

Factores críticos de salud gastrointestinal: desde la Becerra hasta la vaca lactante

G.B. Penner, PhD

Professor

Department of Animal and Poultry Science

University of Saskatchewan

Roles Críticos de un tracto gastrointestinal sano

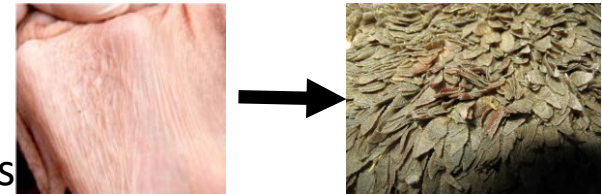
- Absorción y secreción

- Digestión de alimentos
- Pasaje de Digesta
- Regular pH luminal
- Absorción de Nutrientes
- Reciclaje de Urea



- Barrera

- Primer brazo de la respuesta inmune
- Previene translocación de patógenos y antígenos
 - Intrínseco, extrínseco, inmunológico (Jutfeft, 2011)



- Comunicación

- Facilita comunicación-cruzada entre huésped y microbiota
- Sensación y señalización de Nutrientes
 - Péptidos Intestinales (ghrelin, GIP, GLP1, GLP2, PYY, etc.)

Calostro es esencial para impulsar el desarrollo TGI

■ Nutrientes Esenciales para Desarrollo gastrointestinal (e.g. IGF-I, and IGF-II, oligosacaridos, bacteria)

- Función Absorbente – área de superficie y actividad **SGLT1**
- Programación celular Inmune
- Desarrollo Post-natal del TGI
- Metabolismo Post-absorptivo –respuesta a la insulina



■ Nutrientes Esenciales/Estimulatorios/ factores inhibitorios para establecimiento del microbioma

Table 1. Villus circumferences, areas, and heights and crypt depths in duodenum and proximal, mid-, and distal jejunum in neonatal calves fed either colostrum or formula after birth for 4 d¹

Trait	Diet		SEM	ANOVA <i>P</i> -value		
	Colostrum	Formula		Diet	Gut segment	Diet × segment
Villus circumference, μm						
Duodenum	1,384 ^b	1,341 ^b	23	0.05	0.001	0.6
Proximal jejunum	1,553 ^a	1,464 ^{ab}	23			
Mid-jejunum	1,594 ^a	1,493 ^a	23			
Distal jejunum	1,594 ^a	1,559 ^a	23			
Villus area, μm^2						
Duodenum	66,647 ^b	63,434 ^b	1,252	0.01	0.001	0.7
Proximal jejunum	76,552 ^a	70,893 ^{ab}	1,252			
Mid-jejunum	79,710 ^a	72,873 ^a	1,252			
Distal jejunum	74,023 ^{ab}	70,476 ^{ab}	1,252			
Villus height, μm						
Duodenum	575 ^{ab}	556	14	0.01	0.01	0.08
Proximal jejunum	593 ^{ab}	512	14			
Mid-jejunum	654 ^a	554 [*]	14			
Distal jejunum	561 ^b	528	14			
Crypt depth, μm						
Duodenum	226 ^{a,b}	255 ^{a*}	4.4	0.001	0.001	0.5
Proximal jejunum	230 ^a	243 ^a	4.4			
Mid-jejunum	196 ^b	215 ^b	4.4			
Distal jejunum	235 ^a	247 ^a	4.4			
Villus height/crypt depth						
Duodenum	2.56 ^b	2.21	0.09	0.001	0.001	0.16
Proximal jejunum	2.6 ^b	2.11	0.09			
Mid-jejunum	3.35 ^a	2.59 [*]	0.09			
Distal jejunum	2.41 ^b	2.14	0.09			

^{a,b}Least squares means within a column with different lowercase letters are different ($P < 0.05$) among gut segments.

¹Values are LSM, $n = 7$ per group.

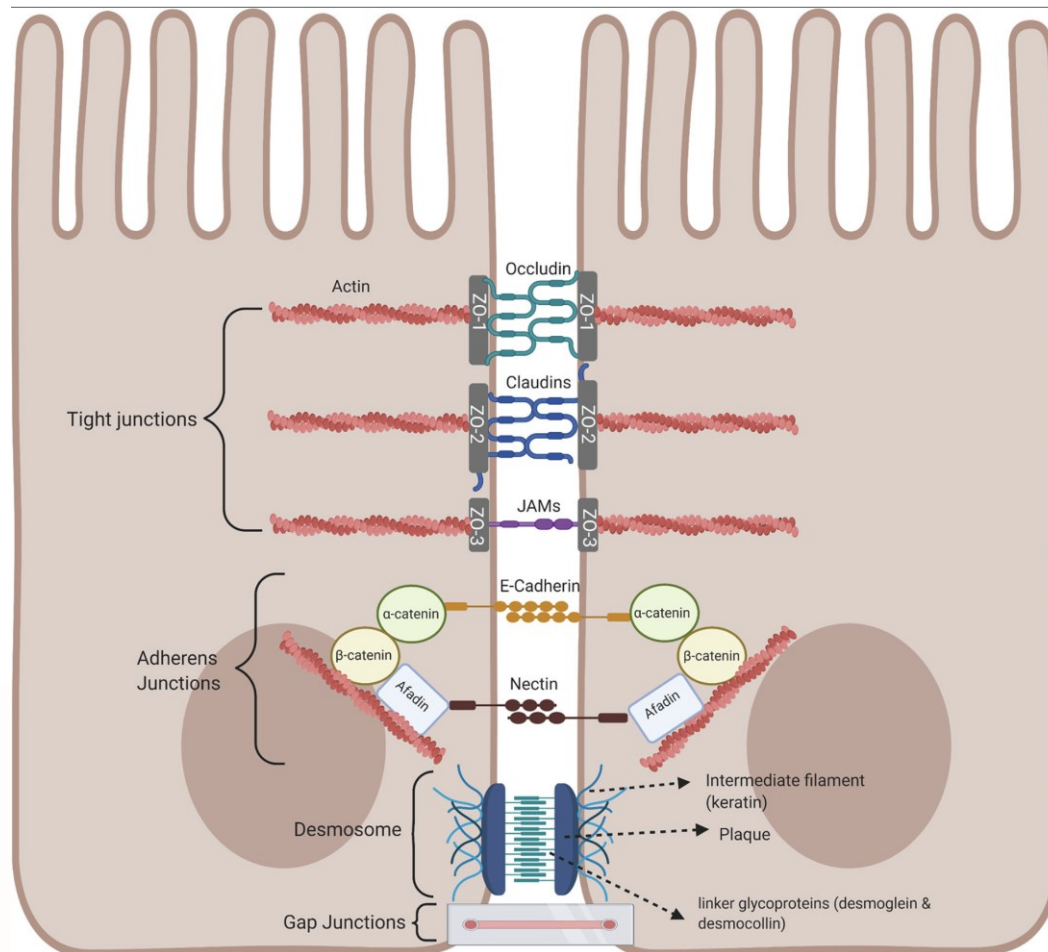
^{*}Least squares means between colostrum- and formula-fed calves (within a row) differ ($P < 0.05$).

Alimentación retrasada altera estructura intestinal

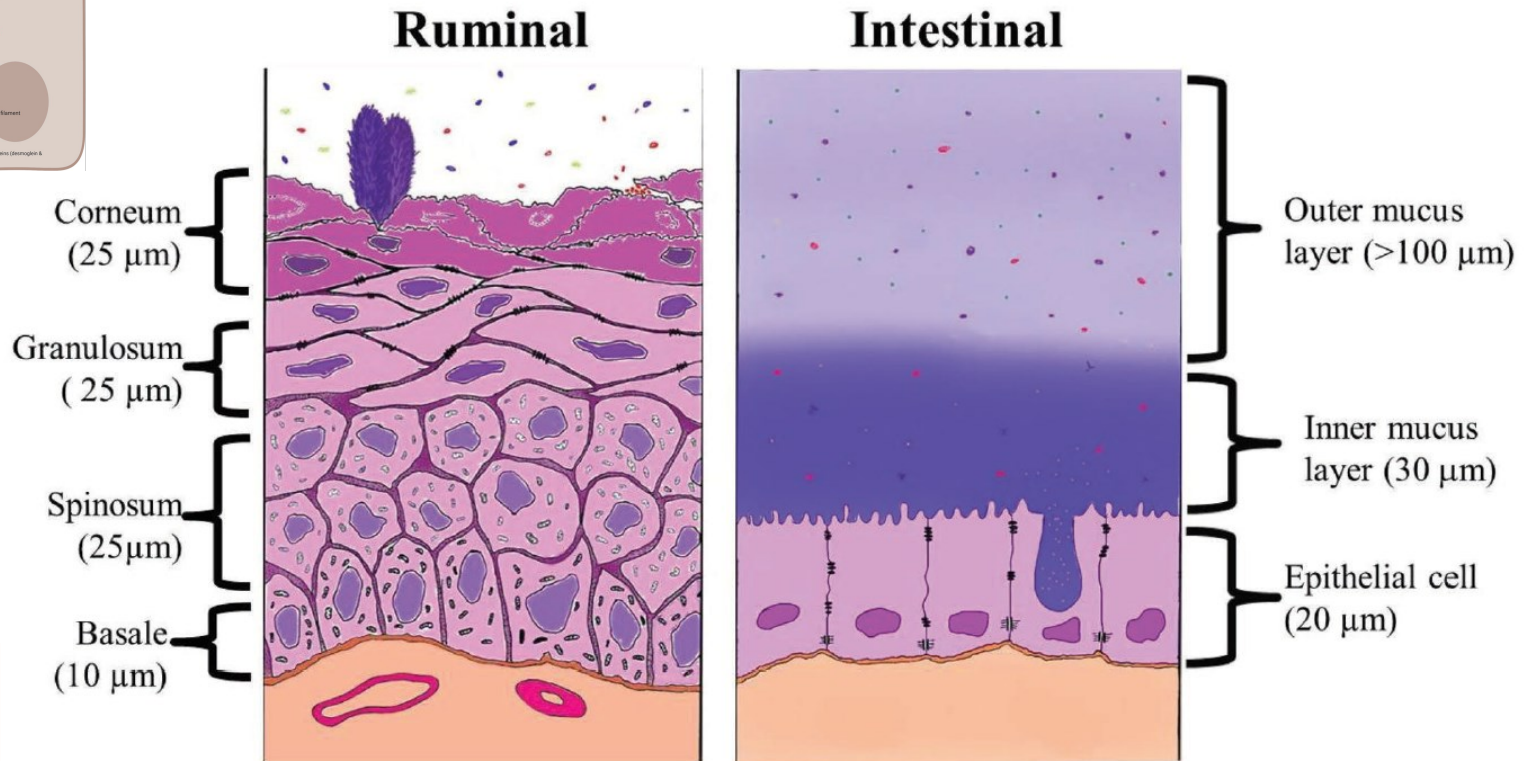
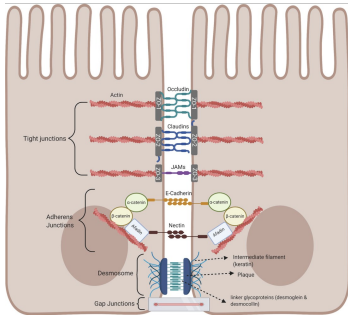


En humanos, traslocación bacterial no ocurre sin traumas severos a nivel intestinal
trauma

Función de Barrera: complejos de unión

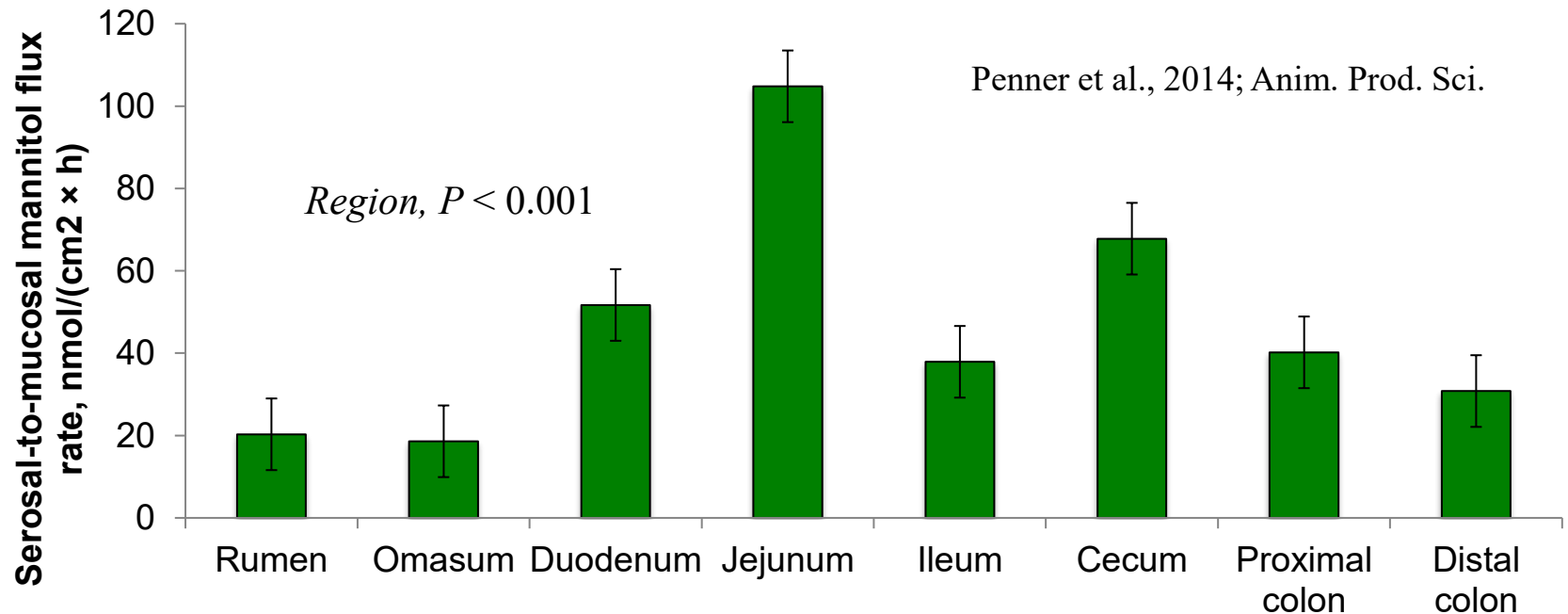


Función de Barrera: complejos de unión

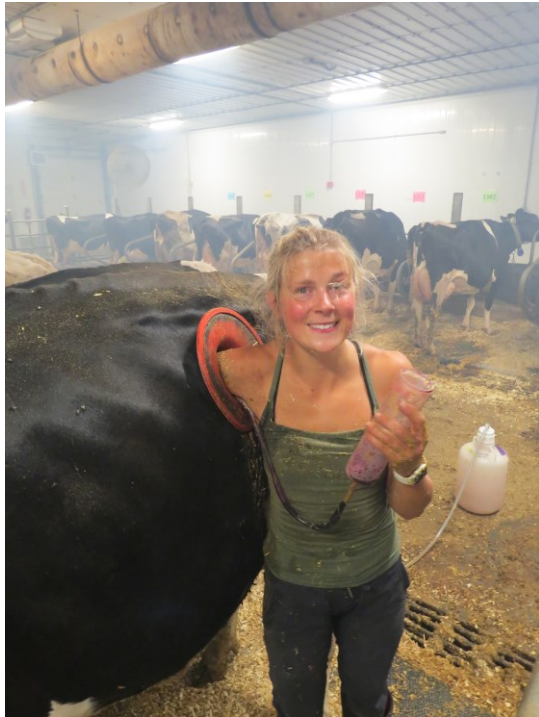


Permeabilidad difiere a lo largo del TGI

Mayor flujo = más permeable



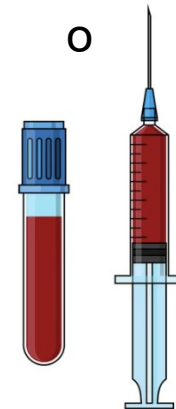
Medición de permeabilidad en vivo



Omasal Cobalt-EDTA



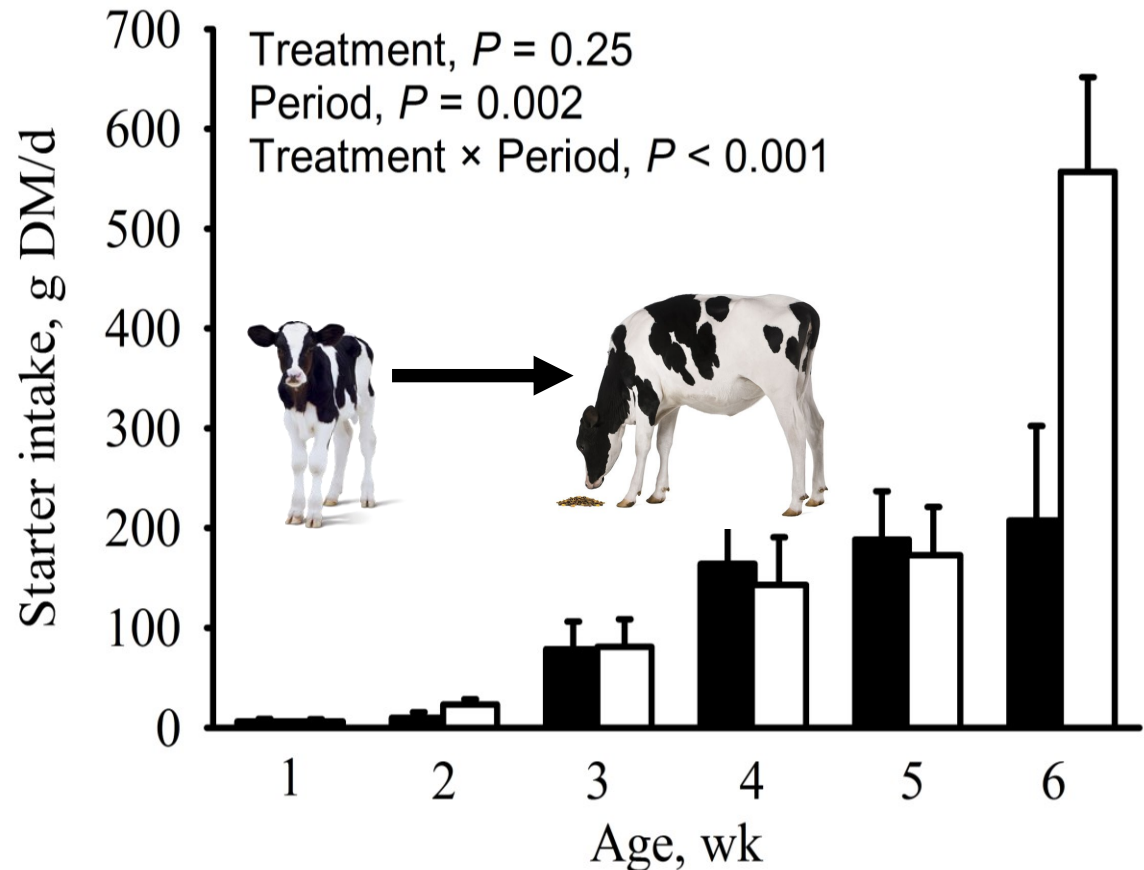
Ruminal Chromium-EDTA



Destete compromete función de barrera de todo el tracto

- 14 becerros Holstein recién nacidos
- Destetados al d 42 después de un programa de 7-d disminución escalonada vs. no destetados

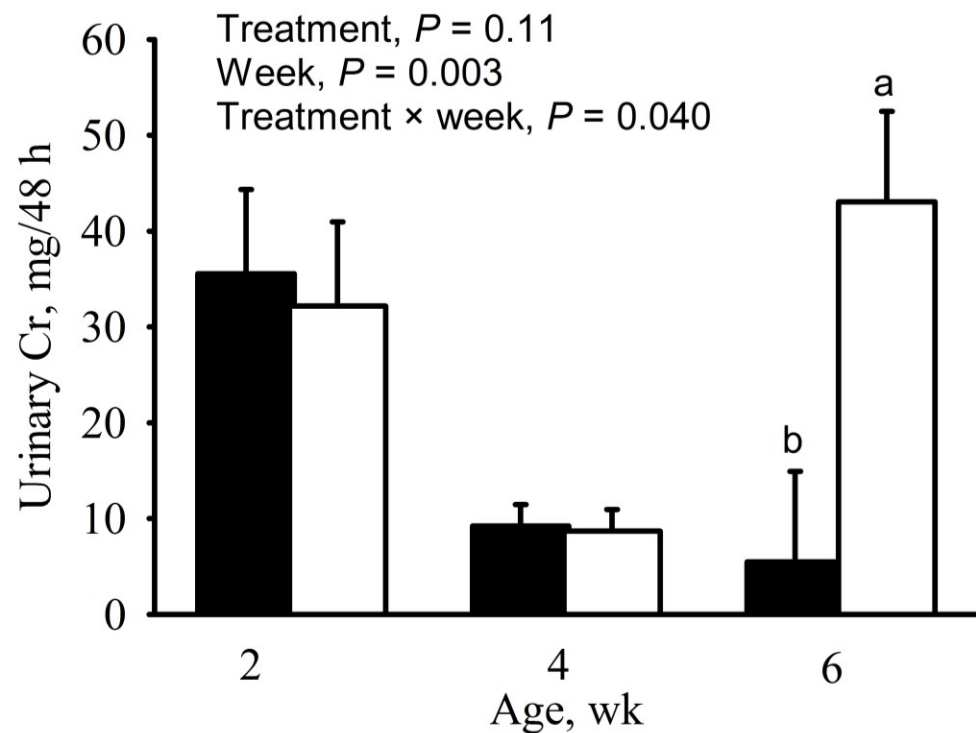
■ No Destetados
□ Destetados



Destete compromete función de barrera de todo el tracto

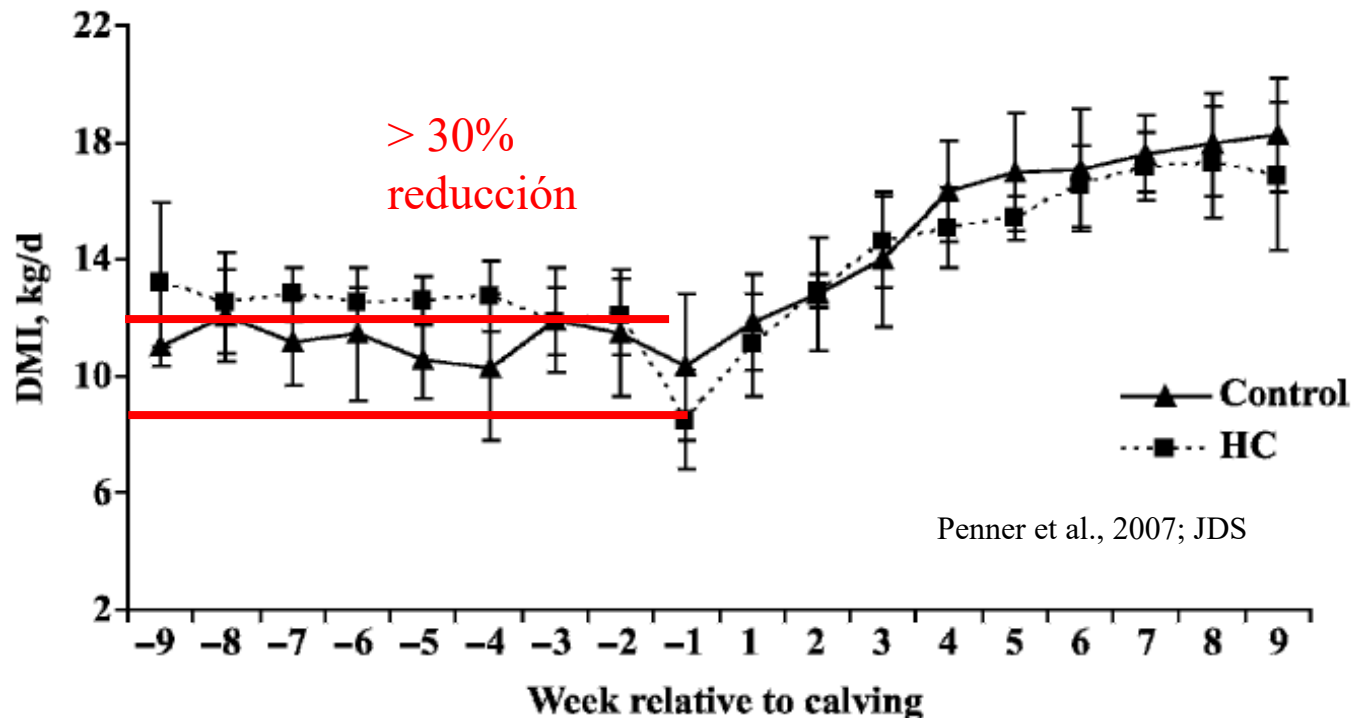
- 14 becerros Holstein recién nacidos
- Destetados al d 42 después de un programa de 7-d disminución escalonada vs. no destetados
- Cr-EDTA usado como indicador de función de barrera

Mayor Cr urinario = función de barrera reducida



Eventos transitorios relacionados a privación de alimento afectan función del TGI

- Estrés calórico (Beede and Collier 1986, West 2003)
- Parto

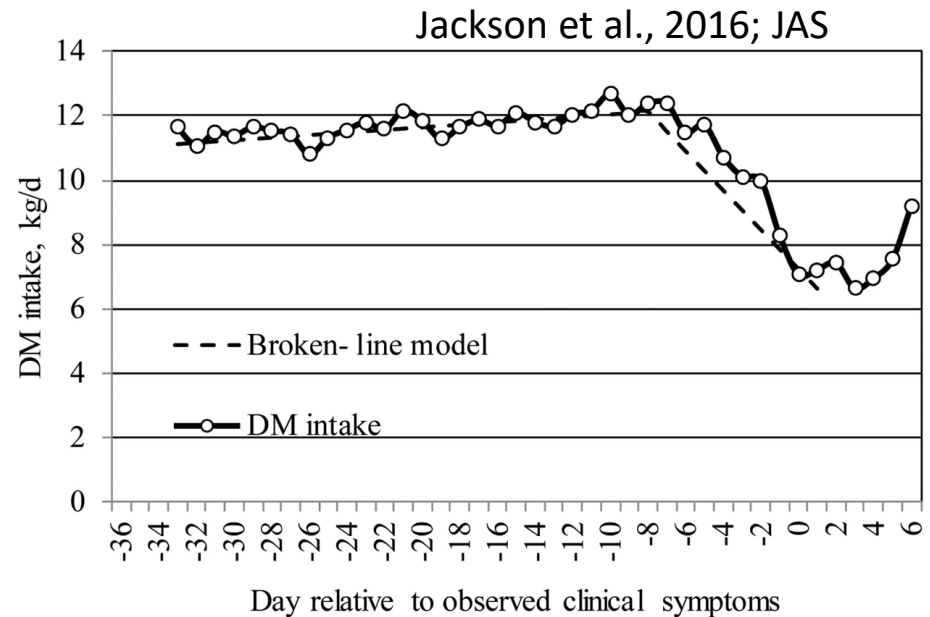


- Depresión promedio en CMS = 33%
- 88% de la reducción en la ultima semana antes del parto

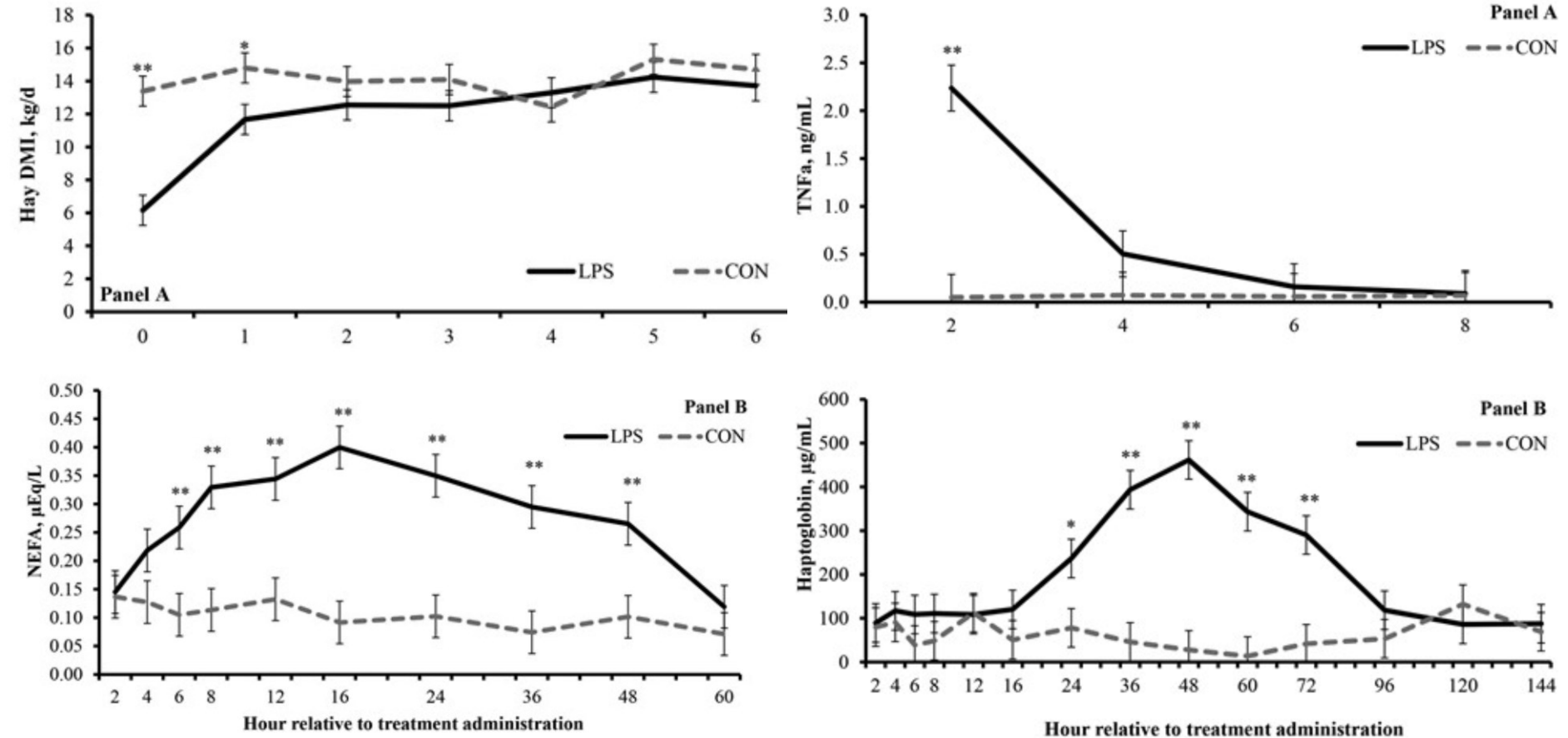
Hayirli et al., 2002; JDS

Eventos transitorios relacionados a privación de alimento afectan función del TGI

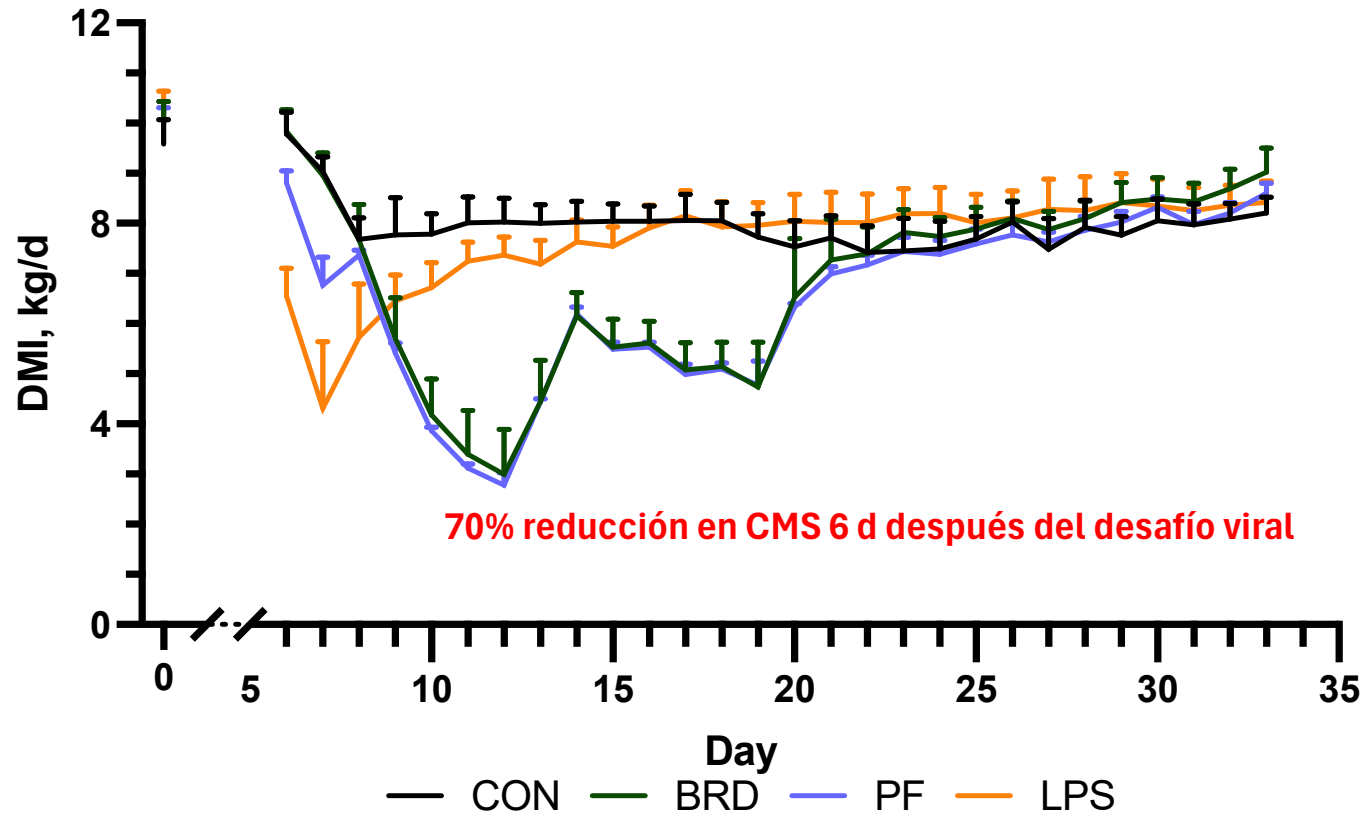
- Estrés calórico (Beede and Collier 1986, West 2003)
- Parto
- Desórdenes de la Transición
 - Cetosis
 - Desplazamiento de abomaso
 - Metritis
- Mastitis
- Enfermedad Respiratoria



Estado de la Enfermedad induce inflamación sistémica y disminuye CMS

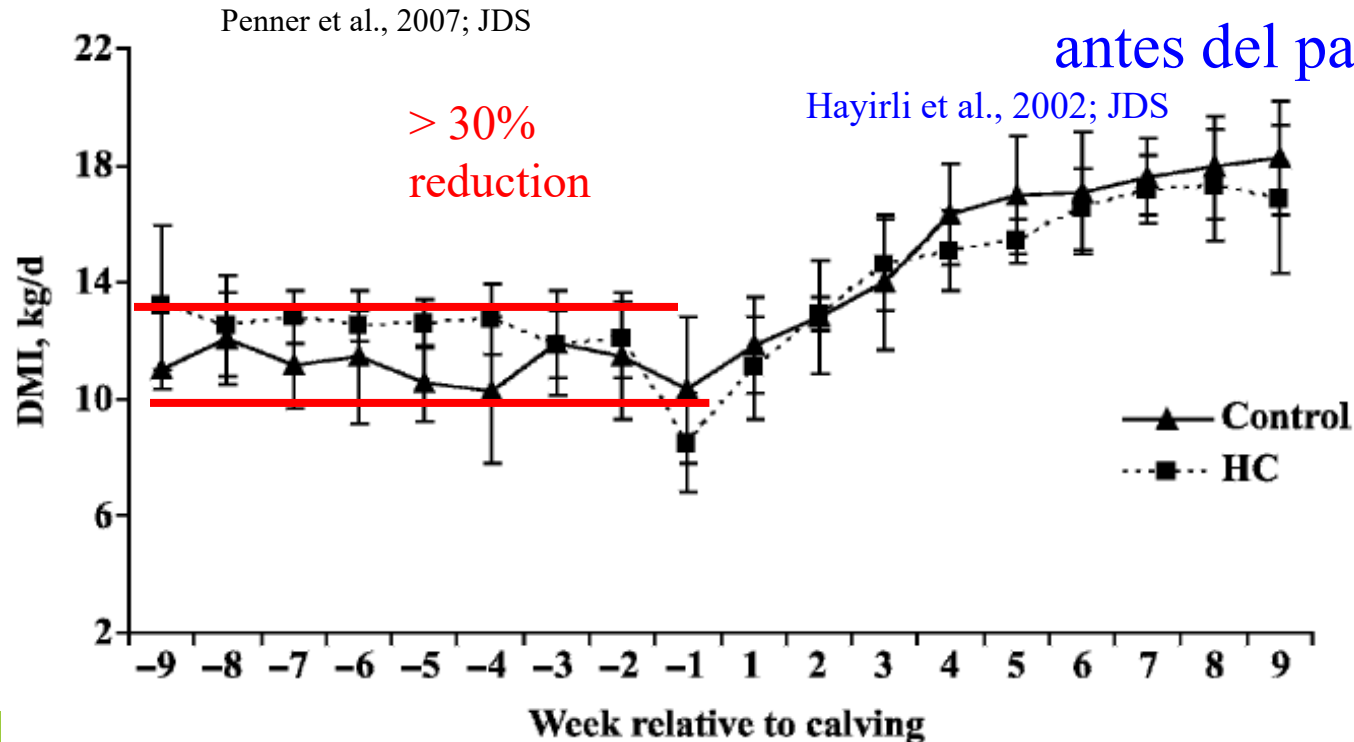


Impacto de BHV-1 en CMS



Eventos transitorios relacionados a privación de alimento afectan función del TGI

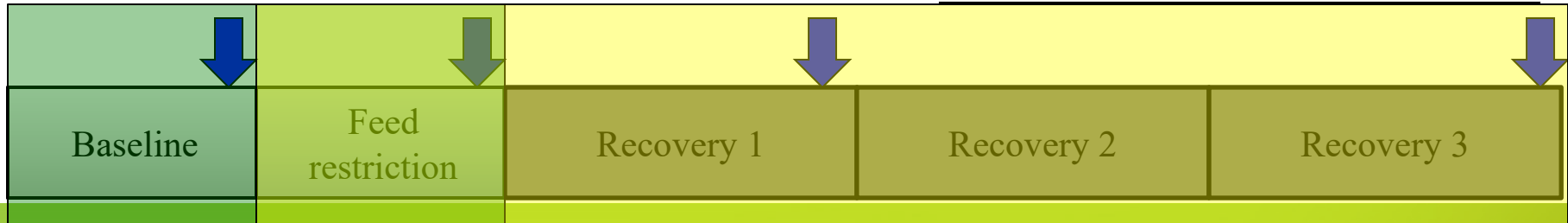
- Depresión promedio en CMS = 33%
- 88% de la reducción en la última semana antes del parto



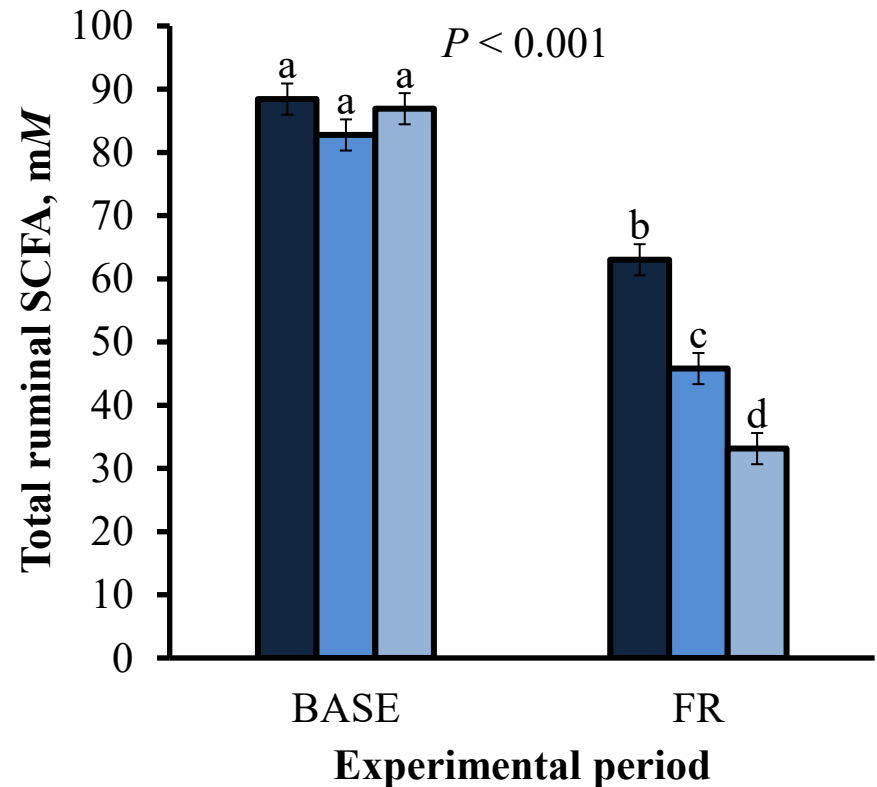
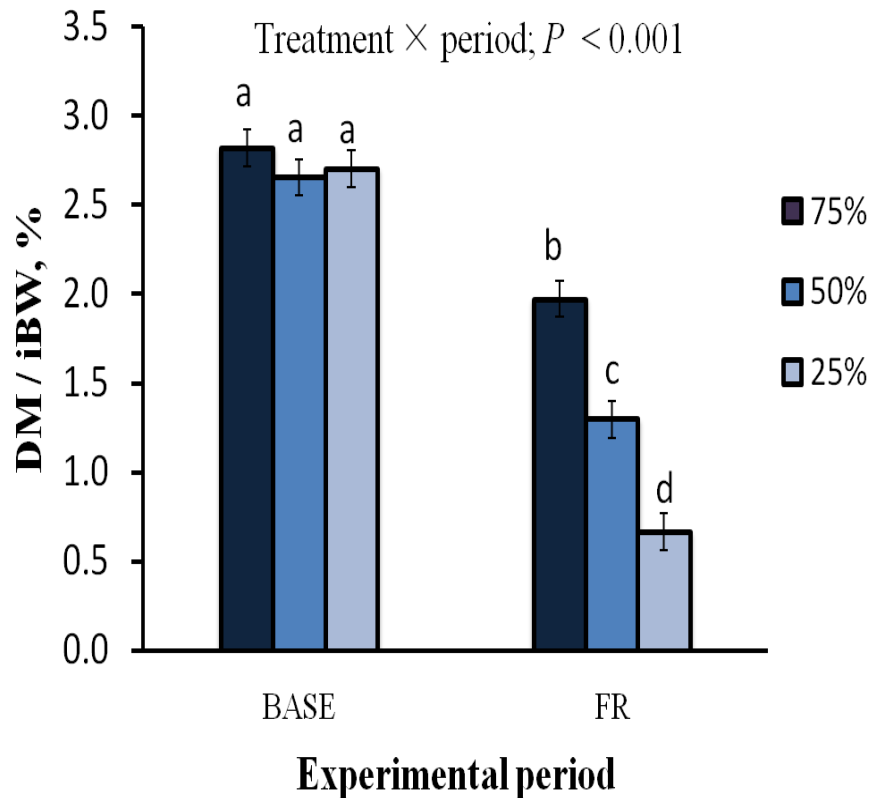
Evaluación de eventos de deprivación de alimento

- 18 vaquillas Angus canuladas
 - 3 tratamientos
 - 75% de alimentación ad libitum
 - 50% de alimentación ad libitum
 - 25% de alimentación d ad libitum
- 5 periodos

Ingredient , % of DM	
Barley silage	30
Grass-Alfalfa hay	30
Barley grain (rolled)	32
Pellet	8
Nutrient composition	
DM,%	65.8 ± 1.9
OM,% of DM	92.3 ± 1.2
CP,% of DM	11.2 ± 0.4
Fat, % of DM	1.8 ± 0.0
NDF,% of DM	40.1 ± 0.4



Consumos bajos de alimento disminuye AGCC del rumen

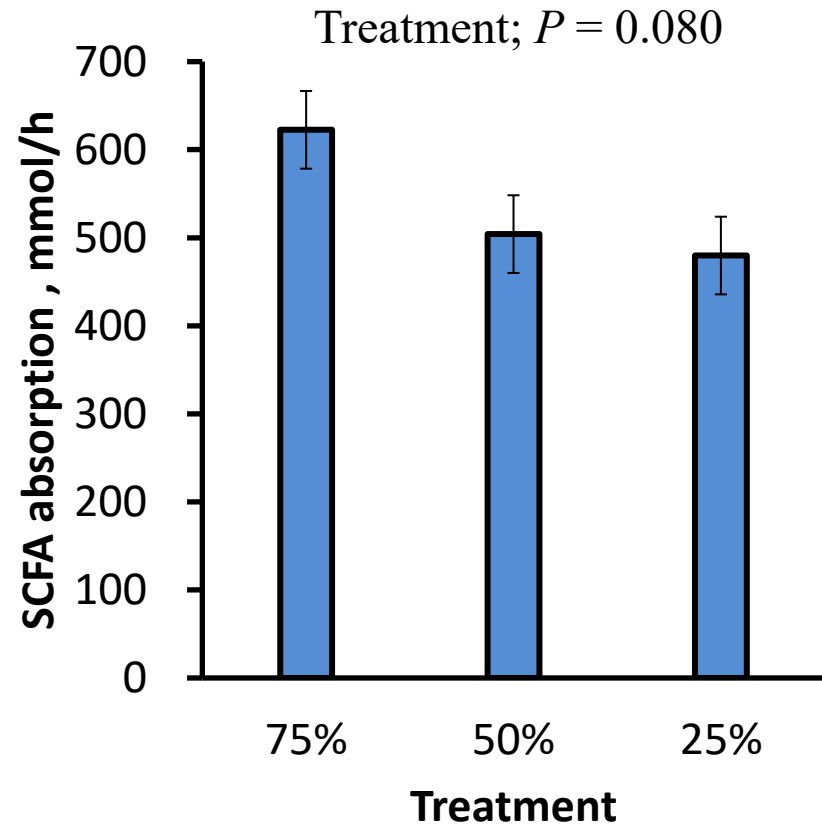
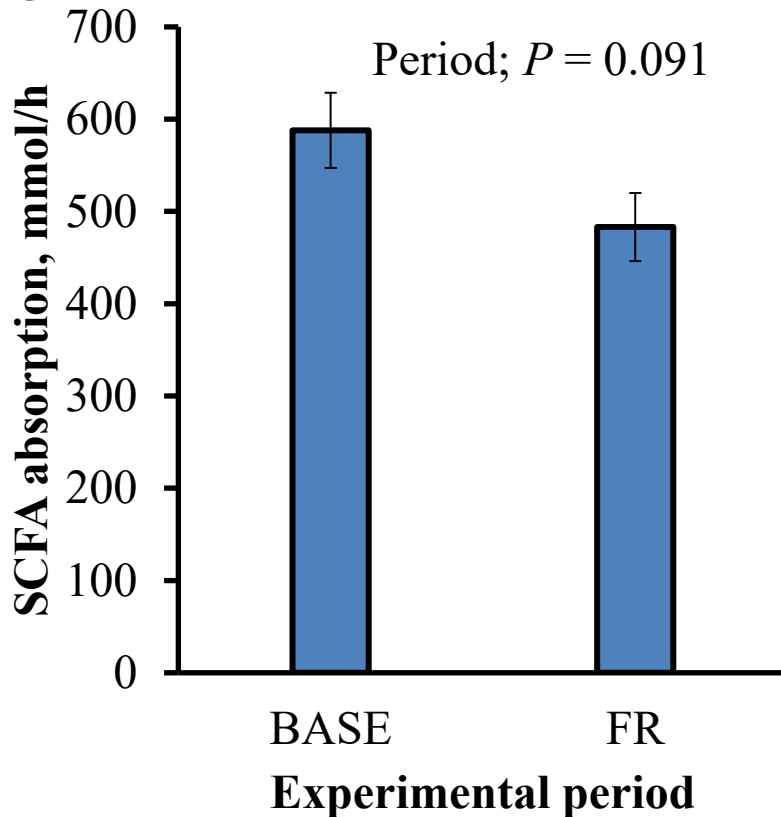


Bajo consumo de alimento incrementa pH luminal en el rumen y colon (prox.)

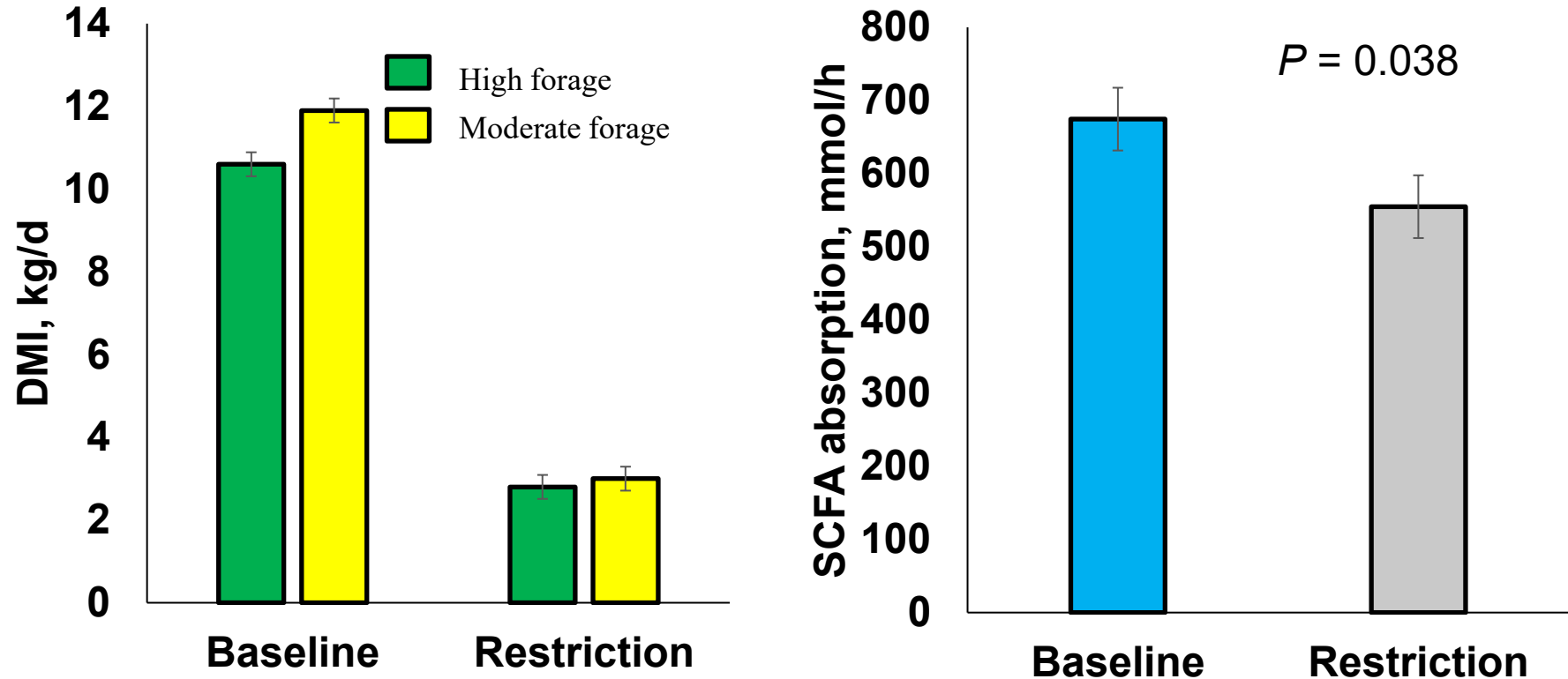
Region ¹	Treatment			SEM	P Value	
	CON	RA	LFI		CON vs. RA	CON vs. LFI
Reticulo-rumen	6.14	5.33	6.61	0.14	0.001	0.032
Duodenum	5.28	4.99	5.18	0.35	0.71	0.82
Jejunum	7.03	6.98	7.31	0.16	0.82	0.22
Cecum	6.96	6.33	7.05	0.15	0.012	0.68
Proximal colon	6.94	6.52	7.30	0.10	0.010	0.023
Distal colon	6.90	6.52	7.13	0.14	0.06	0.26

¹pH was measured using a ratio of 1:1 g/g of digesta and double distilled water

La absorción de AGCC es reducida con bajos consumos

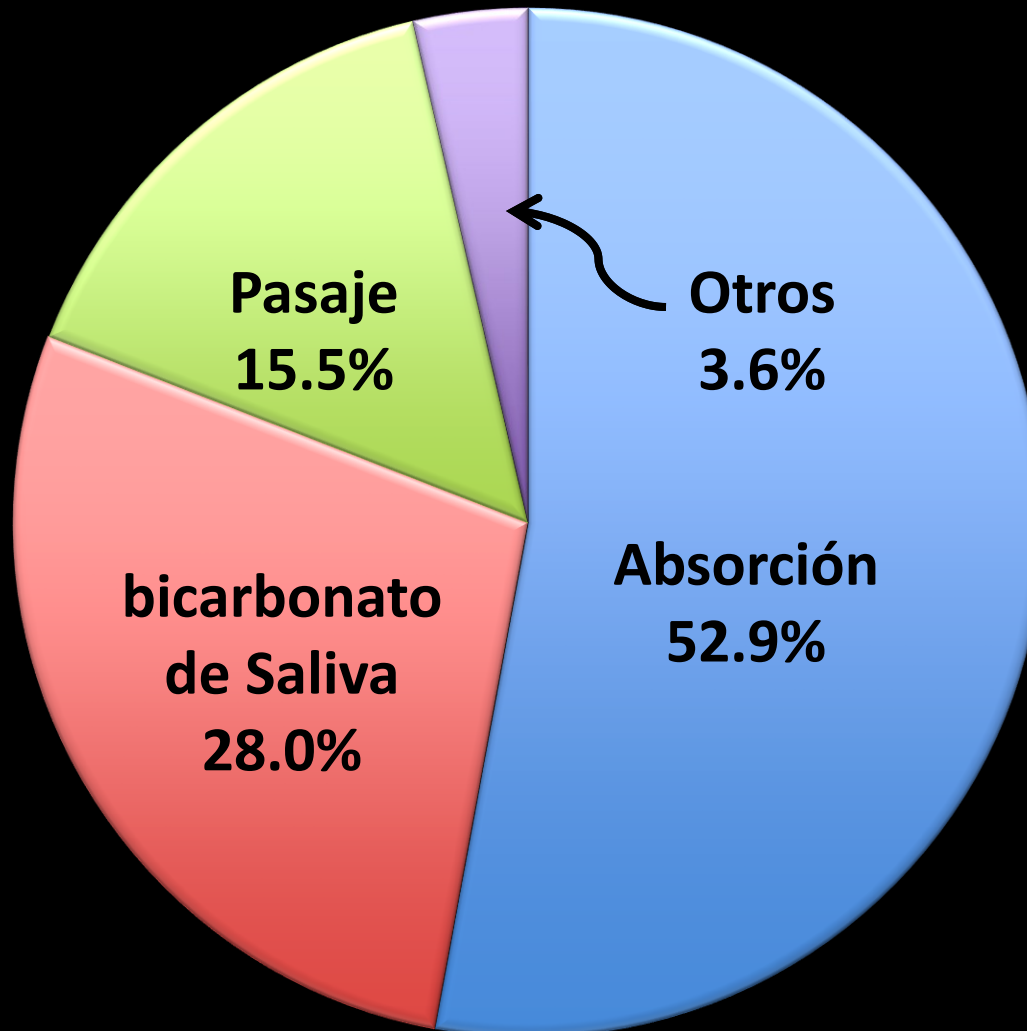


Bajo consumo de alimento disminuye la absorción de AGCC



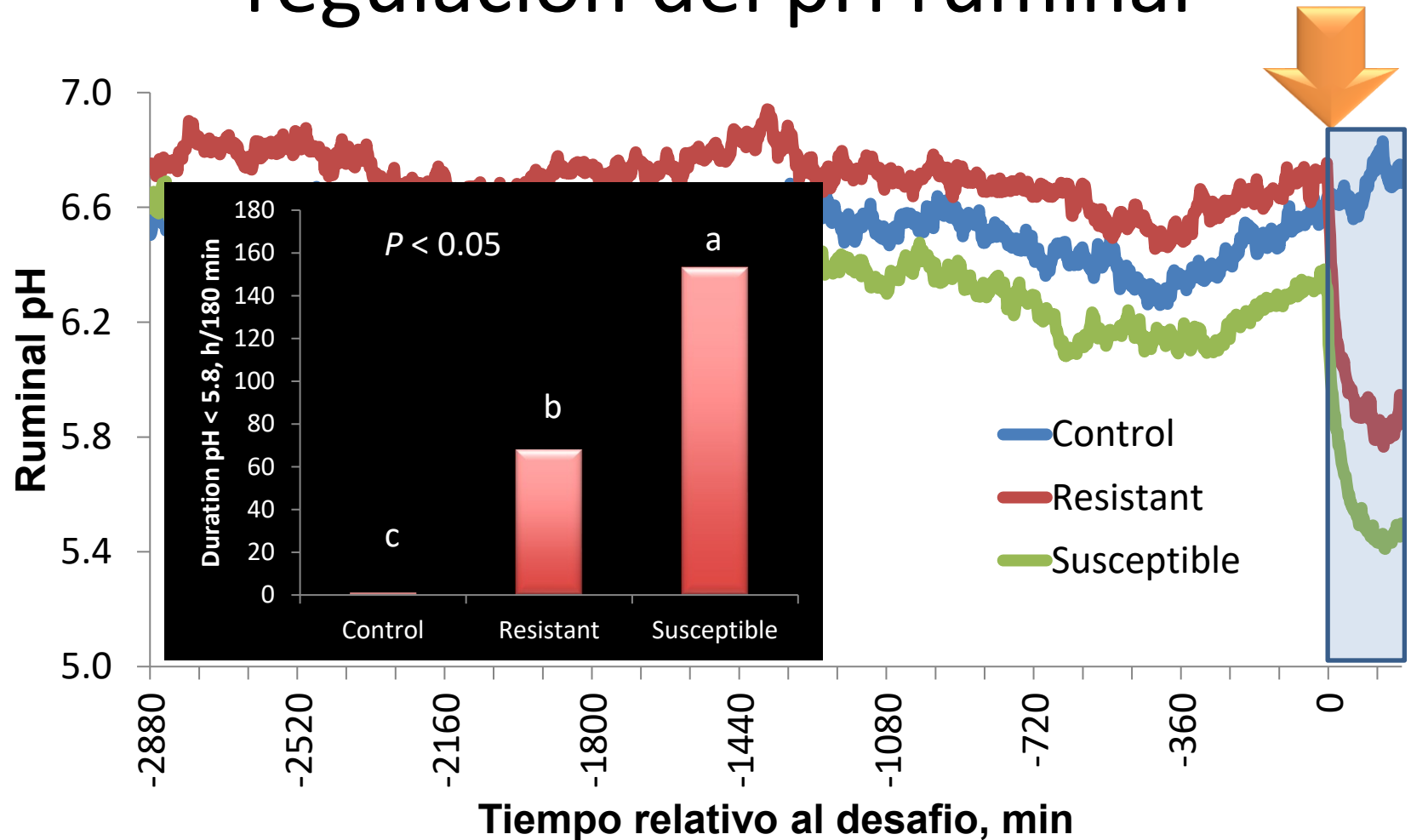
Albornoz et al., 2013; JAS

Remoción de ácido del rumen

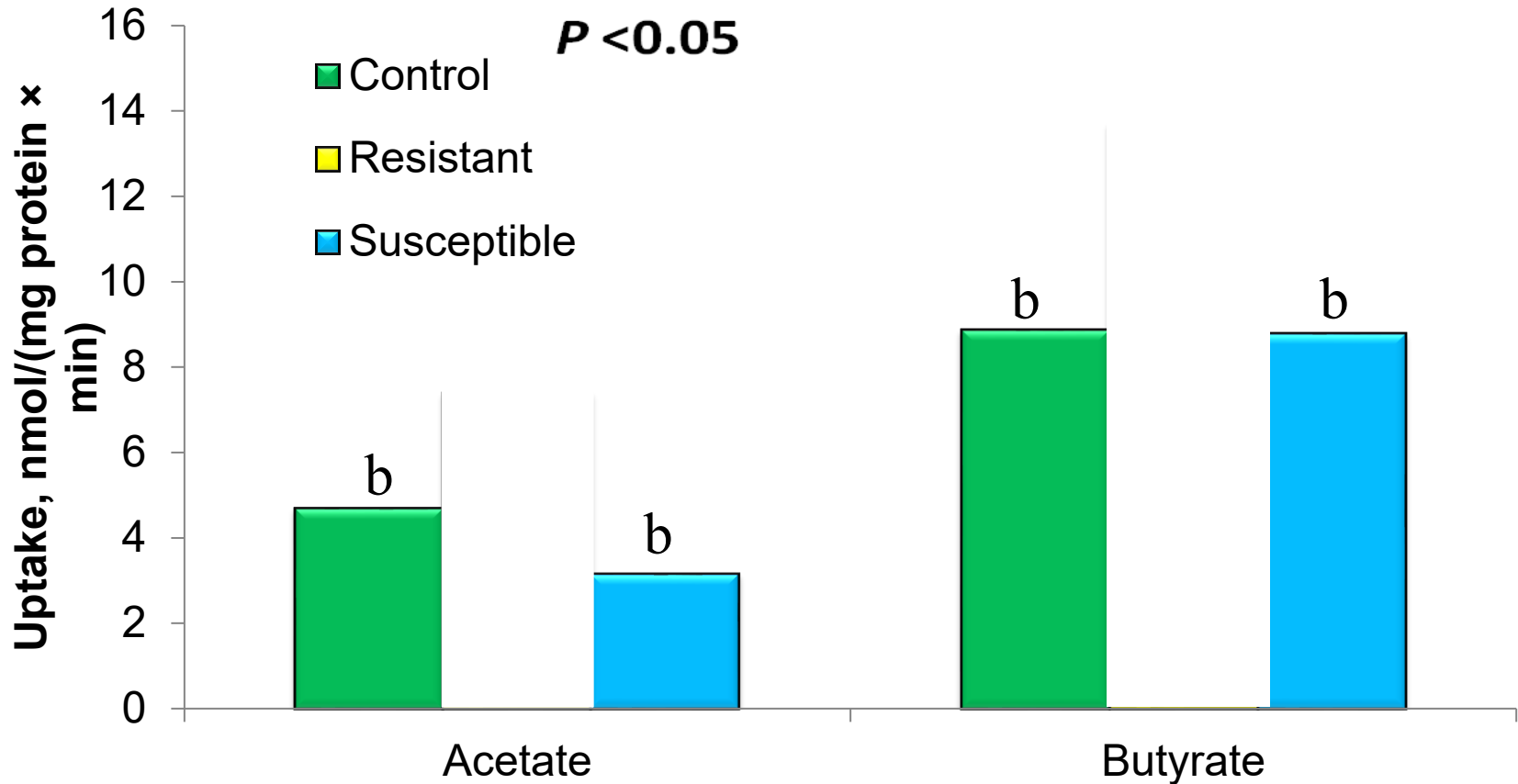


Allen, 1997

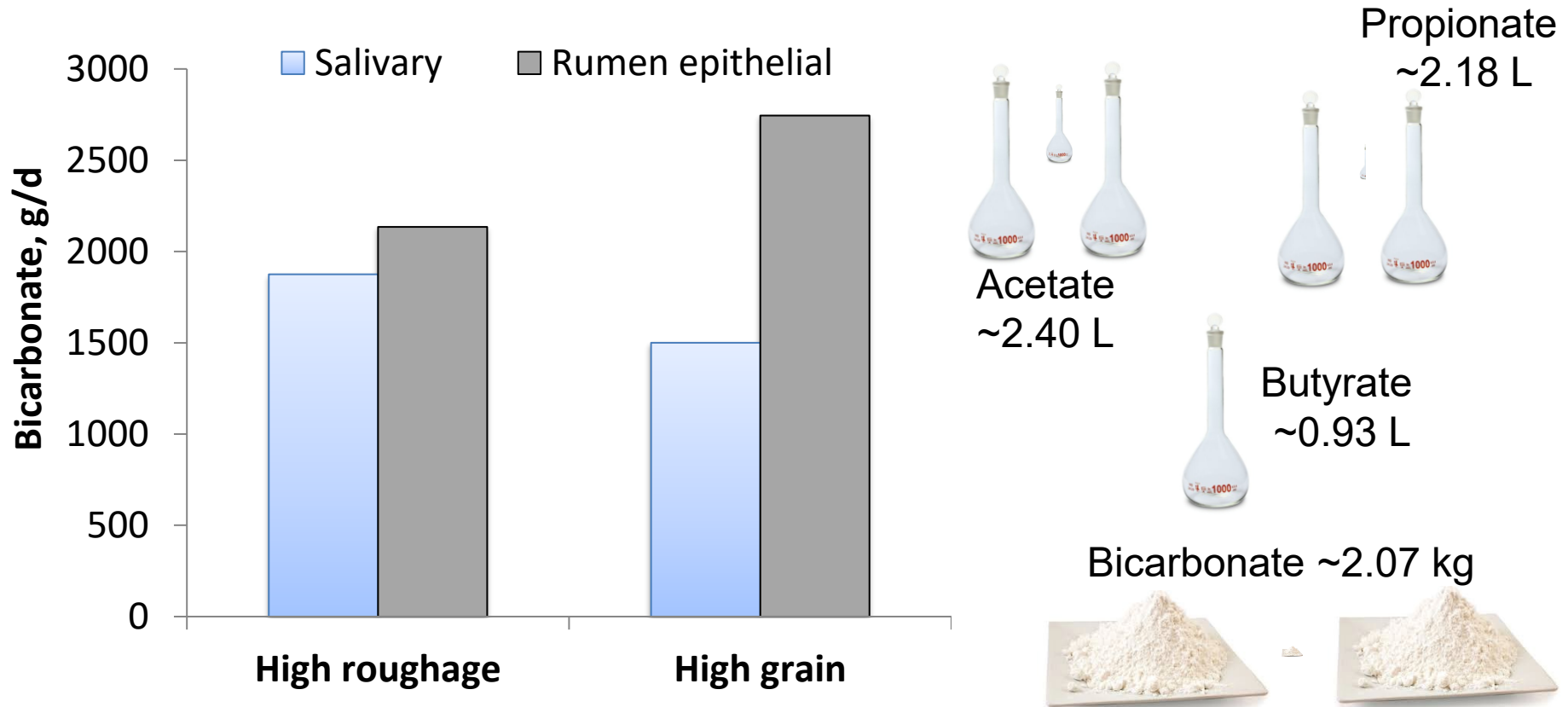
La absorción de AGCC promueve regulación del pH ruminal



Tasas altas de absorción reduce el riesgo para acidosis ruminal



La pared ruminal, vía transporte de AGCC, suple una cantidad significativa de bicarbonato al rumen



Bajo consumo de alimento causa adaptación regresiva del tracto gastrointestinal

Restricción del alimento reduce la histo-morfología de las papilas ruminales

Table 5. Rumen papillae length, width, perimeter, and surface area measurements for CON ($n = 7$), RA ($n = 7$), and LFI ($n = 7$) steers

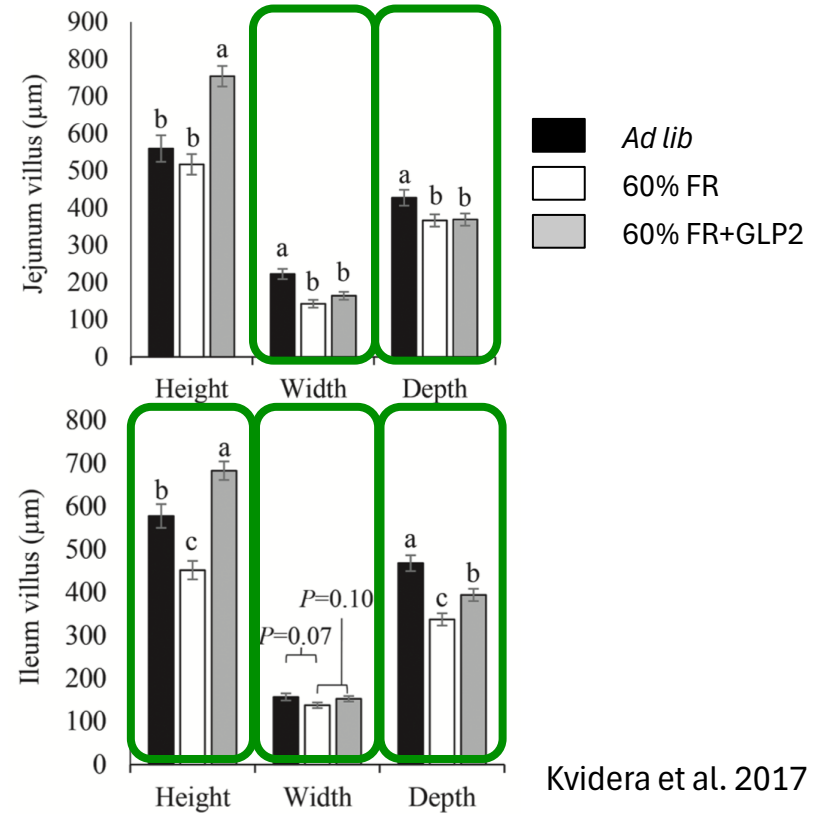
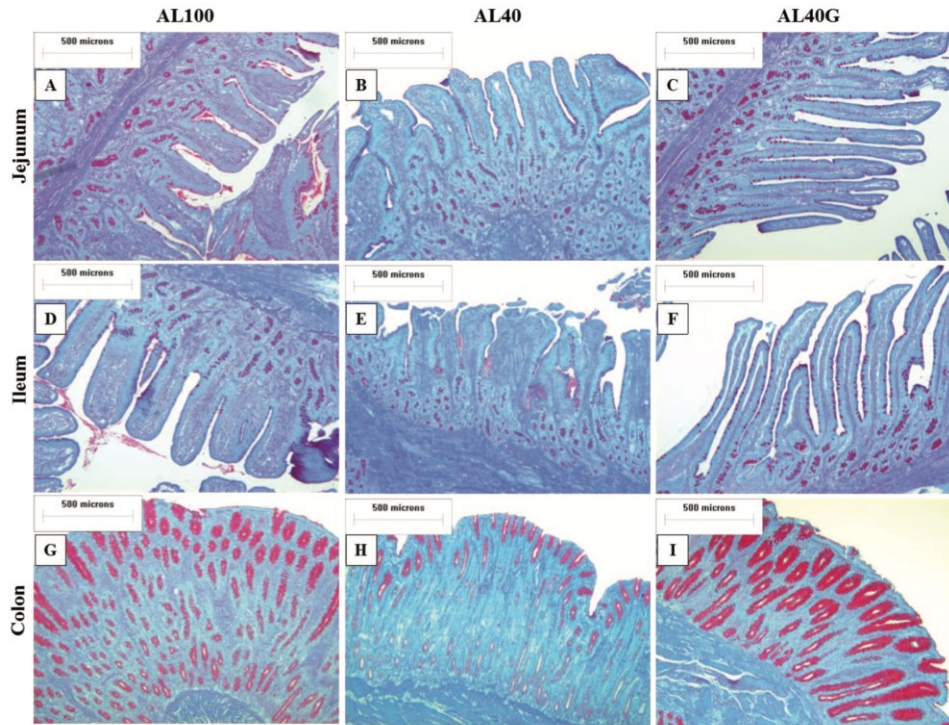
Item	Treatment				<i>P</i> value		
	CON	RA	LFI	SEM	CON vs. RA	CON vs. LFI	
Length, mm	5.11	4.33	3.90	24%	0.44	0.17	0.043
Width, mm	2.37	1.85	1.59	33%	0.13	0.026	0.002
Perimeter, mm	13.81	11.43	9.97	28%	0.98	0.09	0.012
Surface area ^a , mm ²	18.71	13.18	7.72	59%	1.86	0.08	0.002

CON: No restricción alimenticia aplicada

RA: 2 d de provisión de alimento ad lib, 1 d restricción alimenticia (25% del consume ad lib), 1 d inducción acidosis ruminal

LFI: 4 d restricción alimenticia (25% consume ad lib)

Bajo consumo de alimento causa adaptación regresiva del tracto gastrointestinal



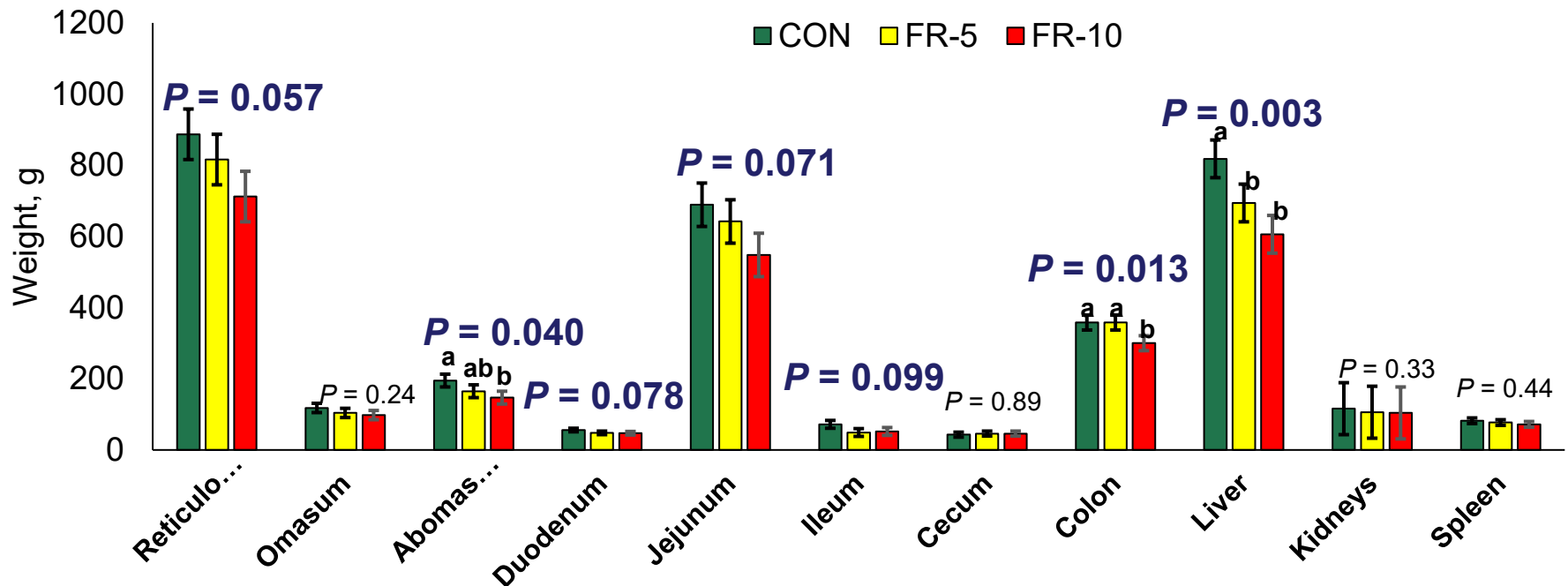
Kvidera et al. 2017

Bajo consumo de alimento causa adaptación regresiva del tracto gastrointestinal



n = 7/trt

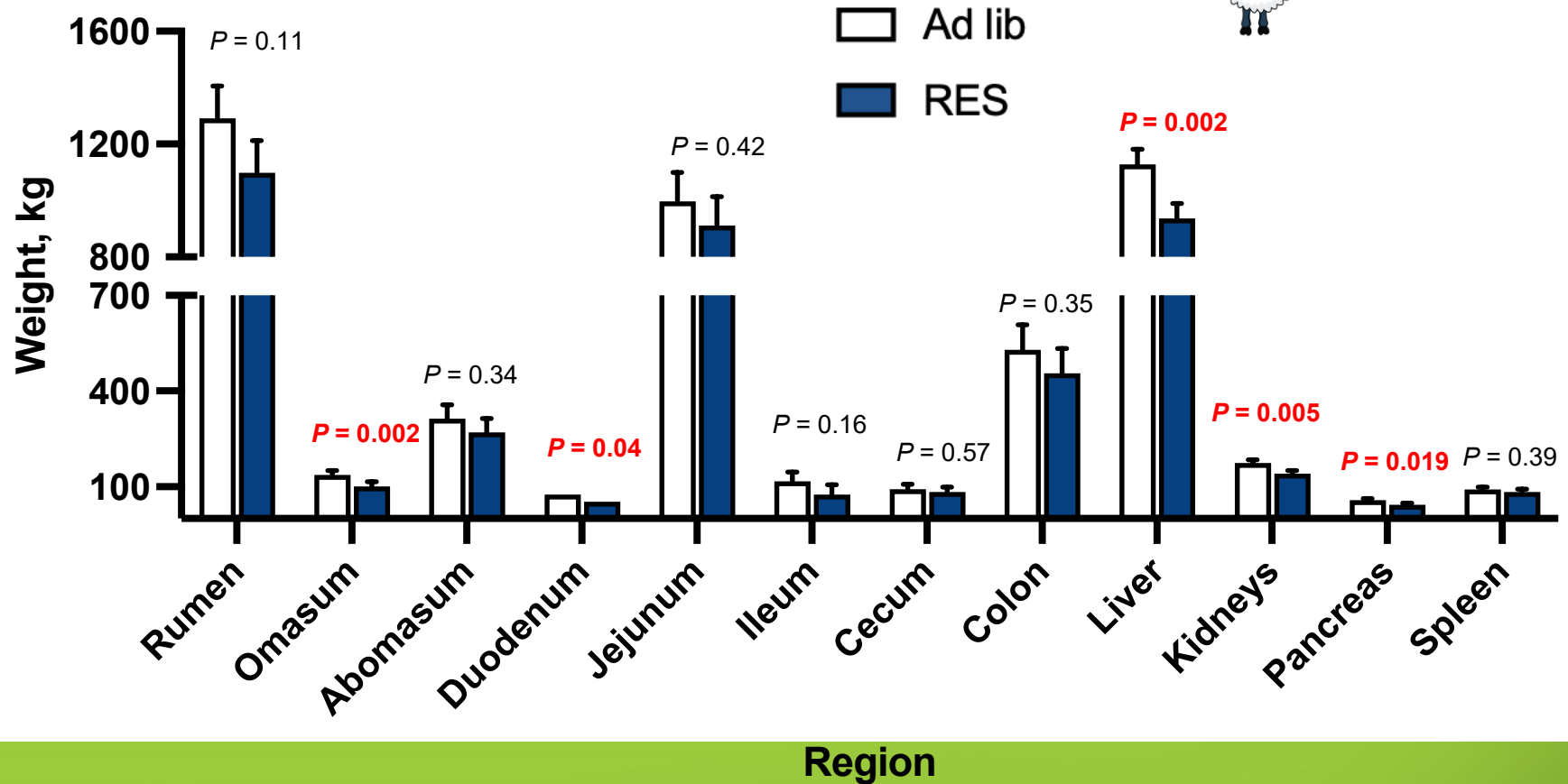
5 o 10 d de consumo bajo (**30% ad lib**) reduce peso del tejido esplácnico



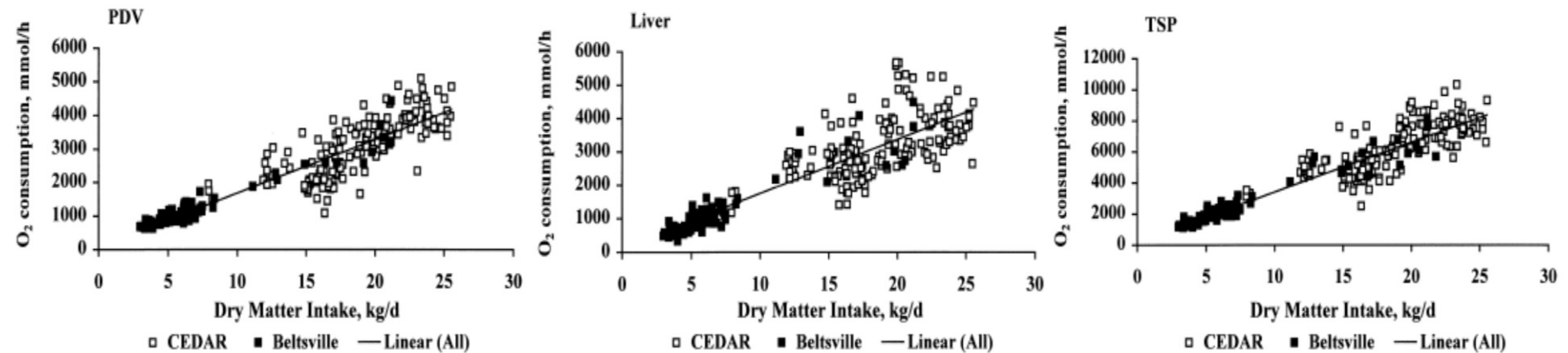
Bajo consumo de alimento causa adaptación regresiva del tracto gastrointestinal



n = 12/trt



Atrofia Gastrointestinal reduce el uso de energía durante periodos de consumo de alimento deprimido

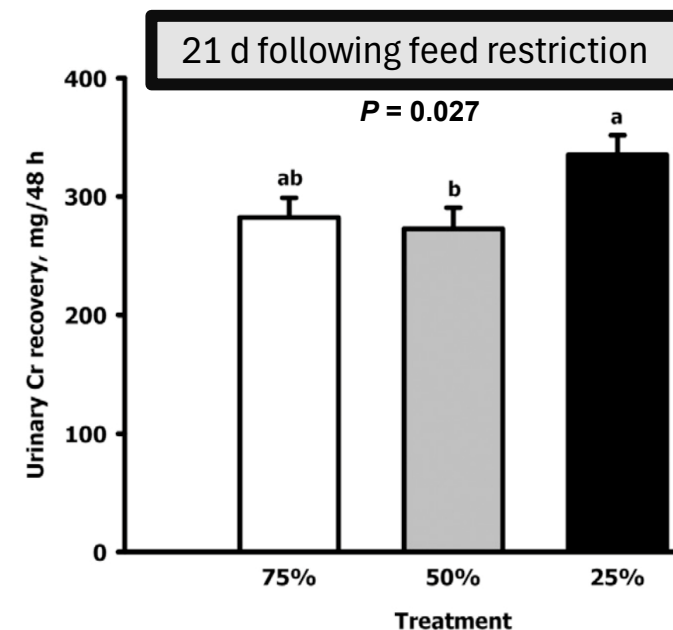
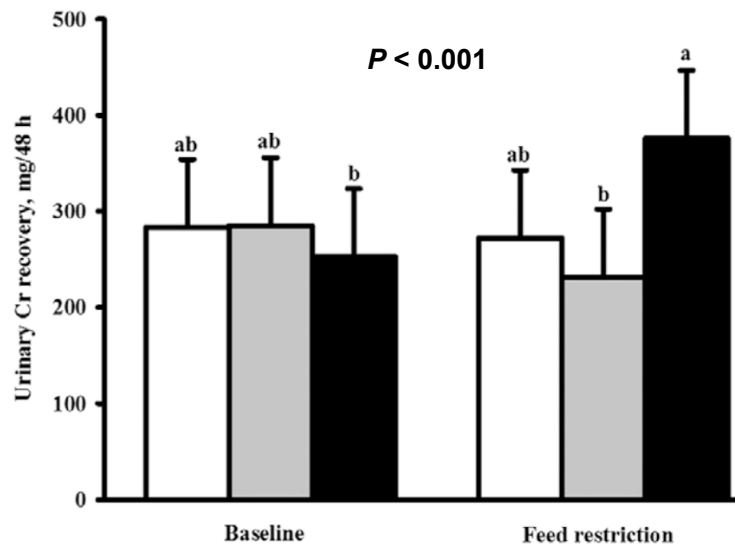


Reynolds, 2002

Estado Pos-pandrial: víscera drenada por la vena porta contabiliza **20 - 28%** del consume de oxígeno de todo el cuerpo
 Estado de Ayuno: víscera drenada por la vena porta contabiliza **18 - 20%** del consume de oxígeno de todo el cuerpo

Baldwin et al. 2004

Restricción alimenticia Severa incrementa permeabilidad gastrointestinal a Cr-EDTA *en vaquillas de carne in-vivo*



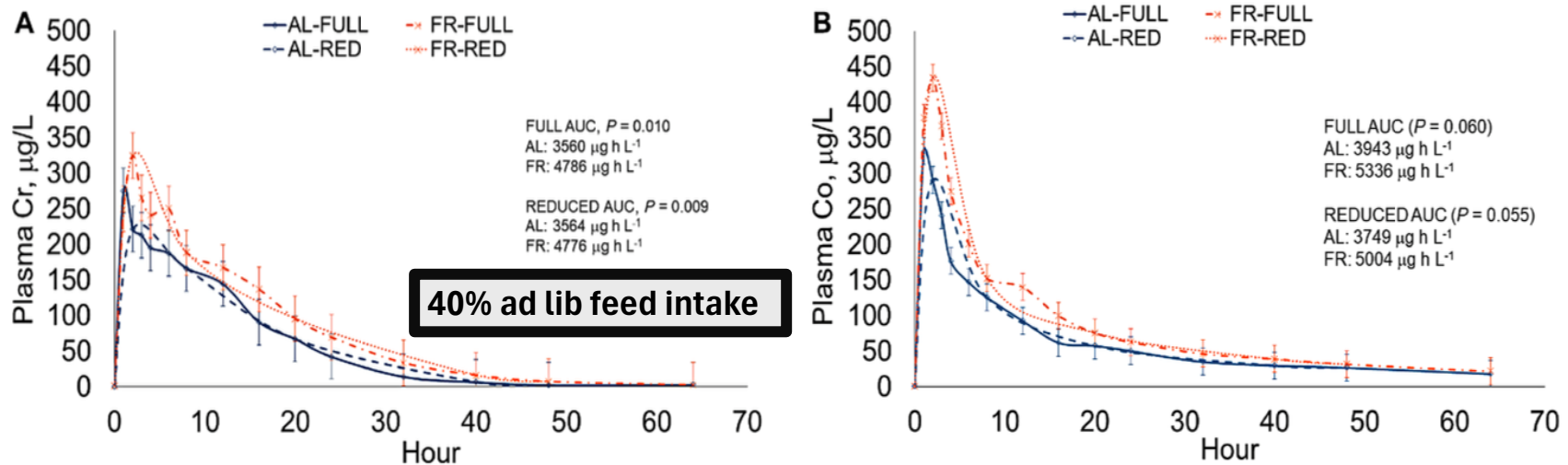
Feed restriction: 75, 50, or 25% of ad lib intake for 5 d

Zhang et al. 2013ab

Leak pathway ($<100 \text{ \AA}$)

Prueba de permeabilidad de doble-marcador

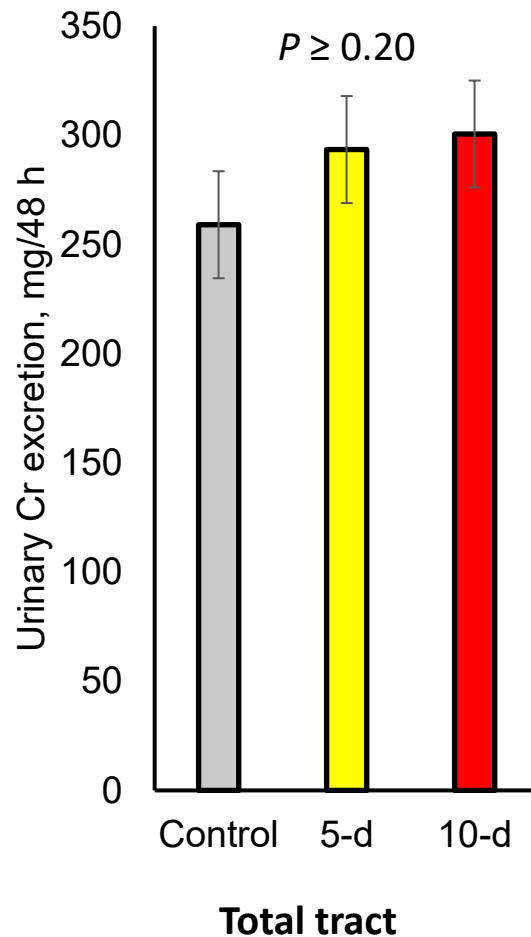
Permeabilidad Post-ruminal podría ser más impactada durante consumos bajos



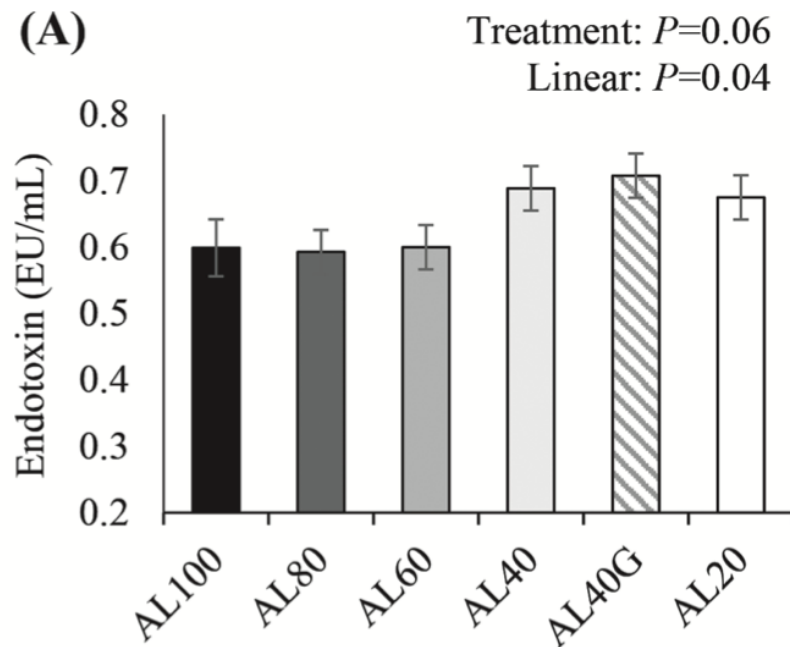
48-h urinary chromium recovery not affected ($P = 0.28$) by treatment

48-h urinary cobalt recovery greater ($P = 0.044$) for FR than ad lib

Permeabilidad Regional con 5 o 10 d de restricción (30% de CMS voluntario)



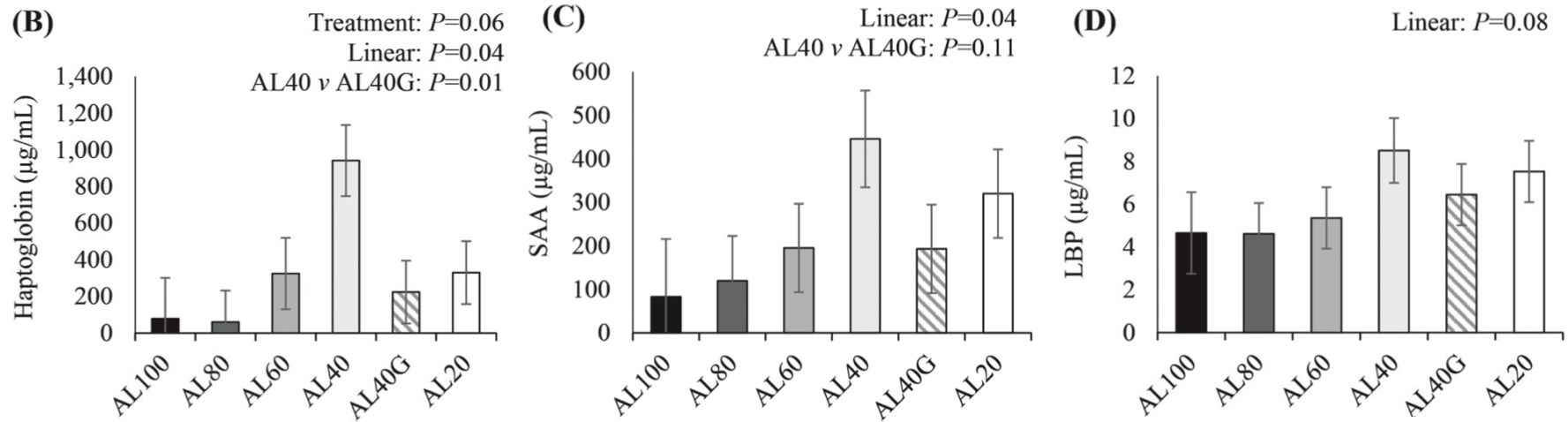
Bajo consumo de alimento incrementa concentraciones de endotoxina sérica



Disminución Abrupta en CMS mantenida
por 5 d

Disrupción de la barrera
Gastrointestinal causa impregnación
de LPS dentro del sistema
circulatorio

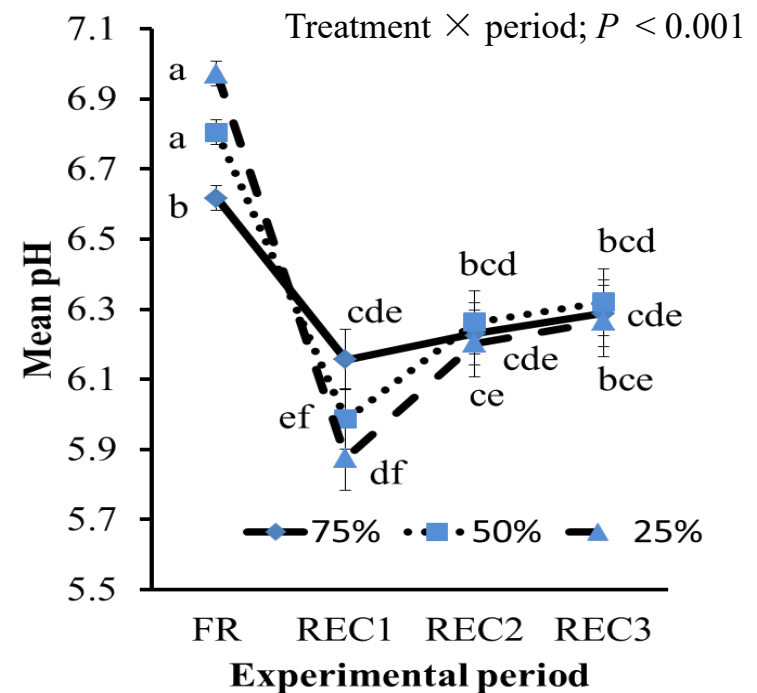
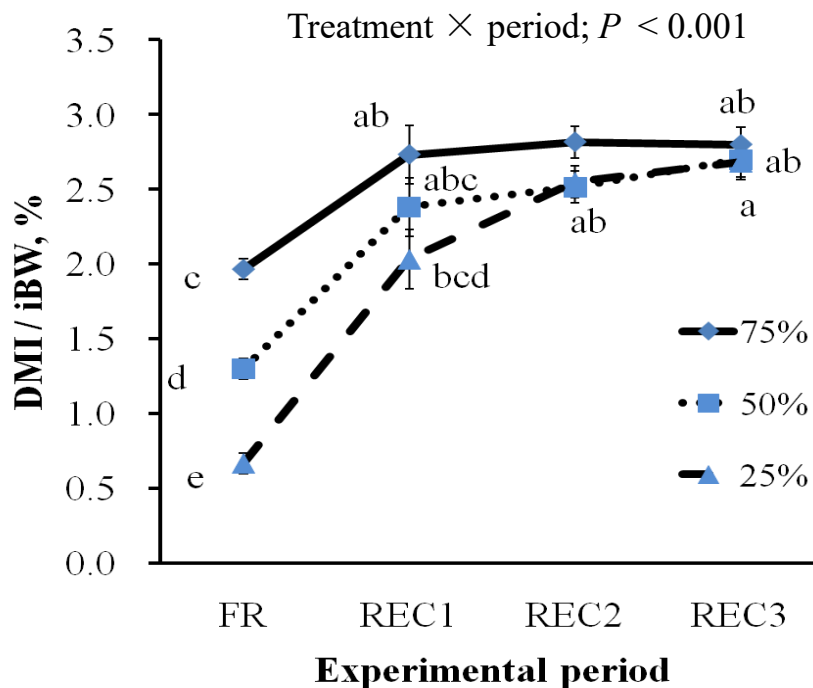
Marcadores Inflamatorios incrementan cuando el consumo de alimento es bajo



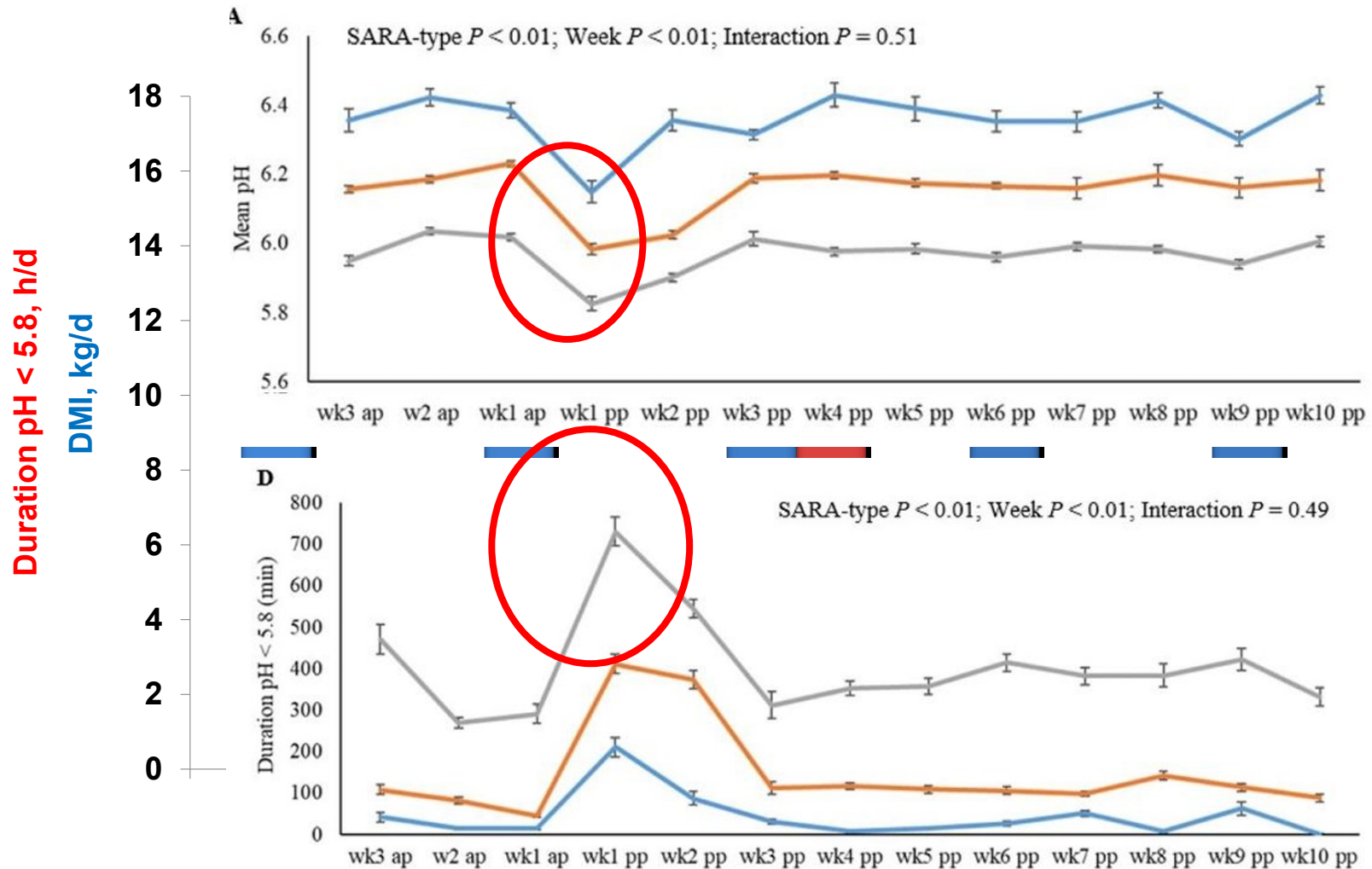
¿Hay un costo por esta inflamación?

- LPS Intravenosa induce utilización de glucosa de ~1 kg/12 h (Kvidera et al., 2017)
- LPS Intravenoso incrementa dramáticamente el uso de aminoácidos hepáticos (McNeil et al., 2016)
 - Proteínas de la fase Aguda
 - Proteína total del Plasma
 - Síntesis de proteínas en el Linfocito
- Intencionalmente-induce intestino permeable (Briggs et al., 2021)
 - Disminuye PCC, área del ribeye, grado de rendimiento

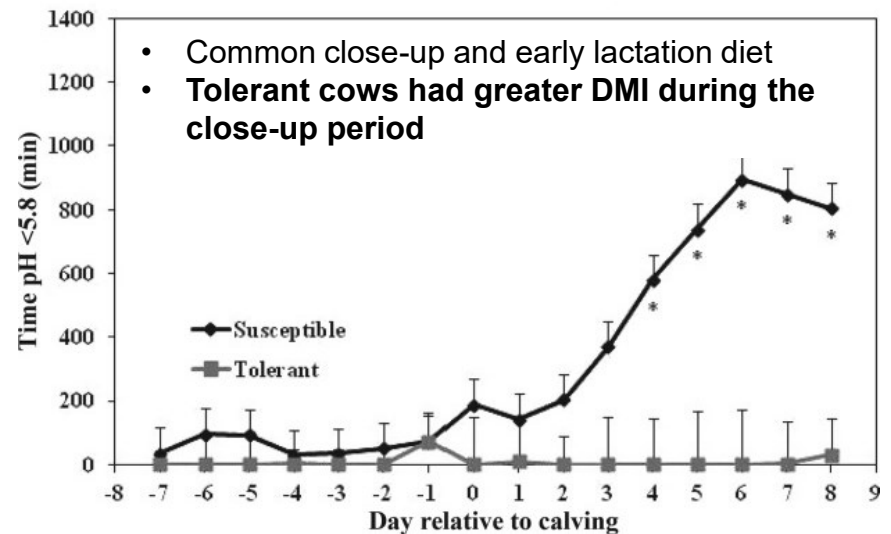
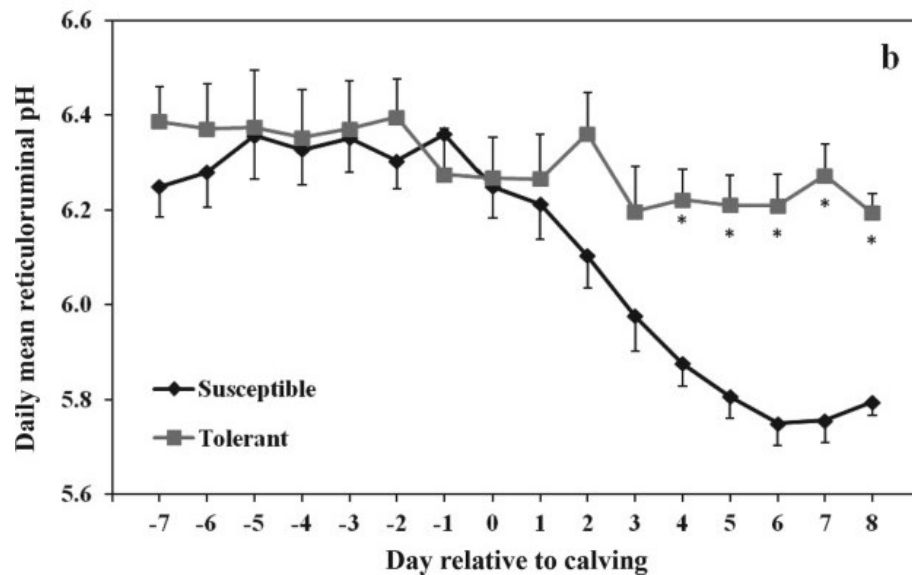
Regreso a alimentación después de un evento de restricción incrementa el riesgo de acidosis ruminal



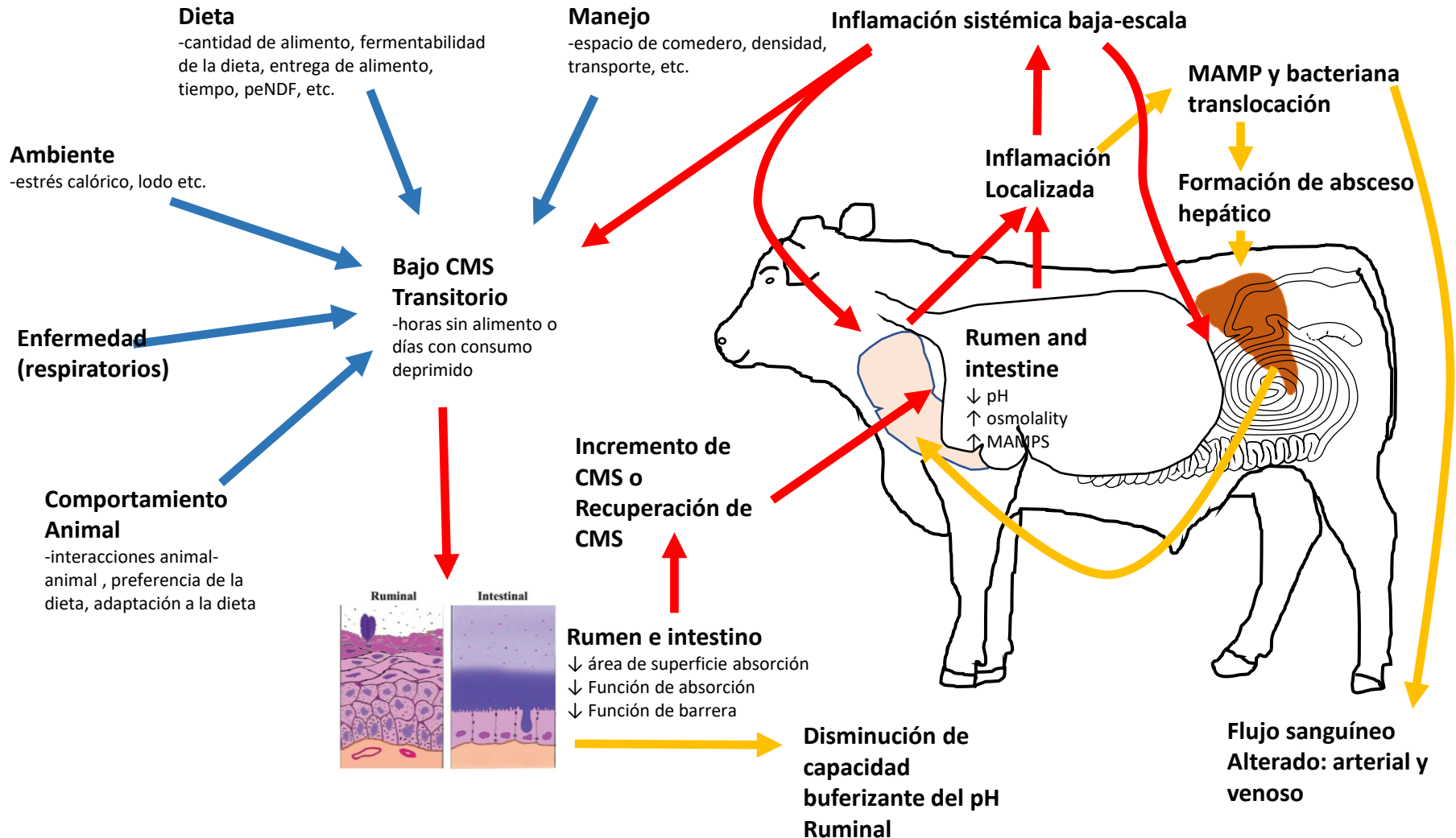
SARA puede llegar al pico, temprano en la lactancia



Soporte para la teoría: Bajo pH retículo-ruminal temprano en la lactancia



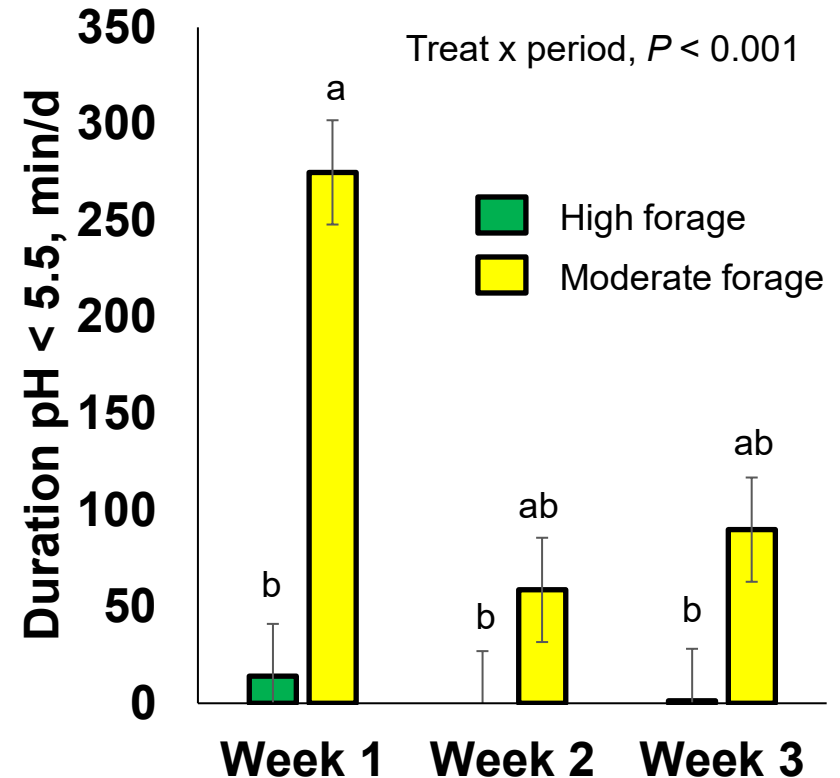
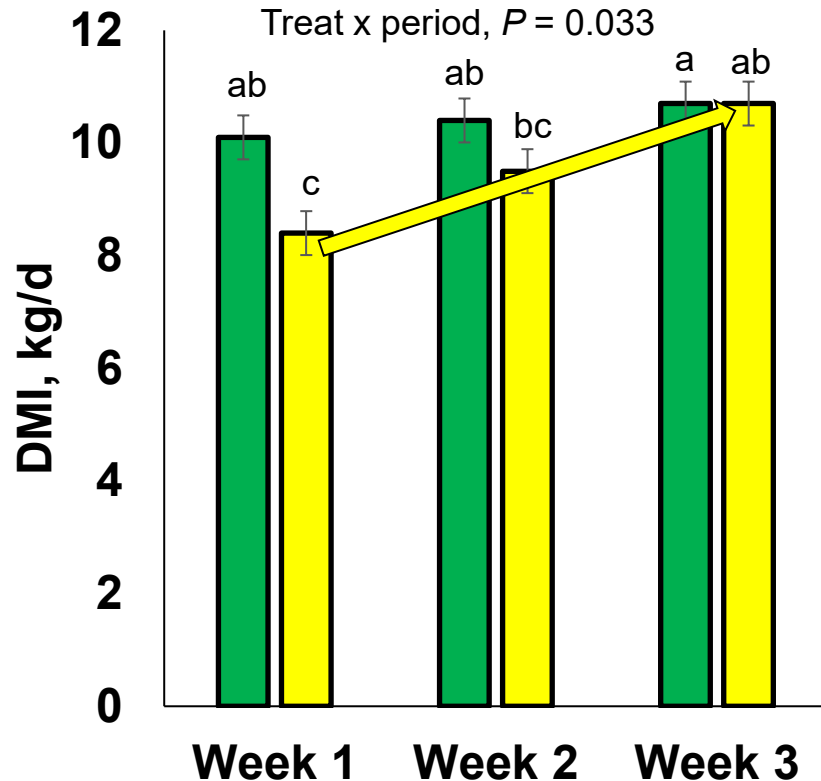
Salud Gastrointestinal – Inflamación Sistémica



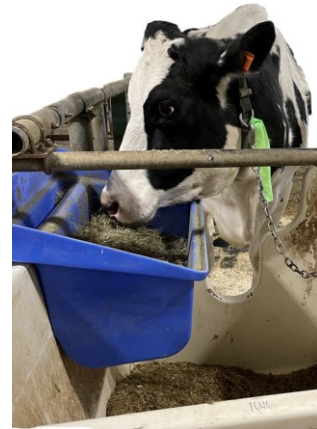
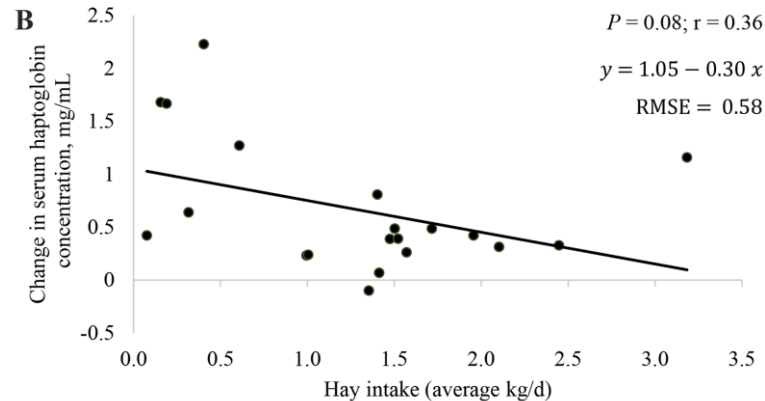
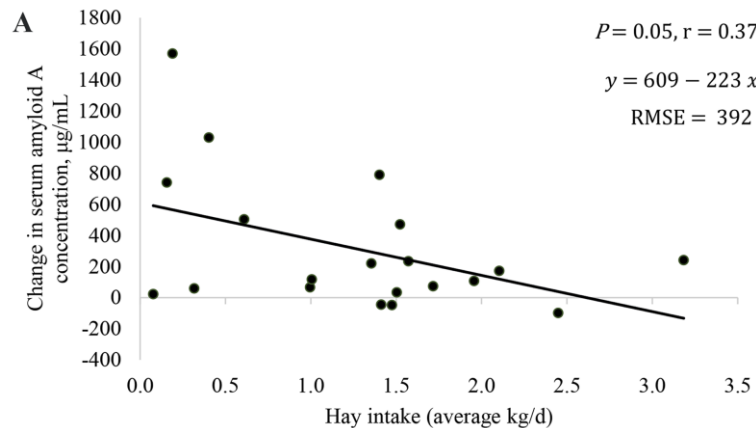
Estrategias de Mitigación

- ¡Esta área no está bien explorada!

Alimentación a corto plazo de dieta con alto forraje mejora recuperación

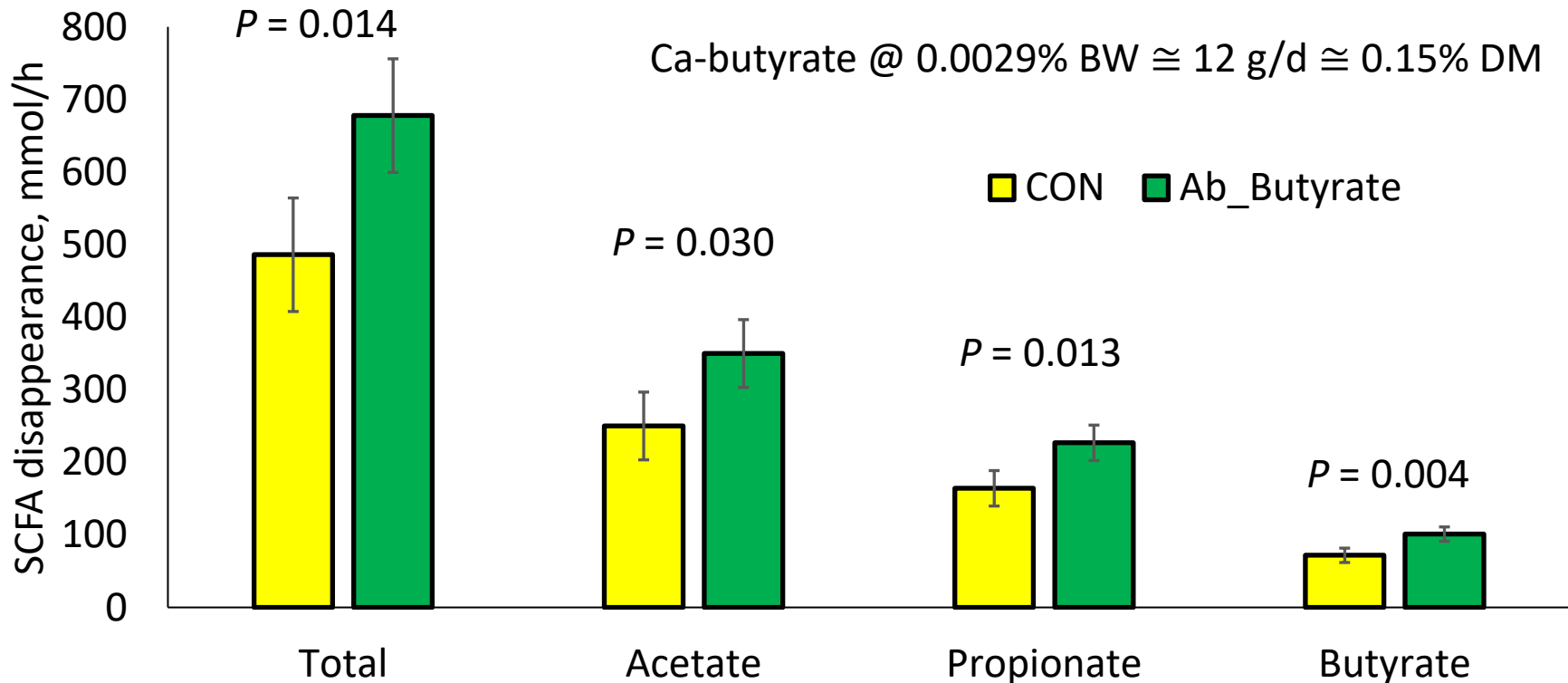


Provisión de forraje a libre opción pos-parto reduce indicadores de inflamación – ¿acidosis ruminal?



Engelking and Oba, 2024; JDS

Suministro de Butirato Abomasal estimula absorción ruminal de AGCC



Conclusiones

- Eventos de restricción de alimento tiene efectos mayores en el TGI
- El TGI responde a consumes bajos de alimento
 - Reduce suministro de nutrientes y área de superficie
 - Reduce absorción de nutrientes
 - Incrementa riesgo para acidosis ruminal en tanto se reconstruye el CMS
 - Función de barrera Reducida
 - Incrementa el riesgo para inflamación
- Poco conocimiento de factores que promuevan la recuperación

Reconocimientos



Saskatchewan
Ministry of
Agriculture

