

Suplementación energética para vacas lecheras en sistema de pastoreo intensivo

Ronaldo Braga Reis, PhD

PROYECTA 2010

CHILE

Metabolismo ruminal del forraje fresco y conservado

Composición del forraje fresco o conservado

- ✓ Consumo de forraje fresco (pasto) o conservado
- ✓ Sincronización del aporte de energía fermentativa para optimizar la producción de leche

Respuestas de producción de leche y del rúmen a la cantidad de energía

Impacto de la forma de la energía sobre la producción de leche y metabolismo ruminal

- ✓ Estrategias alimenticias para optimizar el metabolismo ruminal y productividad

Forraje Verde vs Conservado

- Forraje verde tiende a ser mas alto en CNF y mas baja en FDN que el heno y el ensilaje
- Diferencias en CNF dentro del forraje son relativamente pequeñas comparadas a las diferencias entre tipos de forraje

Composición típica de forrajes manejados Intensivamente (% MS)

Forraje	NDT	CNF	FDN	PB
Pasto de Ryegrass, AM	64	27	37	24
PM	66	32	34	23
Pasto de Alfalfa	66	26	33	26
<i>Cynodon dactylon</i> (Tifton)	65	03	64	21
Pastos Tropicales	61,5	8,5	62	17,5
Ensilaje maíz, excelente	68	40	45	10

Forrajas tropicales pastoreadas con 95% de intercepción de luz

	NDFD	NDFD %NDF	FNDd
	24h	30h	48h
Tropicales	34,13%	43,09%	57,9%
Heno de Alfafa (Standard)	24,48%	32,04%	40,46%

Forrajeras tropicales pastoreadas con 95% de intercepción de luz

- N soluble: 41,6% do total de N
- Tasa de degradación de PB: 8,6%/h

Pasto vs. TMR

	Pasto	TMR
Prod. anual de leche (kg)	3500	8000-13000
EM de la dieta (MJ/kgMS)	11.5	11.8
CMS inicio – medio de lactación (kg/día)	17-14	21-25
Duración de la lactación (días)	270	300-330
Descenso pos pico (% por mes)	15	4-8

Características de las dietas con forrajes conservados

- Disponibles ad libitum (Ingestión de MS 20% mayor)
- Normalmente consumidos de 3 – 4 horas
- Fibra suficiente para disminuir las enfermedades metabólicas (28 – 35 % FDN)
- Bajos contenidos de PB (16-18%)
- Pueden ser aportados como TMR

Características de las dietas con forrajes pastoreados

- Digestibilidad del forraje puede variar día a día
 - Composición depende del clima
- No siempre disponible *ad libitum*
- Requiere más tiempo para el consumo del forraje
- Altos contenidos de humedad (75-90%)
- Suplementos normalmente después o durante la ordeña

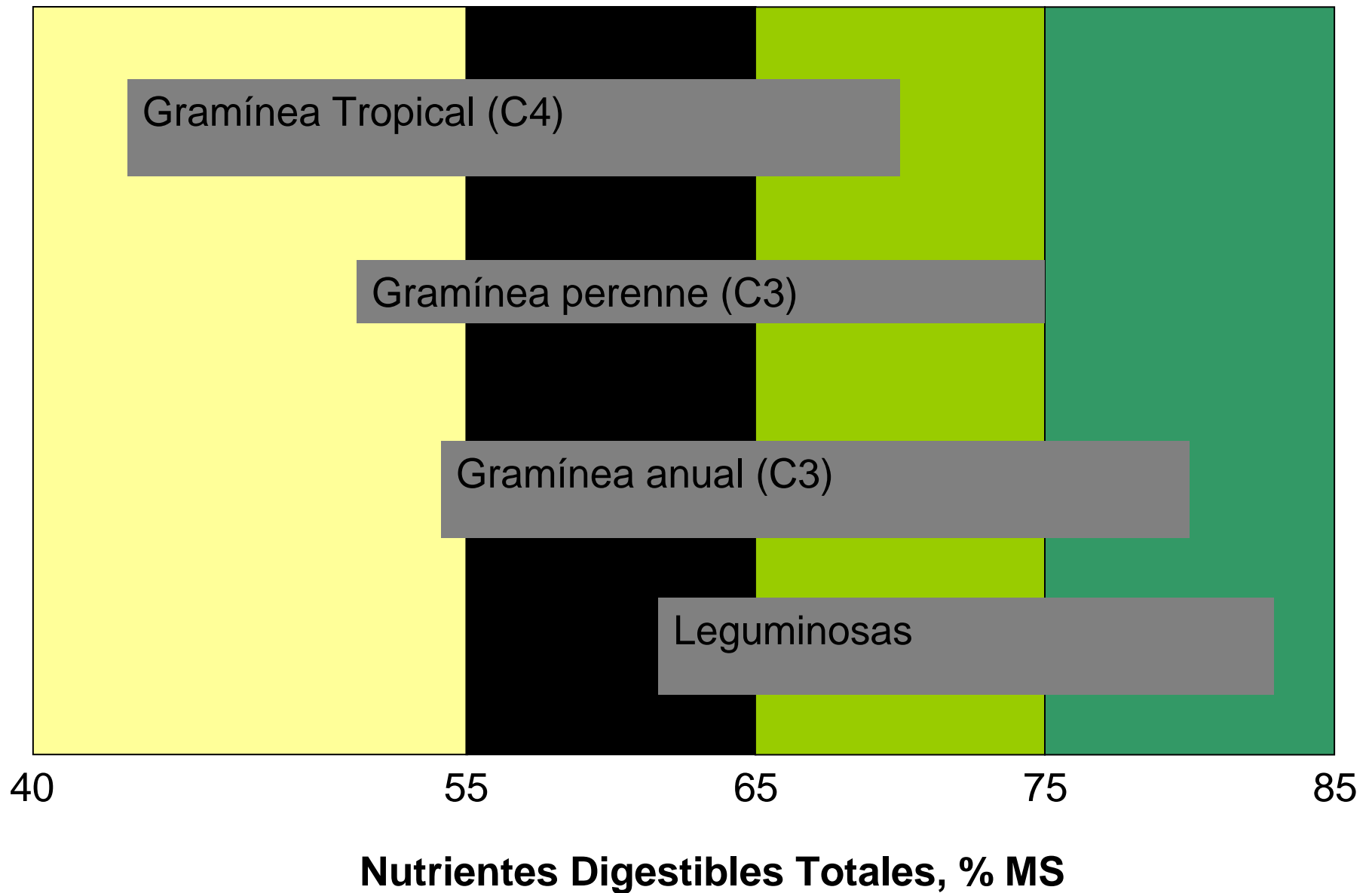
Características de las dietas con forrajes pastoreados

- Pastura contiene mínimo 40% fibra; muchas son duras, difíciles de ser partidas, digestión lenta (llenado ruminal)
- PC 12-30% MS; + de 70% degradable
- **Insuficiente aporte de energía fermentable** y la **sincronización de la dinámica energía/proteína del metabolismo ruminal** son **DESAFIOS SEPARADOS**





Valor energético de varios forrajes relativo a los requisitos nutricionales de las vacas en lactación



Producción máxima de leche esperada con forraje sin suplemento Energético o Proteico (NRC 2001)

	Pasto Tropical ¹ (C4)	Pasto C4 + leguminosa	Pasto Temperado ² (C3)	Pasto C3 + leguminosa ³
CMS, kg	21	21	21	21
Kg de leche (ELI)	7,6	16	15,6	17,6
Kg de leche (PM)	11,9	21,3	19,6	25,1
Consumo FDN, %PV	2,6 ⁴	1,9	2,0	1,6

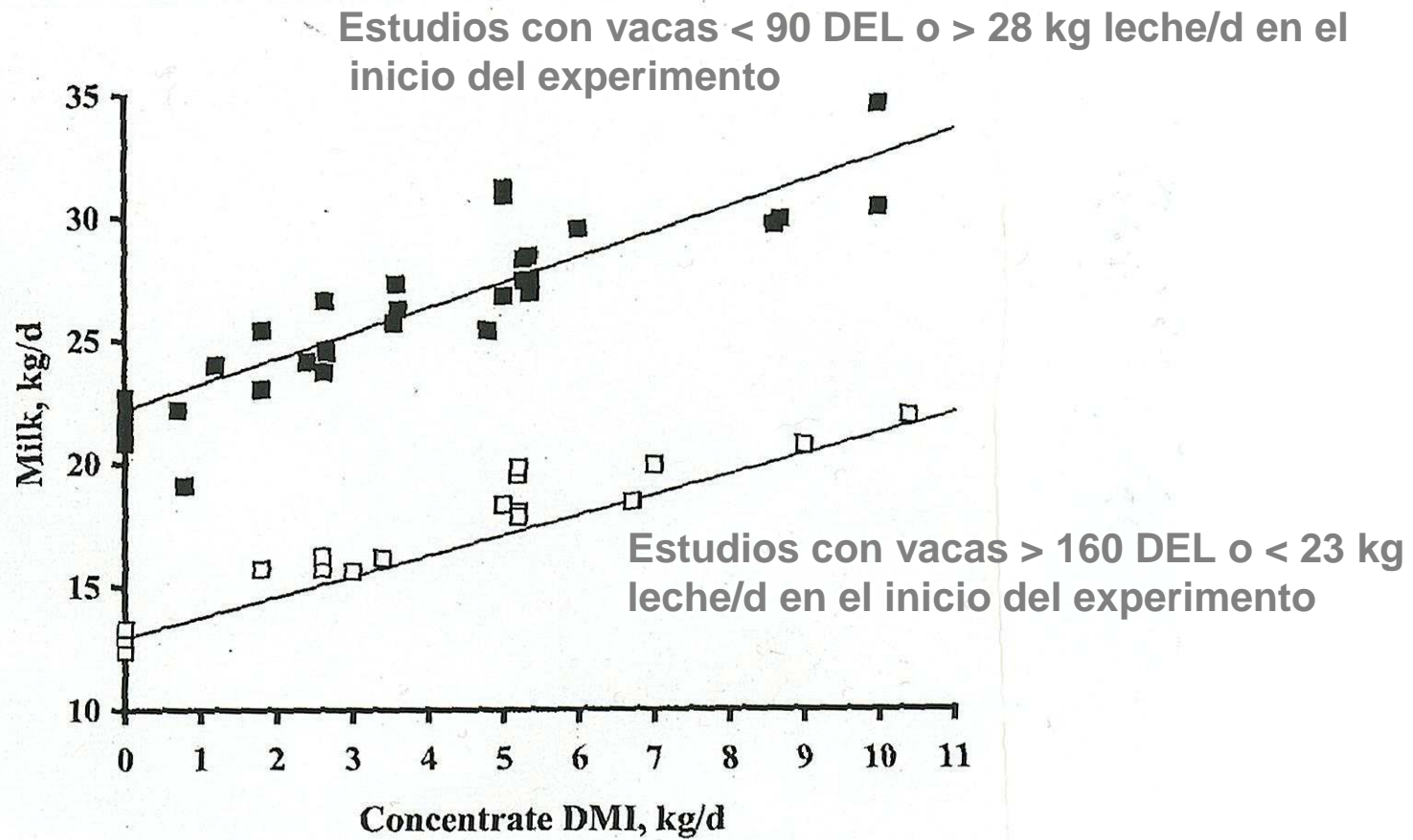
¹Pasto C4 inmaduro; ²Pasto C3 inmaduro; ³Leguminosa C3 inmadura; ⁴Probable llenado ruminal

Respuestas en producción de leche a la suplementación con granos para vacas en pasto

	Ctd. de granos	Respuesta en producción de leche
	kg	Kg leche/kg. grano
Bargo et al., 2002	0,8 - 8,6	1,35
Reis and Combs, 2000	0 - 10	0,86
Sayers, 1999	5 - 10	0,68
Walker et al., 2001	0 - 10,4	1,09

Respuesta a la cantidad de granos ofrecidos

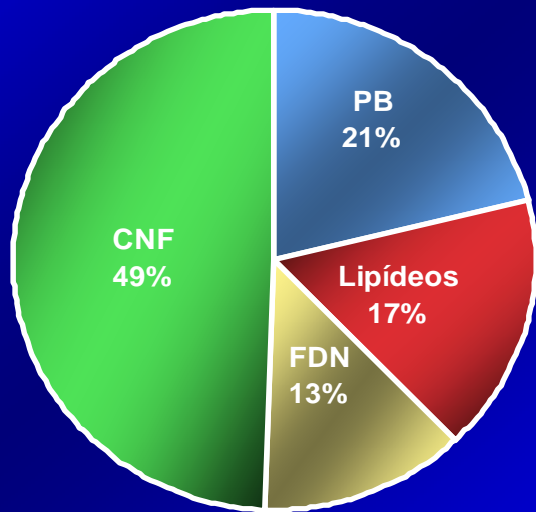
(Bargo et al., 2003)



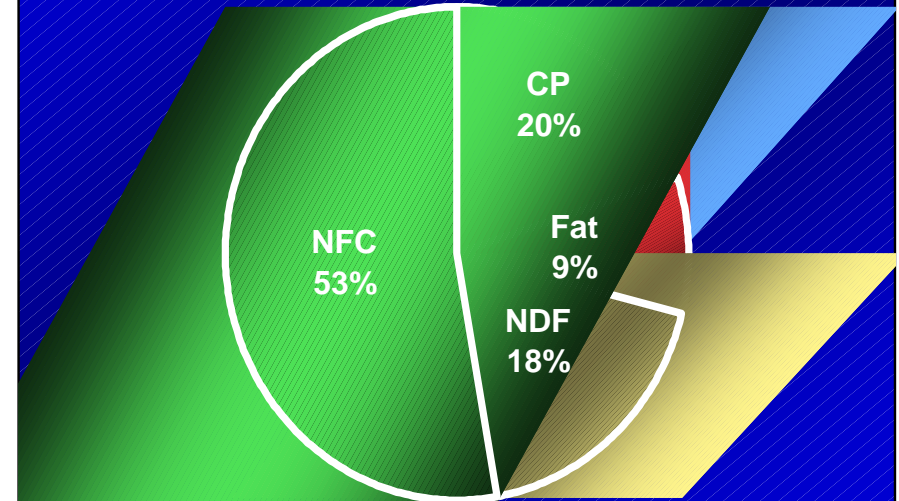
NRC(2001) requisitos nutricionales para vacas de alta producción

Item	% de MS	% de ED
CNF	35-40	50
FDN	28-30	15-18
Lípidos	3-7	10-15
PB	16-18	20

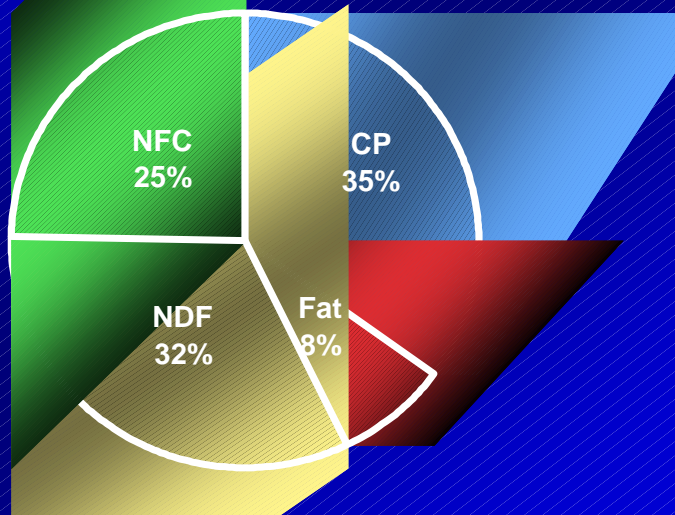
ED de uma TMR balanceada para suportar a produção de 45 litros de leite/d



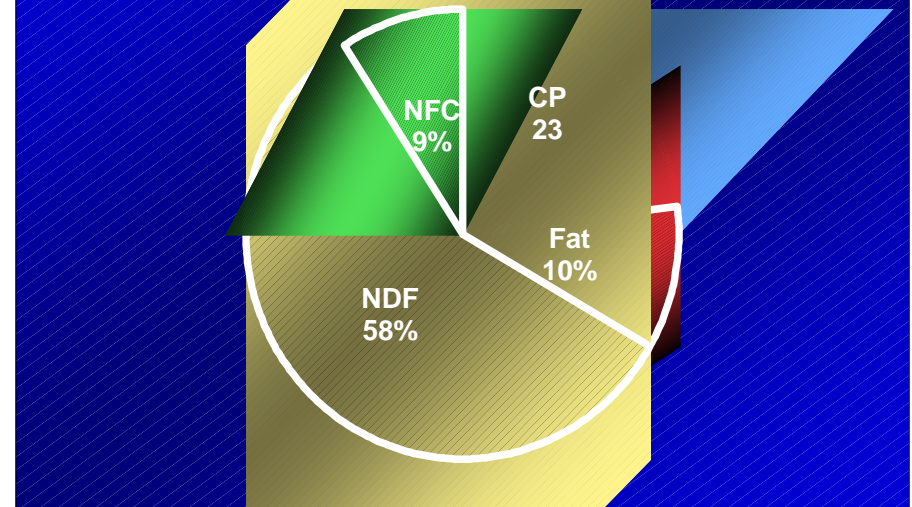
Digestible energy from a balanced di that supports 35 l/d of milk



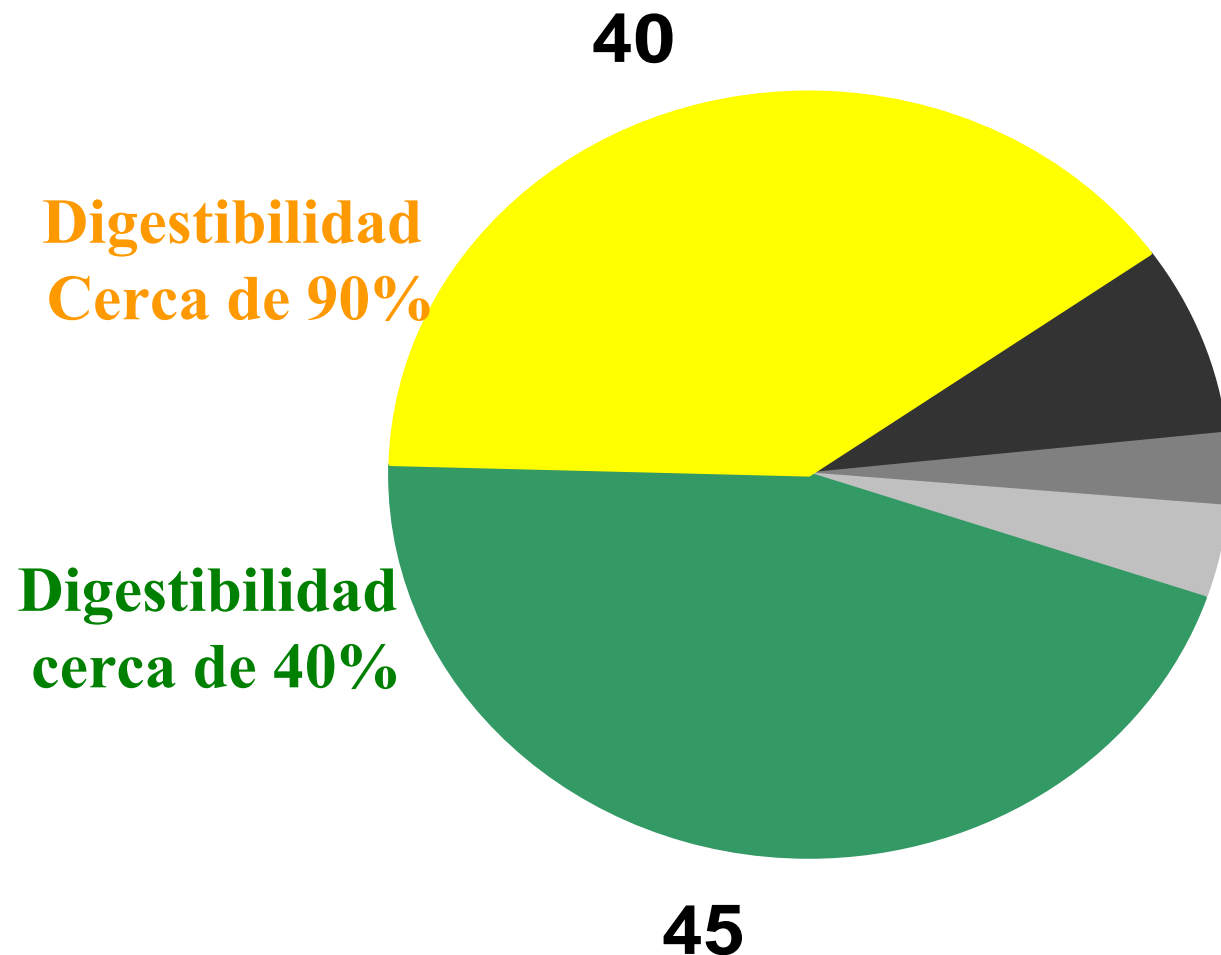
Digestible energy from excellent quality C3 grass pasture



Digestible energy from excellent quality Tifton 8 bermudagrass



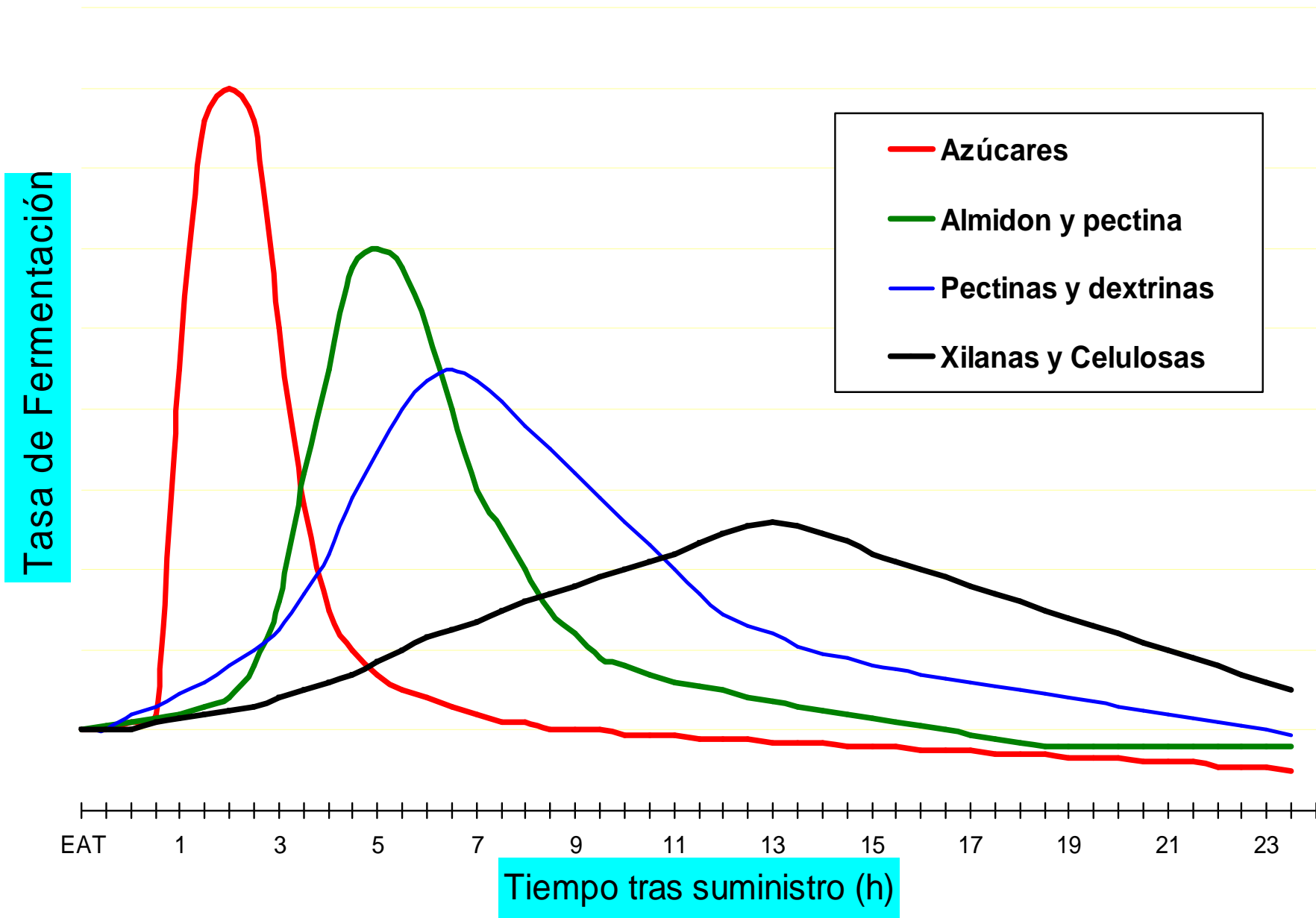
Pero que es más importante ? La calidad de la FDN o los CNF ?



■ PC ■ EE ■ Cenizas ■ FDN ■ CNF

La sincronización de la energía fermentable y nitrógeno en el rúmen causan algún impacto en la producción?

Perfil de Fermentación de Carbohidratos en Rumen



Producción de vacas en pastoreo de alfalfa suplementadas con carbohidratos de distintas degradabilidades ruminales

	T1	T2	T3	T4
Trigo, %	51		4	
Cebada, %	47		9	35
Maíz, %		35	6	35
Sorgo, %		34	6	
Harina de trigo, %		26		14
Pulpa de citrus, %			65	14
Concentrado, kg/d	7	7	7	7
Pasto de alfalfa, kg/d	10	10	10	10
LCG 3.5%, kg/d	24.9 ^{bc}	26.2 ^{ab}	23.8 ^c	26.8 ^a
Grasa, g/d	796 ^a	910 ^b	844 ^{ab}	907 ^b
Proteína, g/d	824 ^a	826 ^a	748 ^b	855 ^a

Castillo et al, 1998

El procesamiento del maíz afecta la producción y composición de leche de vacas en pasto?

Bargo et al., 2003. JDS 86:1-42. Reviso 9 estudios que compararan el maíz o sorgo seco vs procesado (5 a 10 kg /d)

- ✓ producción de leche no fue afectada por el procesamiento del almidón en 8/9 estudios
- ✓ Grasa de leche no fue afectada por procesamiento del almidón en 8/9 estudios.

Maíz seco vs silo de granos húmedos de maíz para vacas consumiendo forraje fresco en el comedero

	Maíz	HMEC	Control	SEM
Grano, kg MS/d	10	10	0	
CMS, kg/d	20.7	20.3	17.8	1.3 ^a
Leche, kg/d	30.7	29.9	25.6	1.5 ^a
Rumen pH	5.7	5.7	6.1	0.04 ^a
Rumen NH ₄ , mM	9.7	11.5	20.7	0.08 ^a
Urea en leche, mM	3.25	3.90	5.26	0.6 ^a

^a Contrast of DSC + HMEC vs no CORN is significant P<.01
Reis and Combs, JDS 2001

Sincronización ruminal de la degradación de carbohidratos en dietas de pasto y asociación de heno (Reis and Combs, 2000)

	Maíz seco		Maíz prensado		EPM
	0 Heno	3kg Heno	0Heno	3kg Heno	
Leche,kg	32,3	31,5	31,8	32,7	1,4
CMS, kg	20	20,3	19,8	19,7	0,7
Pasto, Kg	10,8 ^a	8,2 ^b	10,7 ^a	7,6 ^b	1,5
Almidón Fecal,%	12,2	11,5	12,2	10,6	0,86
pH rumen	6,57	6,46	6,48	6,51	0,04

Amidón vs Suplementos fibrosos de alta digestibilidad para vacas en pasto

Los suplementos en base a almidón (maíz, cebada, avena, trigo, sorgo) son mejores utilizados que los de fibra de alta digestibilidad (pulpa de remolacha, pulpa de citrus, o cascara de soya)?

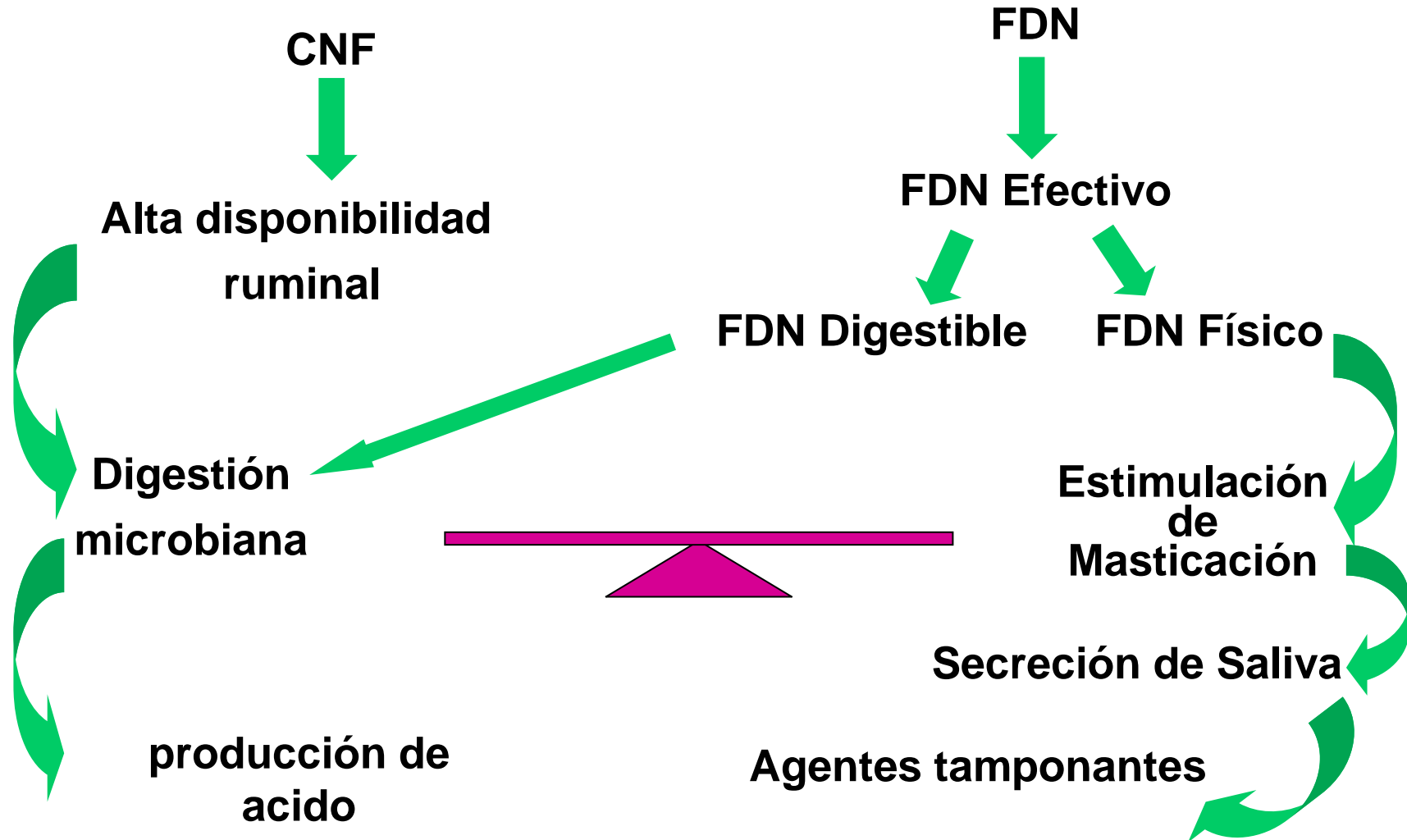
Bargo et al., 2003. JDS 86:1-42

- ✓ En 7 estudios publicados, ninguna diferencia en producción de leche
- ✓ Grasa de la leche aumentó en 1/7 estudios
- ✓ Proteína de la leche??

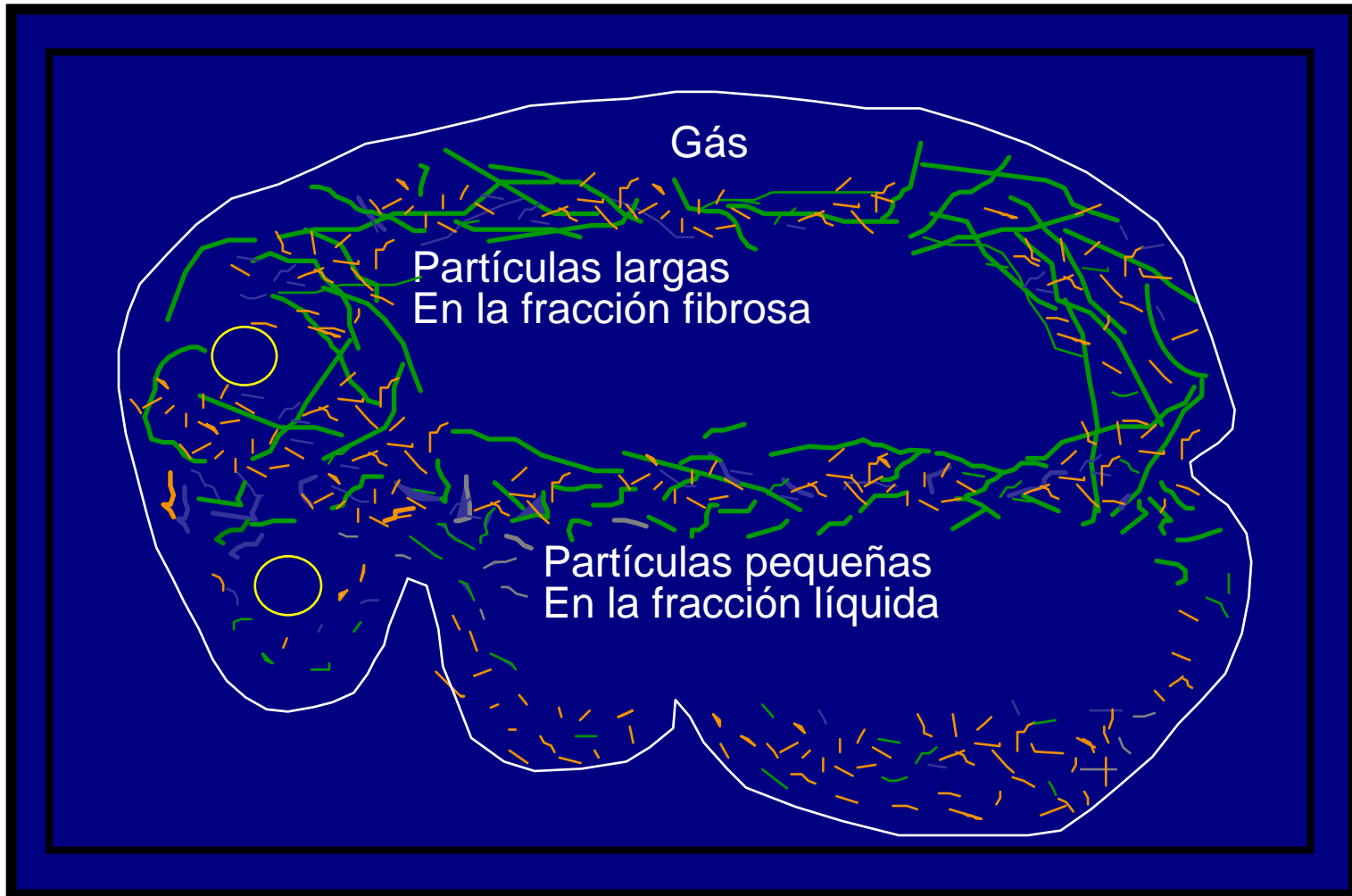
Producción y composición de la leche de vacas en pastoreo suplementadas con distintas fuentes de carbohidratos

	Tratamientos				Contrastes	
	MG	MP	PC	MU	MGxPC	MPx(MG+PC)
leche, Kg	22,4	21,0	21,6	22,5	0,38	0,26
Proteína, %	2,96	2,96	2,88	2,95	0,04	0,19
Proteína, kg	0,66	0,62	0,62	0,66	0,11	0,43
NUL, mg/dl	16,3	17,4	16,7	15,3	0,44	0,16

Ingestión de Carbohidratos



Estratificación Ruminal



Importancia de fibra estructural (FDN)

- FDN de gramíneas
 - 45-55% en hoja
 - 65-70% en tallo
- FDN es degradada más lentamente
- Degradación lenta resulta en:
 - Liberación lenta de nutrientes (alto acetato & metano)
 - Alto llenado del rúmen
- La fibra precisa ser físicamente quebrada para dejar el rúmen
- La lignificación de la fibra es el principal inhibidor de la producción en sistema pastoril
- Reducción de consumo de fibra (< 7 kg FDN/d) debido a bajo consumo de forraje y no al bajo tenor de fibra de los forrajes

Patofisiología de SARA

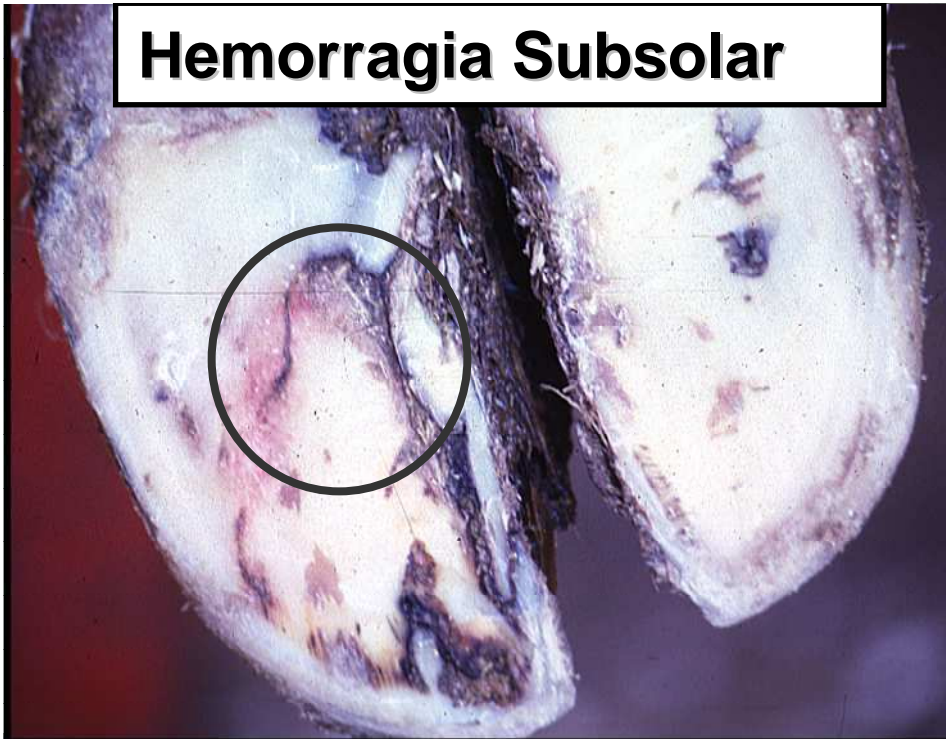
- Exceso de ácidos ataca al epitelio ruminal llevando a Ruminitis
- A mediano y largo plazo la Ruminitis lleva a una cascada de eventos:
 - Penetración de bacterias a la circulación portal;
 - Abscesos en hígado
 - Bacterias en la circulación sistémica colonizando en organos y tejidos como pulmones, corazón, riñones y articulaciones llevando a dolencias crónicas de difícil diagnóstico ante-mortem:
 - Pneumonia, endocarditis, pielonefritis y artritis

Rumenitis



Ver Nordlund et al. 1995

Hemorragia Subsolar



Erosión del Talon & Úlcera



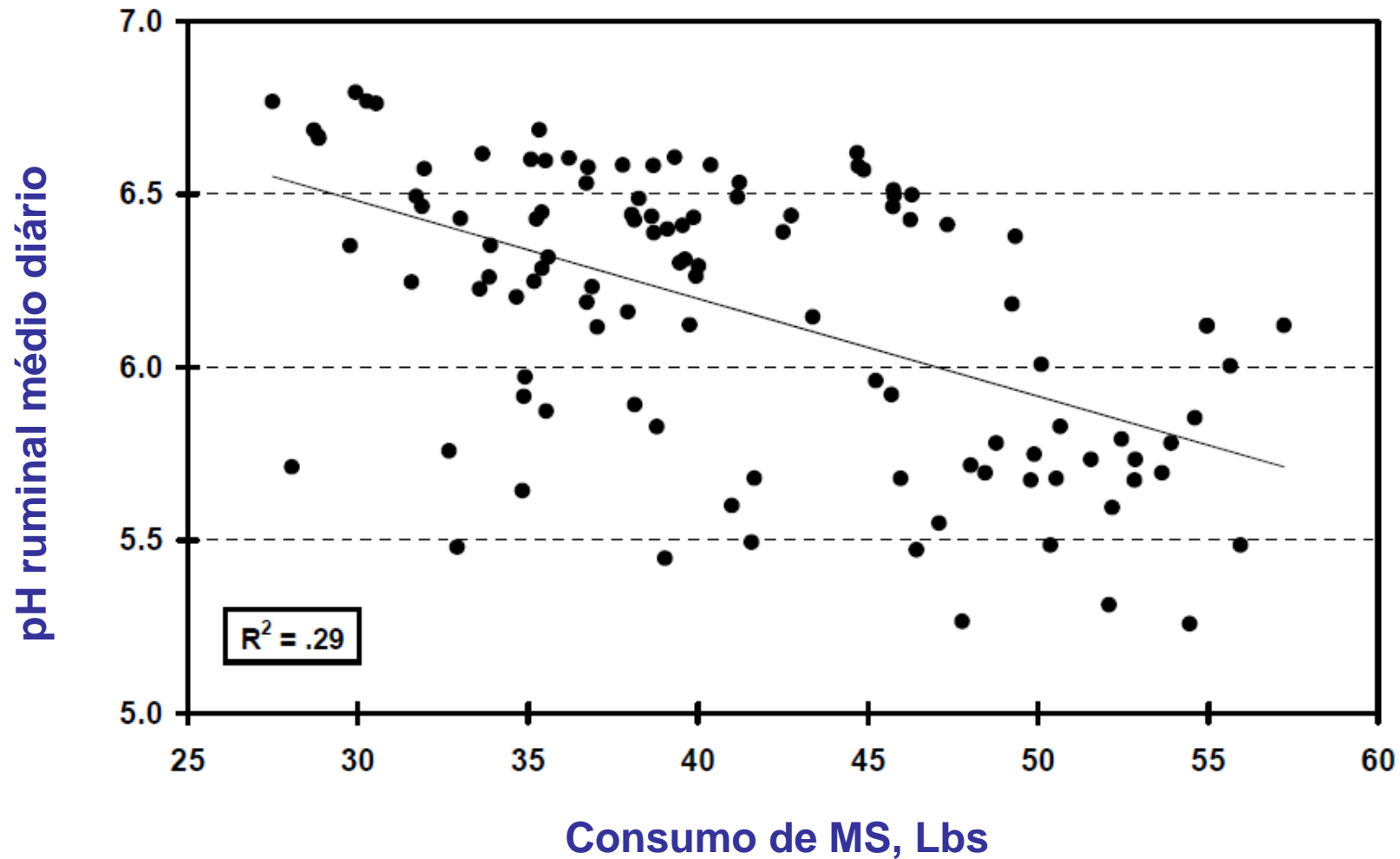
Abcesos de Suela



Anillos que marcan crecimiento defectuoso



CMS y pH ruminal médio

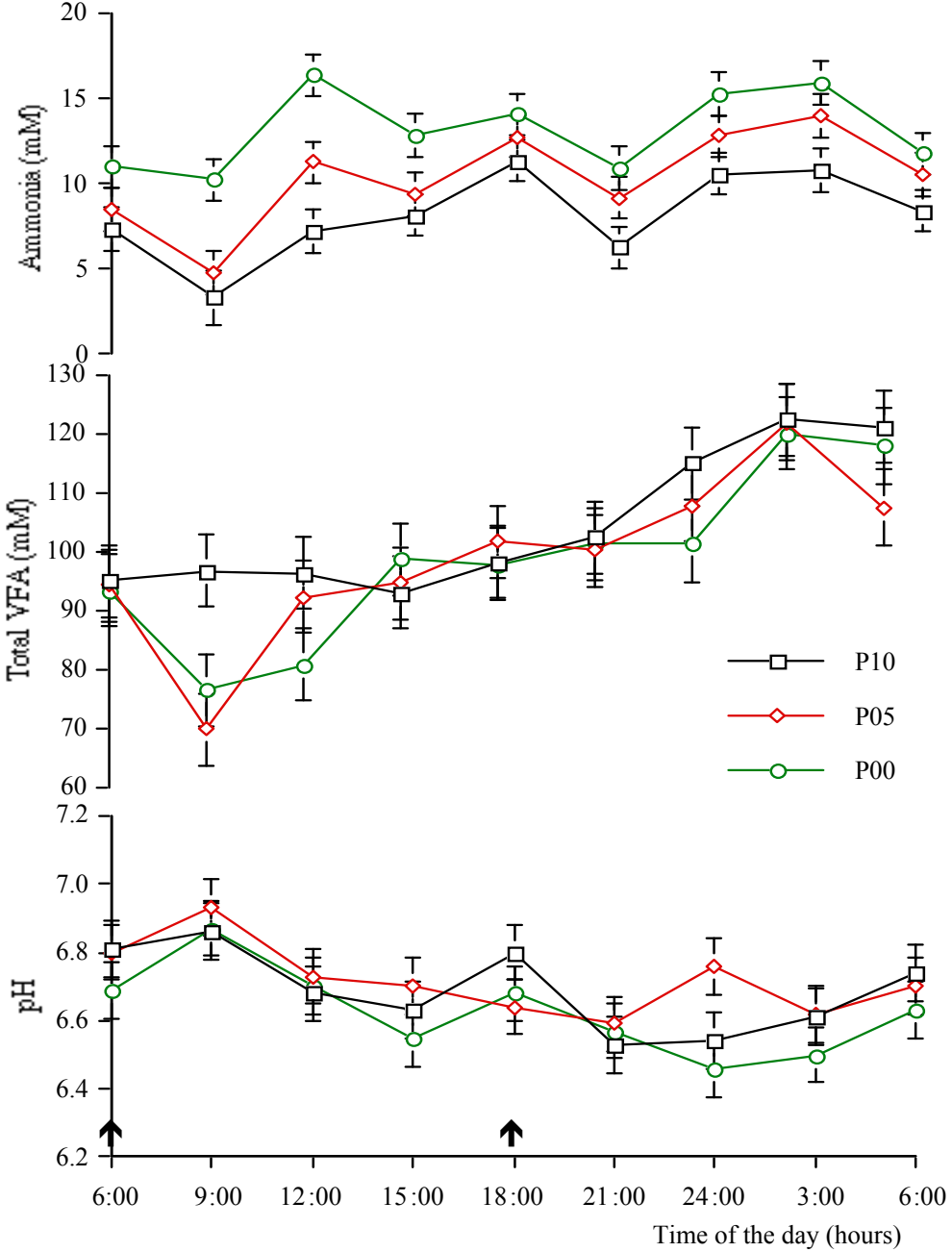


(Oetzel, 2007).

Fisiología del pH ruminal

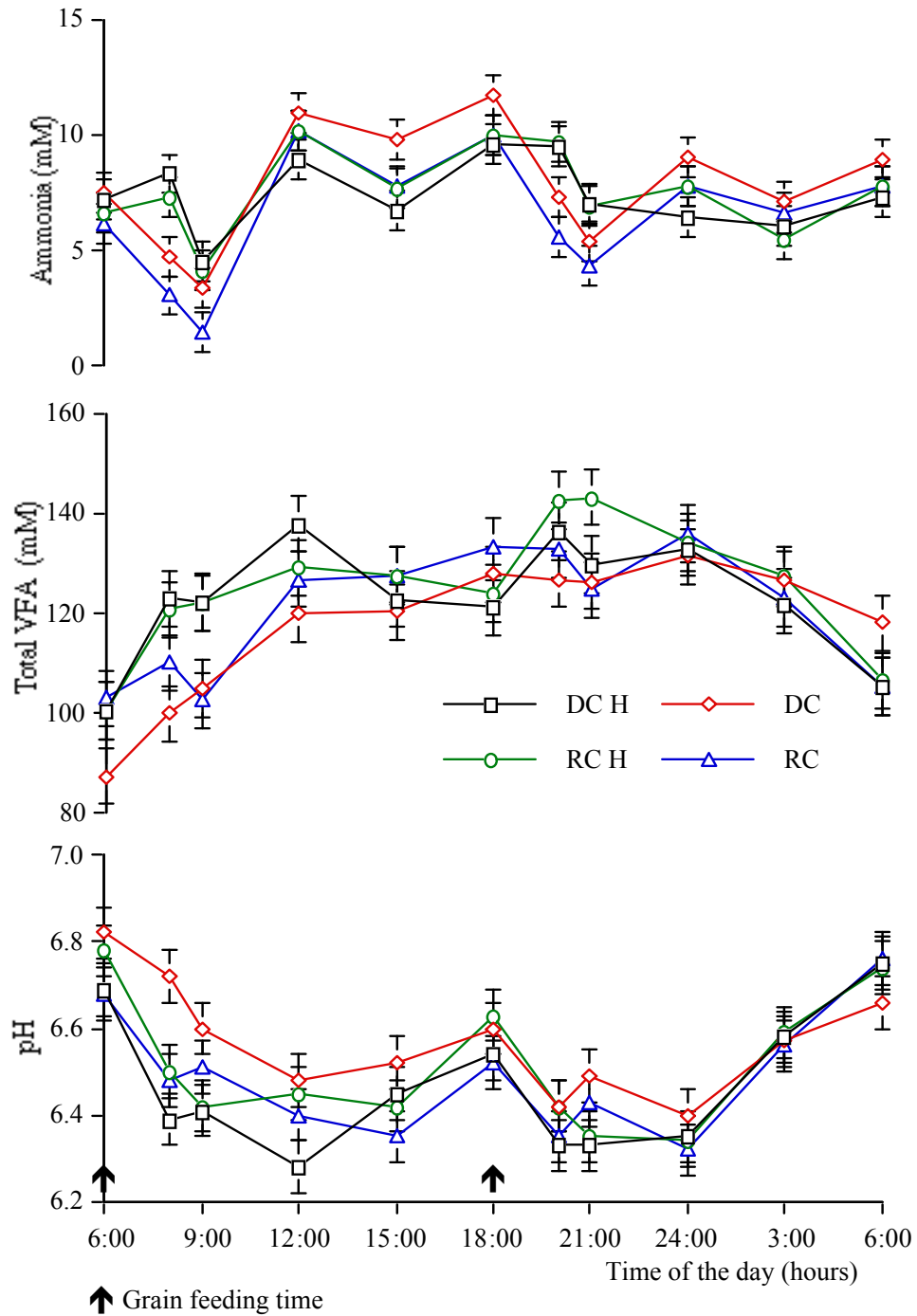
- Es considerado la ocurrencia de acidose sub-clinica (SARA) cuando el pH ruminal es $< 5,5$.
- El pH ruminal será menor cuanto mayor es el consumo total de carbohidratos no fibrosos (de rápida fermentación). El consumo total es más importante que la concentración de carbohidratos.

Suplementación de 0, 5 o 10 kg de concentrado con 12% de PC a base de maíz

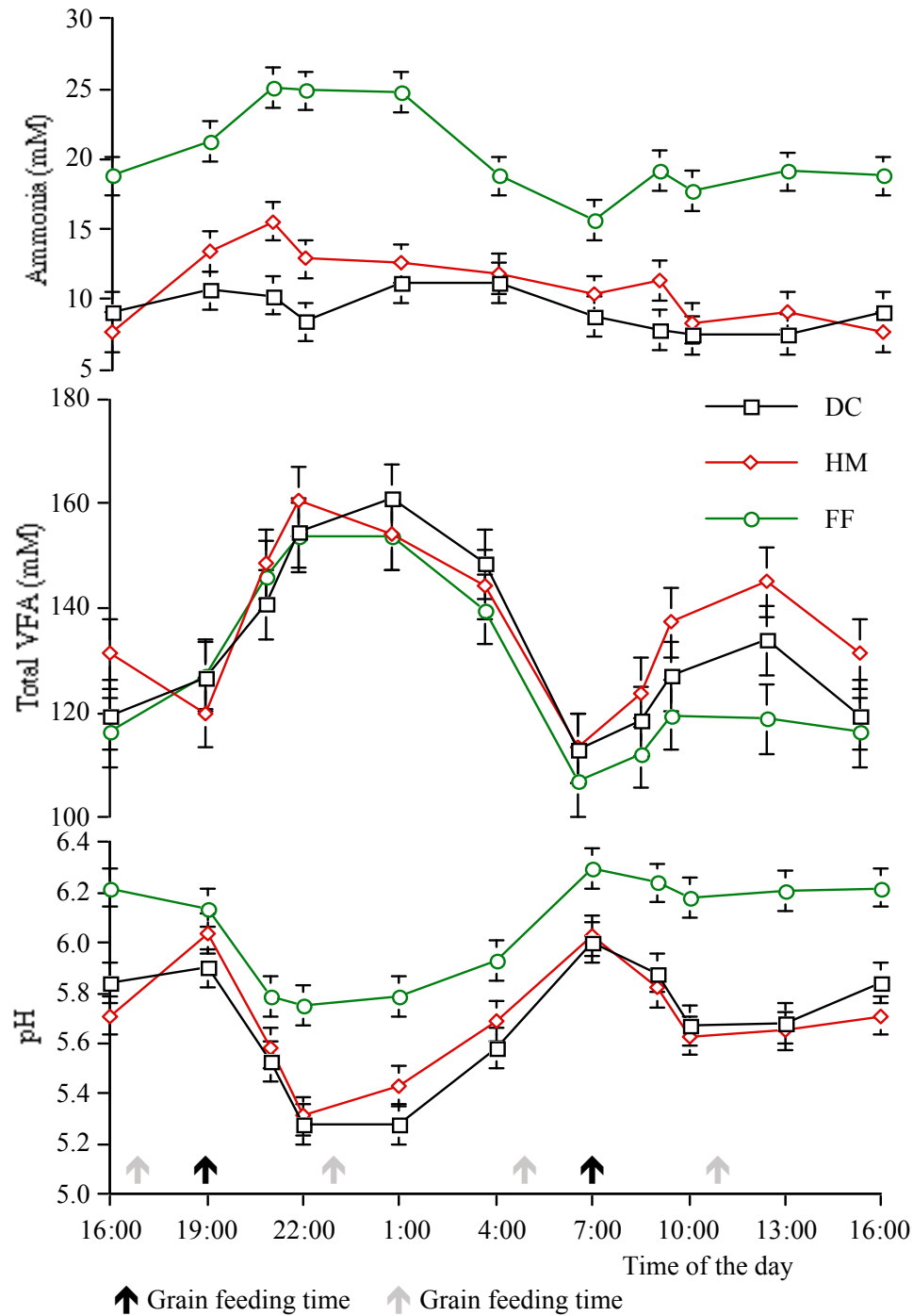


↑ Grain feeding time

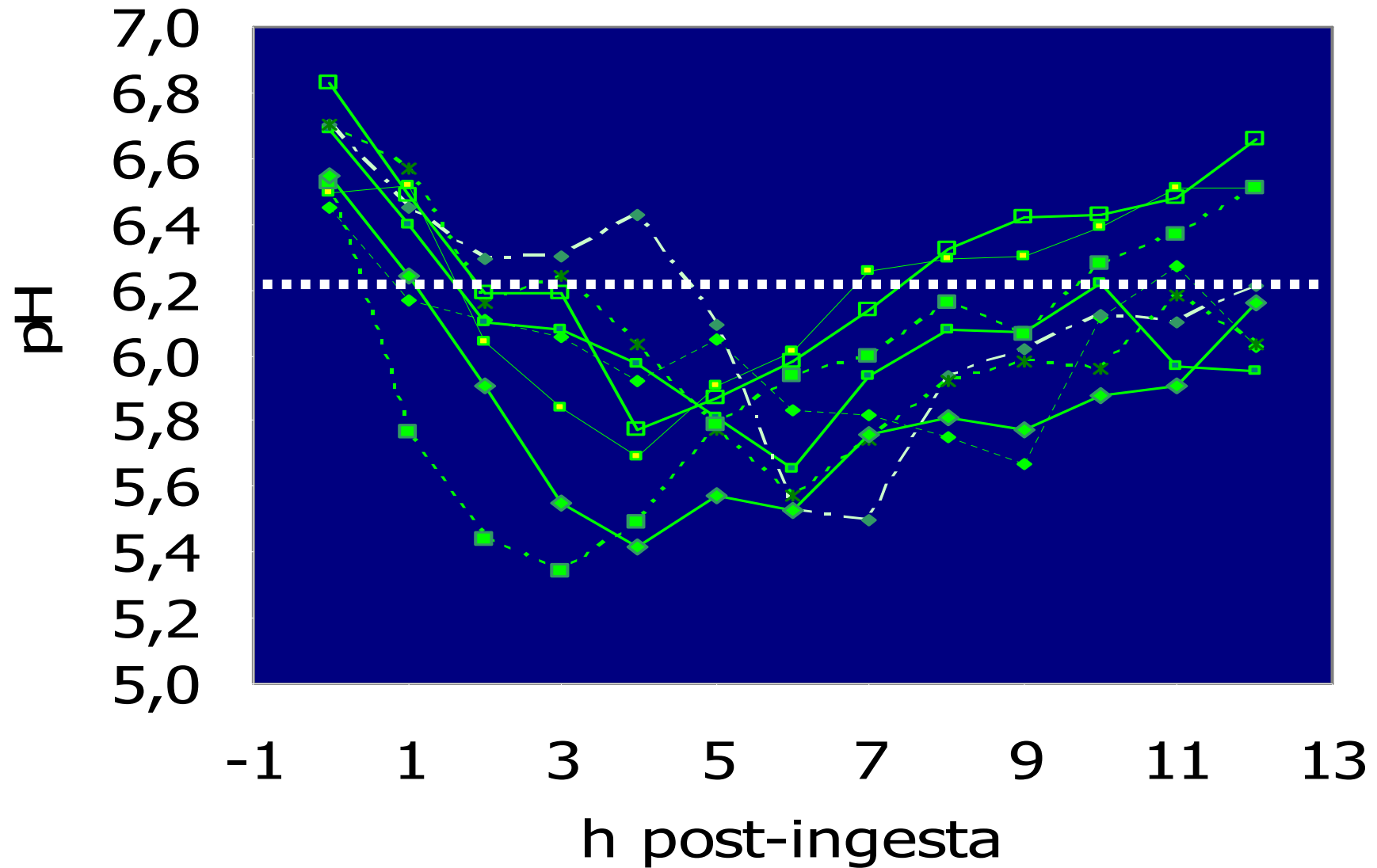
**Suplementación de 10 kg de
concentrado con 12% de PC a base de
maíz molido o prensado, con o sin heno**



Suplementación de 0, 5 o 10 kg de concentrado con 12% de PC a base de maíz seco o silo de grano húmedo de maíz y forraje picado y suministrado en el comedero

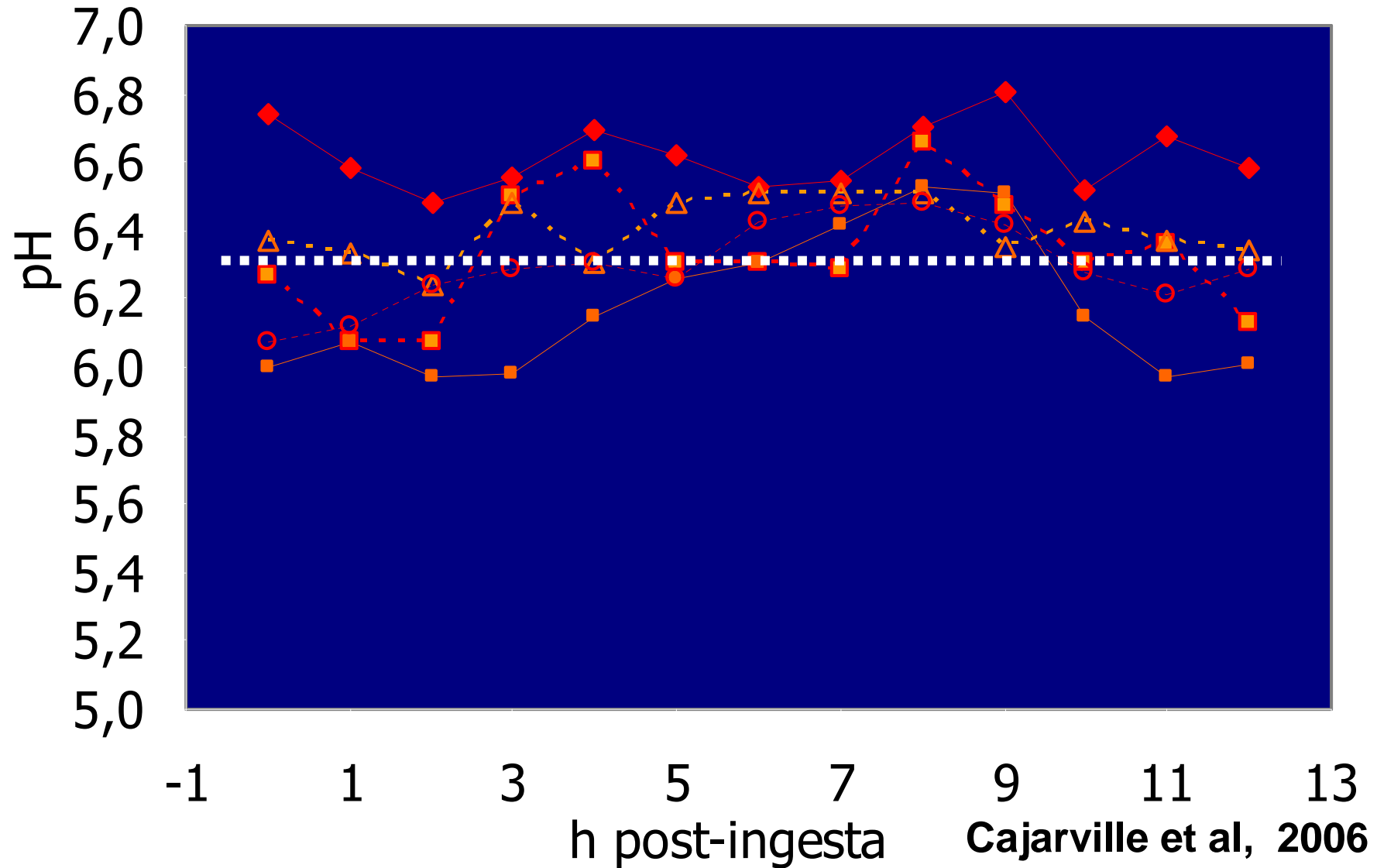


pH ruminal para frecuencias BAJAS de alimentación

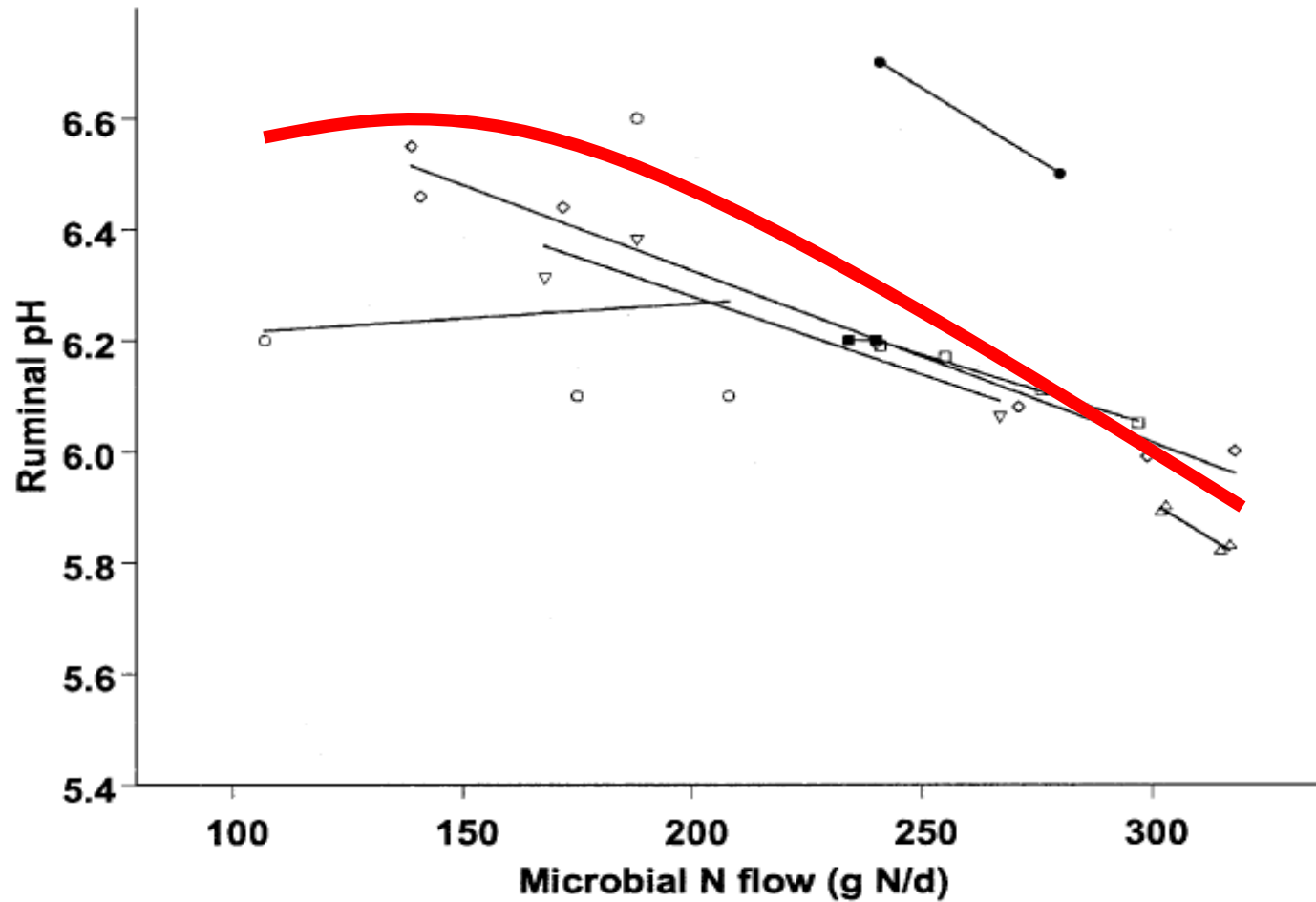


Cajarville y col, 2006

pH ruminal para frecuencias ALTAS de alimentación



Relación entre flujo de N microbiano y pH ruminal



Kolver y de Veth, 2002

SARA

- La disminución del consumo es poco significativa en cuanto el pH es $> 5,5$.
- Pero cuando el pH cae debajo de 5,5 hay una fuerte inhibición del consumo
- Hay una línea delgada entre salud y enfermedad en vacas que consumen dietas ricas en CNF. Los tamponantes son importantes y cuentan positivamente para mantener un margen de seguridad.

Las causas de SARA pueden ser divididas en 3 categorías:

- Consumo excesivo de CHO de fermentación rápida;
- Tamponamiento Ruminal no adecuado;
- Adaptación Microbiana y Ruminal no adecuada.

Mecanismos de Control del Rumiante

- Primera Línea de Defensa:
 - Tamponamiento Endógeno vía Saliva
 - Absorción de ácidos
 - Depresión del apetito
- Segunda Línea de Defensa:
 - Pka de los Ácidos
 - Adaptación de la Microbiota Ruminal

Tamponamiento Ruminal

- Dietético y Endógeno (Saliva);
- Dietético:
 - DCAD refleje la capacidad tamponante de la dieta
 - $NA + K > S + Cl$
 - DCAD ideal
 - Vacas inicio lactancia: + 400m Eq/kg
 - Vacas medio de lactancia : 275 – 400 mEq/kg
 - Eso requiere adición de Bicarbonato de Sódio (0.75 a 1% de la MS de la dieta)
 - Alfalfa > Silo de Maíz > Concentrados

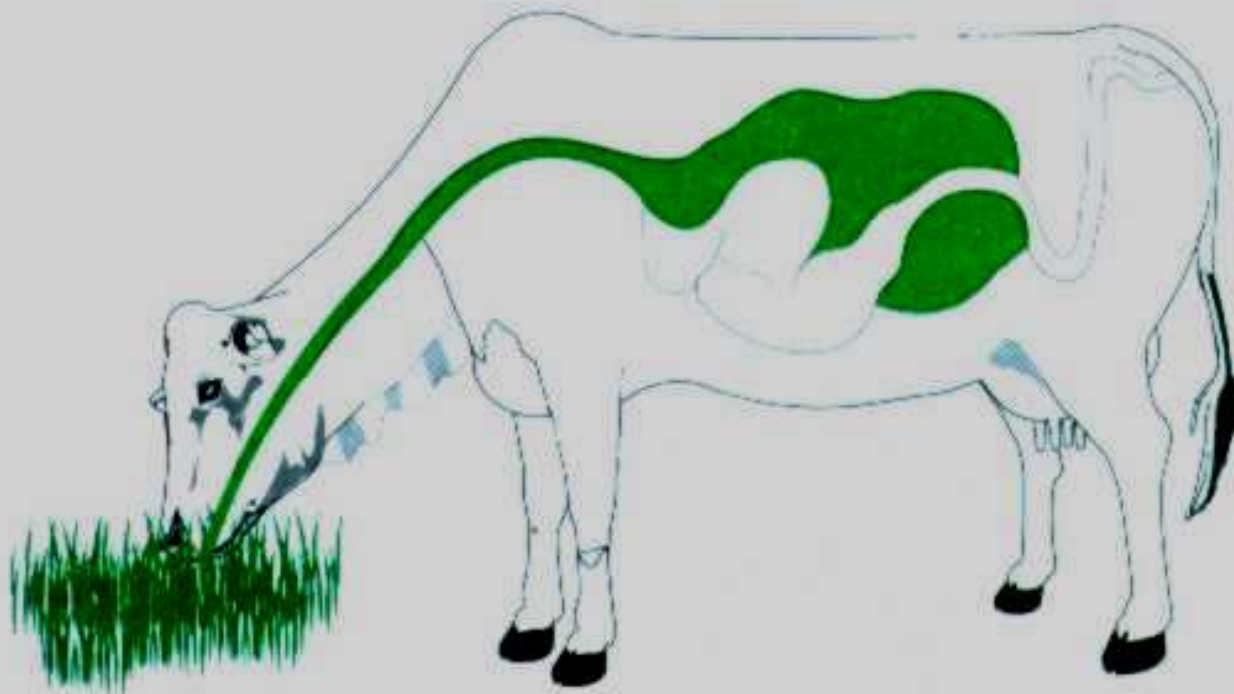
Tamponamiento Ruminal

- Endógeno:
 - Depende de Fibra Efectiva en la Dieta
 - (Lleva a Rumia)
 - Depende de “Mat” Ruminal
 - Partículas > 3,8 cm son las que contribuyen para su formación

Efecto de Probios en el pH ruminal durante la inducción de Acidosis Subclínica

	Tratamiento				
	Control	AO – 0,6	AO – 3,0	Probios	<i>P</i> (Probios vs. Control)
pH medio	5,40	5,72	5,59	5,84	0,06
pH mínimo	4,43	4,96	4,88	5,02	0,05

Chiquette (2009)



Esquema simplificado da ingestão - quando o animal está pastando, as forragens vão direto para os compartimentos de armazenamento: rúmen e retículo.

Sara en vacas en pasto en Irlanda

O'Grady et al. 2008

- 144 vacas en lactación;
- 12 haciendas;
- Pasto de Rye Grass
- Alto CNF y bajo FDN efectivo
- < 2 kg de concentrados/ordeño
- 8114 ± 733 kg leche en lactancia
- Ruminocentesis (6h en pasto)

- Vacas entre 80 e 150 días posparto
- Clasificación del rebaño:
 - **Afectado** : por lo menos 25% de las vacas $\text{pH} \leq 5,5$
 - **Alto riesgo**: \geq a 33% de las vacas con $\text{pH} \leq 5,8\%$
 - **Normal**

Oetzel (2003) sugiere SARA si 3 vacas de 12 muestras con $\text{pH} \leq 5,5$

Resultado

	Vacas, %	Rebaño, n
pH \leq 5,5 (Afectado)	11	3
pH entre 5,5 y 5,8 (Alto riesgo)	42	6
pH \geq 5,8 (Normal)	47	3

	Afectados	Alto Riesgo	Normal
Número de Rebaños	n=3	n=6	n=3
Producción de Leche, kg/d	31,54	29,98	29,28
Grasa, %	3,22	3,37	3,68
Proteína, %	3,19	3,05	3,15
Grasa:Proteína	1,01	1,11	1,17
ECC (1 a 5)	2,83	2,81	2,94
Escore llenado ruminal	3,94	3,94	2,94
Escore de locomoción	1,84	1,93	2,58
pH del rúmen	5,81	5,82	6,19
Escore consistencia fecal	2,33	2,37	2,46
Escore de fibra las heces	2,14	2,54	2,76
Acetato del rumen mmol/L	89,64	96,88	78,51
Propionato del rumen mmol/L	29,85	26,64	21,34
Acetato:Propionato	3,13	3,68	3,72
MS del pasto, %	22,4	21,9	24,9
PC del pasto, %	16,9	18,1	16,8
FDN del pasto, %	58,1	54,3	52,8
FDA del pasto, %	27	24,8	24,8
CHO solubles del pasto, %	10,1	11,7	12,7

A group of black cows is grazing in a lush green field. In the background, there is a house with a red roof and some trees. The scene is bright and sunny.

GRACIAS !!!

OBRIGADO!!!

rbreis@vet.ufmg.br