

Estrategias de formulación en vacas lecheras de alta producción

Sergio Calsamiglia

Dpt. Ciencia Animal y de los Alimentos

Universidad Autónoma de Barcelona

Elementos

- Almidón

 - ¿Cuánto?

 - ¿Degradable en el rumen o bypass?

- Proteína

- Grasa

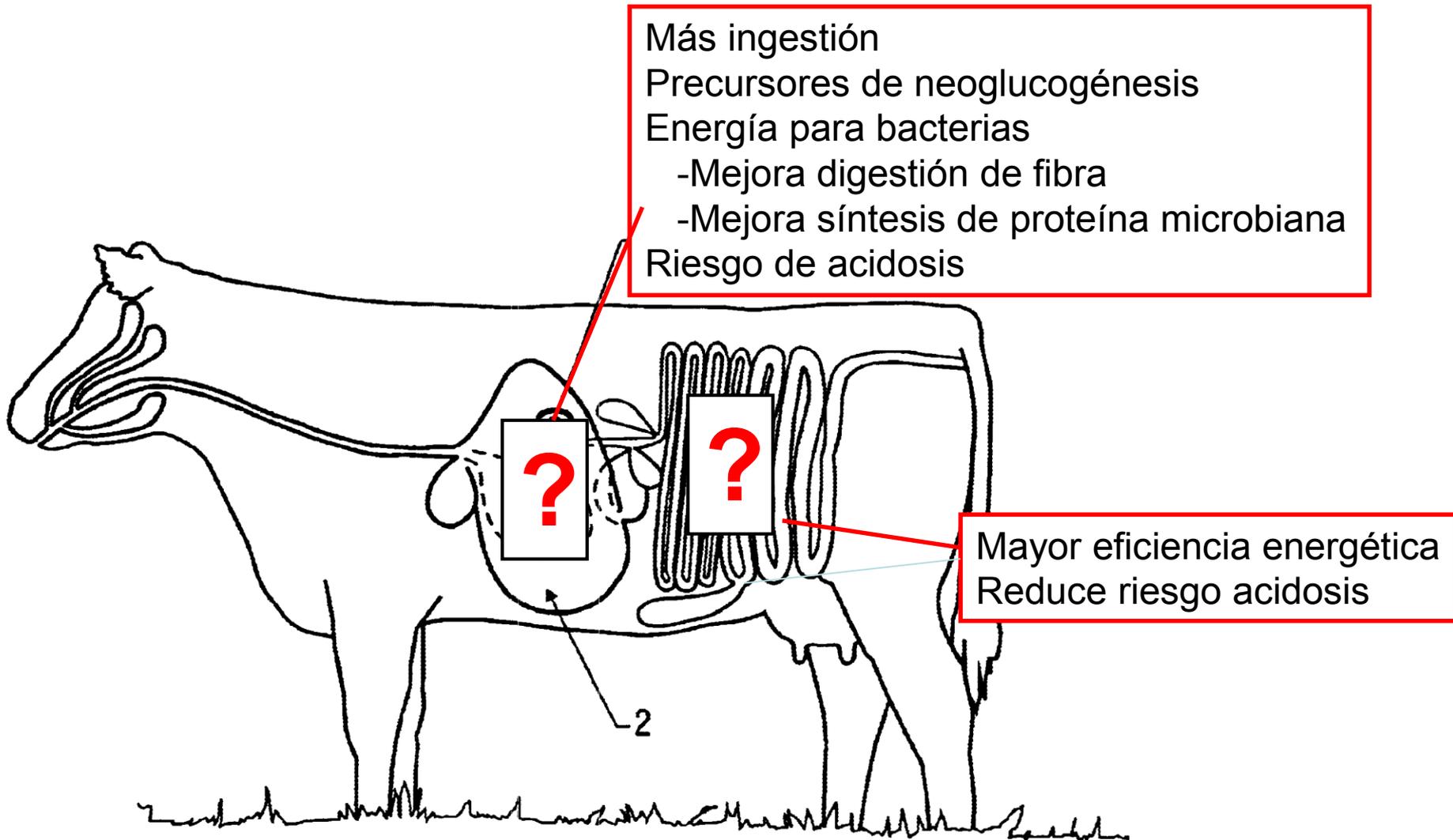
Primeras observaciones

- ¿Cuáles son las recomendaciones?
 - El NRC (2001) no las establece
 - Firkins et al (2001): 28%
 - Bucholtz (2006): 26%
 - Staples (2007): 24-26%
 - Shaver y col. (2008): 27%
- ¿Debe ser degradable en el rumen o bypass?

Cálculo estequiométrico de la eficiencia de uso de glucosa

	Rumen	SI	LI
CH ₄	-105	0	-100
Microbios _(hexosa)	-225	0	-225
Fermentación _(calor)	-50	0	-50
ED Microbiana	+200	0	0
Digestión _(calor)	-2	-6	-2
Transporte	-5	-26	-5
Balance, kcal	+811	+968	+618
	(80%)	(97%)	(62%)

Uso eficiente del almidón



¿Fermentado en el rumen o bypass?

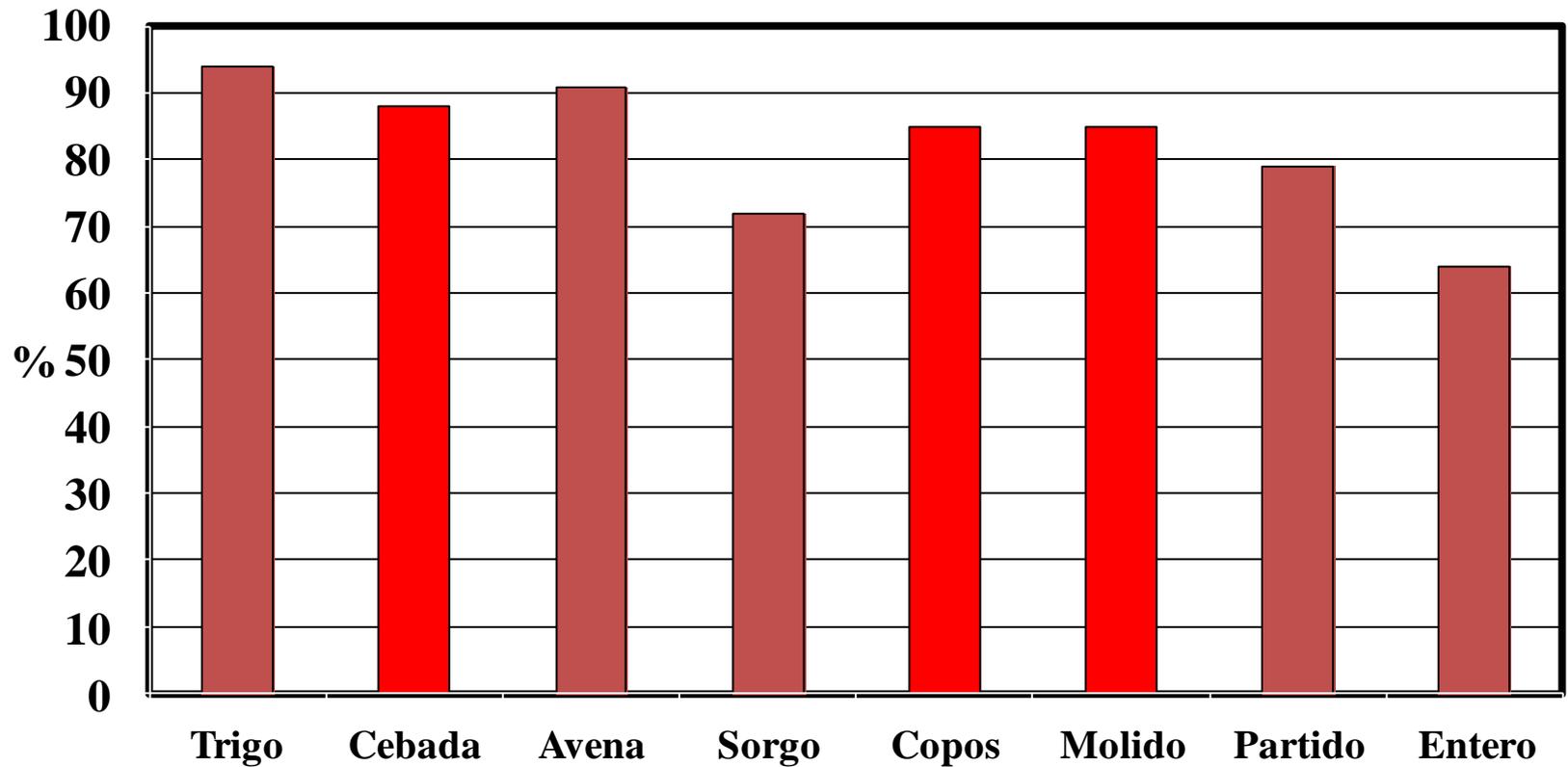
Application of carbohydrase inhibitors to moderate rumen fermentation: Continuous culture evaluation. Speight y col., 2007.

Effects of acarbose on ruminal fermentation, blood metabolites and microbial profile involved in ruminal acidosis in lactating cows fed a high-carbohydrate ration. Blanch y col., 2010.

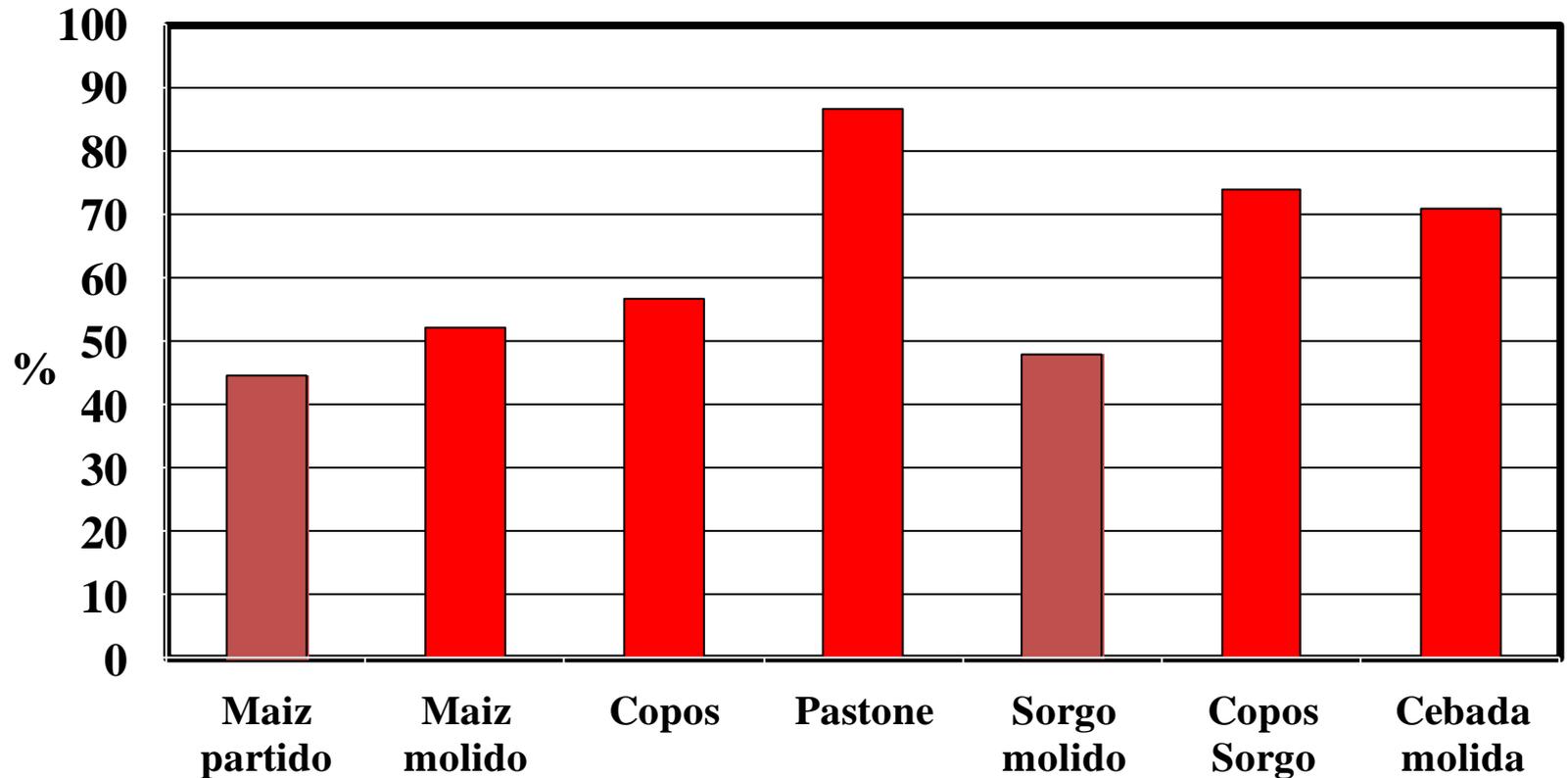
Exogenous amylase enzymes for lactating dairy cows. Klingerman y col., 2008

The effect of an exogenous amylase on performance and total tract digestibility in lactating dairy cows. McCarthy y col., 2011

Almidón degradable en el rumen (teórico)



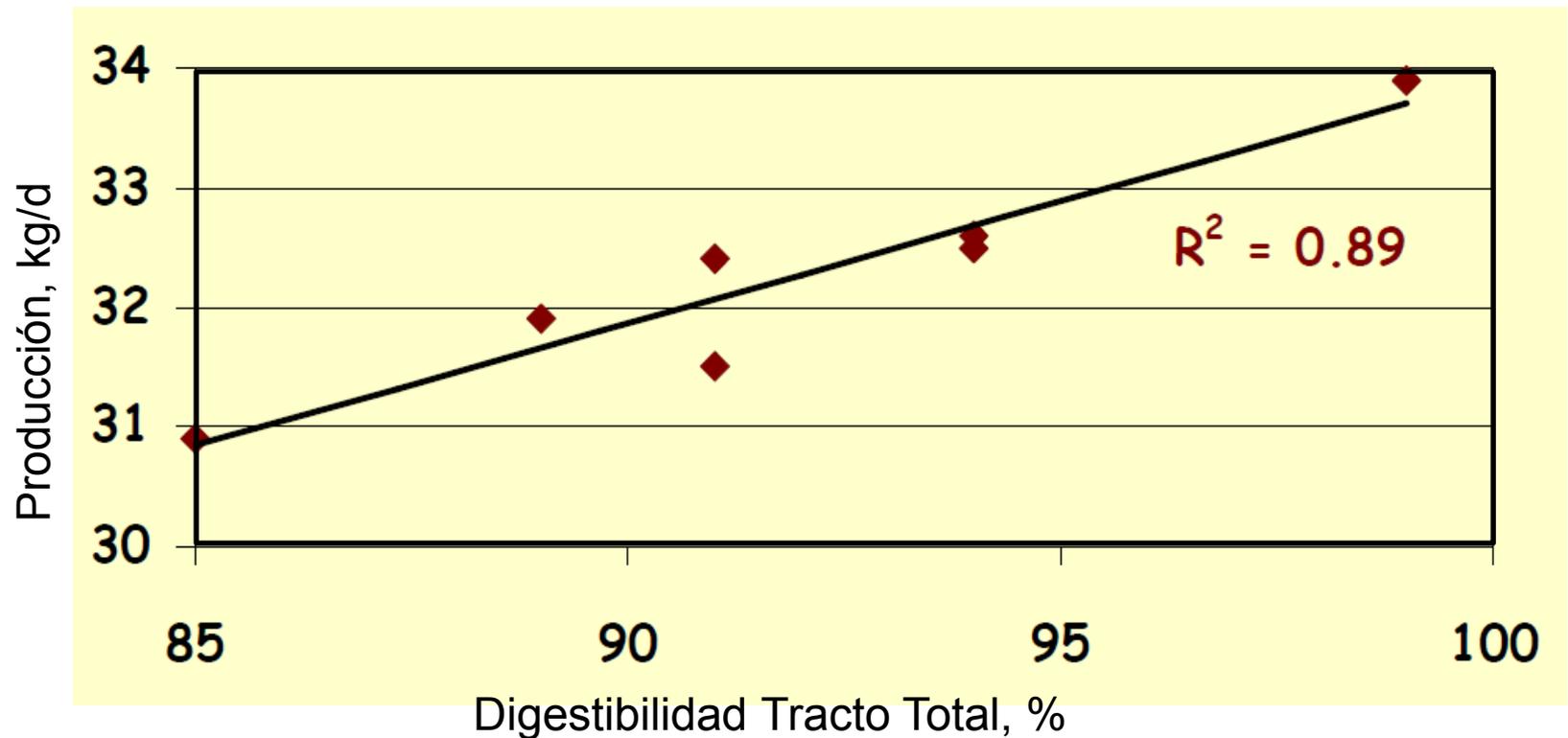
Almidón degradable en el rumen (meta-análisis)



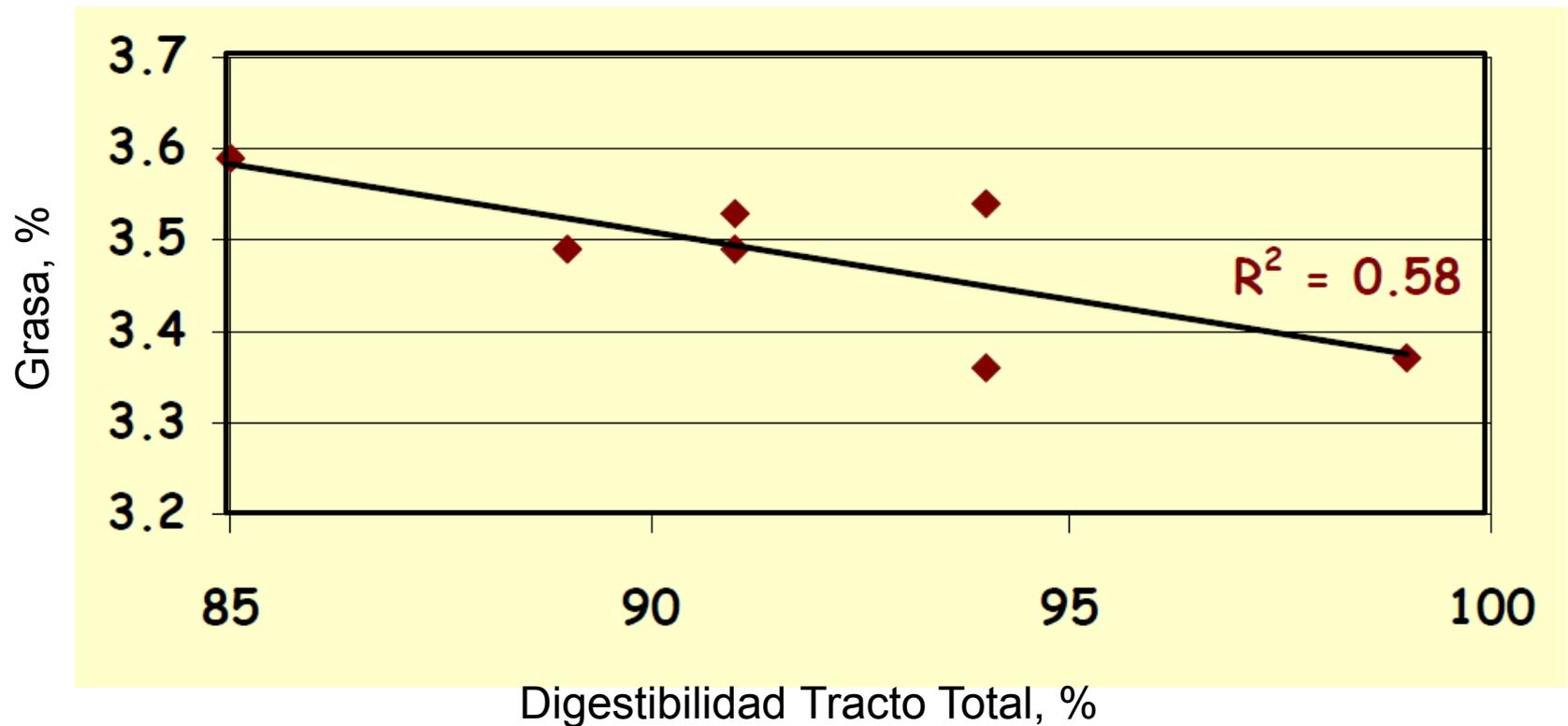
Conclusiones preliminares

- En contexto actual de ingestión y transito, la cantidad de almidón degradado en el rumen es menor de lo teóricamente predicho
- La reducción de energía fermentable en el rumen reduce la síntesis de proteína microbiana y no está claro que se aproveche adecuadamente en el intestino delgado

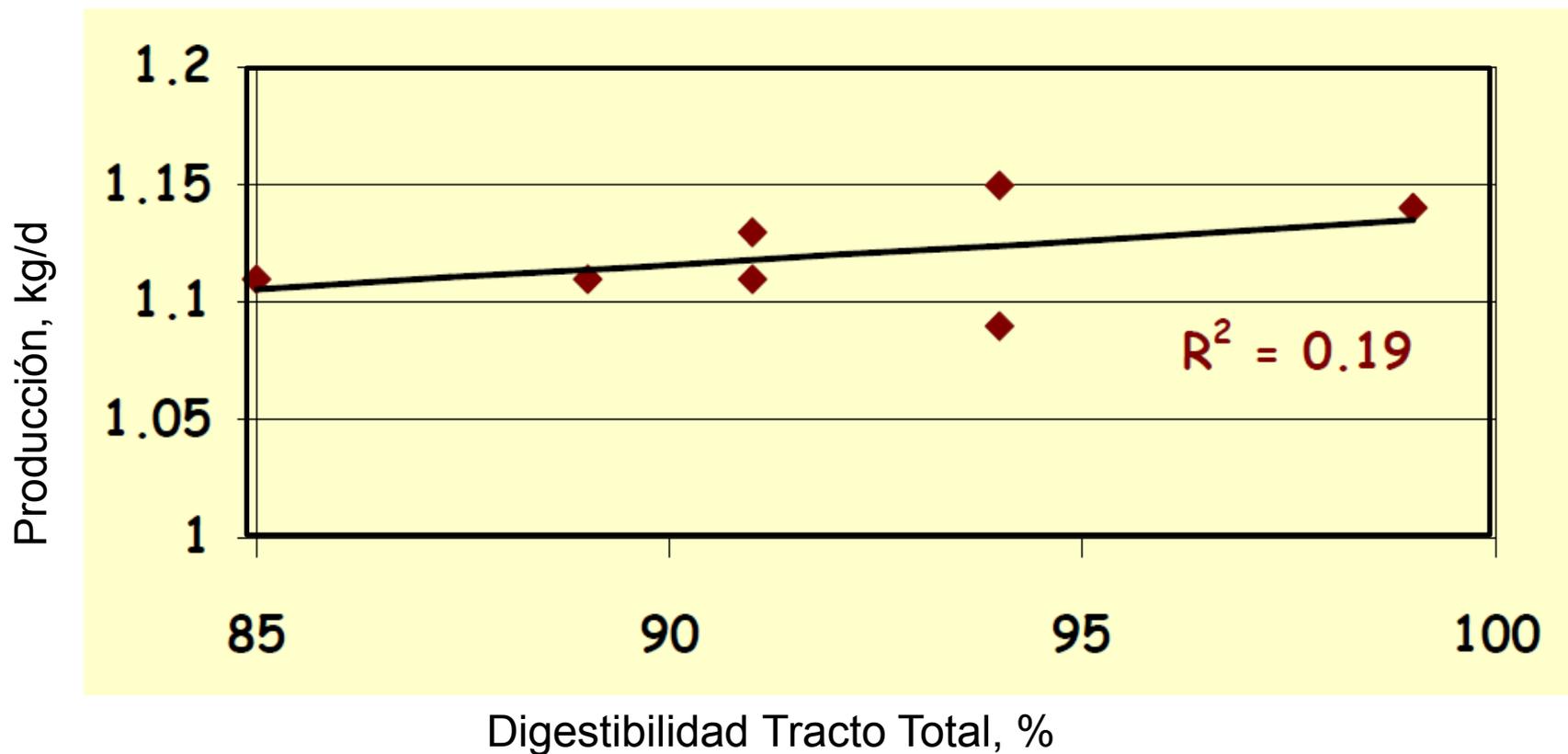
Digestibilidad del almidón y producción



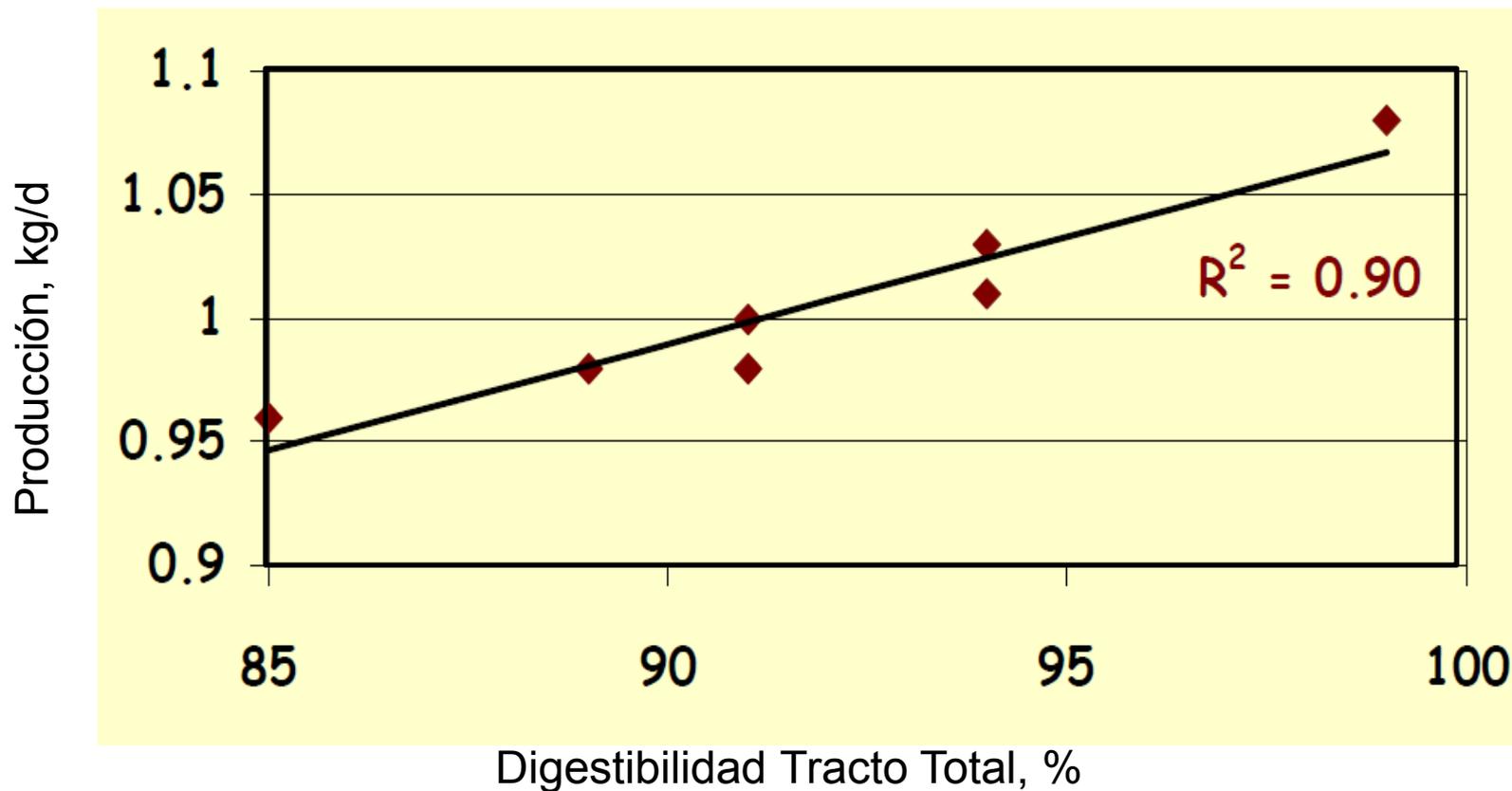
Digestibilidad del almidón y grasa en leche (%)



Digestibilidad del almidón y grasa en leche (kg)

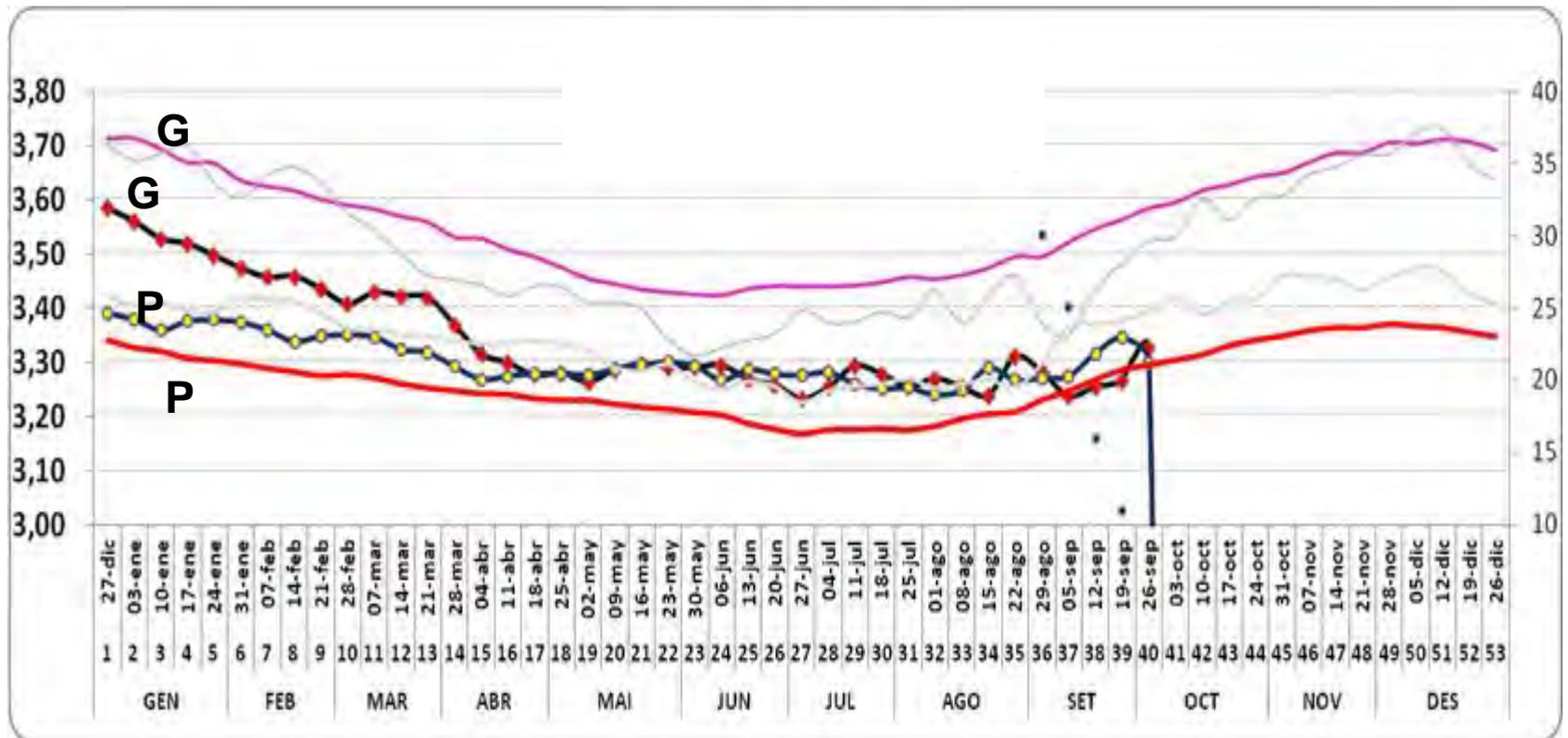


Digestibilidad del almidón y proteína en leche (kg)



Relación grasa:proteína

(Media de 18.000 vacas)



Conclusiones preliminares

- ▣ En contexto actual de ingestión y tránsito, la cantidad de almidón degradado en el rumen es menor de lo teóricamente predicho
- ▣ La reducción de energía fermentable en el rumen reduce la síntesis de proteína microbiana y no está claro que se aproveche adecuadamente en el intestino delgado
- ▣ Los datos sugieren que a más degradable (rumen) y digestible (tracto total), mejor
 - ▣ Procesado de concentrados (molido, copos,...)
 - ▣ Procesado del silo de maíz

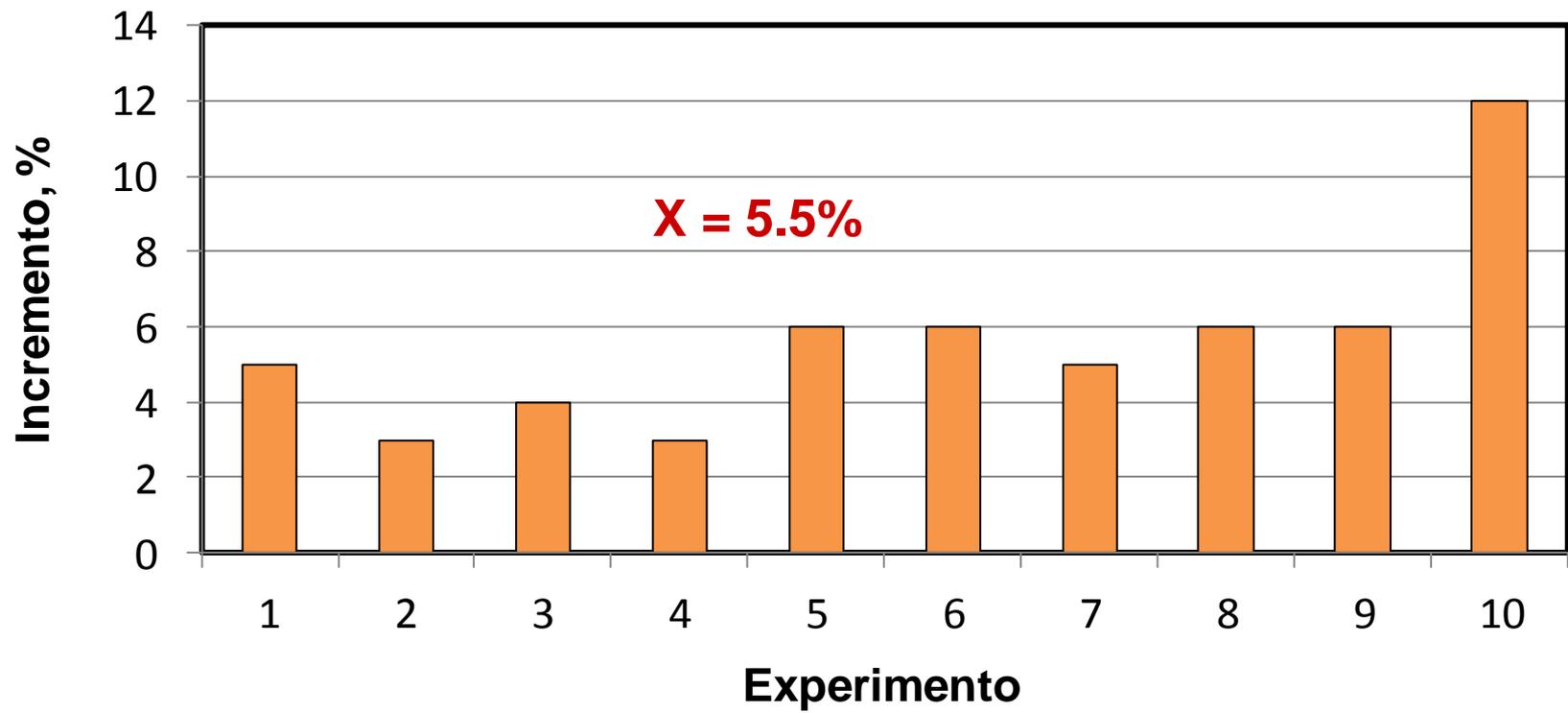
El almidón del silo, una oportunidad

- Una ración de 24 kg de ingestión, 26% almidón aporta 6.24 kg de almidón
- Si la ración aporta 10 kg de materia seca de silo de maíz con un 30% de almidón, el silo aporta 3.0 kg de almidón (48% del total)
- Oportunidades:
 - Mejora de la fermentabilidad del almidón del concentrado (elección del cereal y procesado)
 - Mejora de la fermentabilidad del almidón del silo

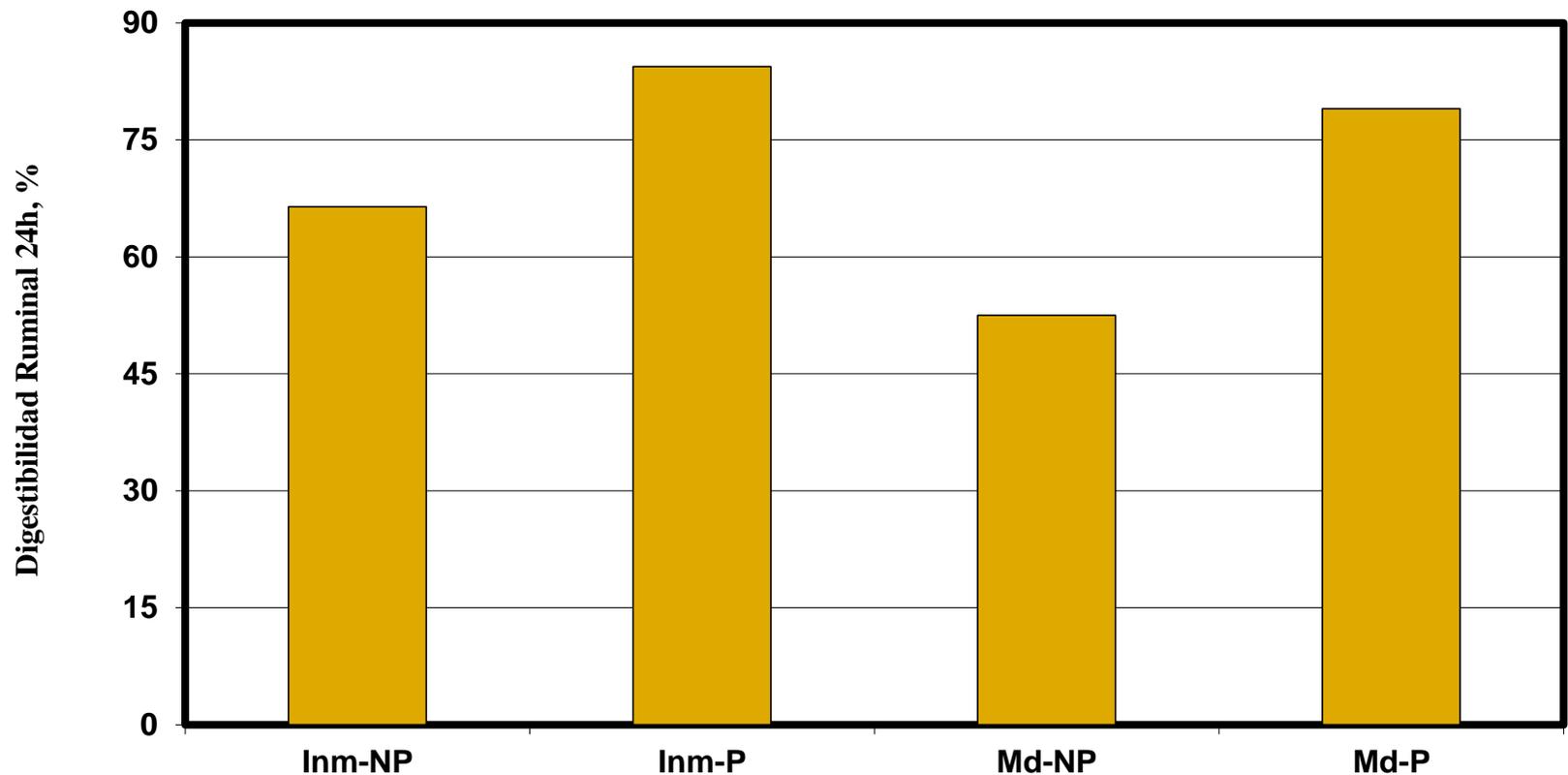
Variabilidad en la degradabilidad del almidón del silo de maíz

- Valores DairyOne de digestibilidad de almidón de silos (in vitro 7-h): 62% (52-72)
- Efectos de la variedad, procesado, época.... sobre digestión almidón

Procesado y degradabilidad del almidón del silo de maíz



Effecto del grado de madurez y procesado sobre la digestibilidad del almidón del silo de maíz



Procesado del grano de maíz, digestibilidad del almidón y producción

	2.5 cm T 2 mm Proc	2.5 cm T 8 mm Proc
IMS	22	22
Leche corregida	38	34
Digestibilidad TT	87 *	75 *

* P < 0.05)

Cooke y Bernard, 2005

Consideraciones sobre el almidón en el silo de maíz

- El procesado mejora la degradabilidad (5,5%)
- El efecto del procesado es más importante en los maíces maduros que en los inmaduros
- La mejora en la degradabilidad puede reducir la necesidad de incorporar cereales en la dieta

Elementos

- Almidón

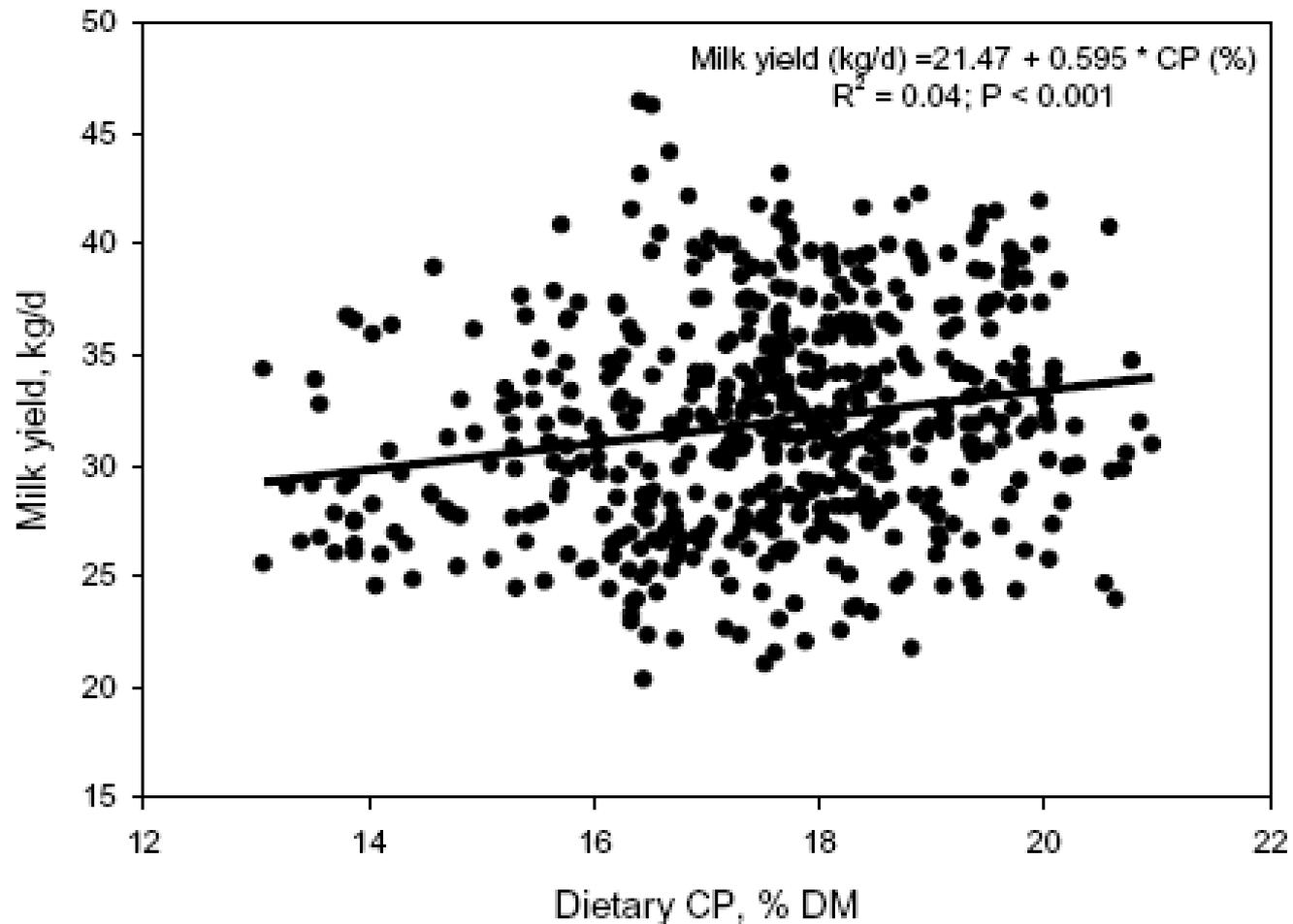
- Proteína**

 - Niveles óptimos**

 - Degradabilidad ruminal**

- Grasa

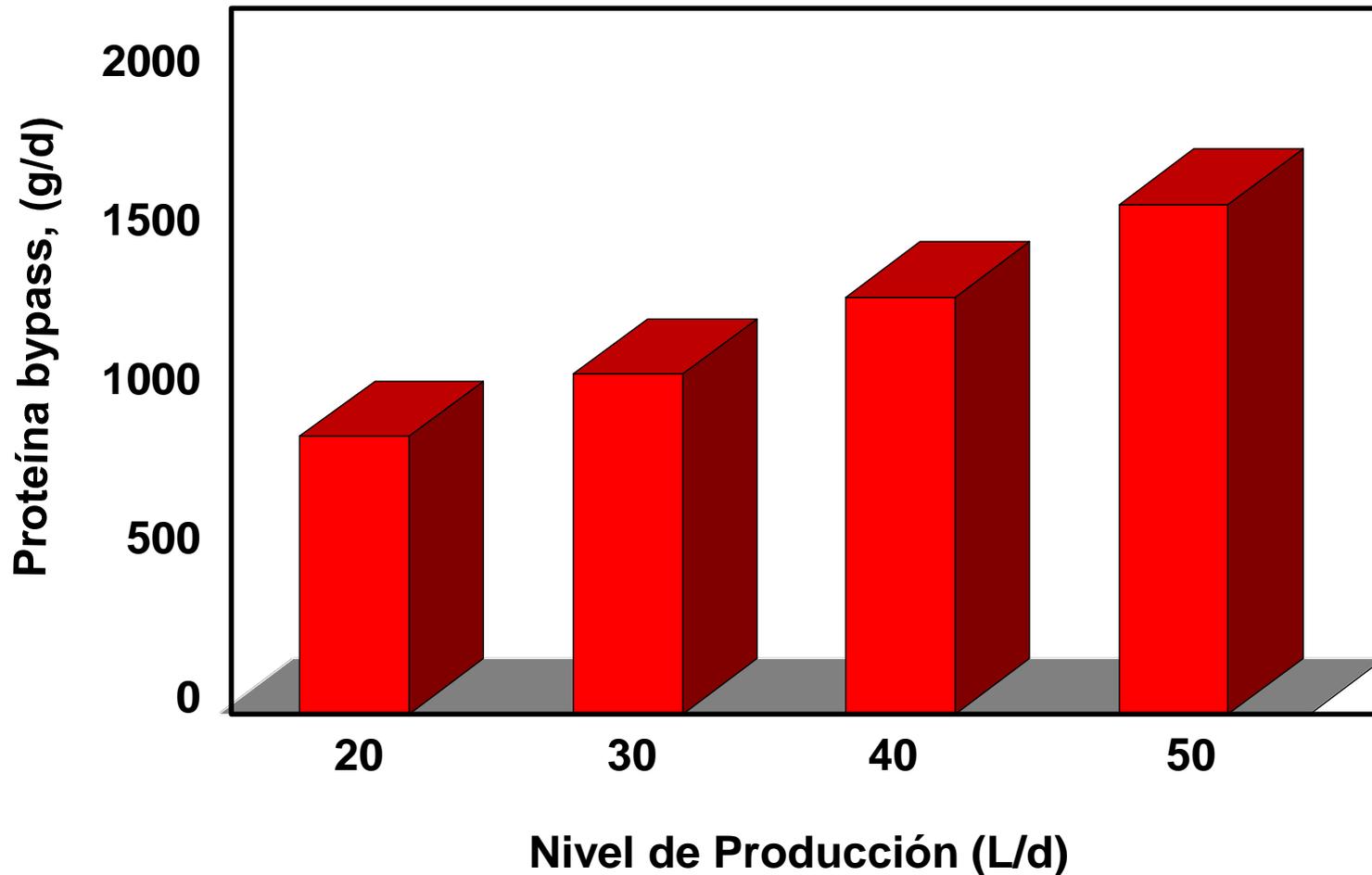
Proteína bruta vs producción



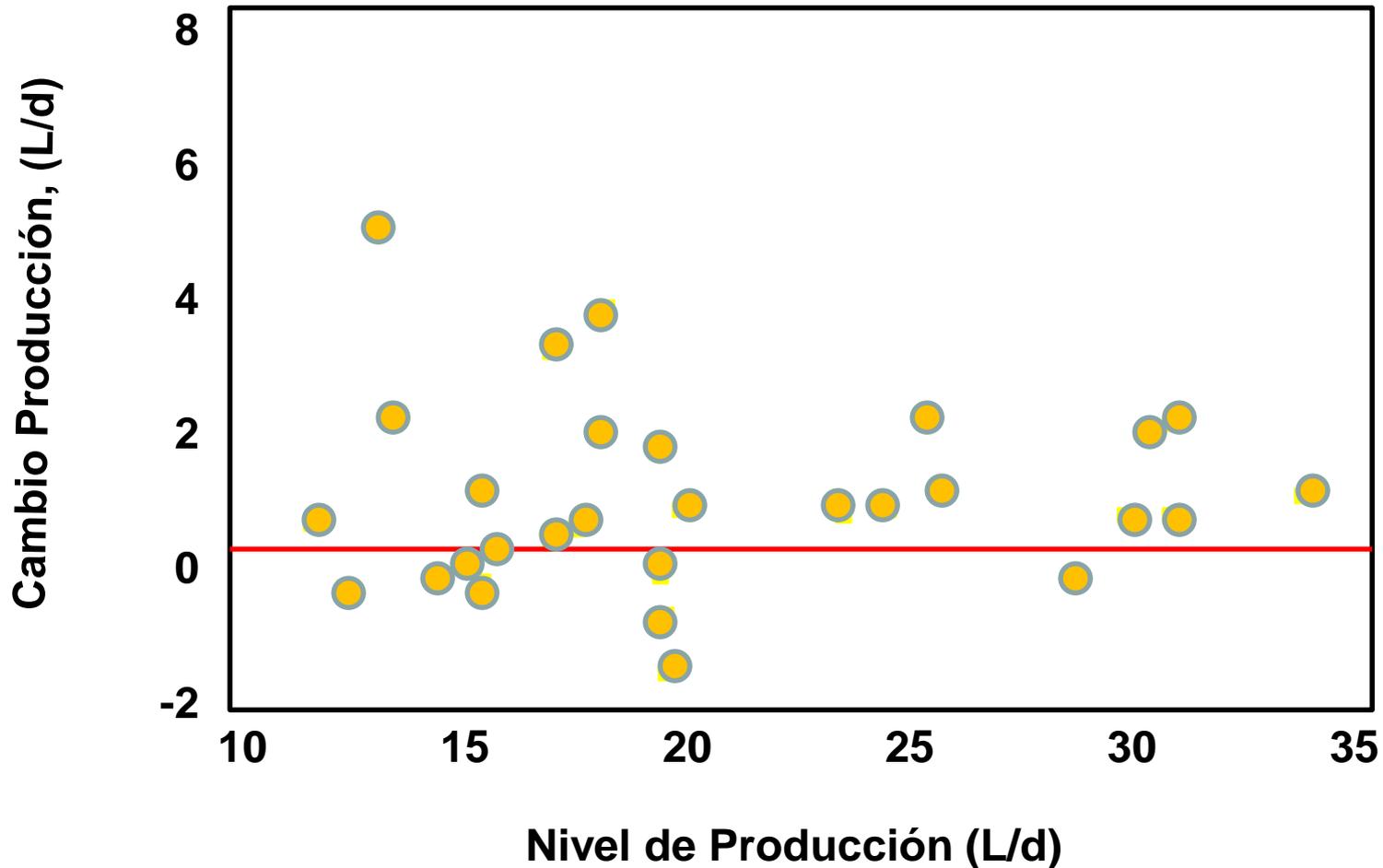
Algunas consideraciones

- Ingestión de 20 kg de MS y raciones con 16 o 18% de proteína bruta:
 - $20 \times 0.17 = 3,4$ kg de proteína bruta
 - $20 \times 0.16 = 3,2$ kg de proteína bruta
- Raciones con 16% de proteína bruta con 20 o 22 kg de ingestión de MS
 - $20 \times 0.16 = 3,2$ kg de proteína bruta
 - $22 \times 0.16 = 3,5$ kg de proteína bruta
- 1 kg de ingestión = 1 punto de proteína
- La variación en la ingestión es ± 4 kg

Necesidades de proteína no degradable



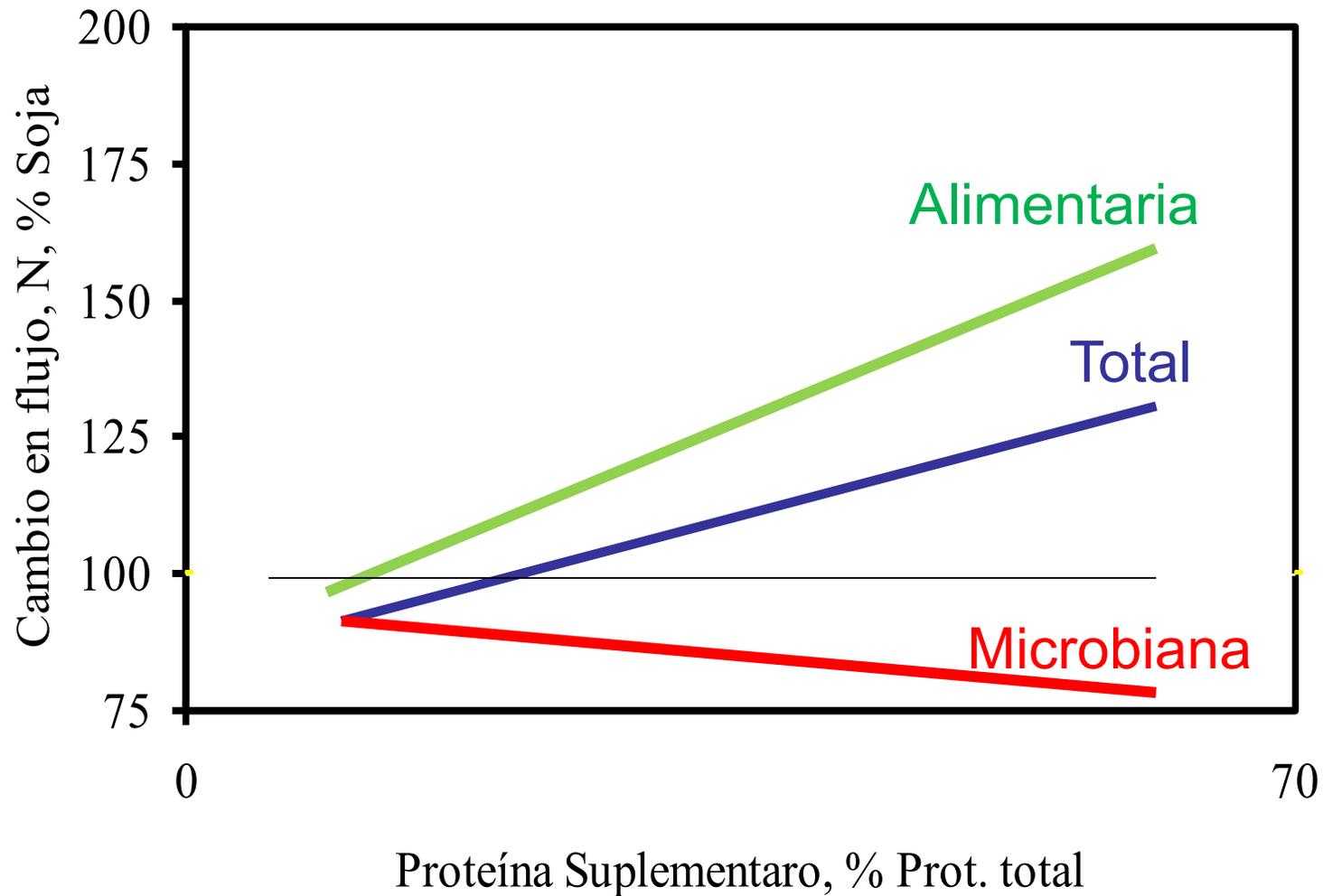
Infusión de caseína en el duodeno y respuesta productiva



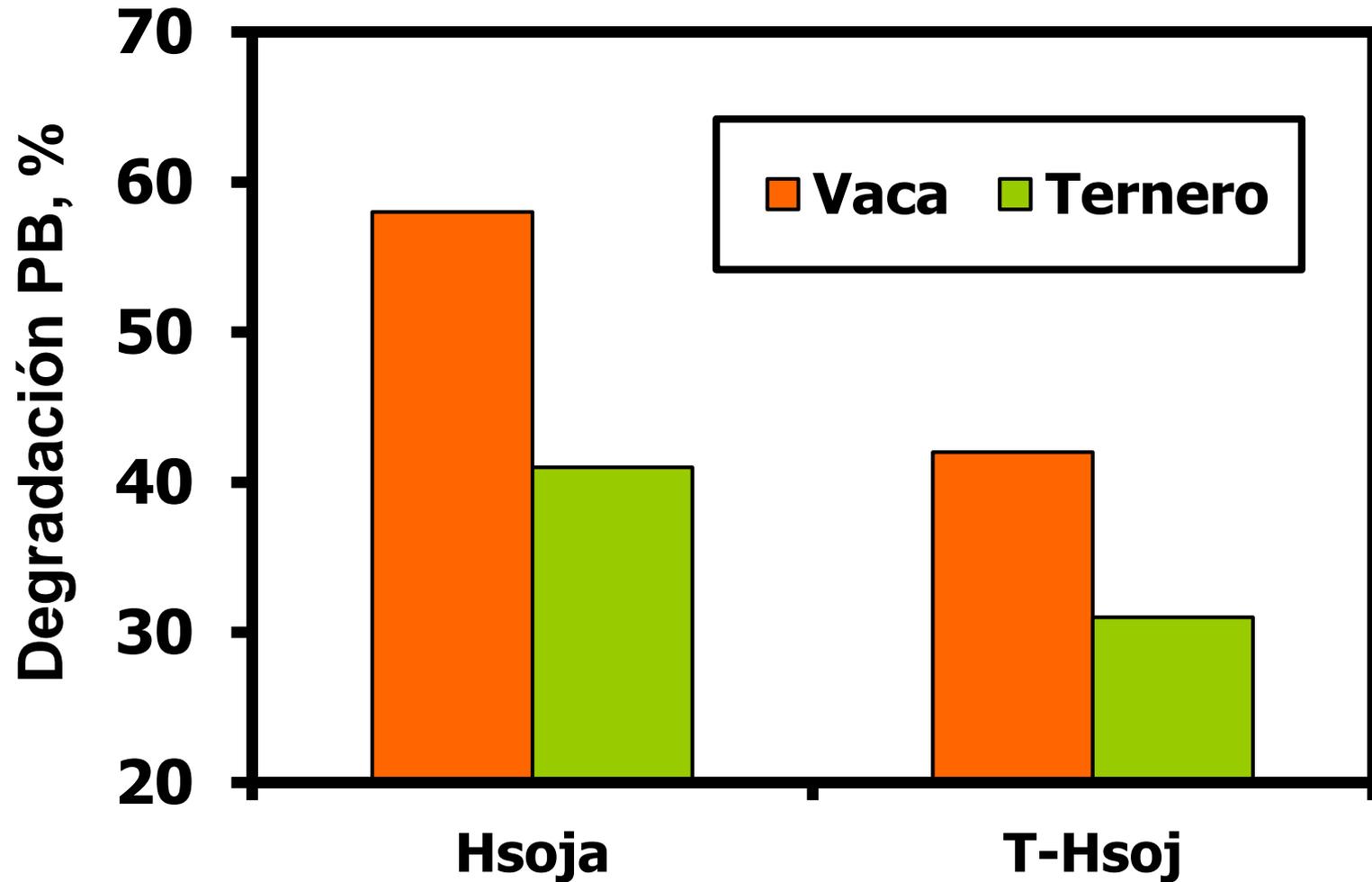
Valores de RUP (% PB) en función de la ingestión de MS

Ingrediente	2% PV	4% PV	
Silo Maíz	33	35	
Heno Alfalfa	18	19	
Harina Maíz	37	47	+10
Harina Soja-48	31	43	+12
Granos de destilería	42	50	+8
Soja entera-tratada	29	39	+10

Proteína bypass y flujo de proteína



Ración base y degradación de la PB in situ



Elementos

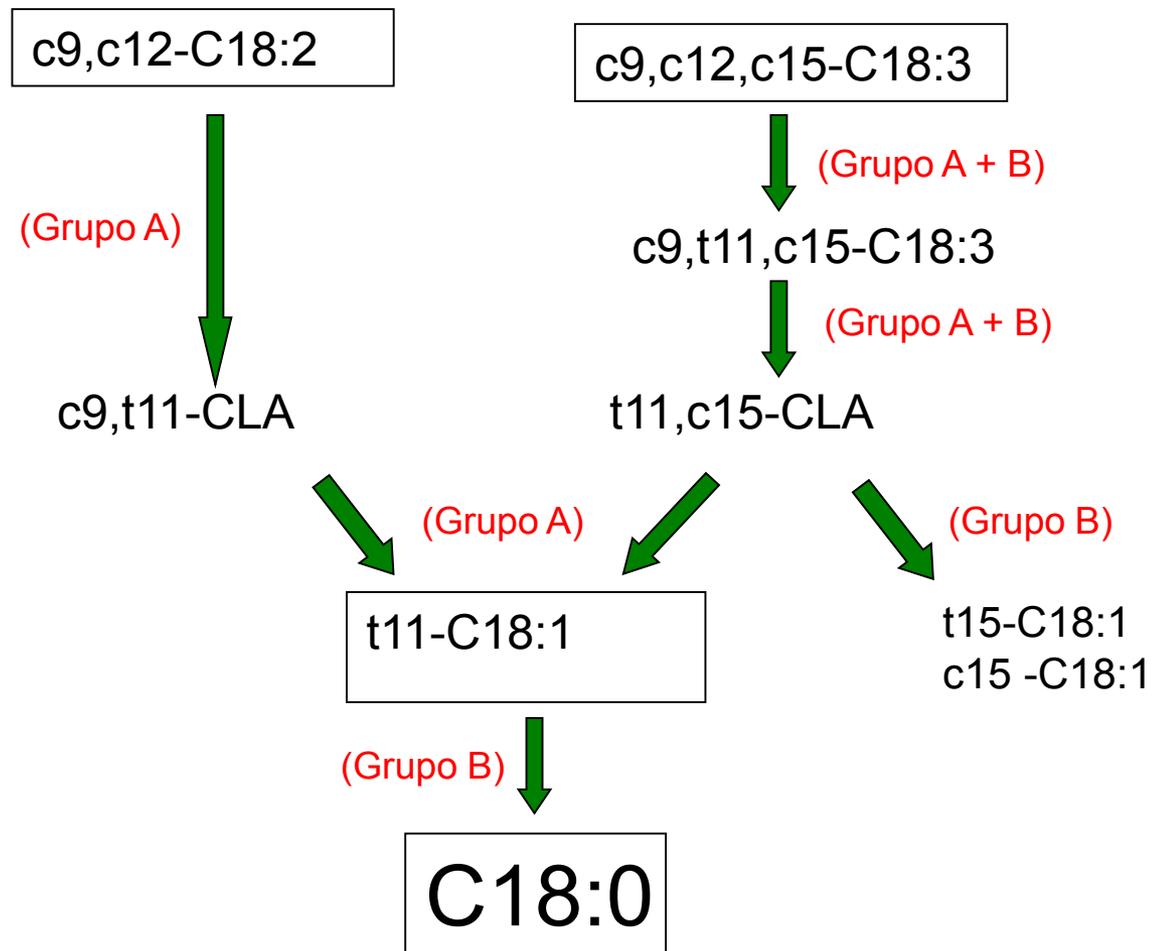
- Almidón
- Proteína
- **Grasa**

Modificaciones del NRC (2001)

- Implementación del efecto del nivel de saturación y digestibilidad intestinal en la valoración energética
- Efecto negativo del aporte total de grasa sobre la utilización de la energía (-2% digestibilidad cada 100 g de grasa adicional)
- Efecto negativo de las grasas sobre la ingestión
- Efecto negativo sobre el contenido en grasa y proteína

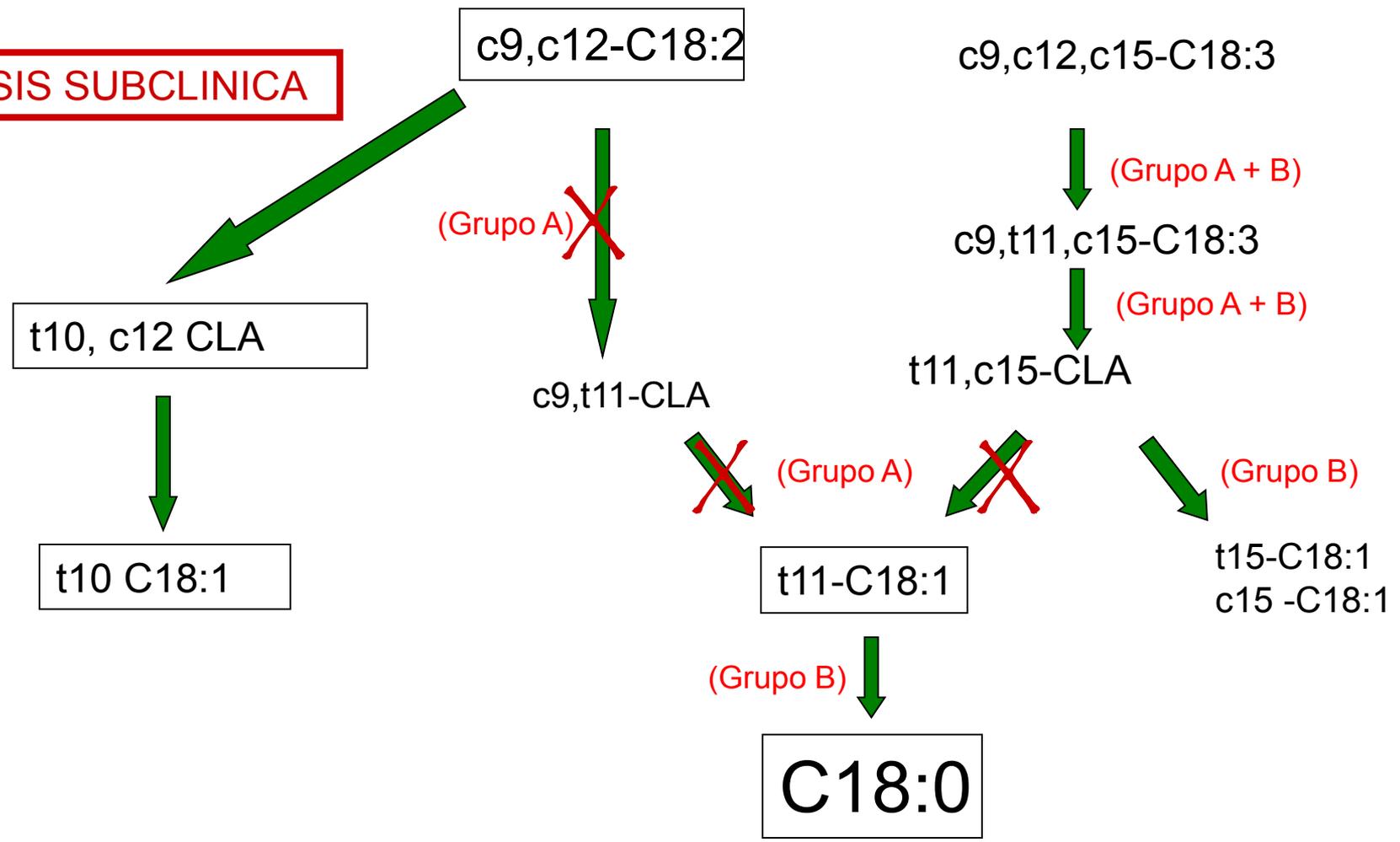
6% → 4-5%

Biohidrogenación normal

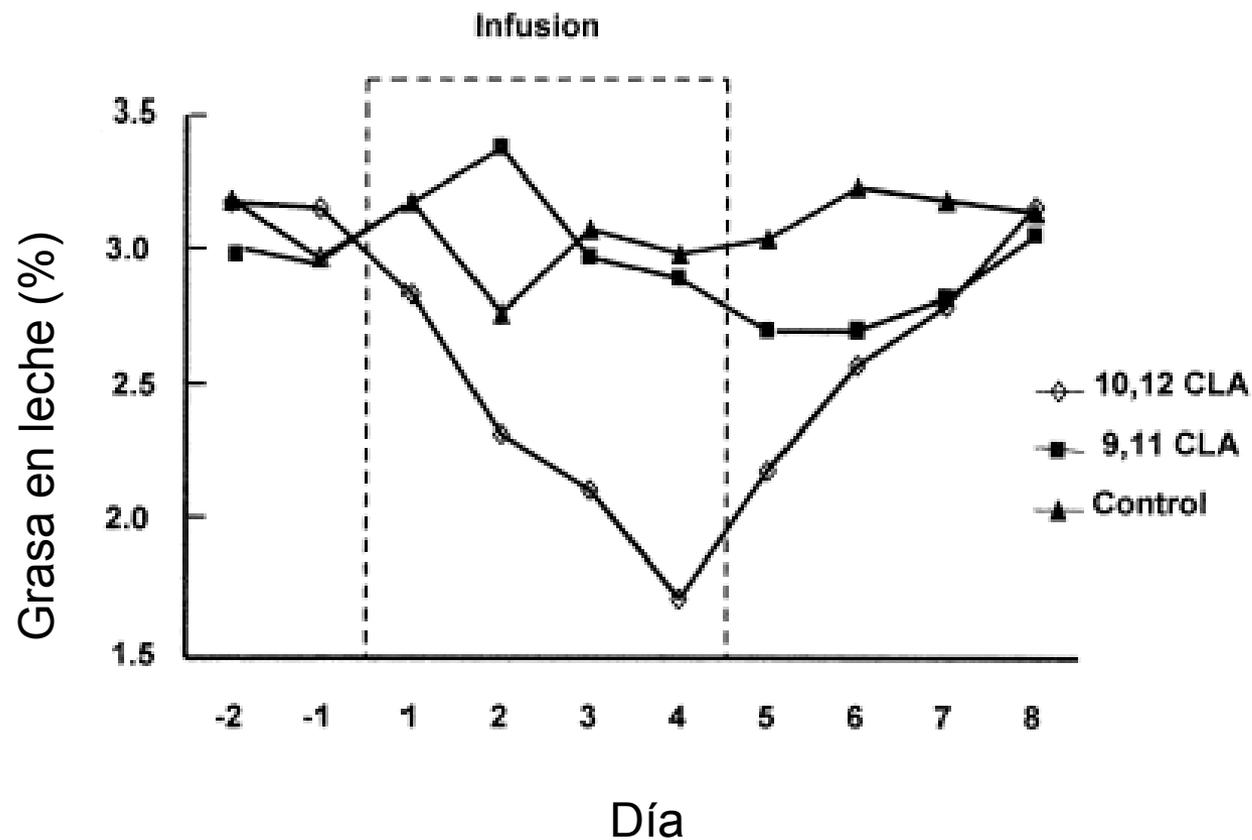


Biohidrogenación alternativa

ACIDOSIS SUBCLINICA



Efecto de los ácidos grasos *trans*-10



Límites máximos de AGPI

- Aunque las estimaciones son sólo estimaciones, se recomienda poner el límite en 450 g/d de AGPI como nivel de riesgo que, combinado con el riesgo de acidosis, puede “advertir” del nivel de riesgo

Conclusiones

- Niveles máximos de almidón del 26-28%
- Cuanto más degradable en el rumen (molido fino o copos), mayor la respuesta productiva
- El límite de cantidad y procesado lo determina el riesgo de acidosis
- El procesado del grano del silo de maíz es una gran oportunidad

Conclusiones

- Los niveles de proteína son muy sensibles al nivel de ingestión
- La necesidad de proteína no degradable en raciones de alta producción son muy cuestionables
- En algunos casos, la limitación de proteína degradable en el rumen puede ser tan problemática como la proteína no degradable

Conclusiones

- Las recomendaciones (asumidas ya) del NRC (2001) apuntan a niveles inferiores de grasa
- La incorporación de un límite a los AGPU que limiten la formación de *AG-trans-10* supone un índice más en el proceso de formulación de raciones.