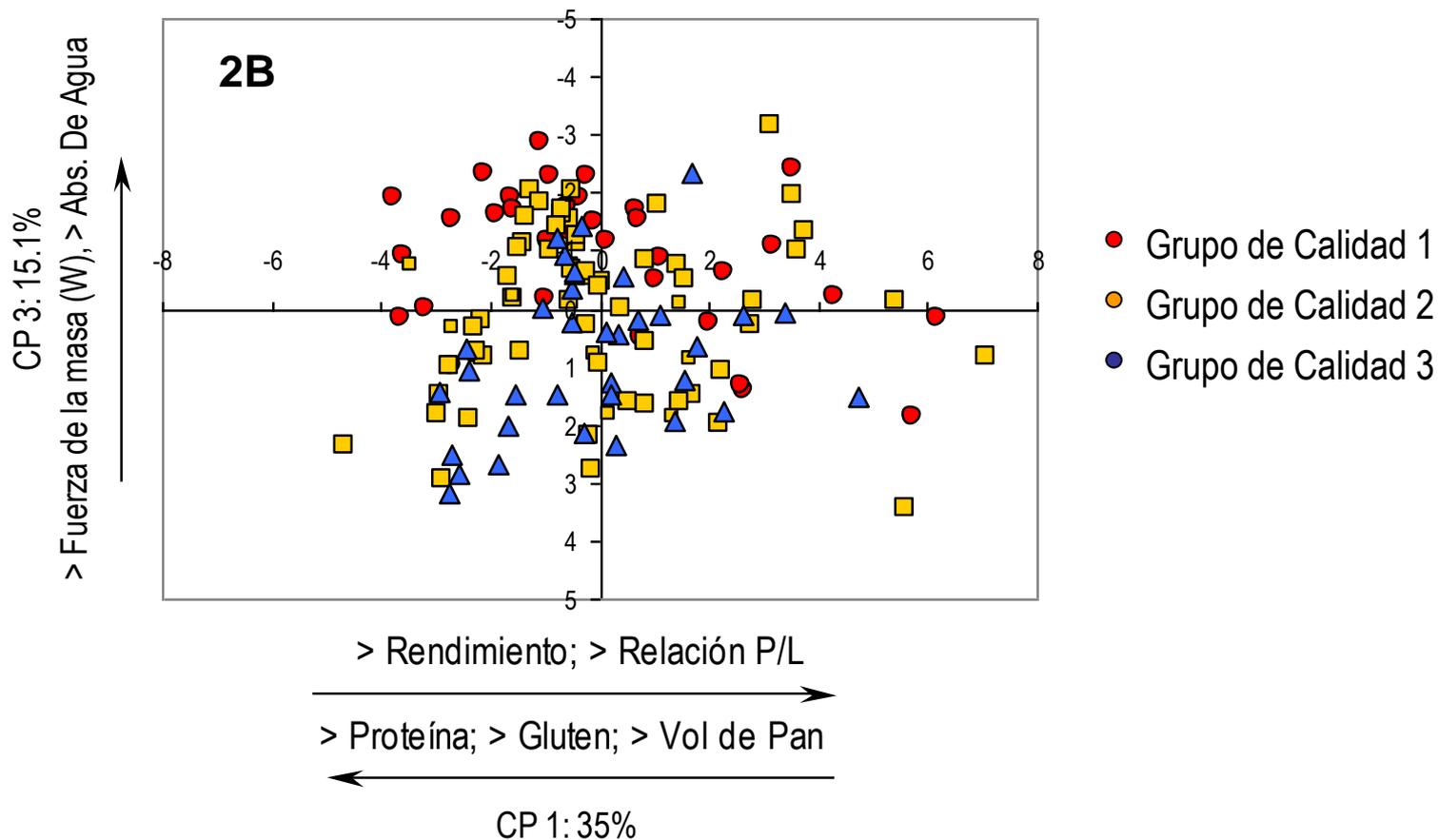
Que define la calidad Panadera?

Calidad= Cultivar + Ambiente + **Interacción CxA**



La calidad del grano es un carácter complejo que depende de distintos caracteres y, la contribución individual de cada uno, varía dependiendo de la reacción específica al ambiente. [Mladenov, 2001].

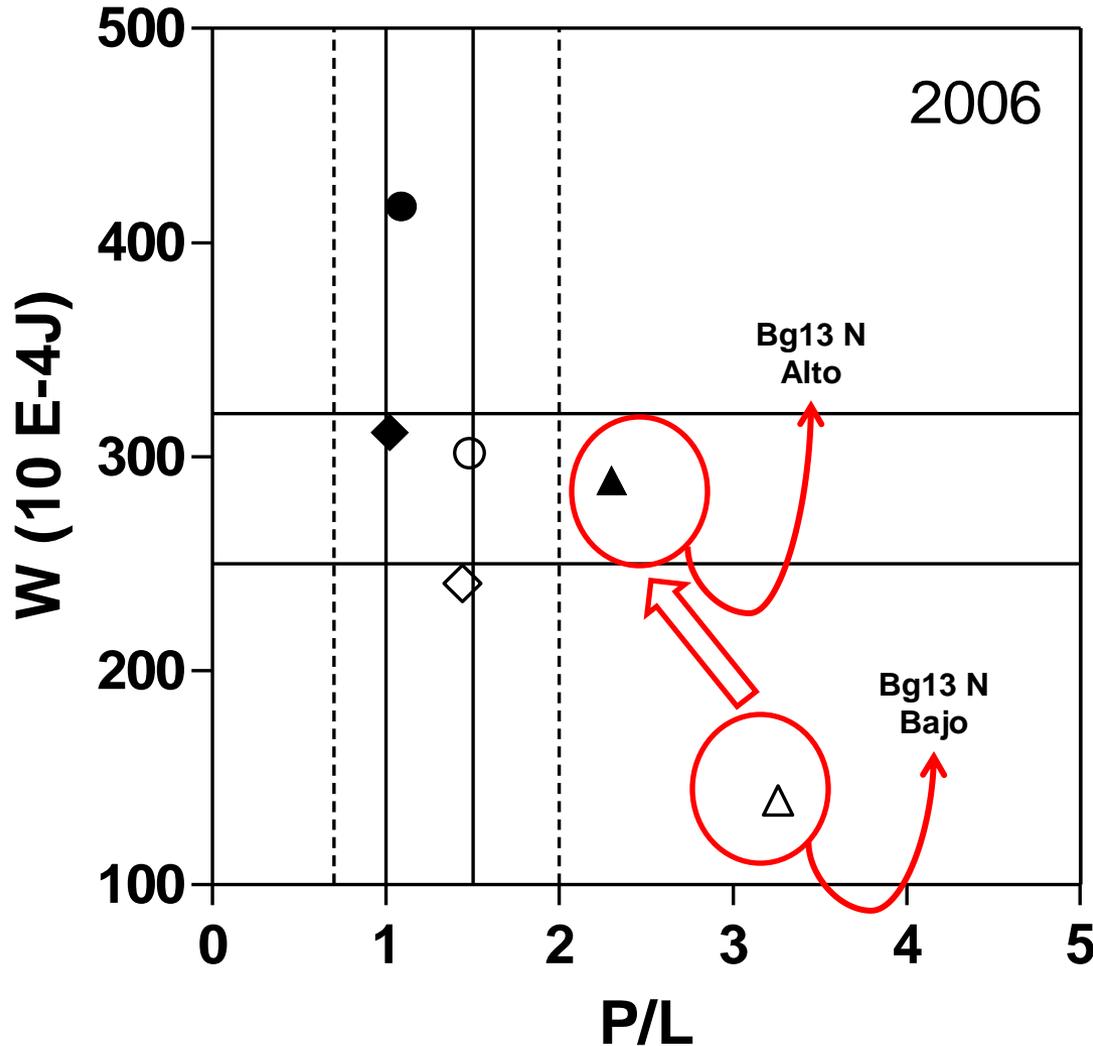
Interacción GxA



- El Grupo de Calidad Industrial discrimina en un único sentido: Fuerza de la masa y absorción de agua.

Figura 2B. Efecto del genotipo sobre la calidad industrial: CP 3 versus CP1. Los datos se agrupan por Grupo de Calidad. Círculos: Grupo 1; Cuadrados: Grupo 2; Triángulos; Grupo 3.

EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LOS PARAMETROS ALVEOGRAFICOS

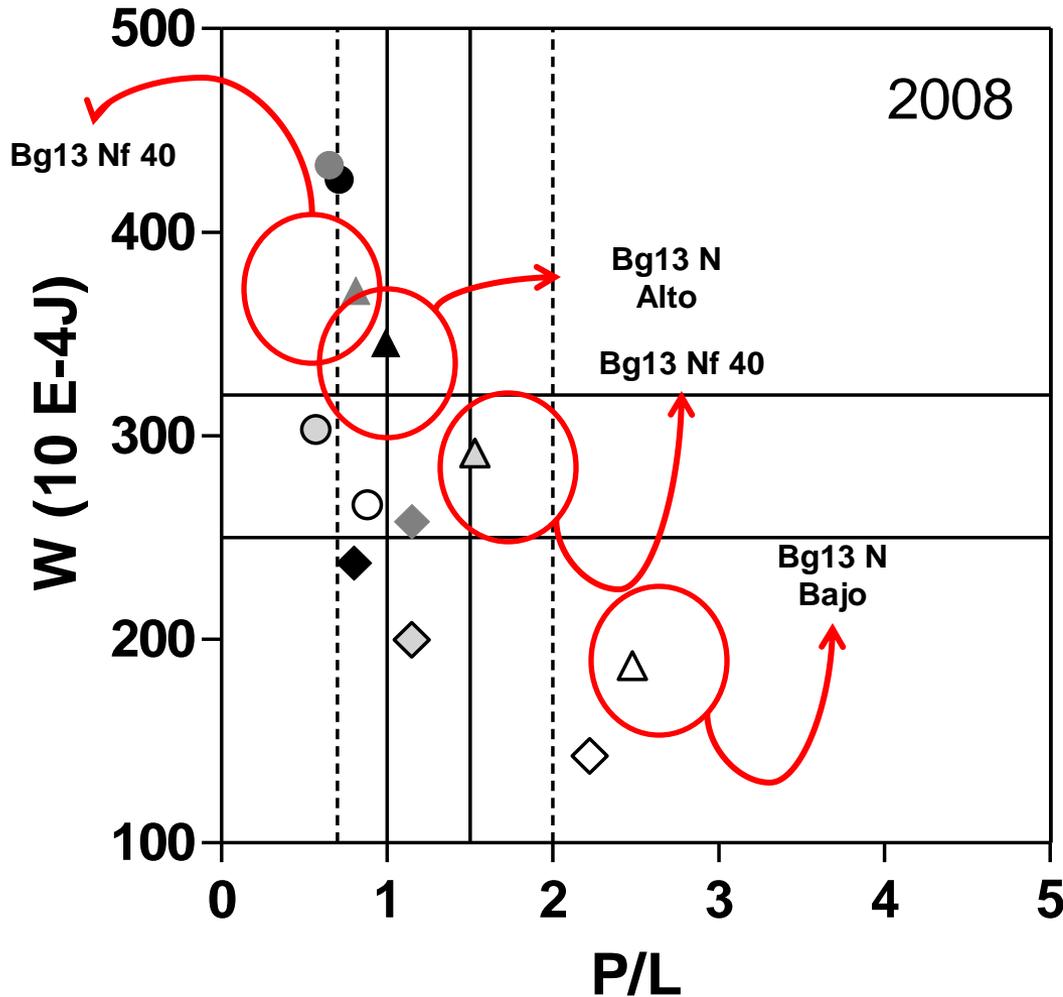


- B75 60
- B75 150
- △ Bg13 60
- ▲ Bg13 150
- ◇ Kcha 60
- ◆ Kcha 150

FUERZA W	Superior >320 Aceptable 250-320 Inferior < 250
Equilibrio P/L	Superior 1- 1,5 Aceptable 0,7 - 1 y 1,5 - 2 Inferior < 0,7y > 2

www.aaprotrigo.org

EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LOS PARAMETROS ALVEOGRAFICOS



- B75 Bajo ○ B75 Bajo+40
- B75 Alto ● B75 Alto+40
- △ Bg13 Bajo △ Bg13 Bajo+40
- ▲ Bg13 Alto ▲ Bg13 Alto+40
- ◇ Kcha Bajo ◇ Kcha Bajo+40
- ◆ Kcha Alto ◆ Kcha Alto+40

FUERZA W	Superior >320 Aceptable 250-320 Inferior < 250
Equilibrio P/L	Superior 1- 1,5 Aceptable 0,7 - 1 y 1,5 - 2 Inferior < 0,7y > 2

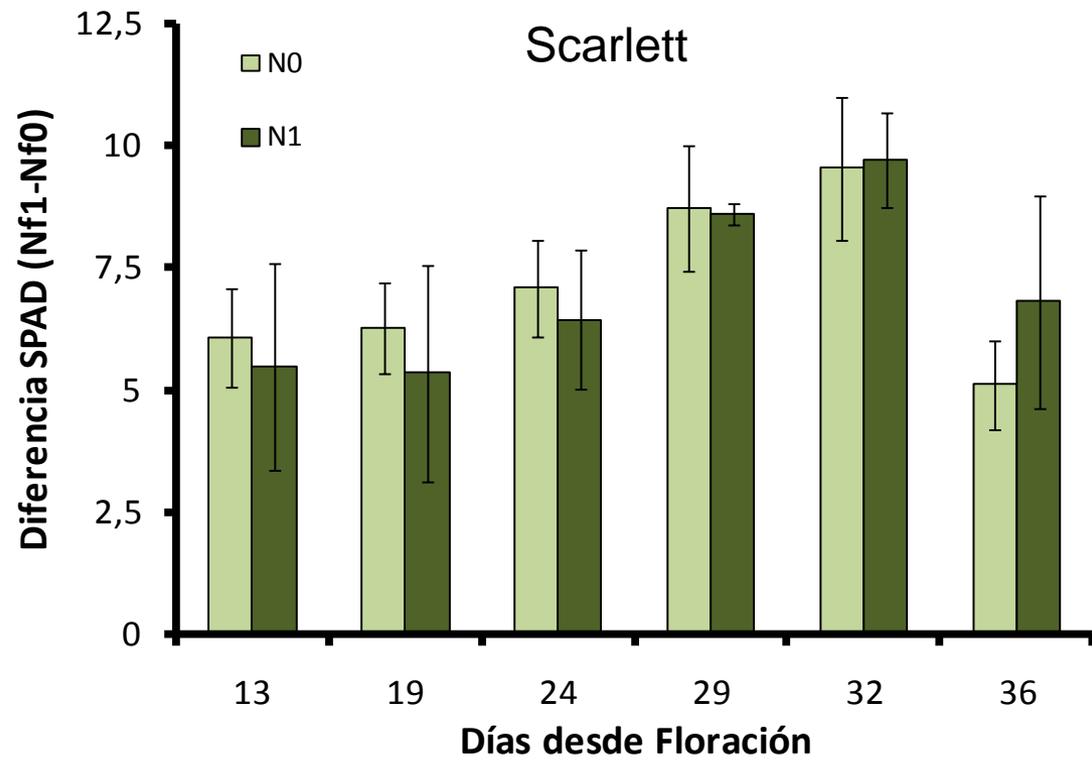
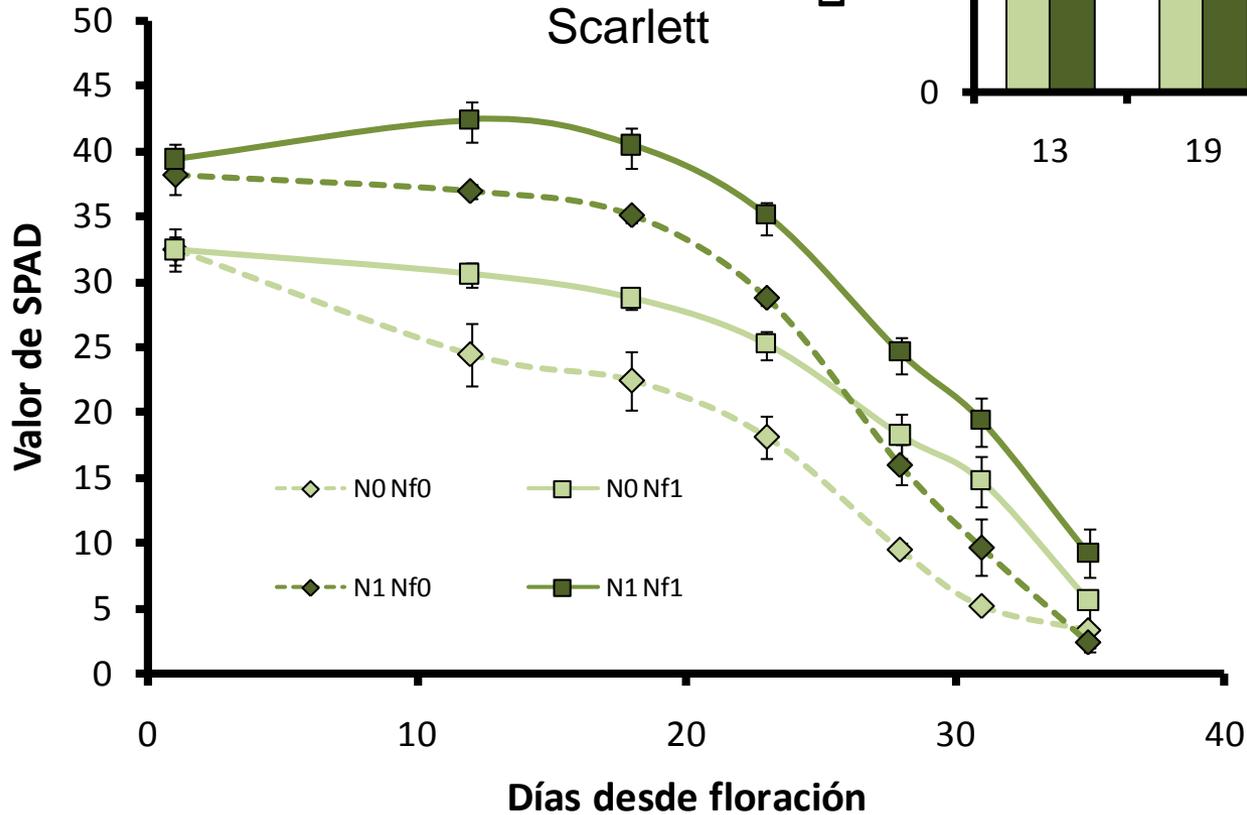
www.aaprotrigo.org

Predicción de proteína en cebada cervecera

Convenio FAUBA- Malteria Pampa SA

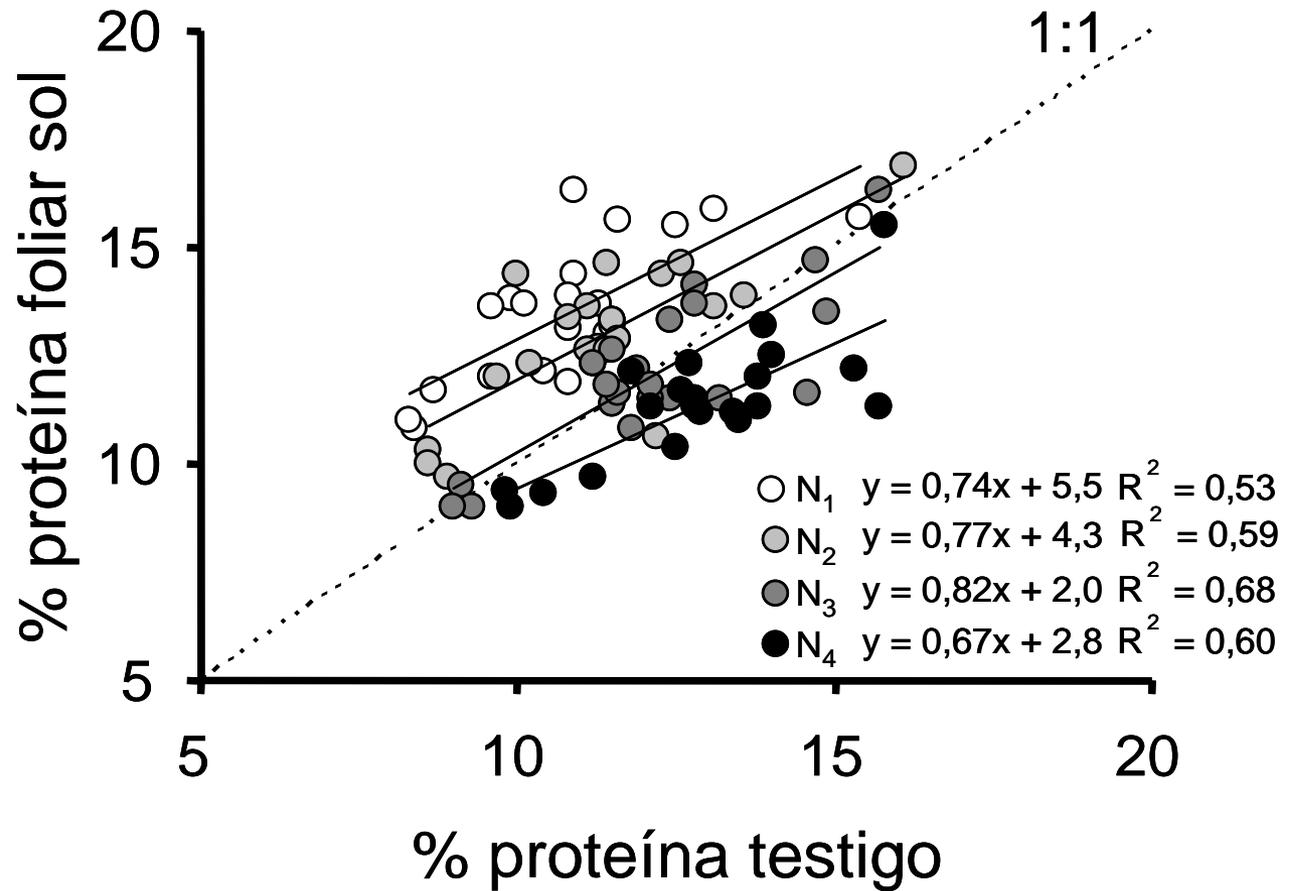


Medición de Índice de verdor Foliar (SPAD)



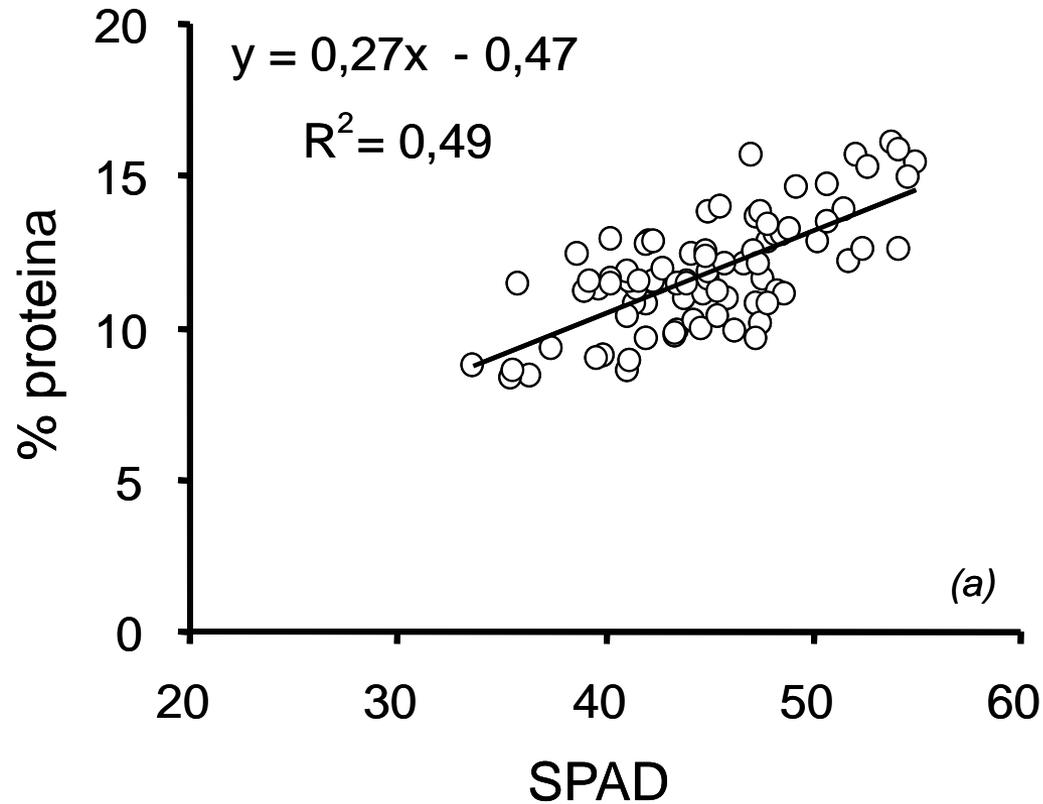
N0: 90 kgN/ha
 N1: 190 kgN/ha
 Nf0: 0 kgN/ha
 Nf1: 40 kgN/ha

Fertilización en Cebada (Cv. SCARLETT)



Relación entre el % de proteína en grano del testigo sin aplicación foliar de N y el % de proteína en grano para el tratamiento con aplicación foliar de N. La línea punteada indica la relación de igualdad 1:1. N1 menor nivel de N inicial y N4 mayor nivel inicial de N alcanzado en cada uno de los sitios evaluados.

Fertilización en Cebada (Cv. SCARLETT)



Porcentaje de proteína en grano en función de el valor de SPAD medido en vaina engrosada.

Fertilización en Cebada (Cv. SCARLETT)

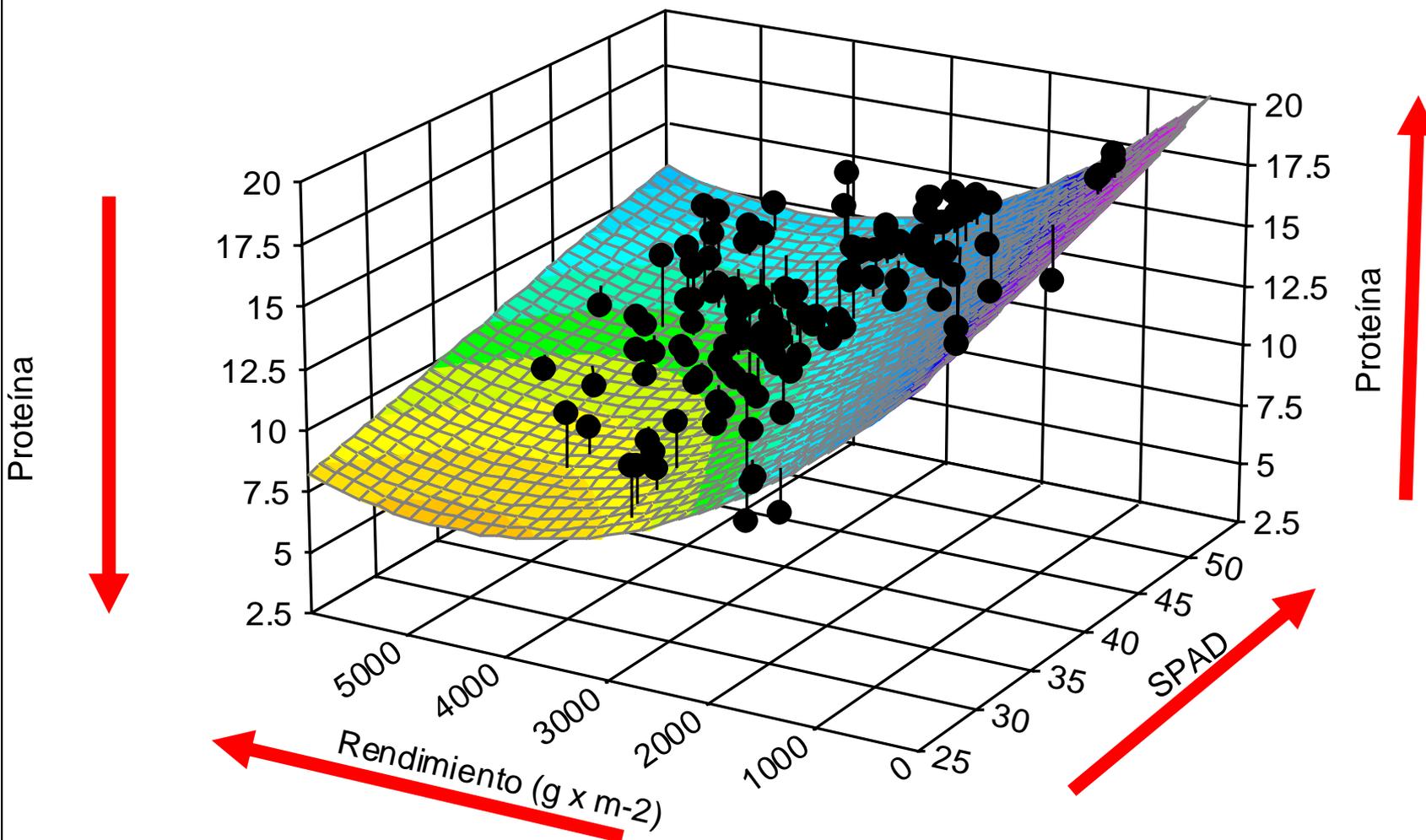
C:\Program Files\TableCurve\TableCurve 3D v3\CLIPBRD.WK1

Rank 30 Eqn 2 $z=a+bx+cy+dy^2$

$r^2=0.58634507$ DF Adj $r^2=0.5724407$ FitStdErr=1.4967287 Fstat=56.698956

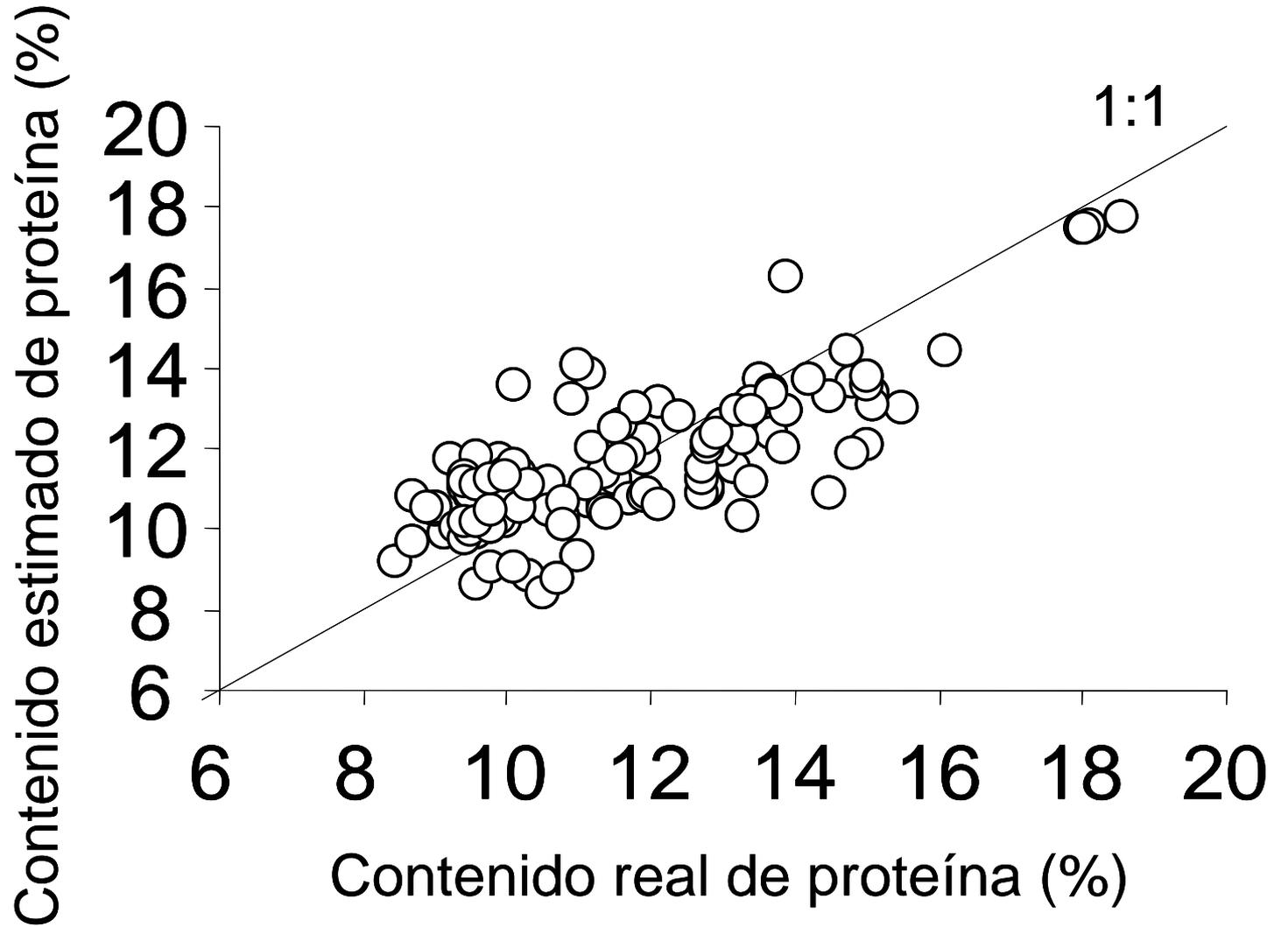
$a=12.592193$ $b=0.16470723$

$c=-0.0041492777$ $d=4.5682935e-07$





Fertilización en Cebada (Cv. SCARLETT)



Modelo Sencillo para estimar proteína en los granos

Sistema de calculo

Porcentaje de proteína sin aplicación foliar

Rendimiento esperado (Kg/ha)

3500

Valor de SPAD en VE

40

(Rango aceptable 30-50)

Porcentaje de proteína

10,3

Porcentaje de proteína con aplicación foliar

N disponible a la siembra < 100 Kg/ha

11,7

N disponible a la siembra > 100 Kg/ha

11,0

Repuesta a la aplicación de fertilizante foliar

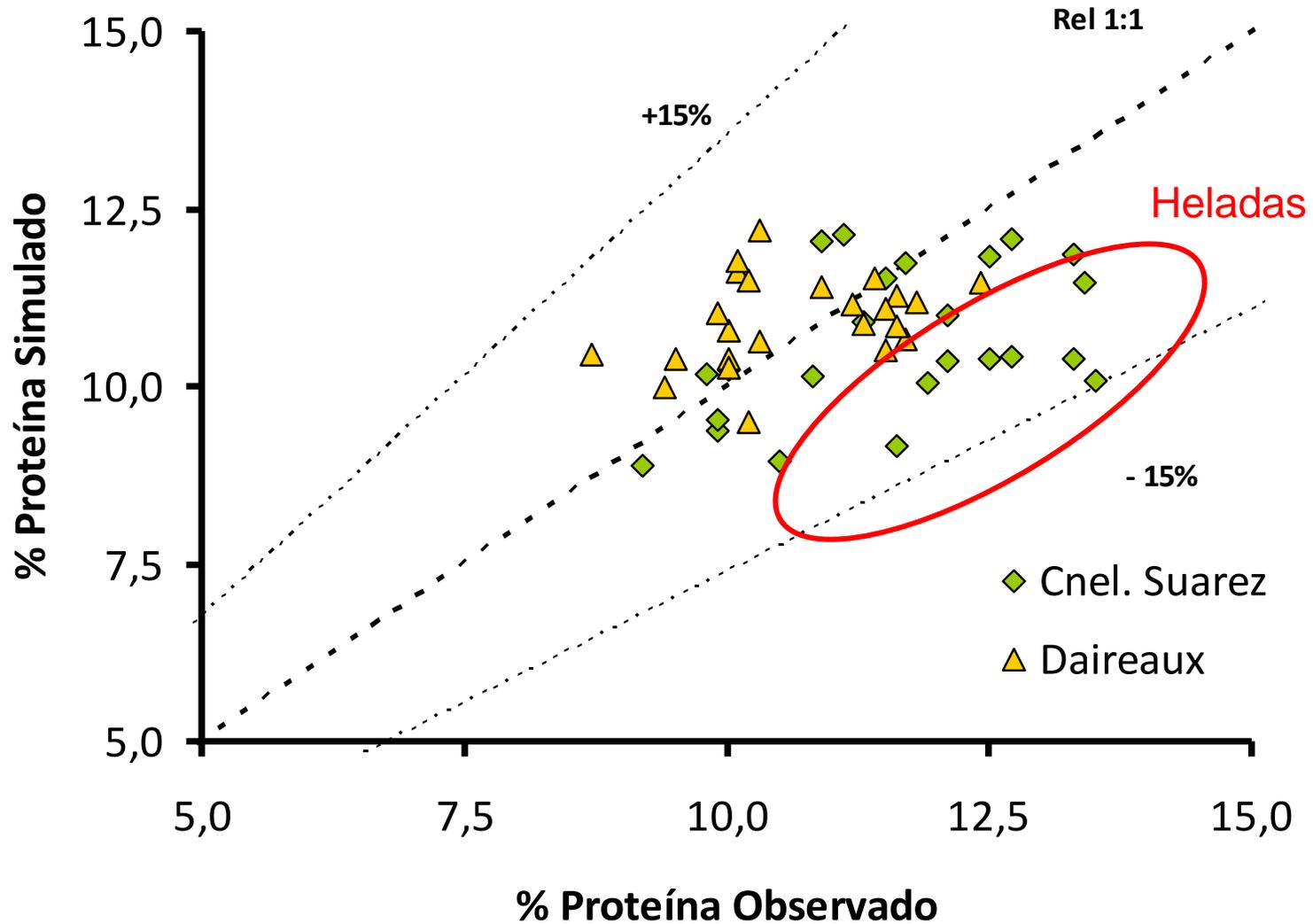
N disponible a la siembra < 100 Kg/ha

1,5

N disponible a la siembra > 100 Kg/ha

0,8

Validación Modelo Predicción de proteínas



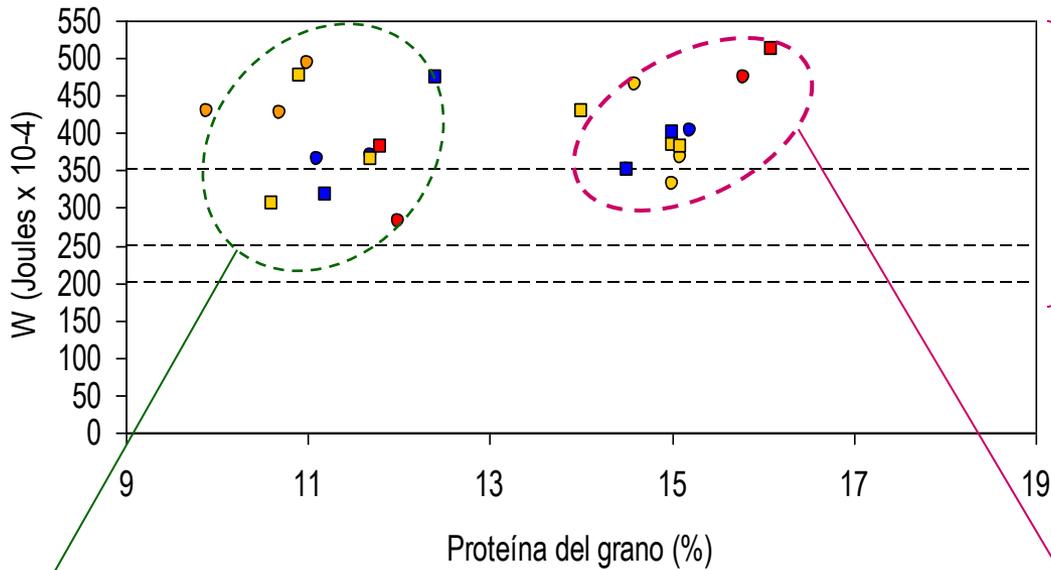
Año 2007

Muchas Gracias

Dos variables: W vs Proteína

Ciclo Corto

- Grupo de Calidad 1
- Grupo de Calidad 2
- Grupo de Calidad 3



*Rangos orientativos
para cada Grupo de
Calidad Industrial.
Miranda, 2001.*

Genotipo	Grupo	Kg/ha	Kg/ha	W	Gluten (%)	Vol de Pan
Pronto	I	3873	3790	281 381	29.1 33.5	500 570
D. Enrique	II	4473	3890	426 477	27.7 35.3	620 690
Granar	II	3647	3520	430 307	27 33.1	570 570
Imperial	II	3667	3650	493 364	33.3 35	610 510
Chambergo	III	3773	3900	365 318	30.6 32.3	615 640
Halcón	III	3573	3195	369 474	36.9 37.5	685 725

Genotipo	Grupo	Kg/ha	Kg/ha	W	Gluten (%)	Vol de Pan
Pronto	I	3190	3335	474 513	34.4 34.8	800 660
D. Enrique	II	3660	3660	367 383	37 37	900 830
Granar	II	3375	3195	464 428	34.3 34.5	940 935
Imperial	II	3770	3080	332 382	33 32.5	860 830
Chambergo	III	3490	3310	350 350	32.7 33	900 830
Halcón	III	3195	3255	404 400	34.8 34	850 820

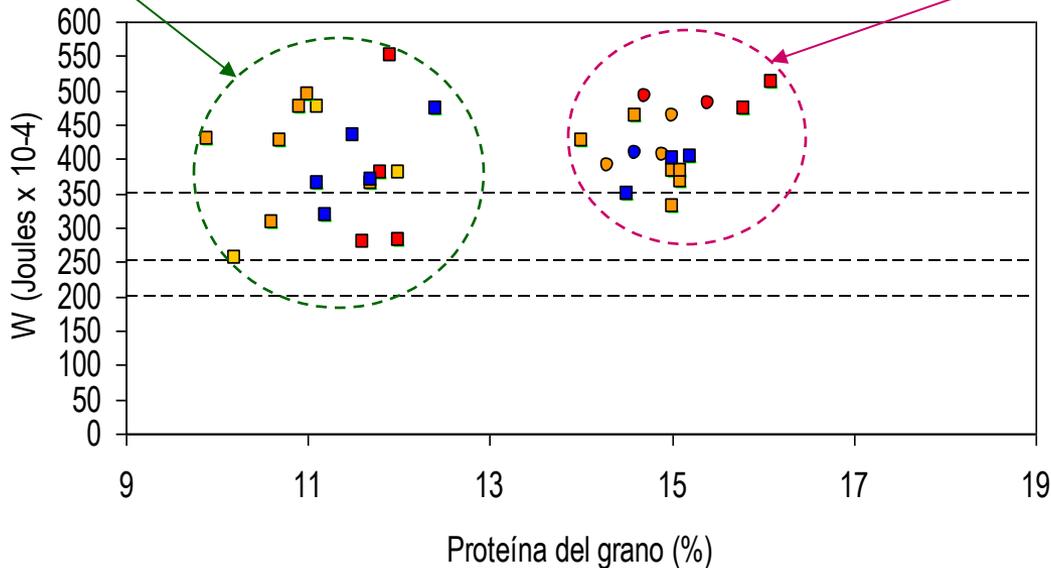
Dos variables: W vs Proteína

Ciclo Corto + Ciclo Largo

- Grupo de Calidad 1
- Grupo de Calidad 2
- Grupo de Calidad 3

Barrow 2000

Barrow 1999

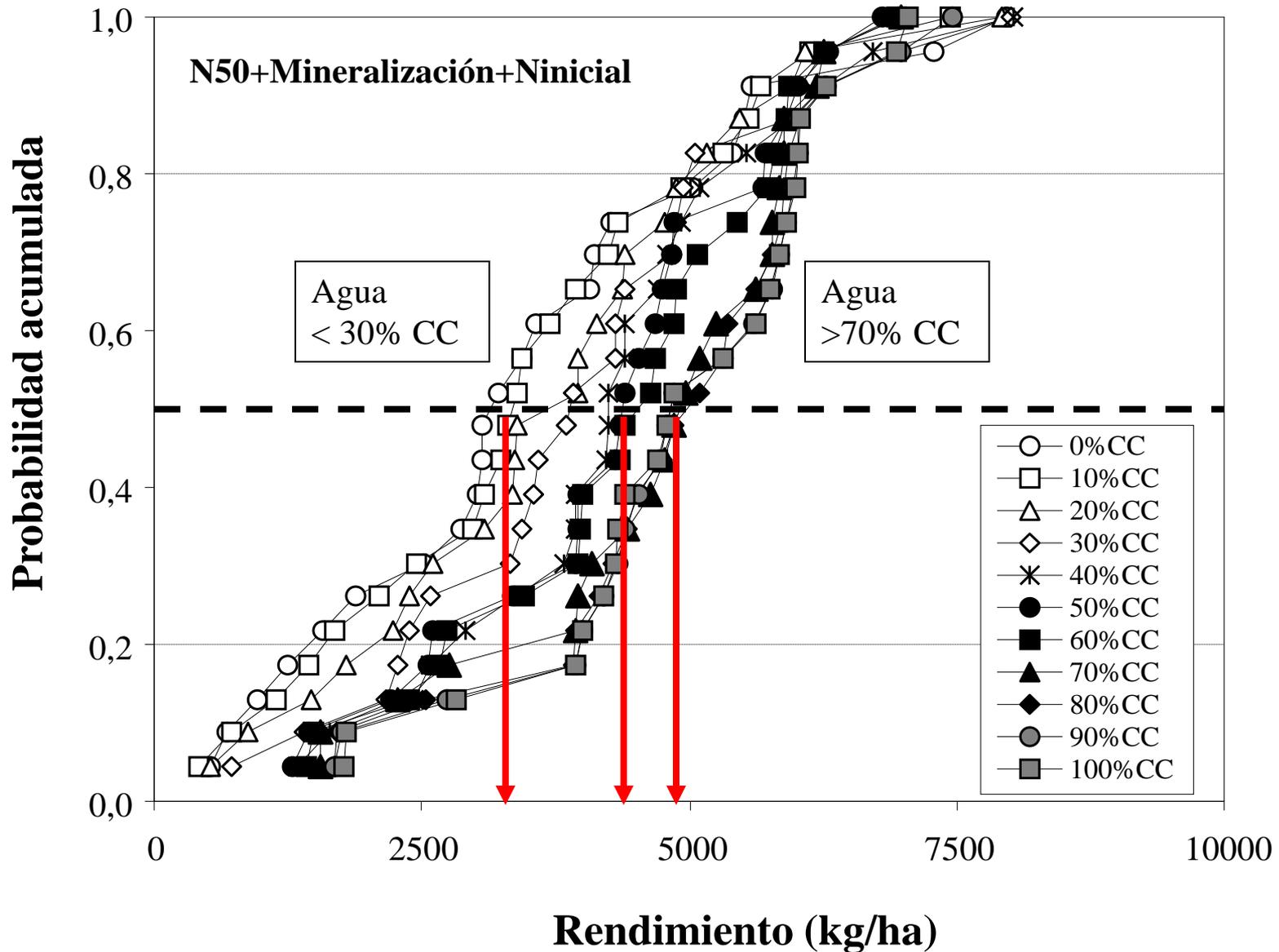


El uso industrial final dependerá de la interacción GxA

“Puede decirse que bajo ciertas condiciones de cultivo, en algunas campañas agrícolas, las variedades catalogadas como Grupo II, pueden alcanzar la clase de trigo superior. También es cierto que algunas variedades de Grupo 1, se han mostrado inexplicablemente tenaces o extensibles según el año”. Miranda, 2001.

Rendimiento y disponibilidad de agua inicial

Tres Arroyos 23 años datos





UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Triguero zona norte



Escenario 1



Escenario 2



Escenario 3



AYUDA



Calculadora



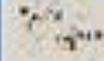
Notas



Graficar



Créditos



Mapas

Activar **ESCENARIO 1**

Sitio: **Junin**

Unidad de posesión: **Delgado**

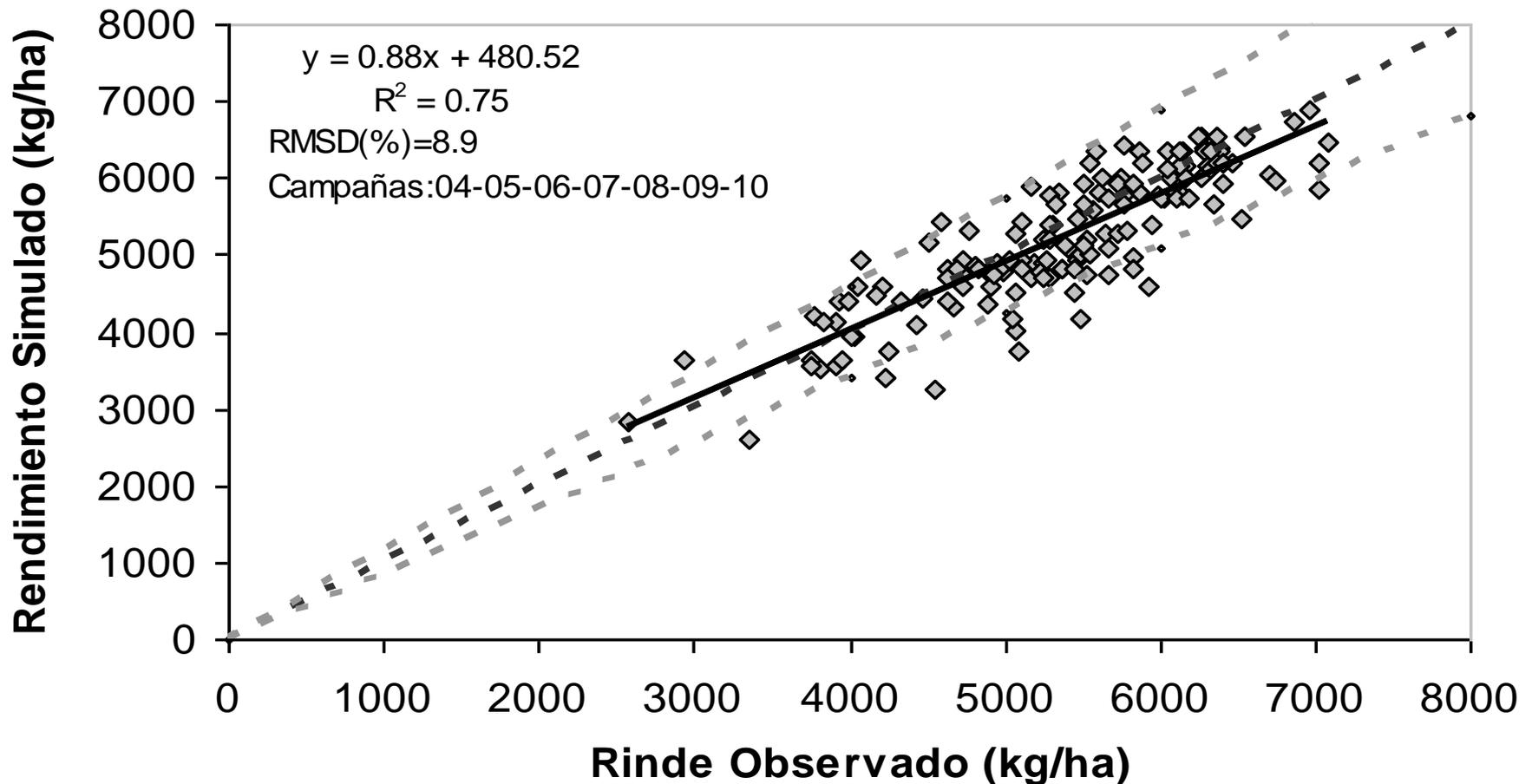
Cultivar: **Baguette 10**

Agua a la siembra: **Capac. de campo**



Respuesta a N . Evaluación del modelo Triguero
(AACREA, 2006) durante la campaña 2010. Resultados de
la zona **Norte de Buenos Aires de AACREA.**

Ermacora, 2011.



Fertilización en el cultivo de trigo y la interacción de distintos nutrientes. *Fernando Salvagiotti (INTA Oliveros)*

N	Incrementos desde 5 hasta 101 %	} RESPUESTA EN RENDIMIENTO
P	Incrementos desde 0 hasta 40 %	
S	Incrementos desde 0 hasta 20 %	

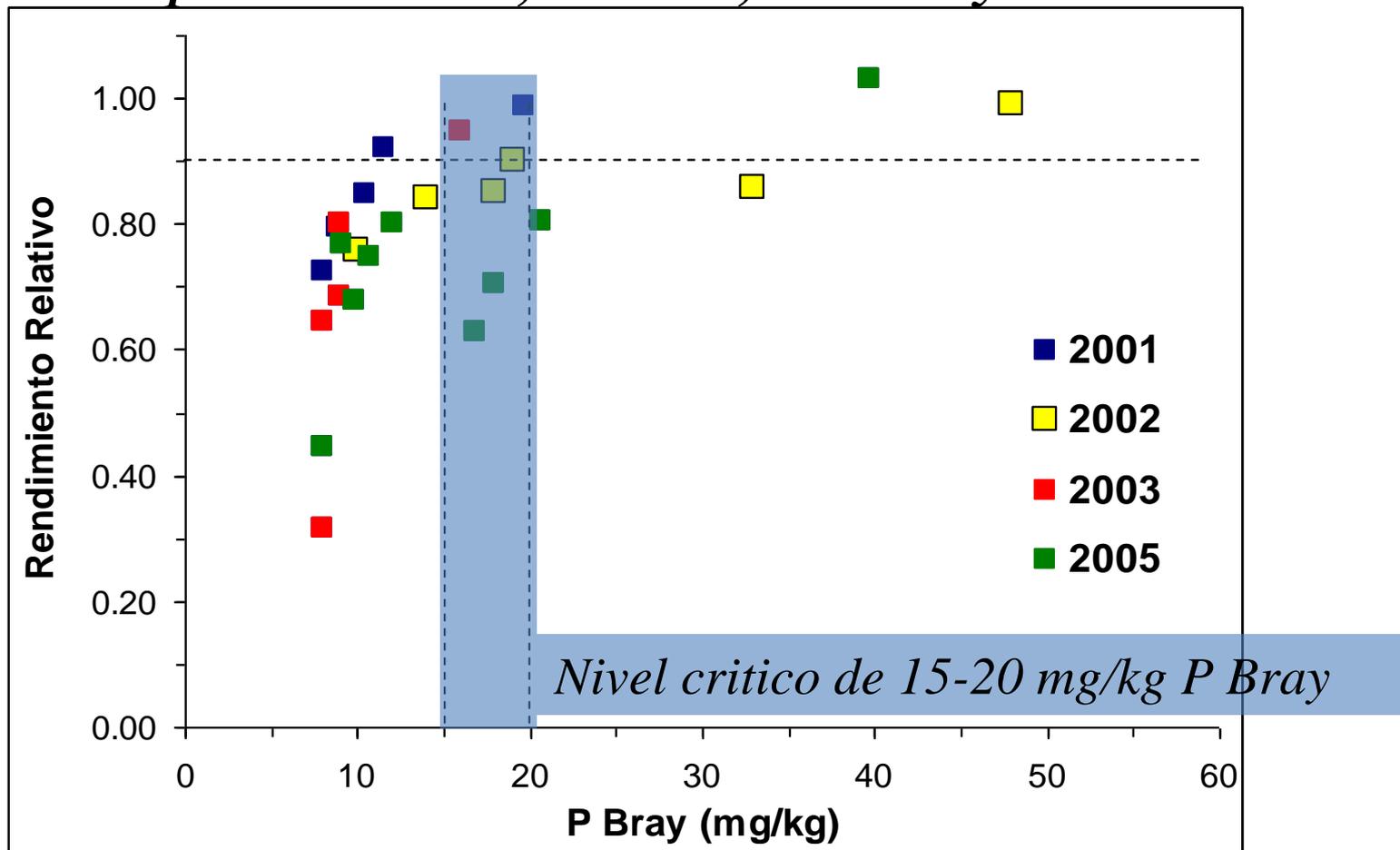
INTERACCION ENTRE NUTRIENTES= N x S N x P

NUTRICION BALANCEADA ENTRE NUTRIENTES

Relación N:P:K 6.7:1:6.3

P en Trigo: Red CREA Sur de Santa Fe

Campañas 2001/02, 2002/03, 2003/04 y 2005/06



Fuente: CREA Sur de Santa Fe-INPOFOS-ASP

Fósforo

Análisis de suelo

- ❑ Se estima la disponibilidad de P en el suelo por el método de Bray y Kurtz
- ❑ Valores:

Muy bajos: 5 ppm

Bajos: 5 – 10 ppm

Medios: 10 – 20 ppm

Superiores: 20 – 25 ppm