



**Rendimiento por planta y calidad de los granos
de dos híbridos de maíz contrastantes en su tendencia a la prolificidad
ante diferentes disponibilidades de nitrógeno**

Tesis de grado presentada para optar por el título de Ingeniero Agrónomo

Martín Alejandro Grego Ströher

Director: Ing. Agr. Esp. Diego Hernán Rotili

Co-director: Dr. Gustavo Ángel Maddonni

Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires

2020

Introducción

Objetivos

Hipótesis

Materiales y métodos

Resultados

Conclusiones

- El maíz en el mundo

↳ gran importancia económica

- Granos de calidad diferenciada

↳ productos con aptitudes especiales

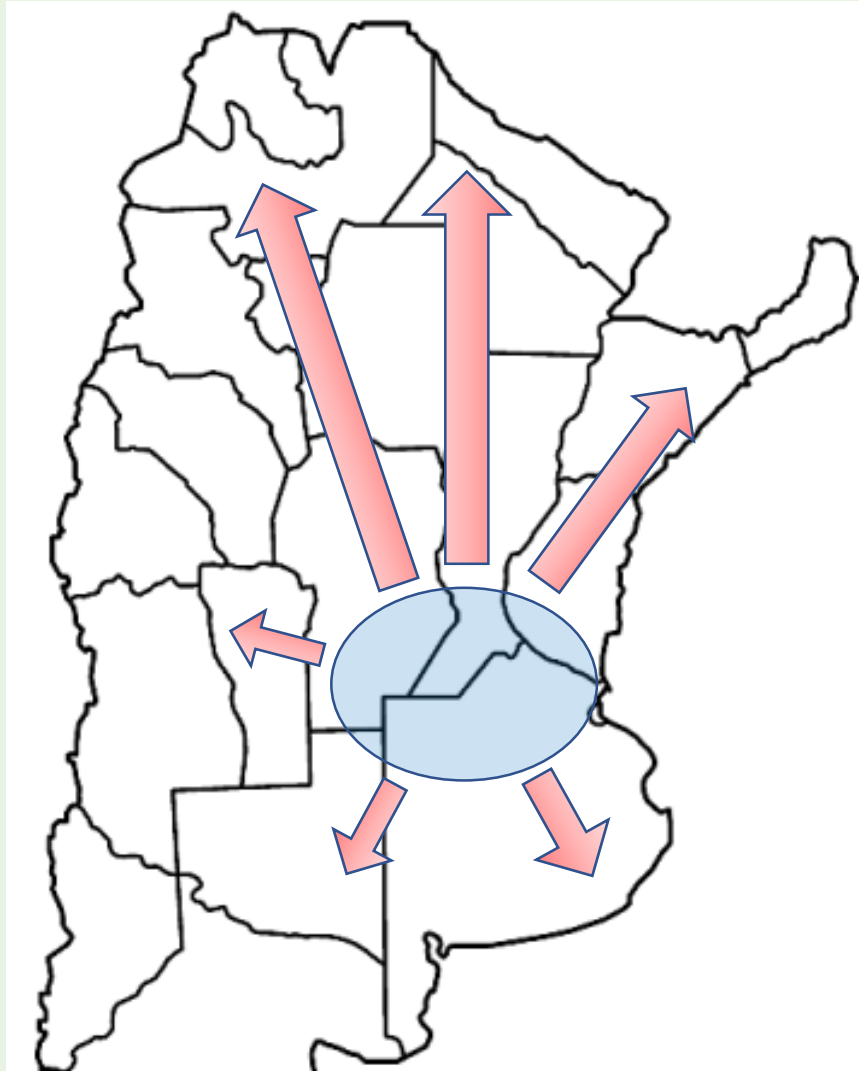
↓
beneficio adicional \$



Referencia: Fischer et al., 2014

Referencia: Dudley et al., 1974; Cirilo y Andrade, 1998

- Argentina → ✓ 3er país mayor exportador mundial



Maíz:

- ↳ ✓ 2do cultivo de mayor producción (+30%)
- ✓ 43.462.323 Tn (2018)

Referencia: FAOSTAT, 2018

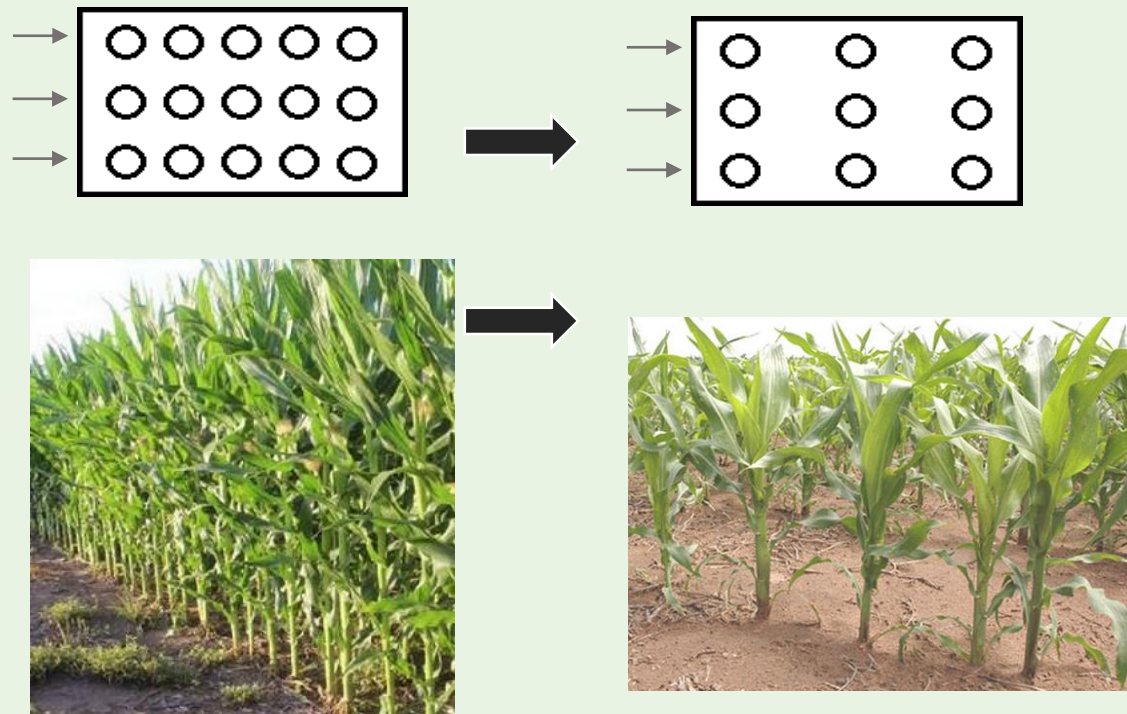


- Aumento de la superficie de producción
 - ↳ ✓ Zonas marginales (regiones tradicionales)
 - ✓ Regiones no tradicionales

Referencia: MAGyP

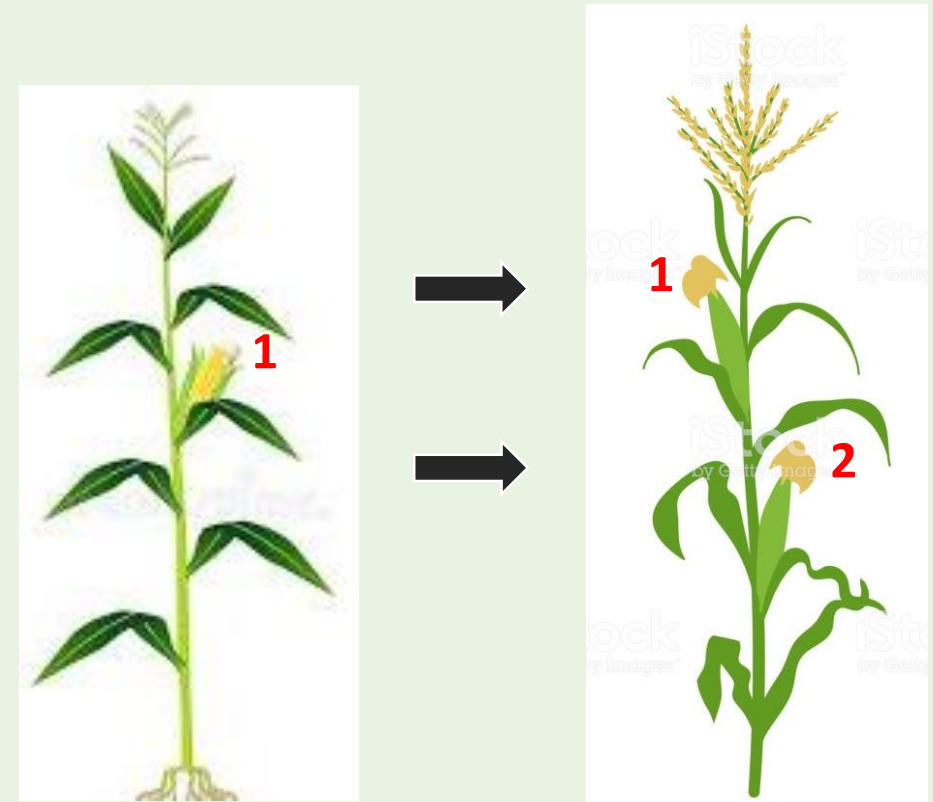
■ Cambios en los planteos productivos: “estrategias defensivas”

✓ reducción de la densidad de siembra



Referencia: Brihet, 2017; Rotili et al., 2019

✓ uso de híbridos estables (prolíficos)



Referencia: Ross et al., 2020

- Peso de los granos (PG), el calibre y la composición química de los granos

→ Son factores de gran impacto sobre la calidad industrial

“Ciertos usos industriales con diferenciación de calidad, tales como los preparados de desayunos (*i.e.* copos de maíz) requieren un alto porcentaje de granos de maíz con calibre mayor a 8 mm” (Res.757/97 SAGPYA, 1997)



→ Guardan asociación con la relación fuente-destino post-floración (F/D_{R2-R6})

“Las limitaciones de la fuente durante el llenado efectivo influyen negativamente sobre el crecimiento de los granos, provocando una reducción en el PG final” (Borrás *et al.*, 2004; Echarte *et al.*, 2006)

“Reducciones en el PG ante interrupciones tempranas del llenado por estrés térmico o defoliaciones originan cambios en el calibre de los granos hacia rangos de menor tamaño, disminuyendo el %Ac, %Prot y %Alm asociadas a granos de menor calibre” (Mayer *et al.*, 2019; Rivelli *et al.*, 2016)

❖ *General*

- Analizar el efecto de la densidad de siembra y la oferta de N sobre los componentes del rendimiento por planta y la composición química de los granos de dos híbridos de maíz contrastantes en su tendencia a la prolificidad

❖ *Específicos*

- i) Examinar los cambios en los componentes del rendimiento por planta y la composición química de los granos ante cambios en la oferta de N y la densidad de siembra
- ii) Examinar los cambios en la proporción de rangos de calibre (<6,5 mm, 6,5-8 mm y >8mm) y en la composición de los granos originados por cambios en la oferta de N y la densidad de siembra
- iii) Determinar diferencias genotípicas asociadas a la diferente prolificidad, para los patrones de respuesta descritos en i), y ii)
- iv) Analizar los determinantes fisiológicos (F/D_{PC} , $F/DE1_{PC}$, $F/DE2_{PC}$, F/D_{R2-R6}) subyacentes en los parámetros de calidad de los granos (PG y composición química)

H1. “En ausencia de restricción nitrogenada, los cambios en la densidad de siembra repercutirán en mayor proporción en los rasgos en estudio del genotipo prolífico, debido a la contribución de los granos fijados en la E2. Esta diferencia se atenúa cuanto menor es la oferta de recursos por planta del ambiente (por N o densidad)”

H2. “En ambientes de baja densidad de siembra y alta oferta de N, los granos del genotipo prolífico presentaran mayores %Prot y %Ac que los del genotipo no prolífico debido a un mayor calibre de los granos de las E2”

H3. “En alta densidad de siembra, cambios en la oferta de N no generarán diferencias genotípicas en la composición química de los granos atribuibles al calibre. La existencia de diferencias genotípicas se relacionaría con la distinta F/D_{R2-R6} ”

❖ *Características generales del experimento*

- Campaña 2015/2016
- Campo experimental FAUBA
- Sin limitaciones de agua (riego por goteo)
- Libre de plagas y enfermedades

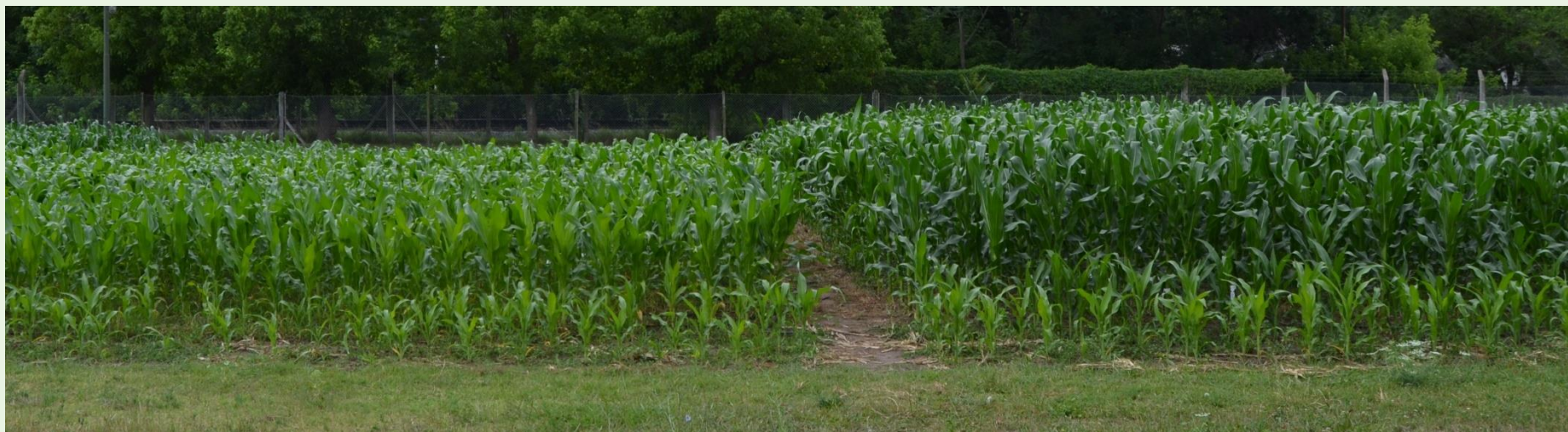


❖ *Características generales del experimento*

✓ Híbridos $\begin{cases} \rightarrow \text{DK3F22 (más prolífico)} \\ \rightarrow \text{DK747 (menos prolífico)} \end{cases}$

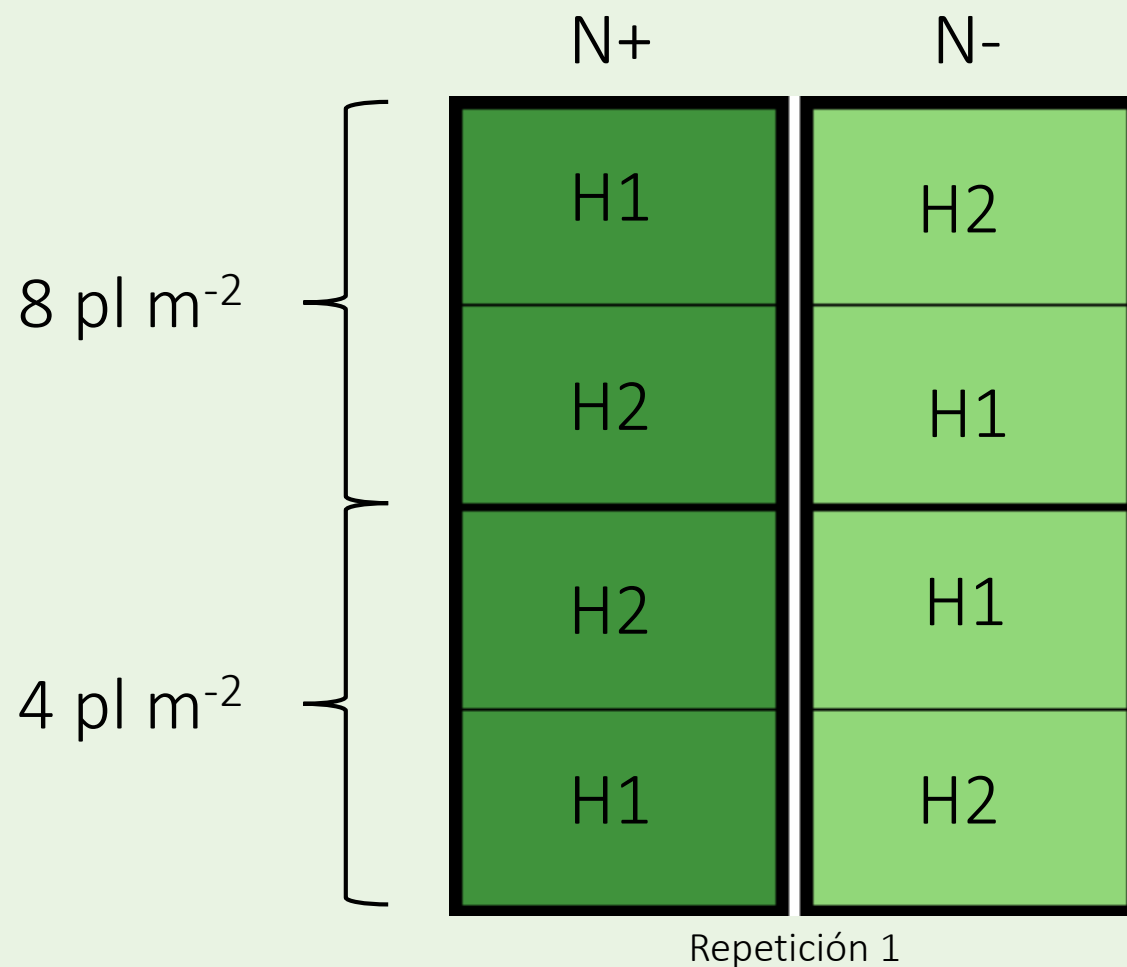
✓ Nitrógeno $\begin{cases} \rightarrow \text{N+ (260 kg N ha}^{-1}\text{)} \\ \rightarrow \text{N- (60 kg N ha}^{-1}\text{)} \end{cases}$

✓ Densidades $\begin{cases} \rightarrow 4 \text{ pl m}^{-2} \\ \rightarrow 8 \text{ pl m}^{-2} \end{cases}$



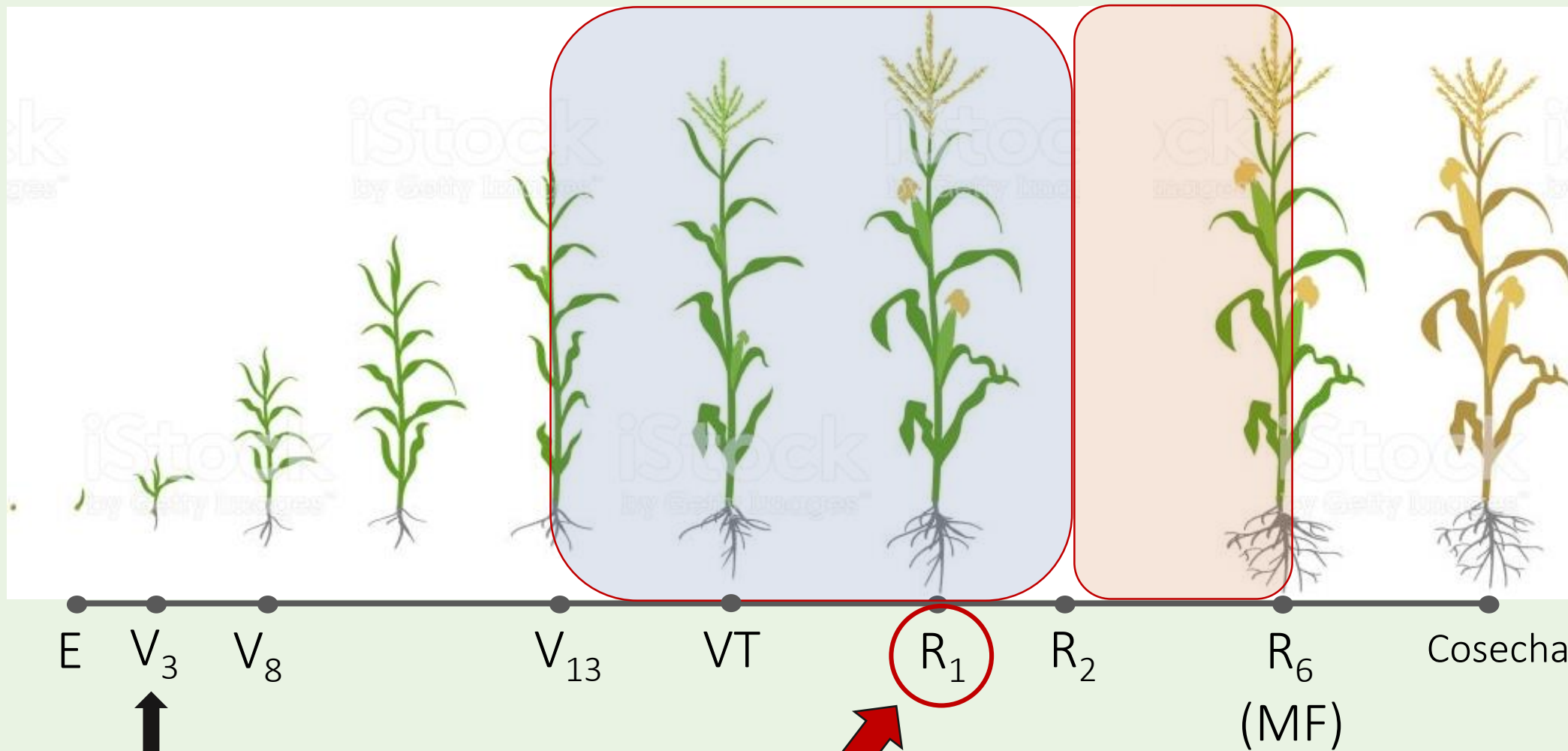
❖ Características generales del experimento

- Diseño: en bloques con parcelas sub-divididas con tres repeticiones por tratamiento



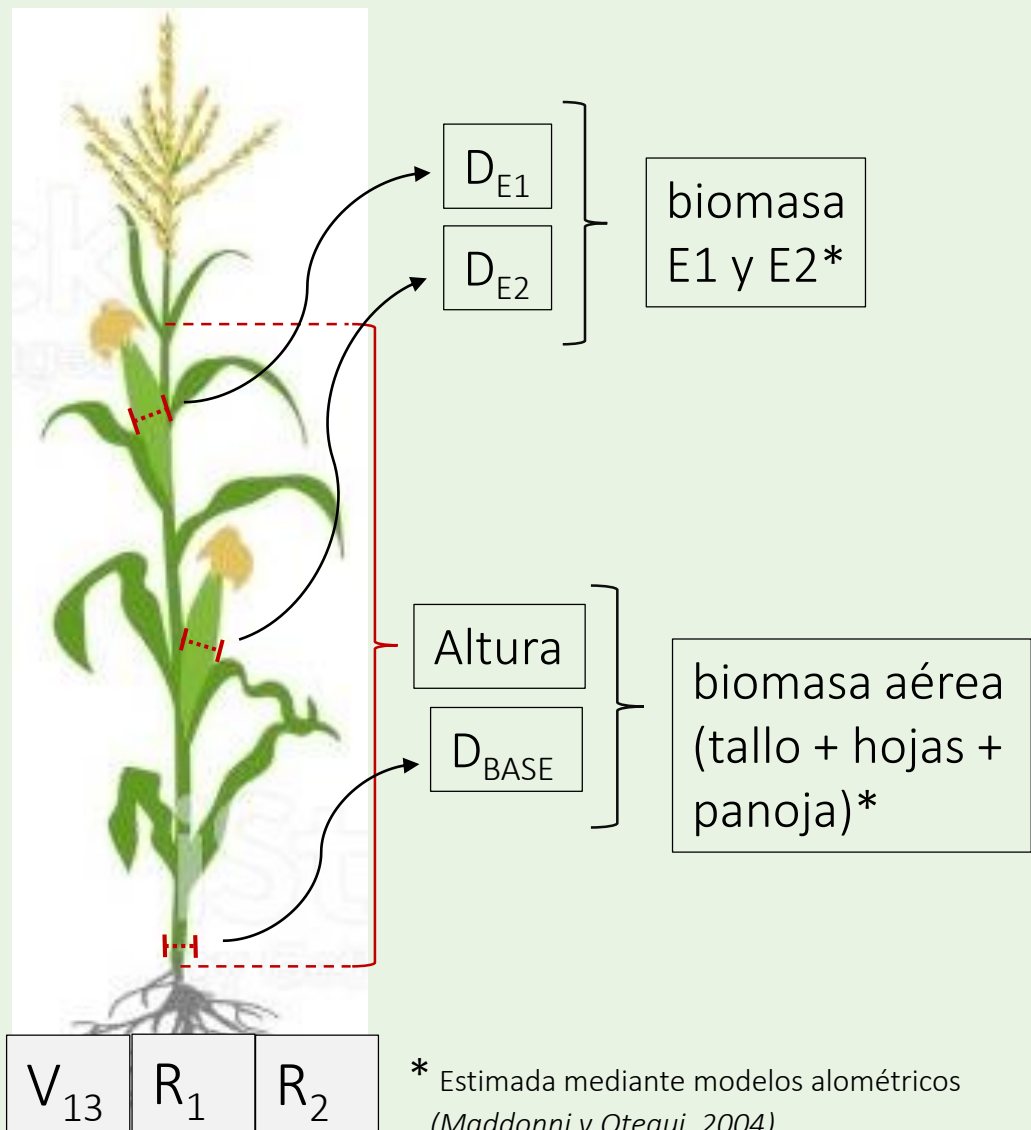
Los híbridos dentro de cada sub-parcela se distribuyeron al azar

❖ Mediciones



✓ 10 plantas marcadas por parcela

❖ Mediciones

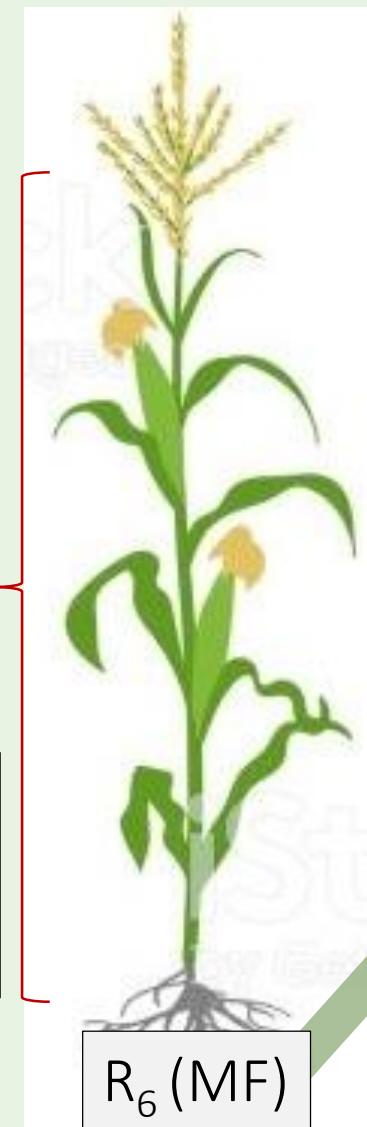


* Estimada mediante modelos alométricos (Maddonni y Otegui, 2004).

Post cosecha:



✓ Biomasa	✓ Biomasa	✓ Biomasa
✓ NGP	✓ NG_{E1}	✓ NG_{E2}
✓ Rend pl^{-1}	✓ PG	✓ PG
✓ Espigas pl^{-1}		

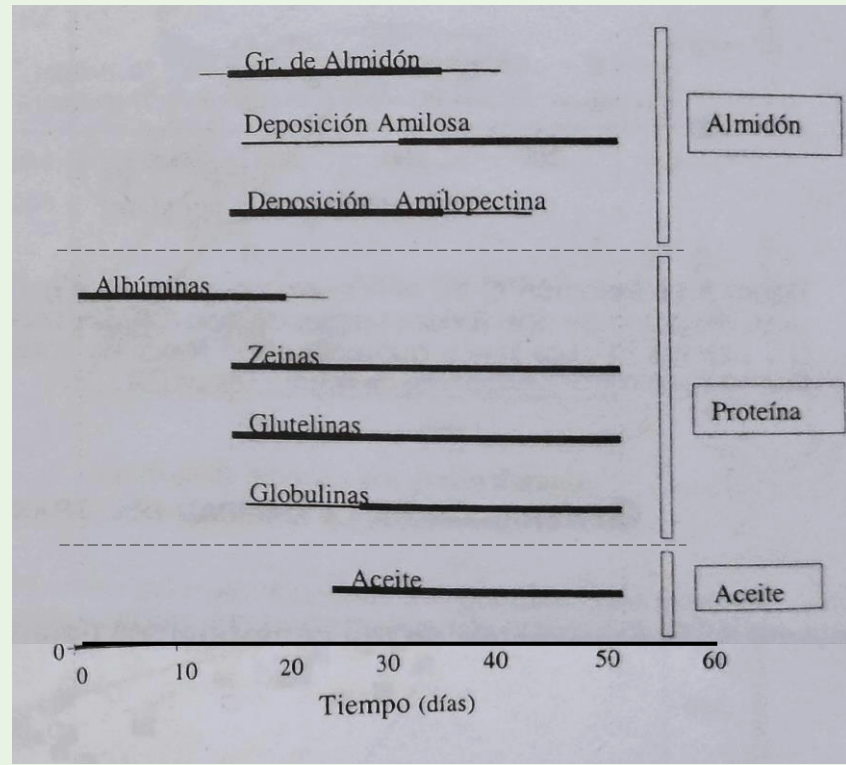


❖ Mediciones

- Calibre de granos
 - Grande (>8mm)
 - Medio (6,5 - 8mm)
 - Chico (<6,5mm)



- Composición química (por espiga y por calibre)
 - %Aceite
 - %Proteína
 - %Almidón



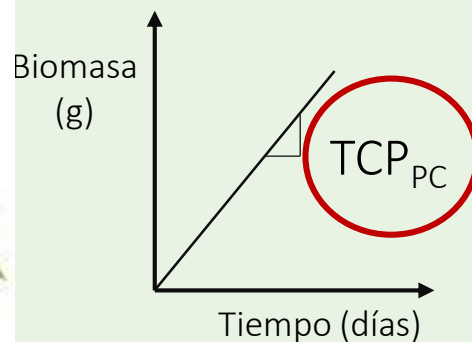
Dinámica de deposición de aceite, proteína y almidón
 (Jones et al., 1996; Curá et al., 1993; Tsai et al., 1978; Ingle et al., 1995)

❖ Mediciones

■ Tasas de crecimiento



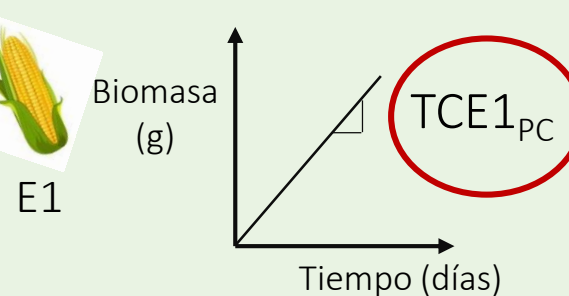
Planta entera



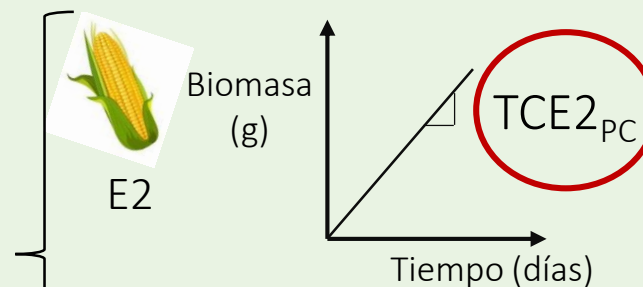
■ Relaciones fuente/destino

$$\underline{\underline{F/D_{PC}}} = \frac{TCP_{PC}}{NGP} \text{ (g d}^{-1} \text{ gr}^{-1}\text{)}$$

$$\underline{\underline{F/D_{R2-R6}}} = \frac{Biomasa_{R2} - Biomasa_{R6}}{NGP} \text{ (g gr}^{-1}\text{)}$$



$$\underline{\underline{F/DE1_{PC}}} = \frac{TCE1_{PC}}{NG_{E1}} \text{ (g d}^{-1} \text{ gr}^{-1}\text{)}$$



$$\underline{\underline{F/DE2_{PC}}} = \frac{TCE2_{PC}}{NG_{E2}} \text{ (g d}^{-1} \text{ gr}^{-1}\text{)}$$

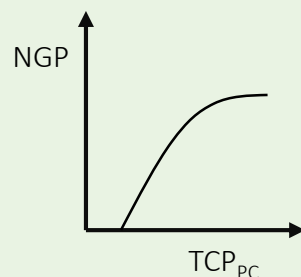
- ❖ *Análisis de datos*
- ❖ *Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento por planta*
- Análisis de la varianza (ANVA)
 - Modelo para diseño en bloques con parcelas sub-divididas
 - Utilizando el valor promedio por parcela

Materiales y métodos

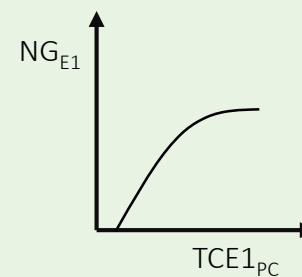
- ❖ *Análisis de datos*
- ❖ *Relaciones funcionales del rendimiento y número de granos por planta*

✓ Tasa de crecimiento
vs
N° granos

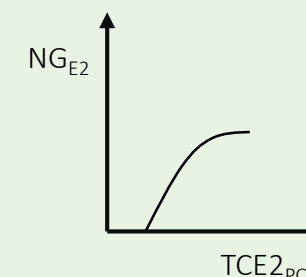
✓ Planta entera



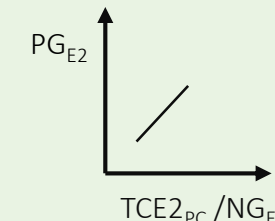
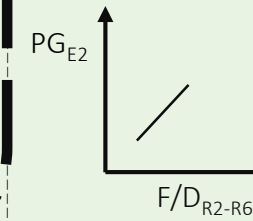
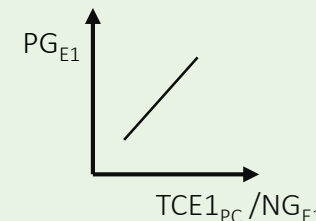
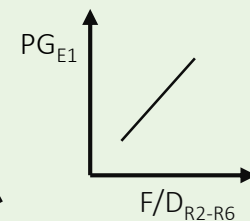
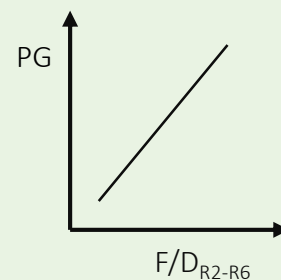
✓ E1



✓ E2



✓ Relación F/D
vs
peso de granos



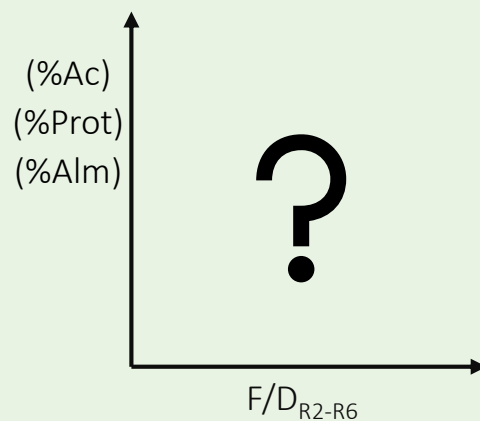
✓ Efecto de N sobre PG potencial de E1
(residuales: $PGE1_{obs} - PGE1_{pred}$)

- ❖ *Análisis de datos*
- ❖ *Relaciones funcionales del rendimiento y número de granos por planta*

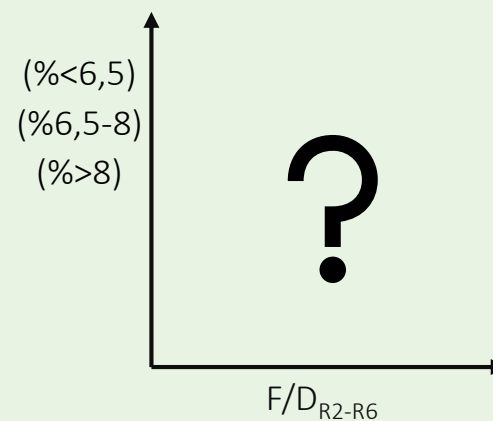
✓ Planta entera

✓ Componentes de calidad

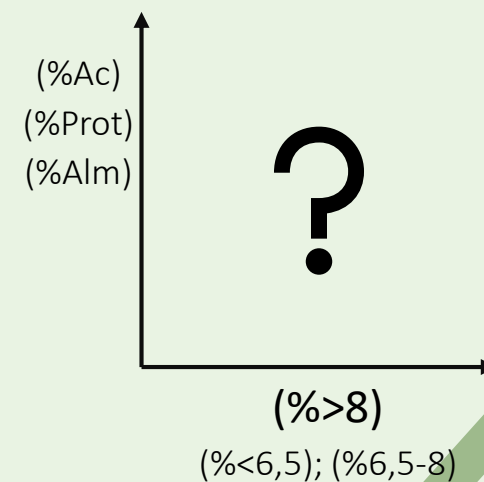
F/D_{R2-R6}
Vs
Compuestos químicos



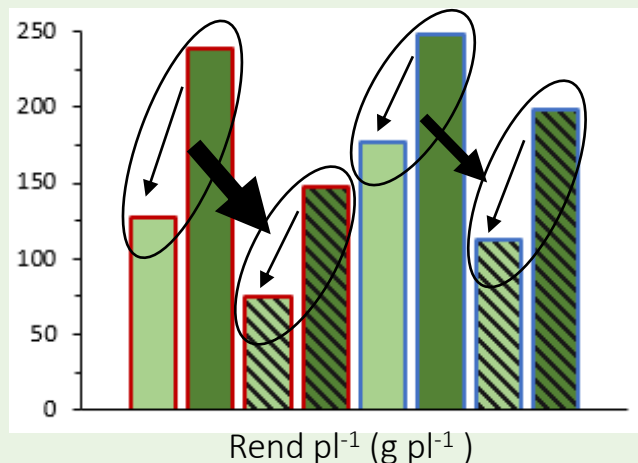
F/D_{R2-R6}
Vs
Calibres



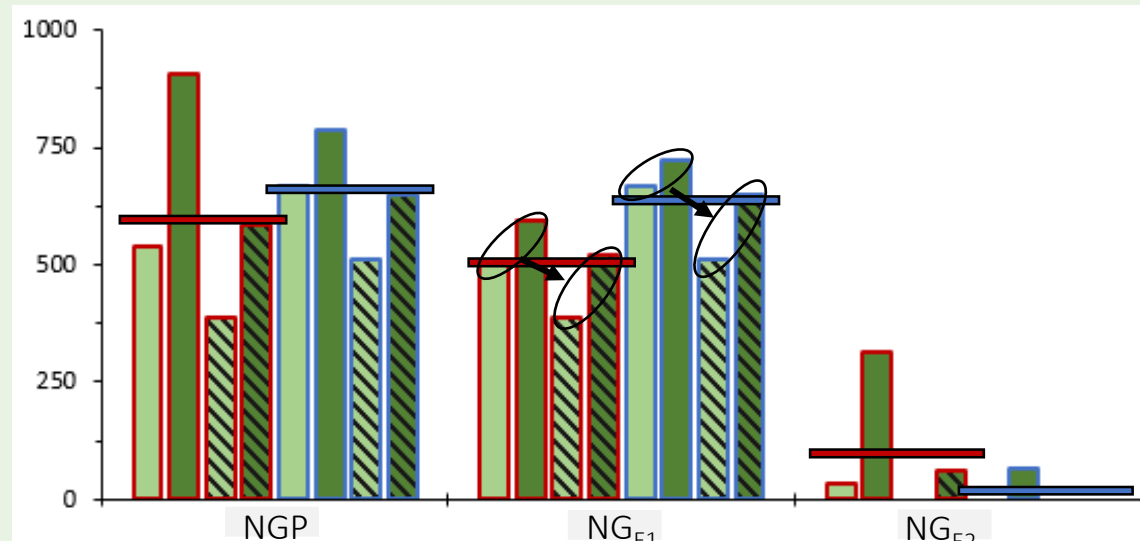
Calibres
Vs
Compuestos químicos



❖ Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento por planta



H x D x N ($p < 0,01$)



H x D x N ($p < 0,01$)



H x D x N ($p < 0,05$)

✓ Factores:

(H) Híbrido

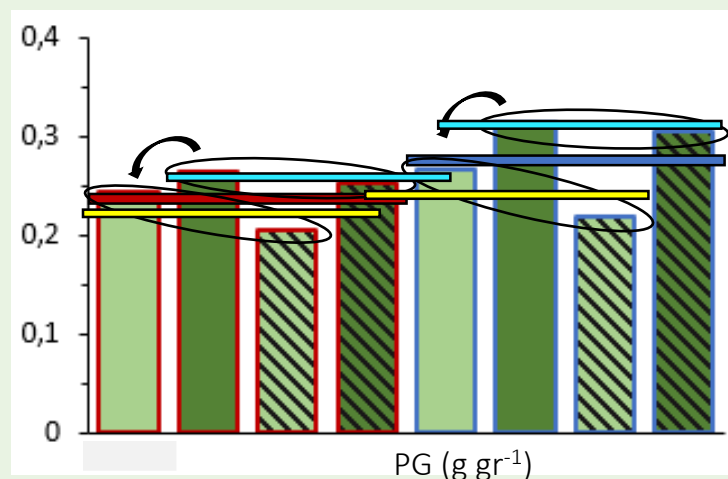
DK3F22  -  DK747

(D) Densidad

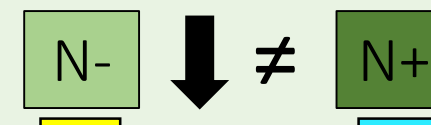
4 $pl\ m^{-2}$  -  8 $pl\ m^{-2}$

(N) Nitrógeno

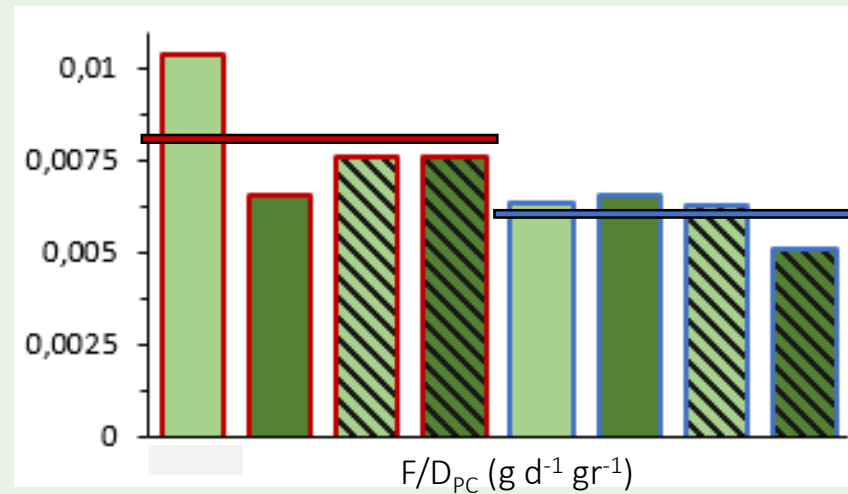
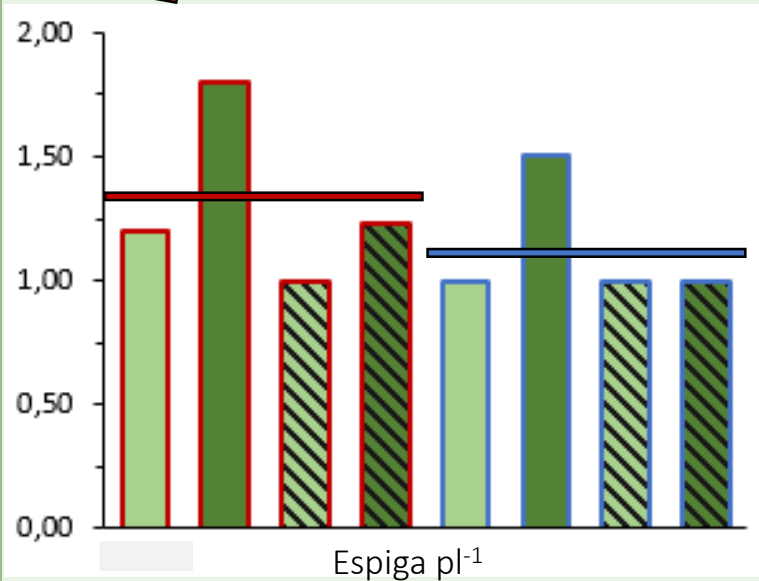
N-  -  N+



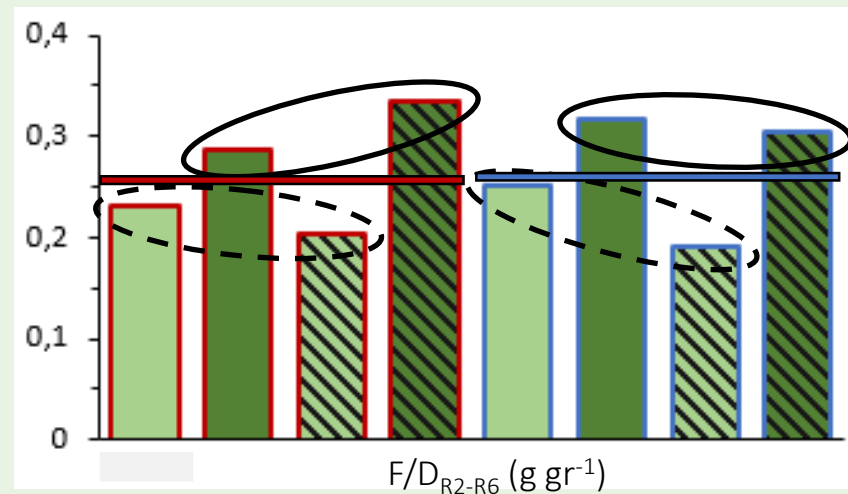
H x N ($p < 0,01$)



❖ Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento por planta



H x D x N ($p < 0,01$)



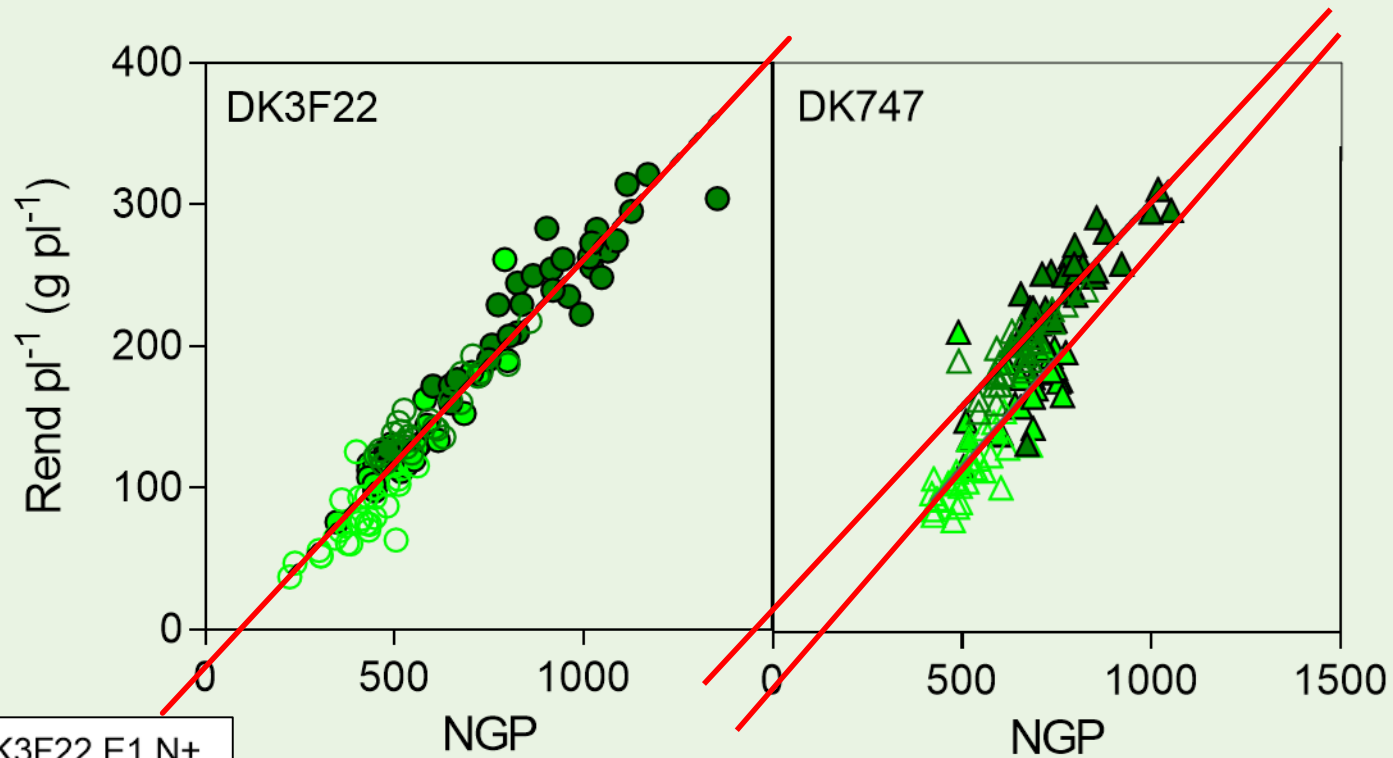
H x N ($p < 0,05$)

N+

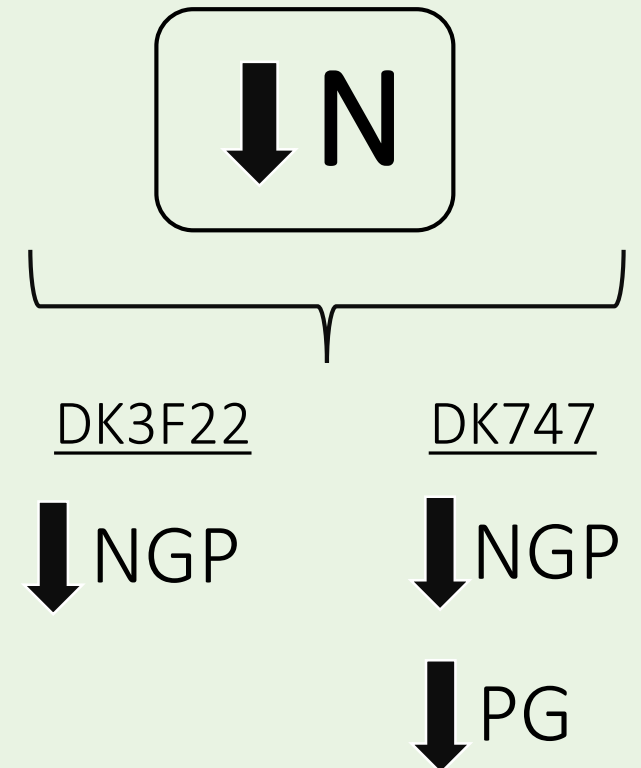
>

N-

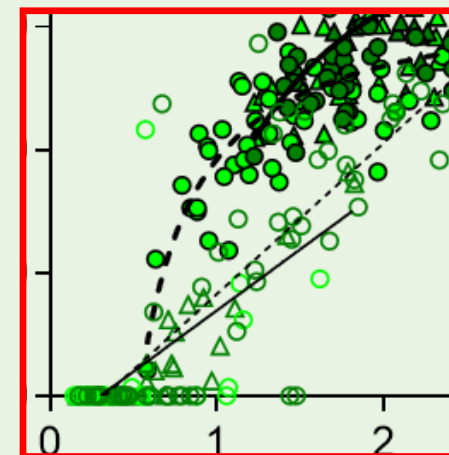
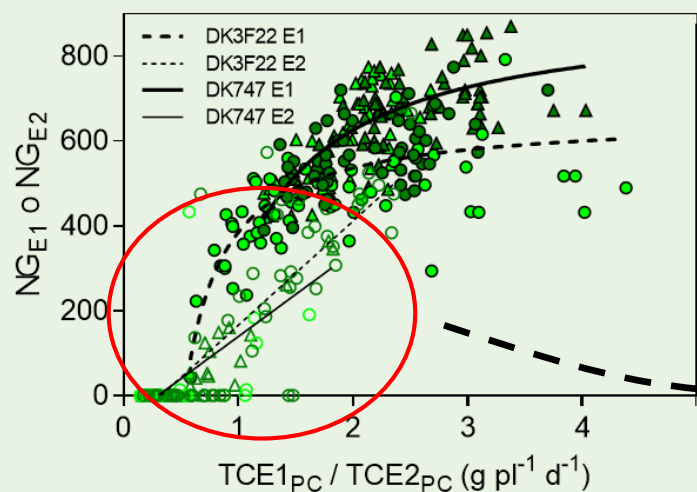
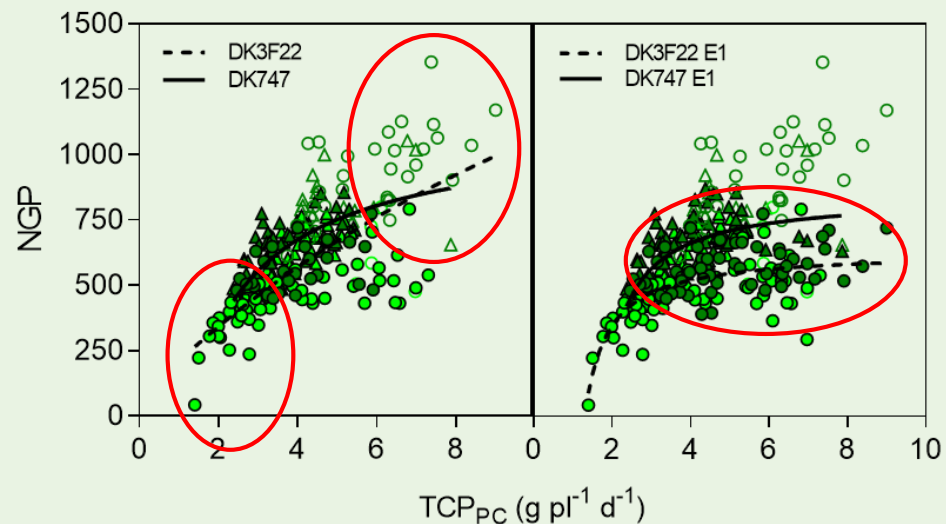
❖ *Relaciones funcionales del rendimiento y número de granos por planta*



- DK3F22 E1 N+
- DK3F22 E1 N-
- DK3F22 E2 N+
- DK3F22 E2 N-
- ▲ DK747 E1 N+
- ▲ DK747 E1 N-
- △ DK747 E2 N+
- △ DK747 E2 N-



❖ *Relaciones funcionales del rendimiento y número de granos por planta*



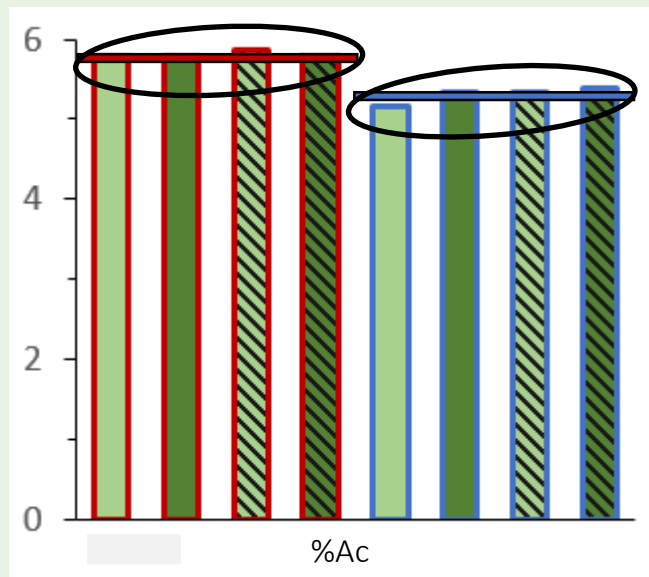
✓ NGP : DK3F22 > sensibilidad (TCP_{PC})

✓ E1 : (DK747) Δ > (DK3F22) \circ

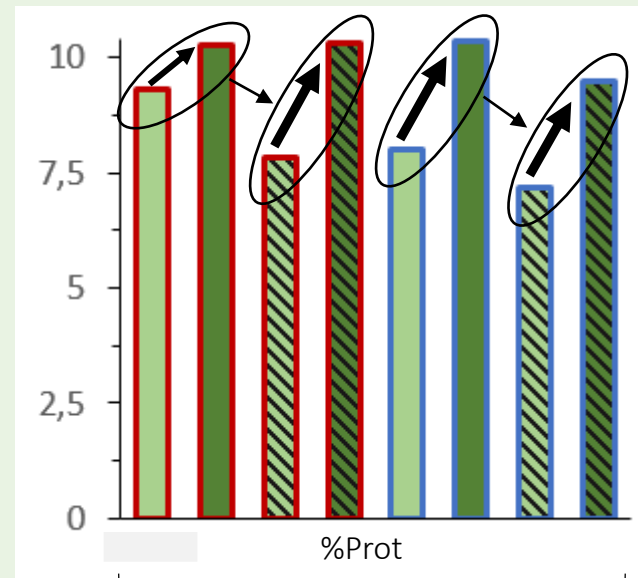
✓ E2 : (DK3F22) \circ > (DK747) Δ

❖ Efecto de los tratamientos sobre la calidad de los granos

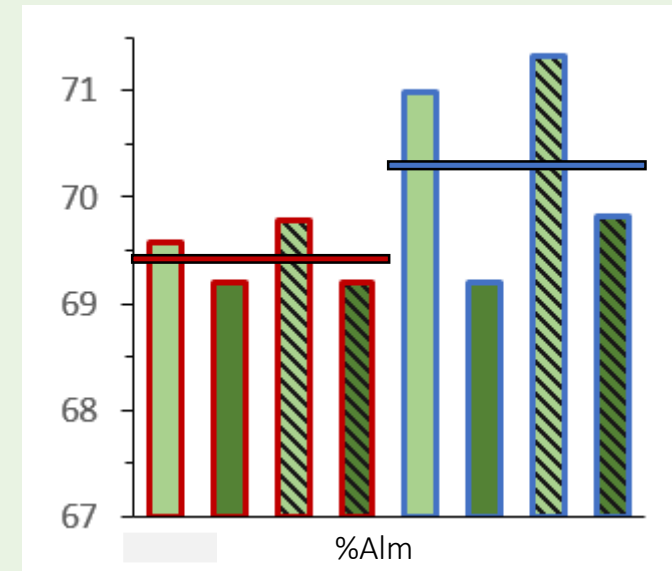
✓ Factores: (H) Híbrido (D) Densidad (N) Nitrógeno
 DK3F22 - DK747 4 pl M⁻² - 8 pl m⁻² N- - N+



H (p<0,001)

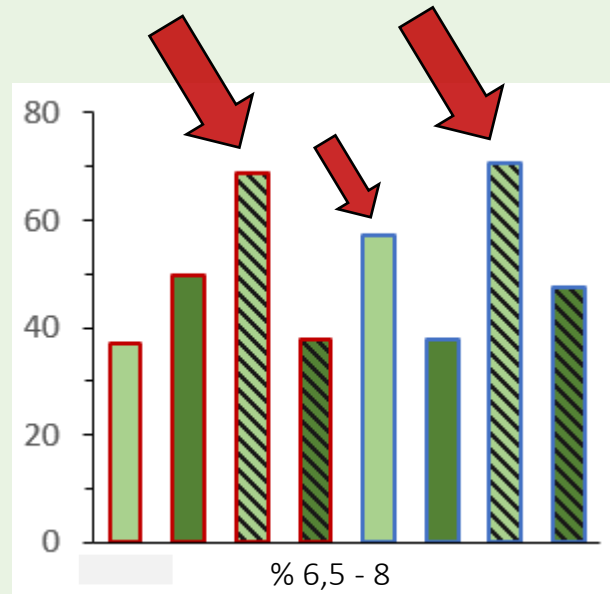
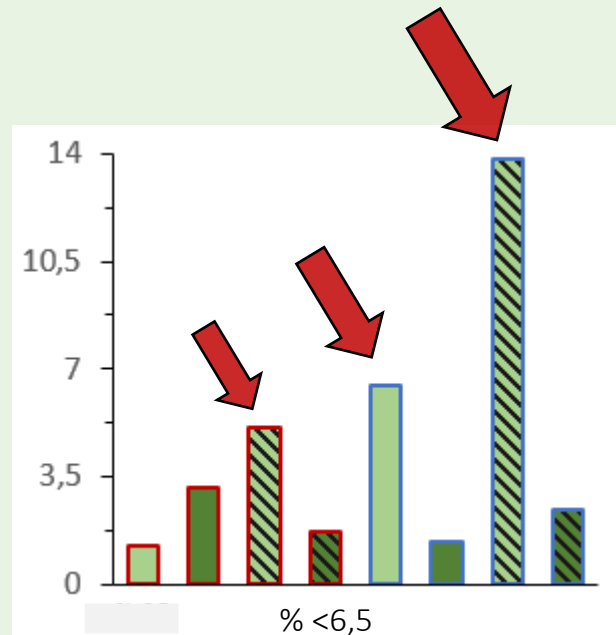


H x D x N (p<0,01)

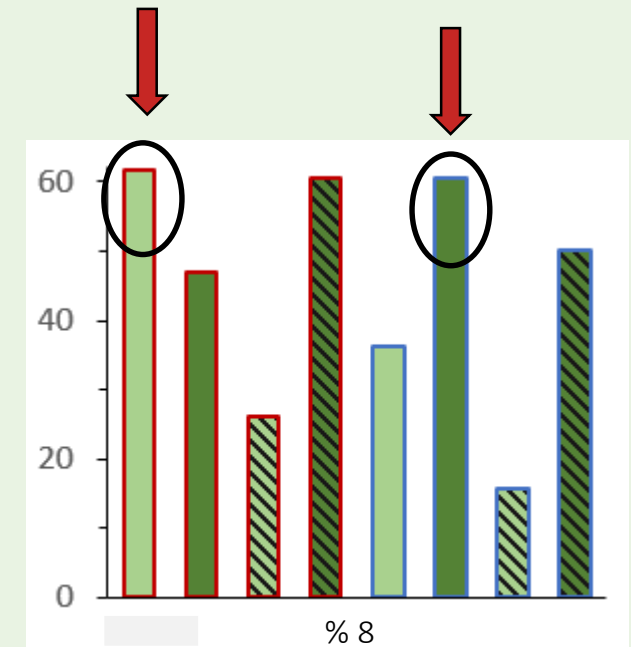


H (p<0,05)

❖ *Efecto de los tratamientos sobre la calidad de los granos*



H x D x N ($p < 0,01$)



H x D x N ($p < 0,01$)

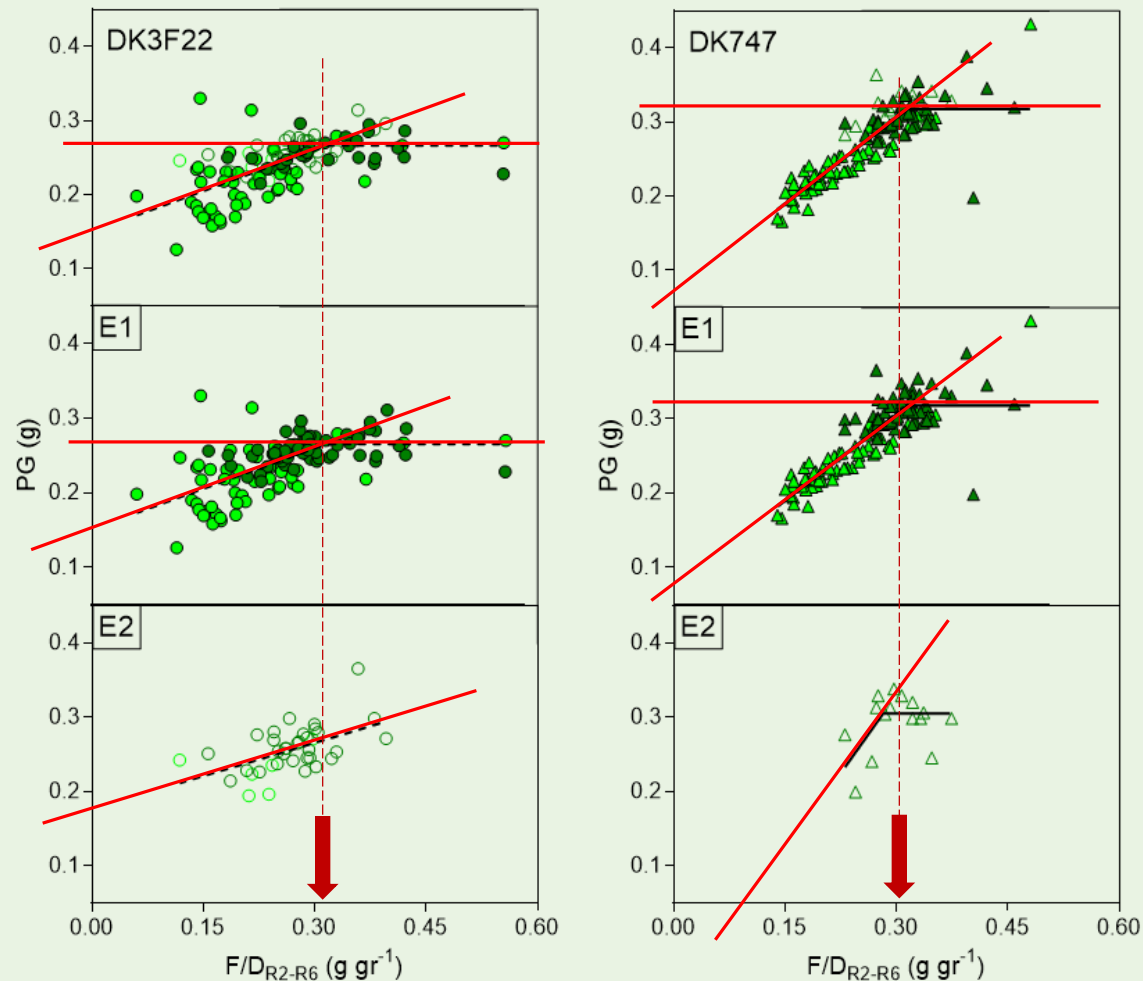
% 6,5 - 8

% <math>< 6,5</math>



% 8

❖ *Relaciones funcionales del peso y la calidad de los granos*



✓ Valor umbral similar

Mayor pendiente

↳ > sensibilidad (F/D_{R2-R6})

✓ DK747:

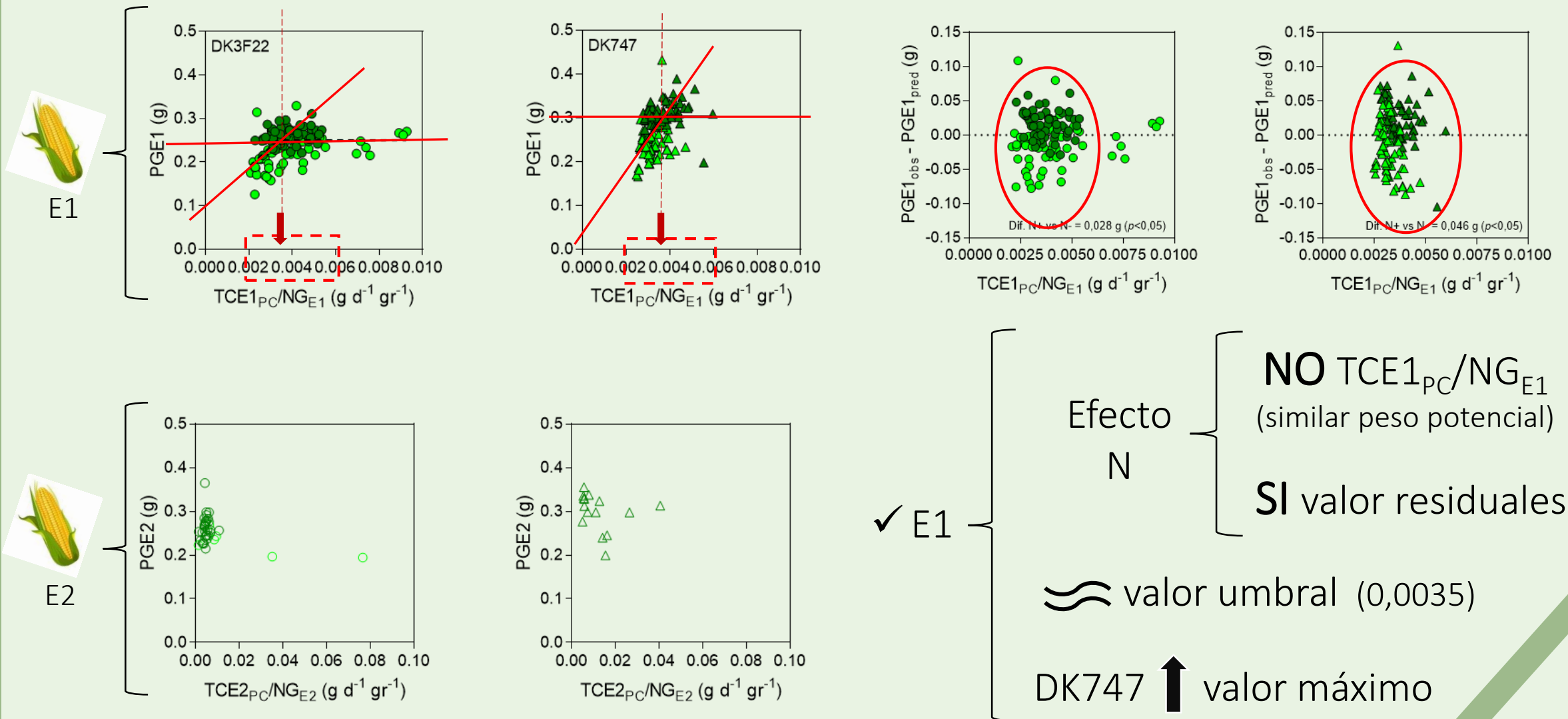
Mayor ajuste de función

($R^2 = 0,73$ vs $0,38$)

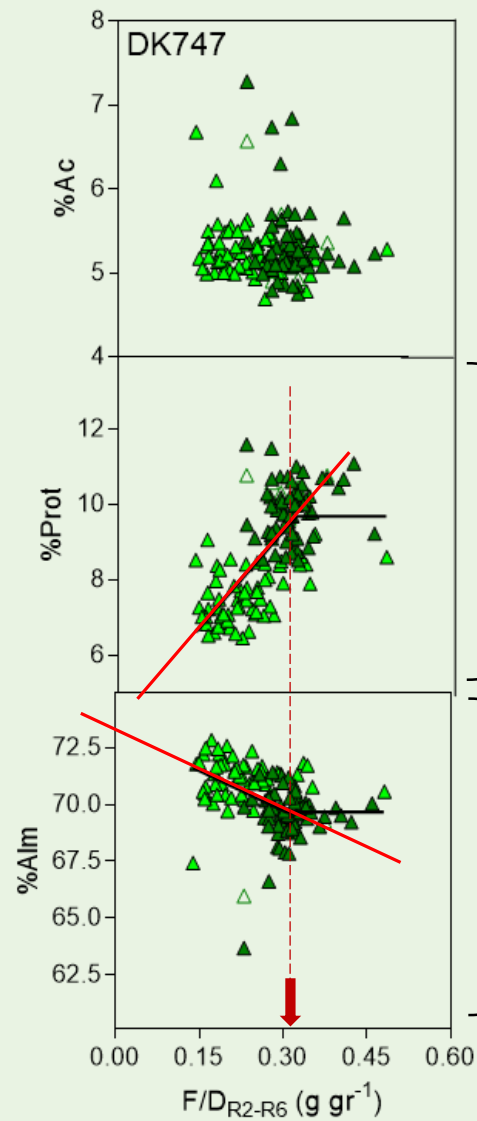
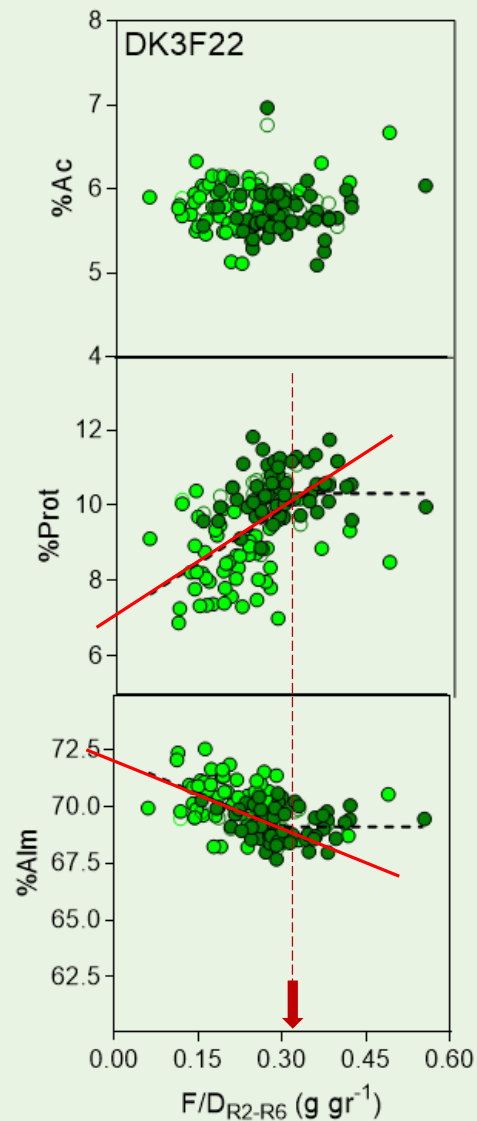
Mayor valor máximo PG

(plateau) (g = $0,318$ vs $0,267$)

❖ Relaciones funcionales del peso y la calidad de los granos



❖ *Relaciones funcionales del peso y la calidad de los granos*



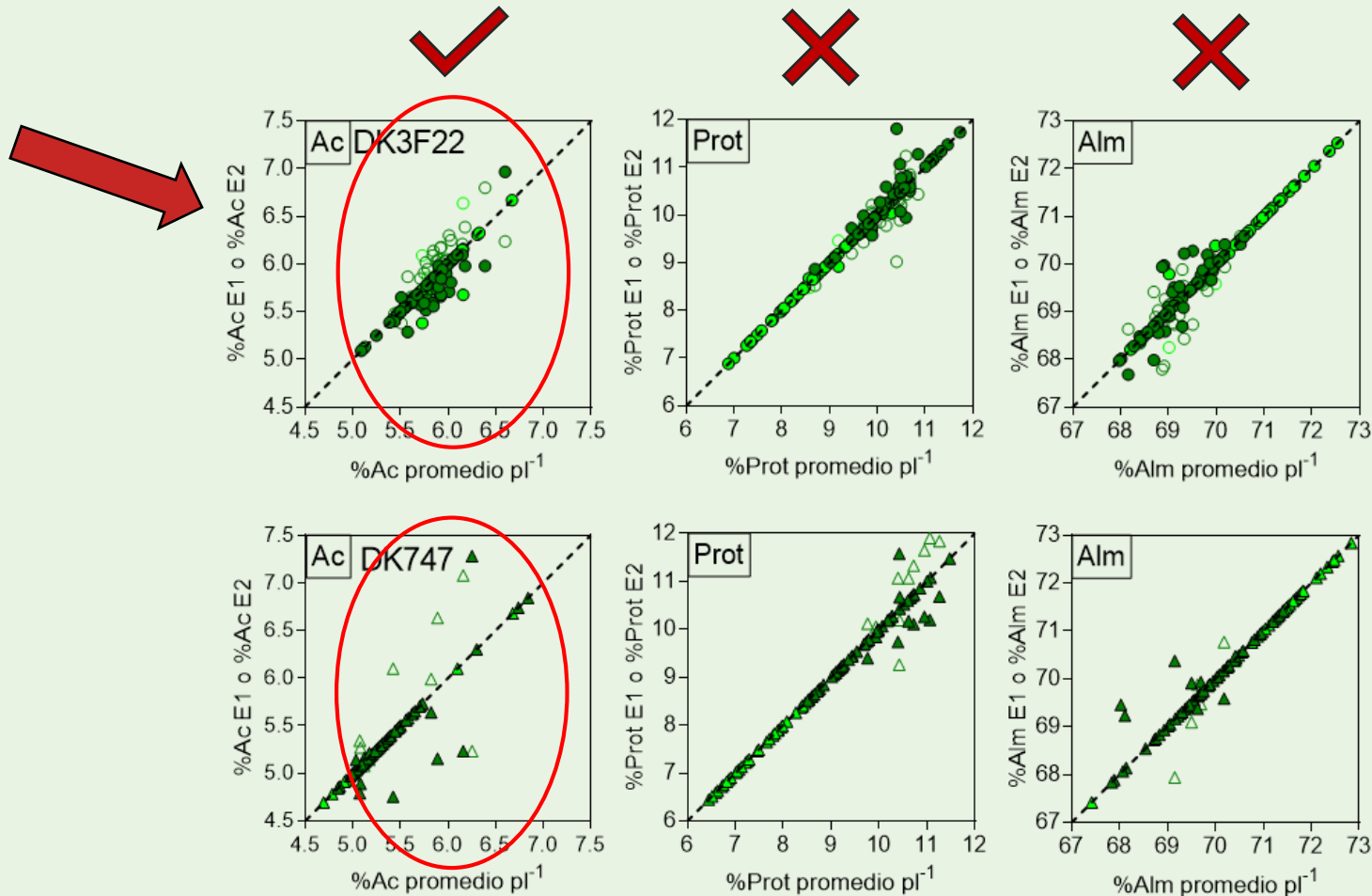
Mayor pendiente

R^2 : DK747 = 0,51
DK3F22 = 0,30

R^2 : DK747 = 0,17
DK3F22 = 0,17

≈ valor umbral

❖ *Relaciones funcionales del peso y la calidad de los granos*

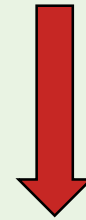
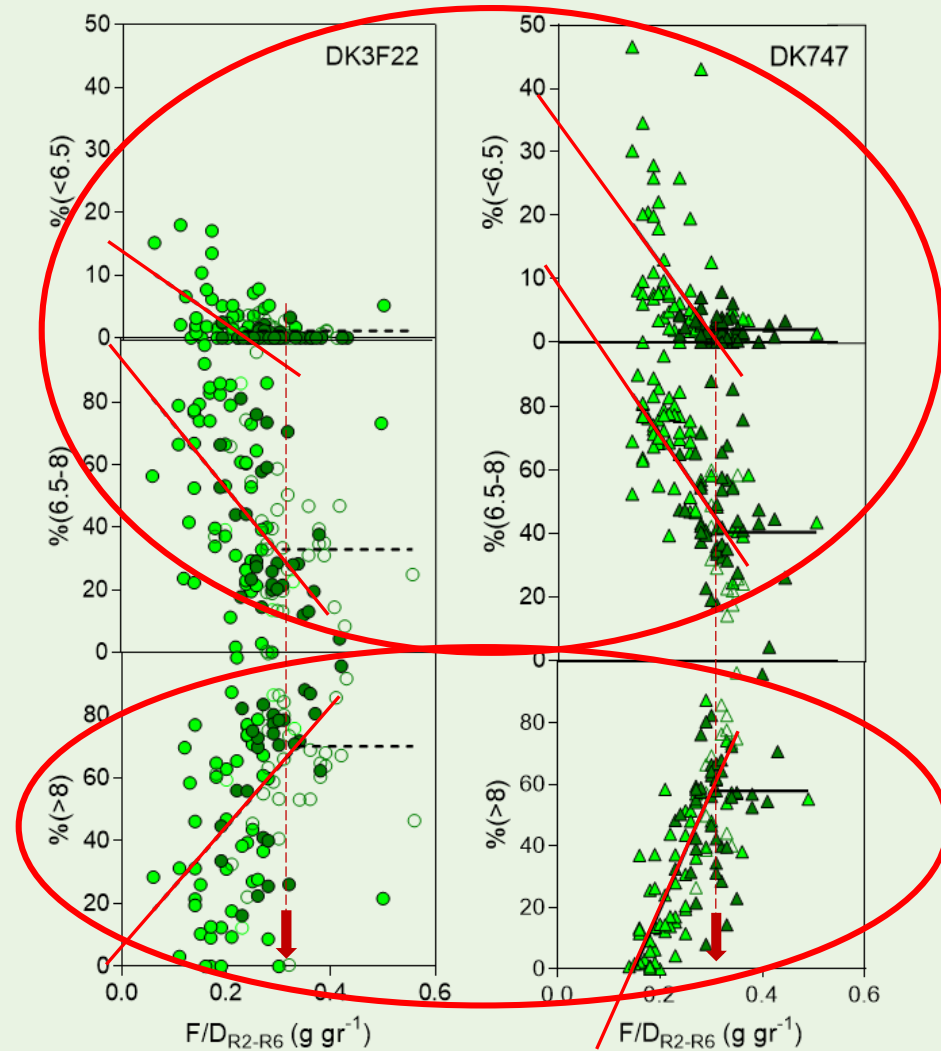


%Ac
(Granos E2)

>

%Ac
(Granos E1)

❖ *Relaciones funcionales del peso y la calidad de los granos*



↑ > 8

6,5 - 8

↓ < 6,5

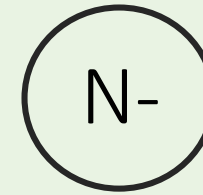
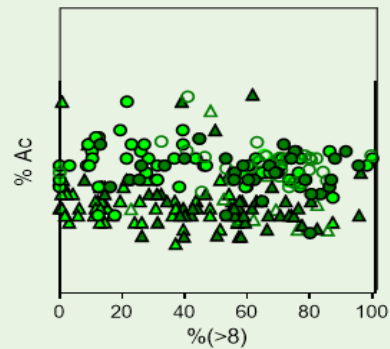
DK747 > sensibilidad

≈ valor umbral

R^2 DK747 : 0,36 – 0,57

R^2 DK3F22 : 0,20 – 0,27

❖ *Relaciones funcionales del peso y la calidad de los granos*



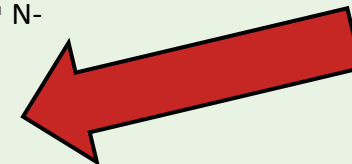
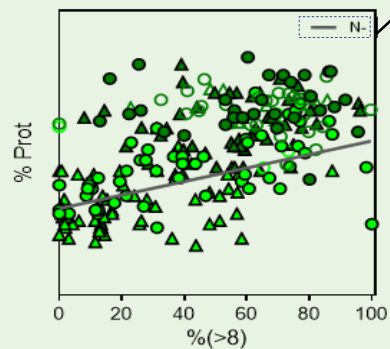
> 8



%Prot

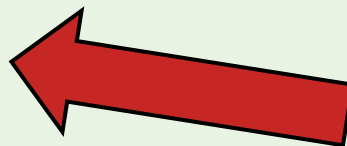
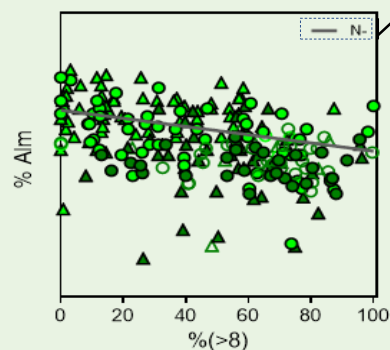


%Alm



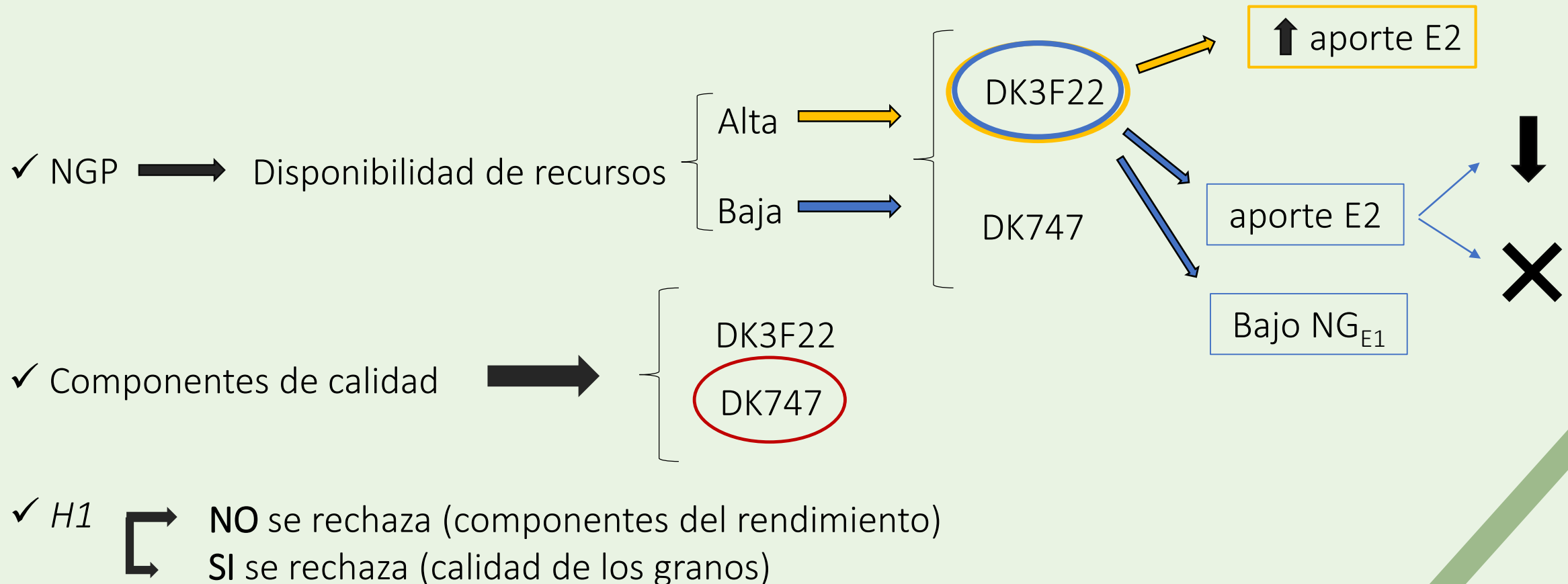
Patrón de comportamiento:

H más prolífico \approx H menos prolífico



oferta de N se desacopla
esta respuesta

H1. "En ausencia de restricción nitrogenada, los cambios en la densidad de siembra repercutirán en mayor proporción en los rasgos en estudio del genotipo prolífico, debido a la contribución de los granos fijados en la E2. Esta diferencia se atenúa cuanto menor es la oferta de recursos por planta del ambiente (por N o densidad)"



H2. "En ambientes de baja densidad de siembra y alta oferta de N, los granos del genotipo prolífico presentaran mayores %Prot y %Ac que los del genotipo no prolífico debido a un mayor calibre de los granos de las E2"

✓ DK3F22 → > %Ac (todas las condiciones)

No se puede asegurar que se deba al aporte de la E2

✓ F/D_{R2-R6} → Principal modulador de %Prot (ambos híbridos)

✓ Proporción granos de diferente calibre → Interacciones múltiples

✓ Las diferencias entre el %Ac y el %Prot → ✗ Variaciones en los % de granos de diferentes calibres

✓ Se rechaza la H2

H3. “En alta densidad de siembra, cambios en la oferta de N no generarán diferencias genotípicas en la composición química de los granos atribuibles al calibre. La existencia de diferencias genotípicas se relacionaría con la distinta F/D_{R2-R6} ”

- ✓ Cambios en el %Prot y %Alm
 - ✓ Cambios en las proporciones de rangos de calibre
- } → Presentaron interacciones múltiples entre los factores estudiados
- } → Asociados a F/D_{R2-R6}
- ✓ Ajuste y pendiente de las relaciones descriptas
 - ↳ DK747 > DK3F22
 - ✓ No se rechaza la *H3*

¡MUCHAS GRACIAS!