



**CYTED**  
**Red 110RT0394**



**UBA BICENTENARIO**  
**1810 2010**  
DE LA REVOLUCIÓN DE MAYO



**Mejorar la eficiencia en el uso de insumos y el ajuste  
fenológico en cultivos de trigo y cebada (METRICE)**

**Bases fisiológicas y genéticas de la generación del  
rendimiento y la calidad en trigo pan y cebada cervecera.  
Implicancias para el manejo agronómico y el mejoramiento  
genético**

**Generación de la calidad en trigo pan. Estudio de  
la interacción genotipo x ambiente**

Ignacio Alzueta, Gabriela Abeledo, Daniel Miralles  
Cátedra de Cerealicultura FAUBA

**Pergamino**  
**02-03 sept 2010**

## *Hoja de ruta*

(I). ¿Que es la calidad y como la estimamos?

(II). Efecto de la interacción Genotipo x Ambiente sobre la calidad en trigo pan.

(III). Un caso de estudio

*“Efecto de la fertilización nitrogenada y su momento de aplicación sobre calidad comercial e industrial en trigo pan”*

## **(I). ¿Que es la calidad y como la estimamos?**

- La calidad de un lote de granos depende del uso final del producto y se encuentra determinada por los requerimientos específicos de aquellos que lo demandan.
- Un producto posee mayor calidad cuando es superior basándose en uno o varios atributos que son valorados objetiva o subjetivamente.
- El concepto de calidad es variable, ya que depende del criterio especificado con relación al mercado y la industria que utilice dichos granos y , además es dinámico ya que se modifica en el tiempo con los distintos usos y necesidades que se presenten, los cuales pueden cambiar de acuerdo a nuevos conocimientos o criterios de evaluación

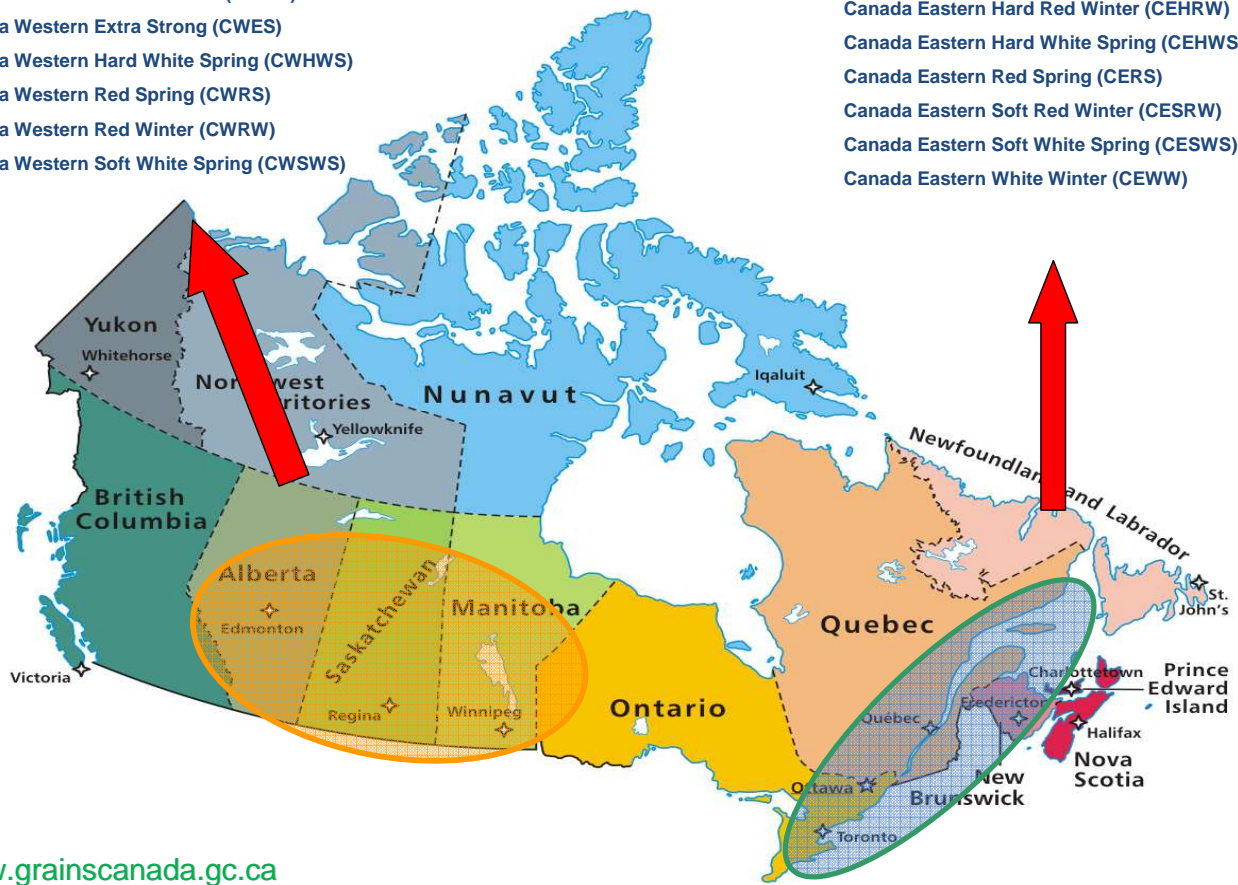
**Oeste de Canadá 8 Clases de trigo**

- Canada Prairie Spring Red (CPSR)
- Canada Prairie Spring White (CPSW)
- Canada Western Amber Durum (CWAD)
- Canada Western Extra Strong (CWES)
- Canada Western Hard White Spring (CWHWS)
- Canada Western Red Spring (CWRS)
- Canada Western Red Winter (CWRW)
- Canada Western Soft White Spring (CWSWS)

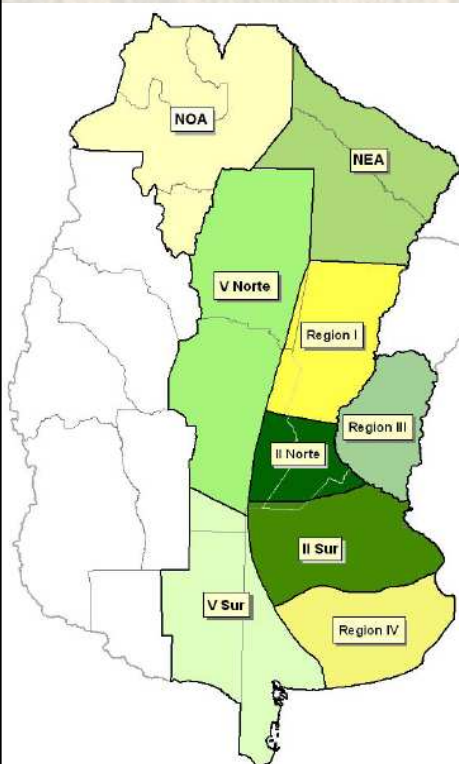
# SEGREGACIÓN POR CALIDAD

**Este de Canadá 7 clases de trigo**

- Canada Eastern Amber Durum (CEAD)
- Canada Eastern Hard Red Winter (CEHRW)
- Canada Eastern Hard White Spring (CEHWS)
- Canada Eastern Red Spring (CERS)
- Canada Eastern Soft Red Winter (CESRW)
- Canada Eastern Soft White Spring (CESWS)
- Canada Eastern White Winter (CEWW)



## ARGENTINA



El Comité de Cereales de Invierno de la Comisión Nacional de Semillas (CONASE) propone, sobre la base de un **índice de calidad**, la categorización anual de las variedades argentinas de trigo en tres grupos de calidad:

Peso hectolítrico, porcentaje de proteína en grano, gluten húmedo, relación rendimiento de harina/ceniza en grano, fuerza de la masa, estabilidad farinográfica y volumen de pan.

- GRUPO N° 1

Trigos correctores y para panificación industrial

- GRUPO N° 2

Trigos para panificación tradicional (más de 8 horas de fermentación)

- GRUPO N° 3

Trigos para panificación directa (menos de 8 horas de fermentación)

(Cuniberti, 2005 & PRONACATRI, 2006).

## Indice calidad de trigo

Factor de

Rango de variación y su valor de escala

Variable Ponderación

|                   |       |        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|-------------------|-------|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Peso Hectolítrico | 0.075 | Rango  | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | >82 |
|                   |       | Escala | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9   |

|          |       |        |    |    |    |    |    |     |
|----------|-------|--------|----|----|----|----|----|-----|
| Proteína | 0.075 | Rango  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | >14 |
|          |       | Escala | 0  | 1  | 3  | 5  | 7  | 9   |

|                              |      |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|------------------------------|------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Rinde Harina / Ceniza harina | 0.15 | Rango  | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 | 150 | >155 |
|                              |      | Escala | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9    |

|               |      |        |    |     |    |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------|------|--------|----|-----|----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Gluten Húmedo | 0.10 | Rango  | 25 | 26  | 27 | 28  | 29  | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  | >40 |
|               |      | Escala | 0  | 0.5 | 1  | 1.5 | 2.2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 7.3 | 7.6 | 7.9 | 8.2 | 8.5 | 8.8 | 9   |

|   |      |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|---|------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| W | 0.25 | Rango  | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 350 | 400 | 500 | >500 |
|   |      | Escala | 0   | 0.5 | 1   | 1.5 | 3   | 4.5 | 6   | 7.5 | 8   | 8.5 | 9    |

|                           |      |        |   |   |   |    |    |    |     |
|---------------------------|------|--------|---|---|---|----|----|----|-----|
| Estabilidad Farinográfica | 0.15 | Rango  | 2 | 5 | 8 | 10 | 20 | 30 | >30 |
|                           |      | Escala | 0 | 1 | 3 | 5  | 7  | 8  | 9   |

|                |      |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|----------------|------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Volumen De Pan | 0.20 | Rango  | 500 | 540 | 575 | 610 | 645 | 680 | 715 | 750 | 800 | >800 |
|                |      | Escala | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9    |



# Peso Hectolítico

Grado 1 79 kg/hl  
Grado 2 76 kg/hl  
Grado 3 73 kg/hl

## % Proteína

Punto base 11% proteína





Gluten Húmedo

Rendimiento  
Harina / Ceniza  
en Harina





## PRUEBAS REOLOGICAS: ALVEOGRAMA

Seghezzo (2007)



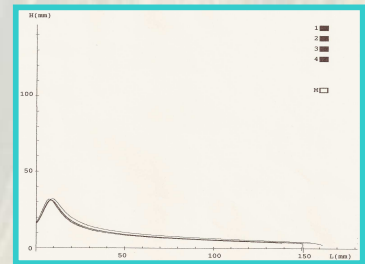
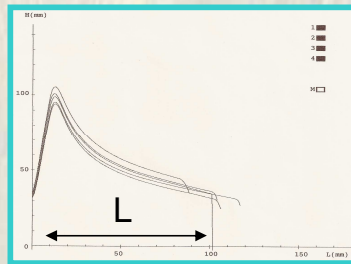
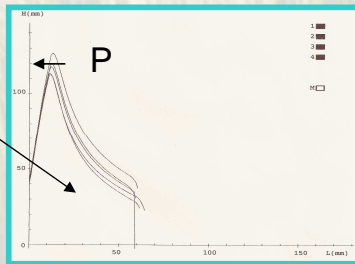
CEI BARROW - Laboratorio de Calidad

# RELACION ENTRE GLUTEN, ALVEOGRAMA Y PAN

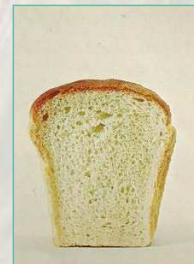
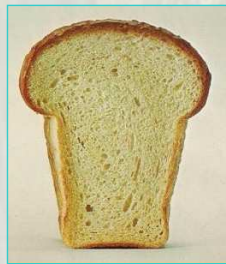
Seghezzi (2007)

**TENAZ**

**DEBIL**

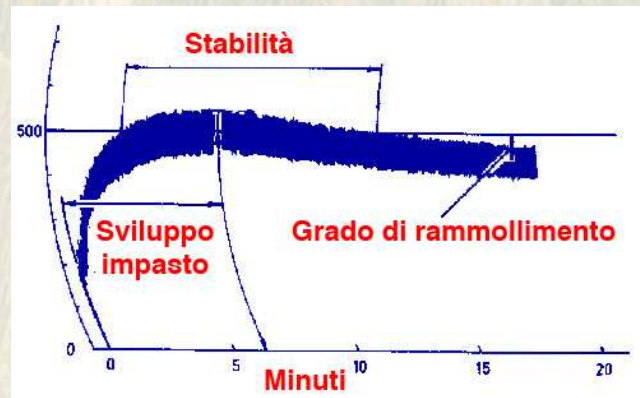


W

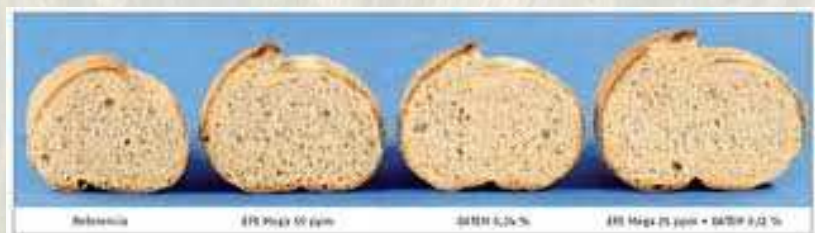


P=Tenacidad  
L=Elasticidad  
W=Fuerza masa

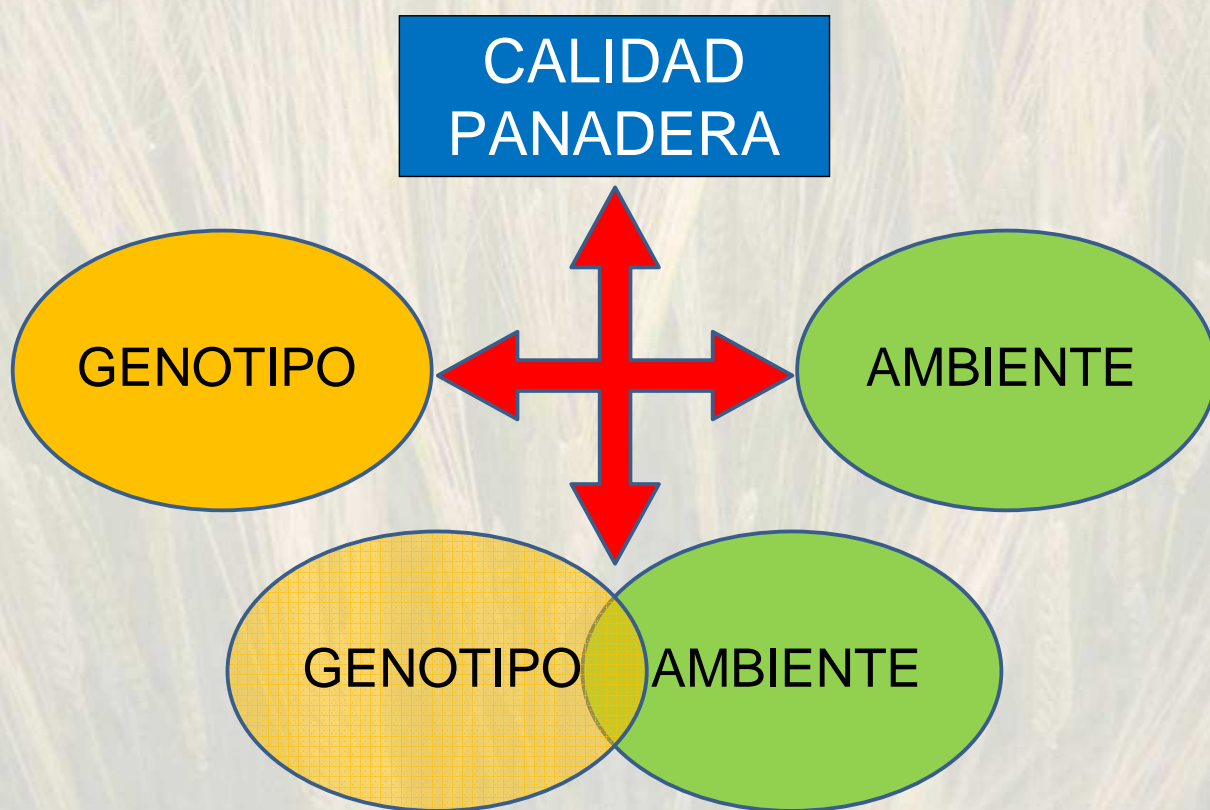
# Farinograma



## Volumen de pan



**(II). Efecto de la interacción Genotipo x Ambiente sobre la calidad en trigo pan.**



AGRISCIENTIA, 2010, VOL. XXVII: 1-9

## Fundamentos para la clasificación del trigo argentino por calidad: efectos del cultivar, la localidad, el año y sus interacciones

Abbate, P.E.; F. Gutheim, O. Polidoro, H.J. Milisich y M. Cuniberti

### AÑOS

2003/04

2004/05

2005/06

Dos fechas  
de siembra

### LOCALIDADES

Marcos Juárez

Paraná

Pergamino

Balcarce

### GENOTIPOS

K. Sagitario (CL)

K. Escorpión (CL)

B. Arriero (CL)

R. INIA Tijetera (CL)

K. Proteo (CC)

B. Brasil (CC)

PROINTA Gaucho (CC)

PROINTA Granar (CC)

## Parámetros analizados y el efecto de las fuentes de variación

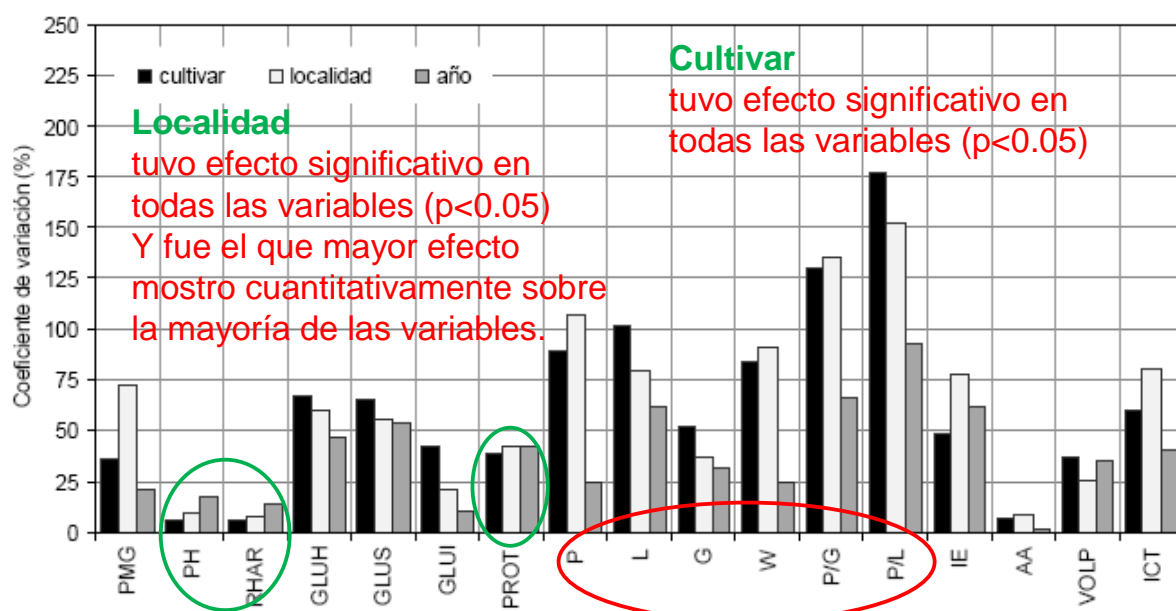
**Tabla 1.** Valores promedio para las variables analizadas a través de cultivares, localidades y años, y el nivel de significancia de las fuentes de variación del análisis de varianza. Las variables y sus unidades se detallan en Materiales y Métodos

|                            |              | PMG | PH | RHAR | GLUH | GLUS | GLUI | PROT | P   | L   | G   | W   | P/G | P/L | IE | AA  | VOLP | ICT |    |
|----------------------------|--------------|-----|----|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|------|-----|----|
| Cultivar (C)               | K. Sagitario | 42  | 81 | 70   | 32   | 11   | 93   | 13   | 146 | 68  | 18  | 388 | 8,3 | 2,4 | 63 | 64  | 659  | 61  |    |
|                            | B. Arriero   | 36  | 80 | 71   | 29   | 11   | 100  | 13   | 136 | 75  | 19  | 399 | 7,4 | 2,3 | 71 | 64  | 706  | 62  |    |
|                            | I. Tijereta  | 37  | 81 | 71   | 30   | 11   | 97   | 13   | 137 | 65  | 18  | 345 | 8,3 | 2,6 | 60 | 63  | 691  | 59  |    |
|                            | K. Escorpión | 39  | 82 | 70   | 32   | 11   | 84   | 13   | 123 | 70  | 18  | 323 | 6,9 | 1,9 | 58 | 63  | 661  | 55  |    |
|                            | K. Proteo    | 36  | 81 | 71   | 40   | 14   | 80   | 15   | 119 | 100 | 22  | 427 | 5,7 | 1,4 | 68 | 64  | 733  | 71  |    |
|                            | B. Brasil    | 36  | 82 | 71   | 35   | 13   | 92   | 14   | 112 | 97  | 22  | 432 | 5,5 | 1,4 | 73 | 64  | 787  | 71  |    |
|                            | P. Gaucho    | 38  | 80 | 70   | 31   | 11   | 93   | 13   | 108 | 87  | 21  | 342 | 5,5 | 1,4 | 64 | 63  | 720  | 62  |    |
| P. Granar                  | 35           | 82  | 71 | 31   | 11   | 93   | 13   | 90   | 90  | 21  | 290 | 4,6 | 1,2 | 66  | 62 | 670 | 55   |     |    |
| Localidad (L)              | Pergamino    | 35  | 80 | 71   | 35   | 12   | 89   | 14   | 144 | 73  | 19  | 421 | 8,1 | 2,3 | 73 | 64  | 731  | 70  |    |
|                            | Paraná       | 39  | 81 | 71   | 30   | 11   | 93   | 13   | 111 | 81  | 20  | 327 | 6,0 | 1,7 | 59 | 63  | 678  | 57  |    |
|                            | M. Juárez    | 35  | 80 | 70   | 30   | 11   | 94   | 13   | 116 | 80  | 20  | 355 | 6,2 | 1,8 | 67 | 63  | 703  | 58  |    |
|                            | Balcarce     | 41  | 82 | 71   | 33   | 12   | 90   | 13   | 114 | 91  | 21  | 369 | 5,8 | 1,6 | 62 | 63  | 702  | 63  |    |
| Año (A)                    | 2003         | 38  | 82 | 71   | 34   | 12   | 91   | 14   | 119 | 87  | 20  | 378 | 6,1 | 1,7 | 67 | 63  | 687  | 64  |    |
|                            | 2004         | 37  | 80 | 71   | 33   | 12   | 92   | 14   | 120 | 80  | 20  | 367 | 6,5 | 1,8 | 69 | 63  | 692  | 63  |    |
|                            | 2005         | 37  | 81 | 69   | 31   | 11   | 91   | 13   | 125 | 77  | 19  | 360 | 7,0 | 2,0 | 61 | 63  | 732  | 59  |    |
| Significancia <sup>a</sup> | A            | **  | ** | **   | **   | **   | *    | **   | **  | **  | **  | **  | **  | **  | ** | **  | ns   | **  | ** |
|                            | L            | **  | ** | **   | **   | **   | **   | **   | **  | **  | **  | **  | **  | **  | ** | **  | **   | **  | ** |
|                            | L x A        | **  | ** | **   | **   | **   | **   | **   | **  | **  | **  | **  | **  | **  | ** | **  | **   | **  | ** |
|                            | C            | **  | ** | **   | **   | **   | **   | **   | **  | **  | **  | **  | **  | **  | ** | **  | **   | **  | ** |
|                            | C x A        | **  | ** | **   | **   | **   | **   | **   | **  | **  | **  | **  | **  | **  | ** | **  | **   | **  | ** |
|                            | C x L        | **  | ** | **   | **   | **   | **   | **   | **  | **  | **  | **  | **  | **  | ** | **  | **   | **  | ** |
|                            | C x L x A    | **  | ** | *    | **   | **   | **   | **   | **  | **  | **  | **  | **  | **  | ** | **  | **   | **  | ** |

<sup>a</sup> Nivel de significancia para cada fuente de variación del análisis de varianza; \* =  $P \leq 0,05$ ; \*\* =  $P \leq 0,001$ ; ns = diferencia no significativa.

**ALTA INTERACCIÓN GXA EN TODOS LOS PARAMETROS EVALUADOS**

## Efecto individual de las fuentes de variación



**Figura 1.** Coeficiente de variación porcentual respecto de la media (calculado según la Ecuación 4), de los efectos principales (cultivar, localidad y año) para las variables de calidad estudiadas (las variables y sus unidades se detallan en Materiales y Métodos).

## Efecto de la interacciones entre las fuentes de variación

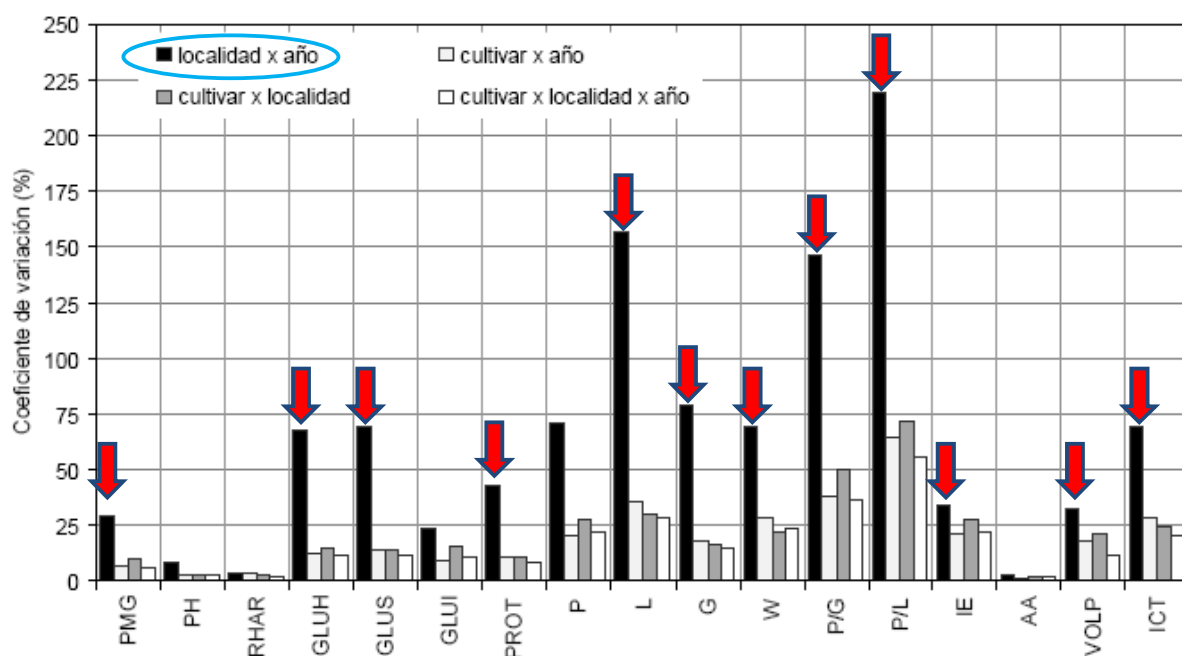


Figura 2. Coeficiente de variación porcentual respecto de la media (calculado según Ecuación 4), de las interacciones dobles y triples para las variables de calidad estudiadas (las variables y sus unidades se detallan en Materiales y Métodos).

Todas las interacciones  
tuvieron efectos significativos  
sobre todas las variables ( $p < 0.05$ )



## Clasificación por grupos de calidad

**Criterio 1:**  
Clasificación relativa de GC, debido a que el *ICT* varía con el ambiente.

| <b>Criterio 1</b> | <b>Grupo1</b> | <b>Grupo2</b> | <b>Grupo3</b> |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| Cultivar *        | %             | %             | %             |
| K. Sagitario      | 17            | 61            | 22            |
| B. Arriero        | 31            | 33            | 36            |
| I. Tijetera       | 6             | 67            | 28            |
| K. Escorpión      | 25            | 19            | 56            |
| K. Proteo         | 72            | 19            | 8             |
| B. Brasil         | 78            | 14            | 8             |
| P. Gaucho         | 22            | 53            | 25            |
| P. Granar         | 8             | 19            | 72            |

| <b>Criterio 2</b> | <b>Grupo1</b> | <b>Grupo2</b> | <b>Grupo3</b> |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| Cultivar *        | %             | %             | %             |
| K. Sagitario      | 78            | 17            | 6             |
| B. Arriero        | 89            | 8             | 3             |
| I. Tijetera       | 81            | 8             | 11            |
| K. Escorpión      | 53            | 22            | 25            |
| K. Proteo         | 92            | 6             | 3             |
| B. Brasil         | 94            | 3             | 3             |
| P. Gaucho         | 83            | 8             | 8             |
| P. Granar         | 72            | 11            | 17            |

**Criterio 2:**  
Clasificación absoluta, que corresponde al punto de vista de un comprador (usuario).

**(III) Un caso de estudio**

***Efecto de la fertilización nitrogenada y su momento de aplicación sobre calidad comercial e industrial en trigo pan***

# INTRODUCCIÓN

- El manejo de la disponibilidad nitrogenada en trigo adquiere un rol preponderante tanto para incrementar y/o estabilizar el rendimiento como para optimizar la calidad del producto cosechado.
- La introducción de cultivares de alto potencial de rendimiento determina la necesidad de plantear con mayor énfasis el impacto de la fertilización en los planteos de producción agrícola.
- A su vez es muy importante analizar cómo cambios en la disponibilidad de nitrógeno en suelo a lo largo del ciclo del cultivo altera en forma diferencial la generación del rendimiento y su calidad dependiendo de la variabilidad genotípica.

## OBJETIVOS

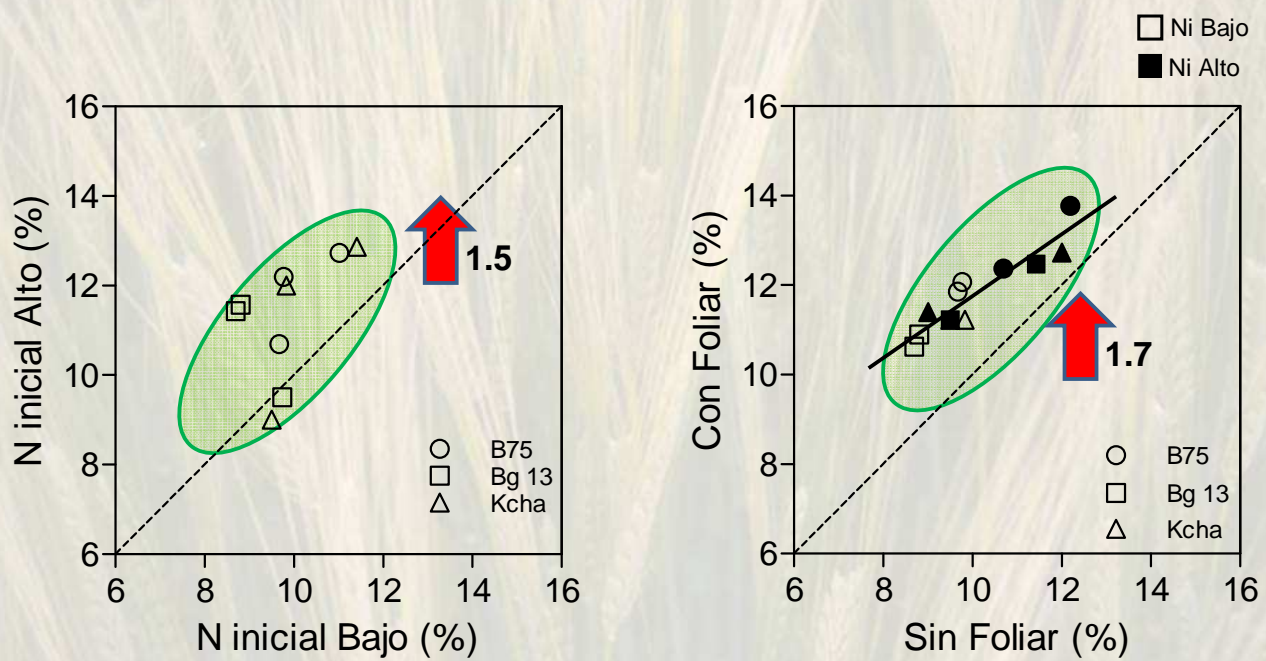
- Identificar los mecanismos ecofisiológicos que regulan la respuesta a la aplicación de nitrógeno y el momento en el cual se realiza. Para luego analizar comparativamente sus efectos sobre la calidad de los granos de trigo pan.
- Establecer diferencias genotípicas en la acumulación y partición de biomasa y de nitrógeno hacia los granos y su calidad comercial e industrial.

# METODOLOGÍA

## ***Efecto de la disponibilidad nitrogenada inicial y postfloración.***

- Años 2006, 2007 y 2008
- Campo experimental del Departamento de Producción Vegetal, Universidad de Buenos Aires (34°35' S, 58°29' O)
- FS: 12 de agosto de 2006, 12 de julio de 2007 y 15 de julio de 2008.
- Genotipos:
  - Buck 75 aniversario (G1)
  - Baguette 13 Premium (G2)
  - Klein Chajá (G3)
- Tratamientos nitrogenados:
  - 2 disponibilidades nitrogenadas iniciales; 60, 90 y 70 kgN ha<sup>-1</sup> (N “Bajo”) y 150, 190 y 170 kgN ha<sup>-1</sup> (N “Alto”).
  - 2 disponibilidades nitrogenadas tardías en el ciclo (Postfloración) con fertilizante nitrogenado foliar y urea diluida al suelo; 0 (Nf0) y 40 kgN ha<sup>-1</sup> (Nf40) Mitad Foliarsol U y mitad Urea.

## EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL PORCENTAJE DE PROTEÍNAS



Años 2006, 2007 y 2008

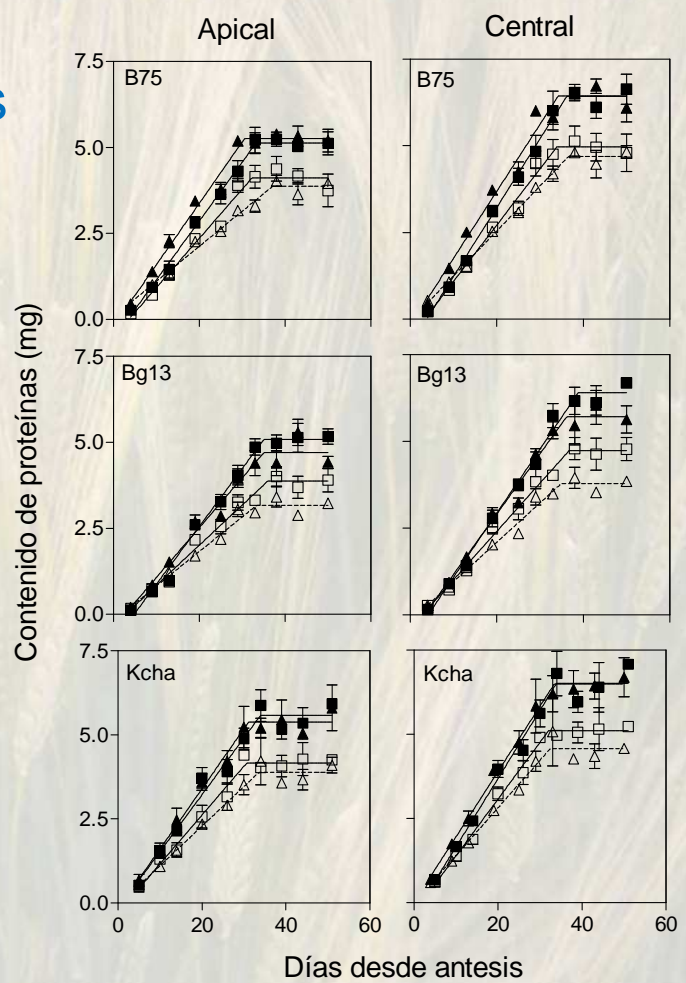
Años 2007 y 2008

# Evolución del contenido de proteínas en los granos

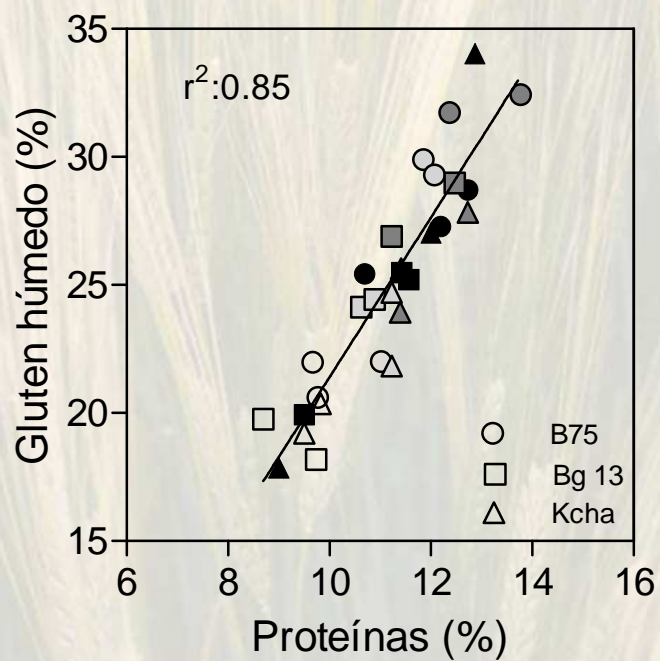
Año 2007

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



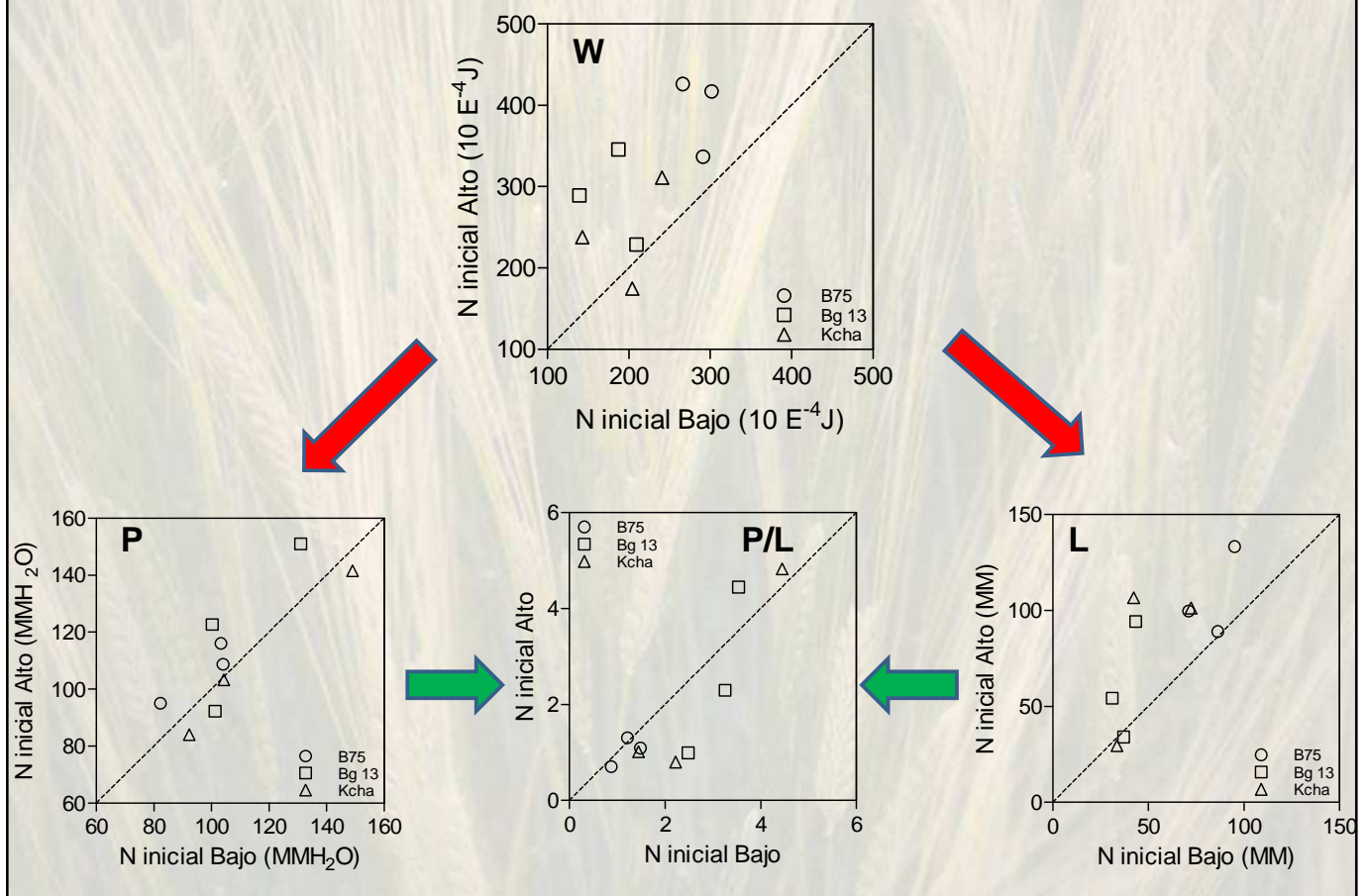
## RELACIÓN ENTRE EL PORCENTAJE DE PROTEÍNAS Y PORCENTAJE DE GLUTEN HÚMEDO



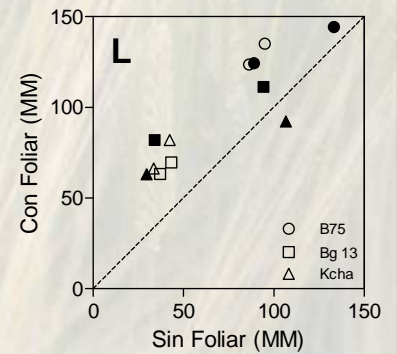
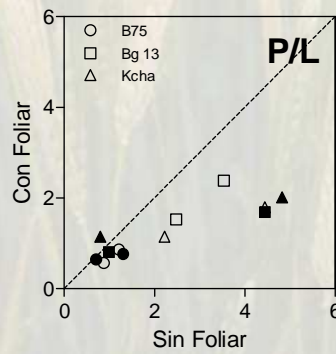
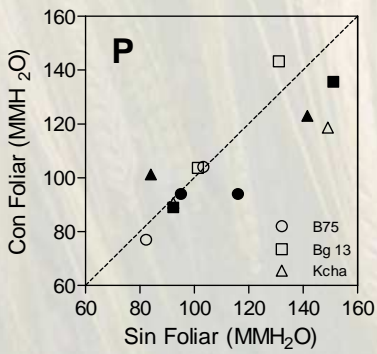
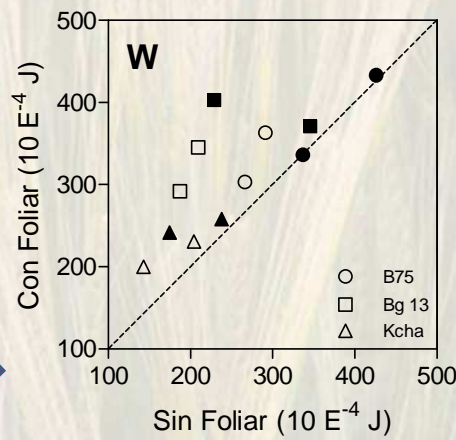
- Ni Bajo Nf 0
- Ni Bajo Nf 40
- Ni Alto Nf 0
- Ni Alto Nf 40



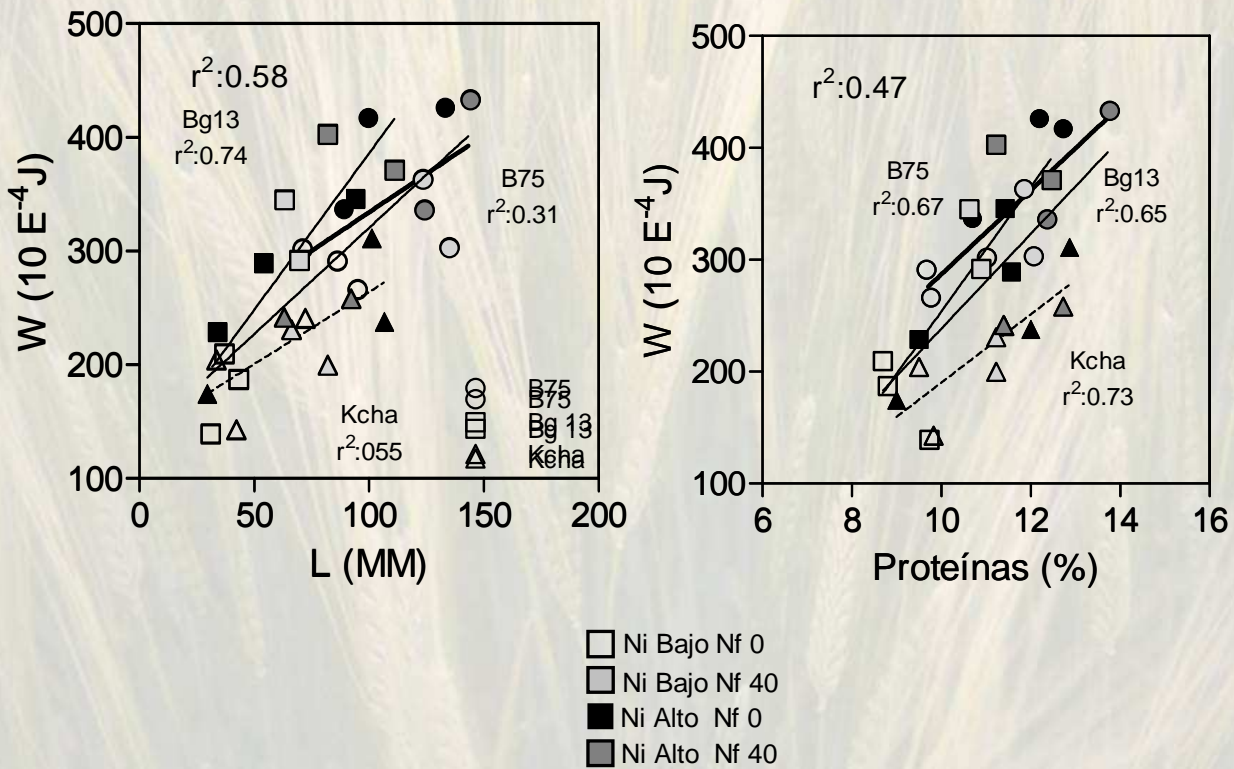
## EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN INICIAL SOBRE LOS DIFERENTES PARAMETROS ALVEOGRAFICOS



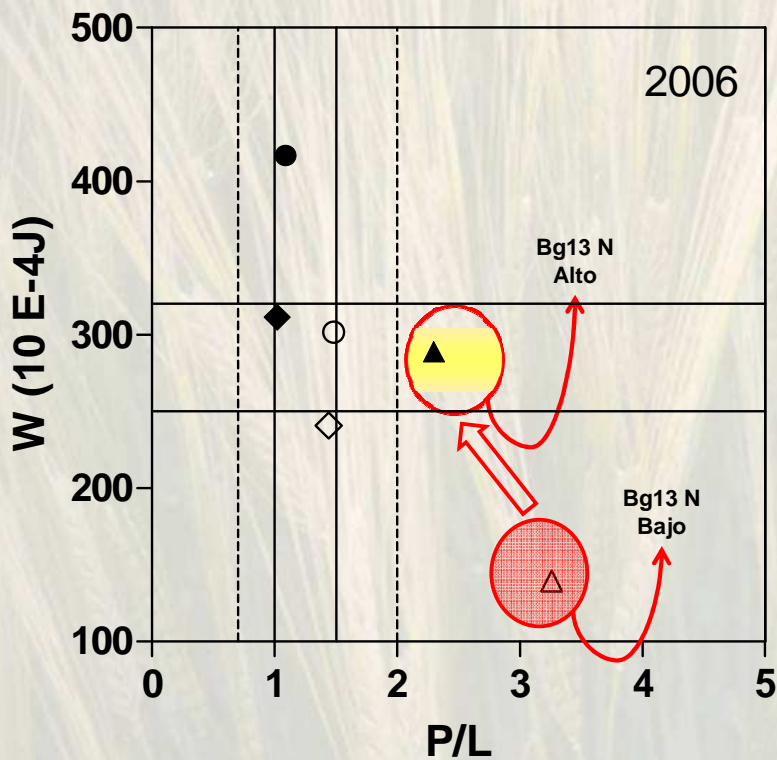
# EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN POSTFLORACION SOBRE LOS DIFERENTES PARAMETROS DE ALVEOGRAFICOS



## RELACIÓN ENTRE LA EXTENSIBILIDAD DE LA MASA Y EL PORCENTAJE DE PROTEÍNAS CON LA FUERZA DE LA MASA



## EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LOS PARAMETROS ALVEOGRAFICOS

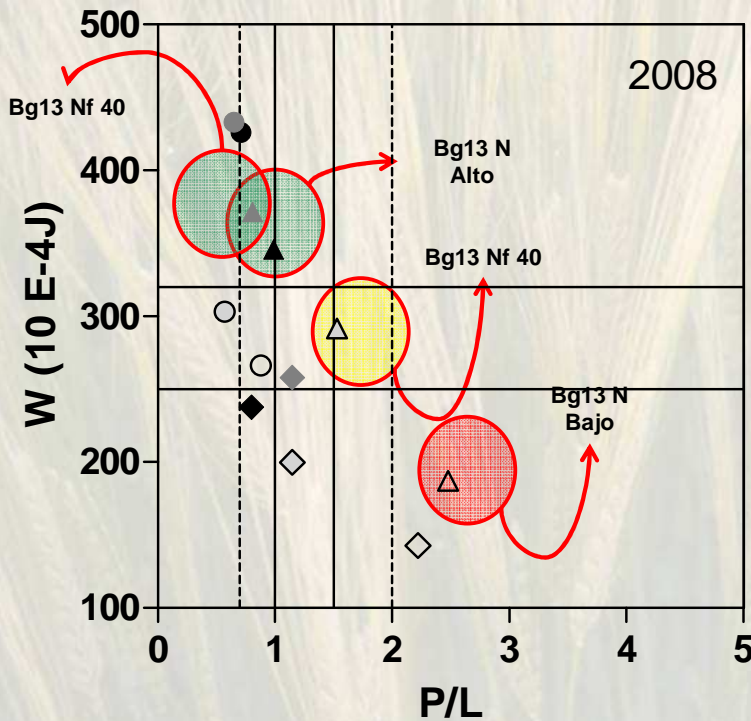


- B75 60
- B75 150
- △ Bg13 60
- ▲ Bg13 150
- ◇ Kcha 60
- ◆ Kcha 150

|          |  |
|----------|--|
| FUERZA W | Superior >320<br>Aceptable 250-320<br>Inferior < 250 |
|----------|--|

|                |   |
|----------------|---|
| Equilibrio P/L | Superior 1- 1,5<br>Aceptable 0,7 - 1 y 1,5 - 2<br>Inferior < 0,7y > 2 |
|----------------|---|

## EFECTO 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<br>Aceptable 250-320<br>Inferior < 250 |
|----------|--|

|                |   |
|----------------|---|
| Equilibrio P/L | Superior 1- 1,5<br>Aceptable 0,7 - 1 y 1,5 - 2<br>Inferior < 0,7y > 2 |
|----------------|---|

# Muchas Gracias



Federación de Centros y Entidades  
Gremiales de Acopiadores de Cereales

