



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ANIMALES

ALTERACIONES METABÓLICAS EN VACAS LECHERAS RELACIONADAS AL PERÍODO PREPARTO

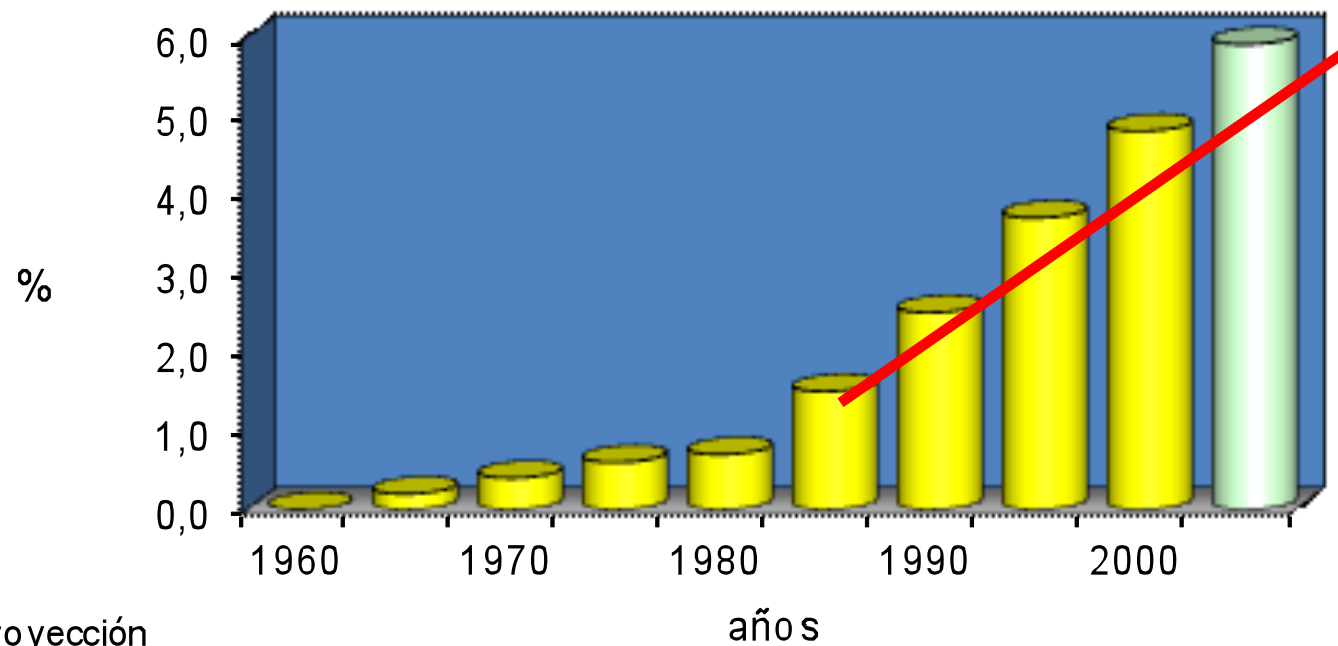


FERNANDO GONZÁLEZ MUNIZAGA.
29 DE MARZO DE 2012

Seminario de otoño 2012
“Estrategias en áreas claves para el manejo de la
producción lechera en la zona central”

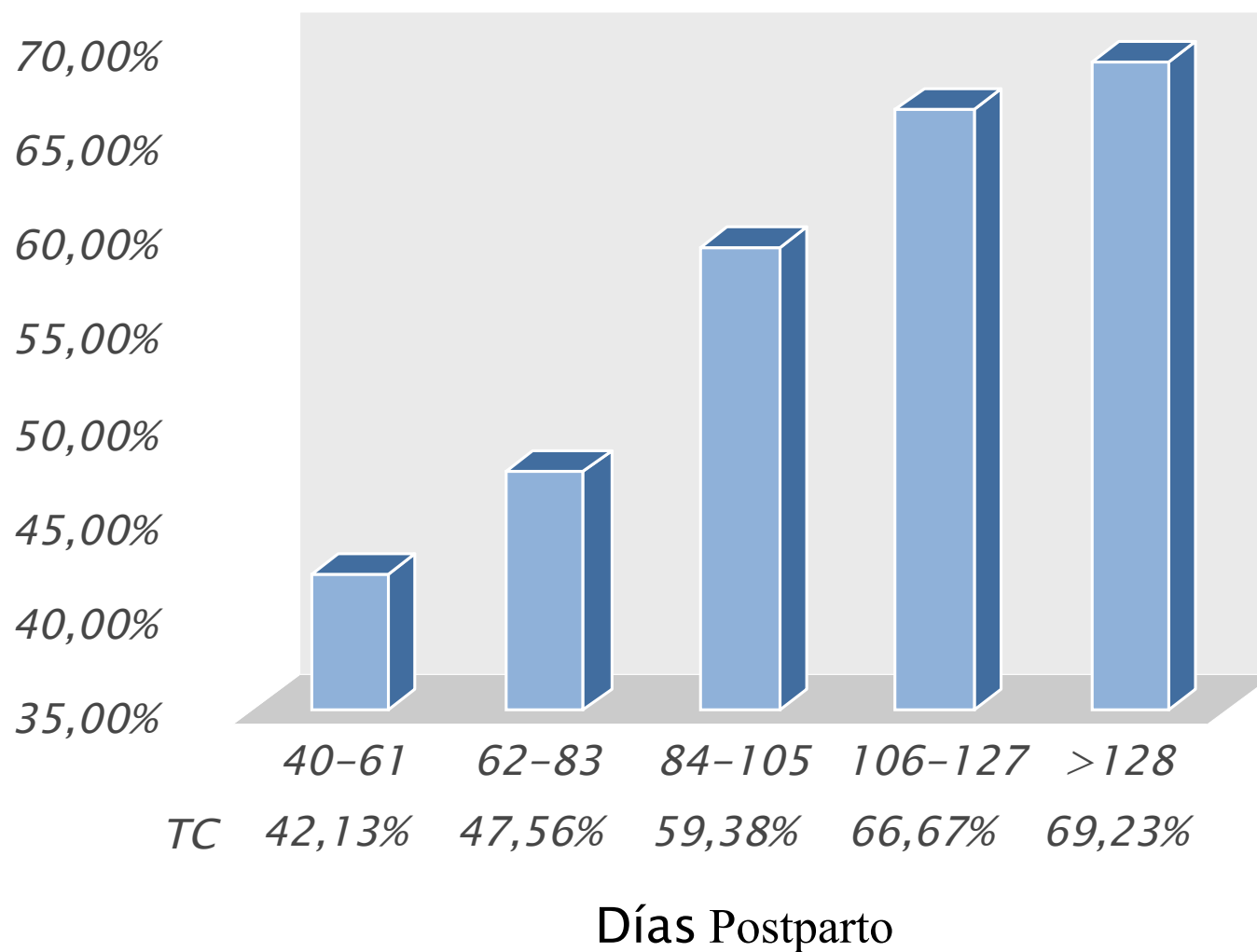
Curvas de lactancia, consumo de materia seca y peso corporal en vacas Holstein Friesian

Porcentaje de inbreeding en la raza Holstein Friesian (USA)



Fuente: Breeders Journal, 2001

Tasa de Concepción 1° Servicio



Fuente: Capitaine, Donoso y González (2000)

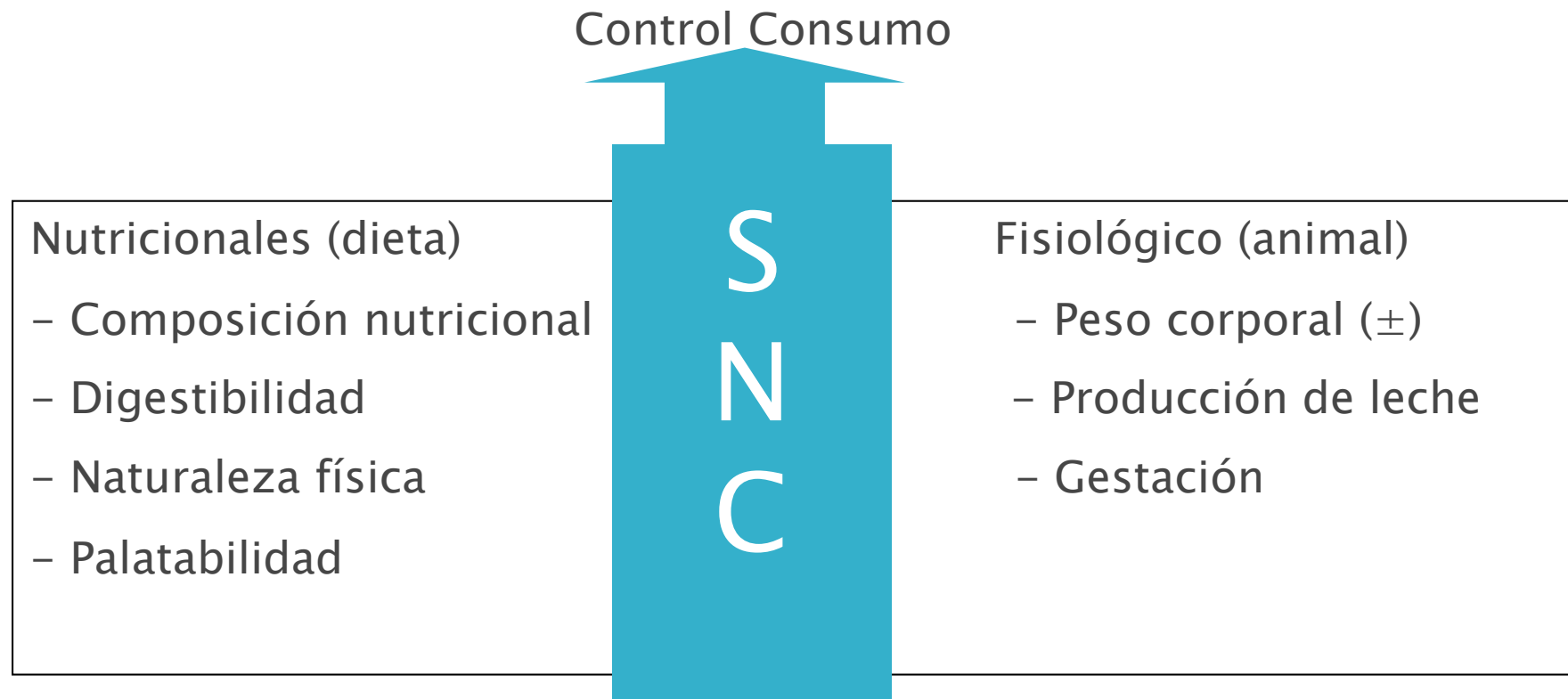
Parámetros reproductivos en rebaños lecheros de la RM, V y VI región

Periodo Espera Voluntario (días)	56,3
Días al 1° servicio	100,41
Periodo servicio (días)	87,11
Días abiertos	143,36
Indice de Concepción	2,01
Servicios/preñez	2,83
Tasa de Concepción	35,66
Eficiencia Detección Calores	34,46
Tasa de Preñez (%)	12,29
Eliminación Reproductiva (12 ciclos)	20,73
Longevidad (9 lactancias)	2,79 partos

Fuente: Cabezas, Maturana y González (2008)

Control del Consumo

Regulación del balance energético

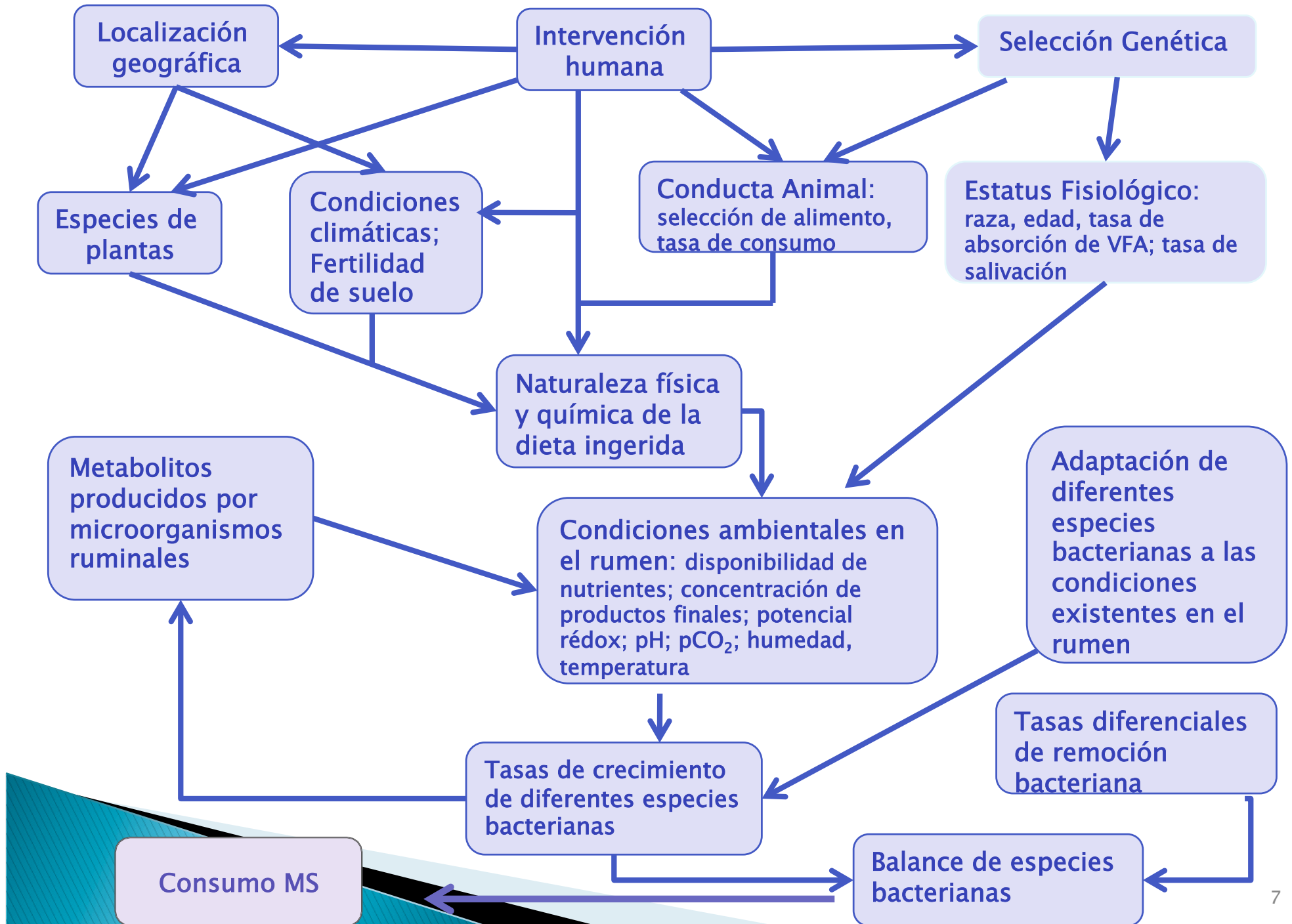


Procesos Biológicos

– Nutrición y metabolismo ruminal

– Relaciones endocrino-metabólicas

Factores que influyen en el balance de especies bacterianas en el rumen



Cálculo del consumo de alimento

$$Q_{MS} = A \times 0,02 \times PV + 0,33 \times FPCM + B \times GP/\text{día}$$

Donde:

Q_{MS} = Consumo de materia seca (kg/día)

A = Ajuste por días de leche

$A = 1 - 0,2 \times [(90 - \text{días en leche})/90]$, si días en leche < 90

$A = 1$, si días en leche > 90

PV = Peso vivo

$B = 1$, si $GP > 0$; 0 , si $GP < 0$

GP = ganancia de peso

FPCM = Leche corregida a 3,5 % grasa y 3,2% proteína = $(0,327 \times \text{leche (kg)})$
+ $(12,95 \times \text{grasa (kg)})$ + $(7,2 \times \text{proteína (kg)})$

Estimación del consumo de alimento (MS)

► Ejemplo:

- Peso Vivo : 630 kg.
- Forraje: 46% FDN (%MS)
- Concentrado: 14% FDN (%MS)

$$Q \text{ FDNt} = 630 \times 0,012 = 7,56 \text{ kg}$$

$$Q \text{ FDNf} = 630 \times 0,009 = 1,89 \text{ kg}$$

$$Q \text{ FDNc} = 7,56 - 5,67 = 1,89 \text{ kg}$$

$$Q \text{ MSF} = 5,67 / 0,46 = 12,33 \text{ kg}$$

$$Q \text{ MSC} = 1,89 / 0,14 = 13,50 \text{ kg}$$

$$Q \text{ MS Total} = 25,83 \text{ kg}$$

Consumo de alimento (MS)

$$F = 3,438 - 0,68 \times C$$

Si:

$$0,918 < C < 3,41$$

F : consumo de forraje (%PV)

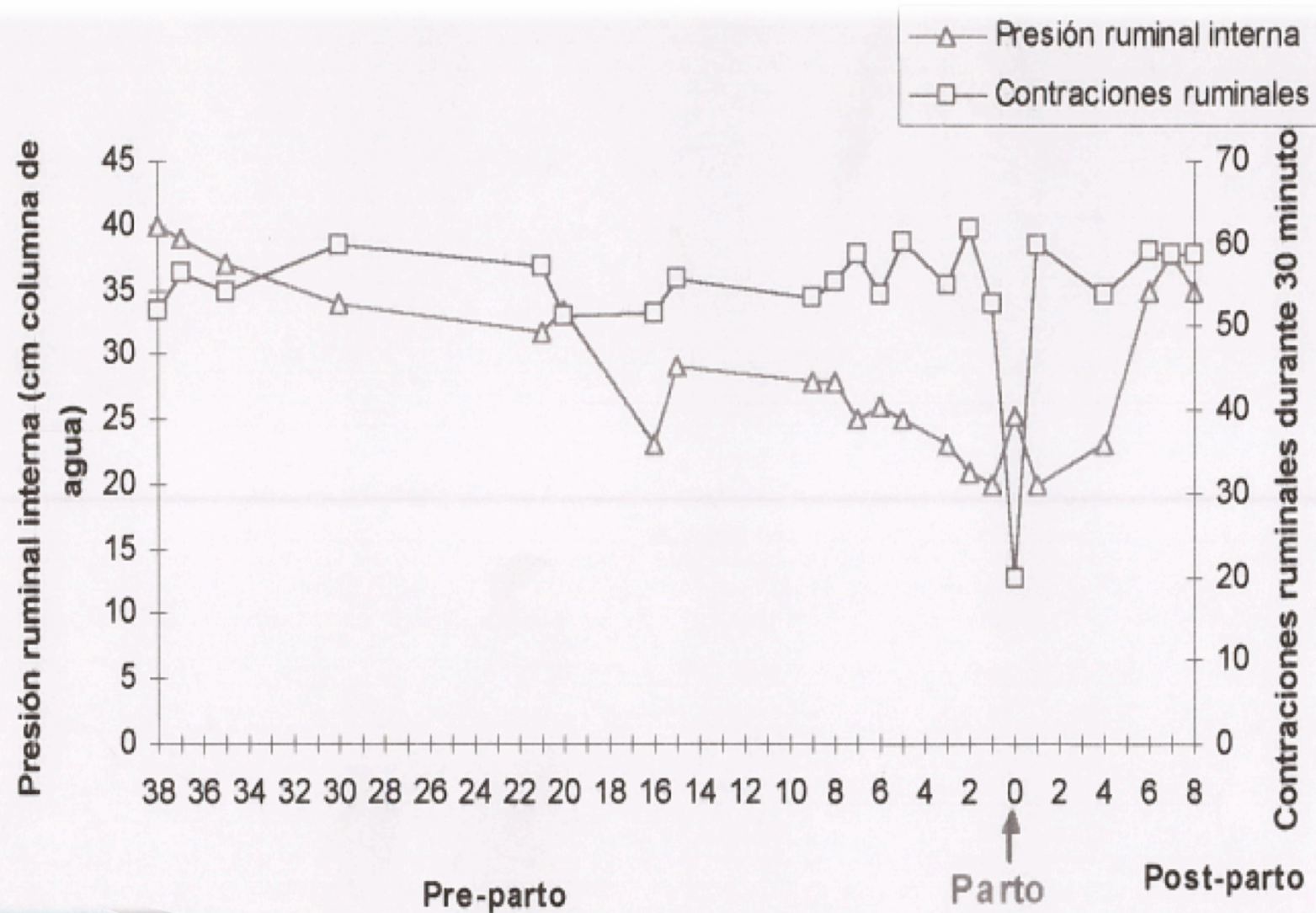
C : consumo de concentrado (%PV)

Vaca 630 kg

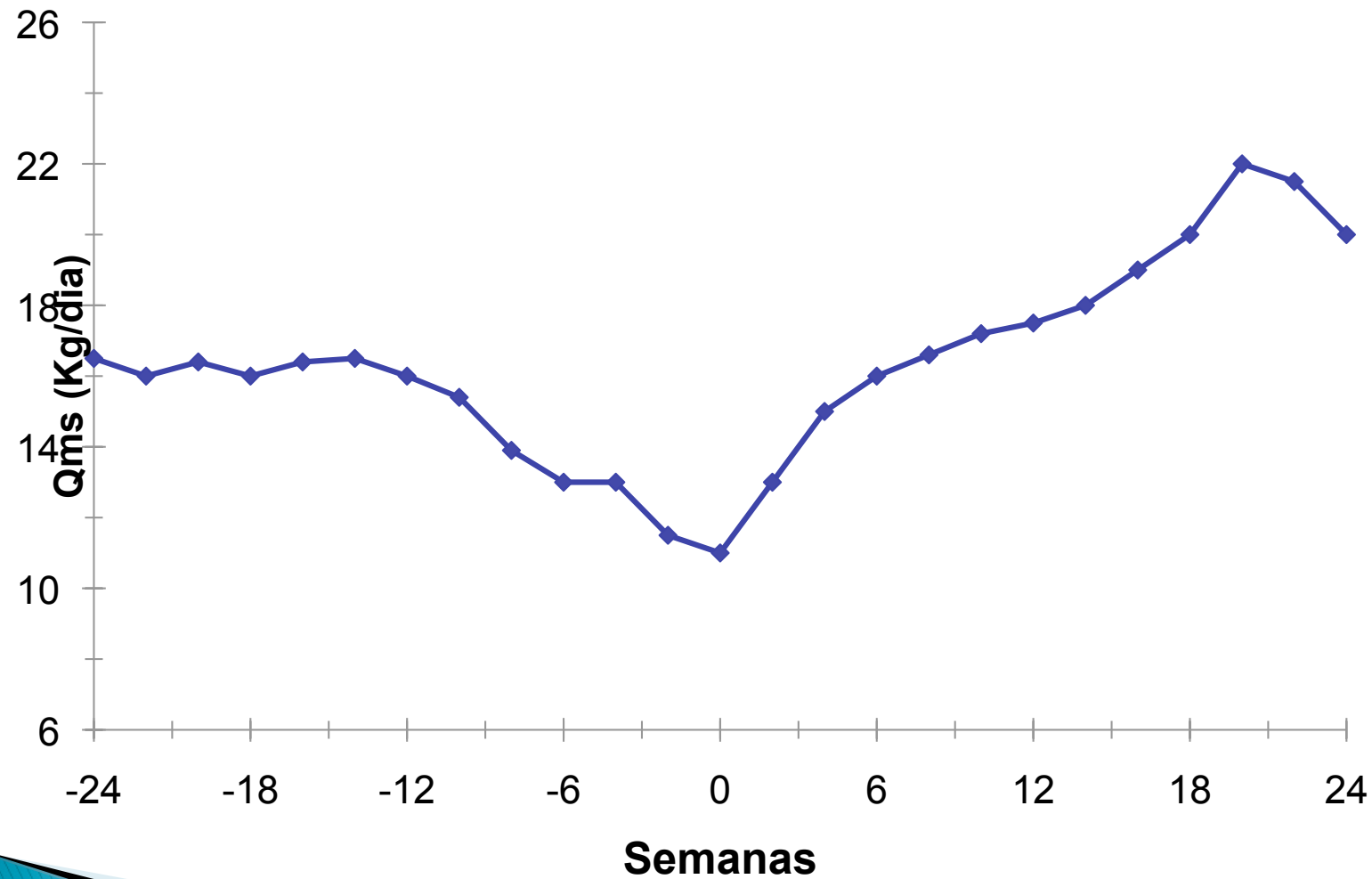
QMSc	QMSf	QMSt	QMS %PV	C/F
0,0	19,85*	19,85	3,15	0/100
10,5	14,48	25,04	3,98	42/58
12,5	13,17	25,67	4,07	48/52
13,0	12,82	25,82	4,10	50/50

$$Q \text{ MSf (\% peso vivo)} = 120/\text{FDN (\%MS)}$$

Motilidad y Presión Ruminal

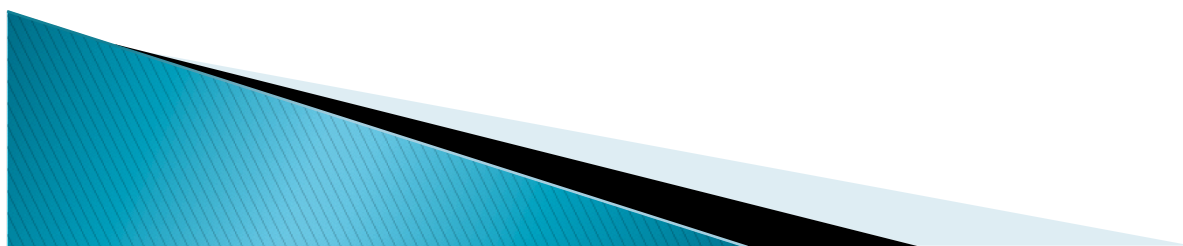


Consumo de Materia Seca (MS) durante el Pre y Postparto



Factores que influyen el consumo de alimento

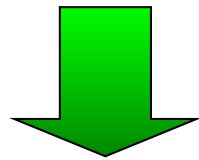
- ▶ Mala calidad del forraje
- ▶ Cambios en la calidad del forraje
- ▶ Alimentos con alta humedad
- ▶ Variación en la cantidad de alimento ofrecido
- ▶ Variación en la proporción de los distintos ingredientes de la ración
- ▶ Cambios bruscos en la alimentación y en la frecuencia de suministro
- ▶ Aumento en la densidad de vacas
- ▶ Comederos no protegidos (lluvia, calor)
- ▶ Espacio inadecuado de comederos
- ▶ No uso de raciones completas (selectividad)
- ▶ Insuficiente disponibilidad de agua
- ▶ Condiciones climáticas (frío, lluvia, calor)
- ▶ Dominancia social (tamaño grupo, densidad animal, edad, número de parto, diferencia tamaño, peso corporal, producción de leche, estado de lactancia)



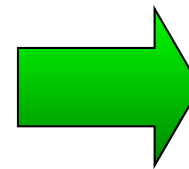
Periodo de Transición

Inicio de la lactancia

- Disminución de la síntesis de glucosa a partir de propionato
- Aumento de la formación de glucosa a partir de aminoácidos (alanina, glutamina), lactato y glicerol
- Disminución de ureagénesis y aumento de la concentración de amonio que inhibe la formación de glucosa a partir de propionato
- Marcado aumento de requerimientos de glucosa, aminoácidos y ác. grasos por parte de glándula mamaria



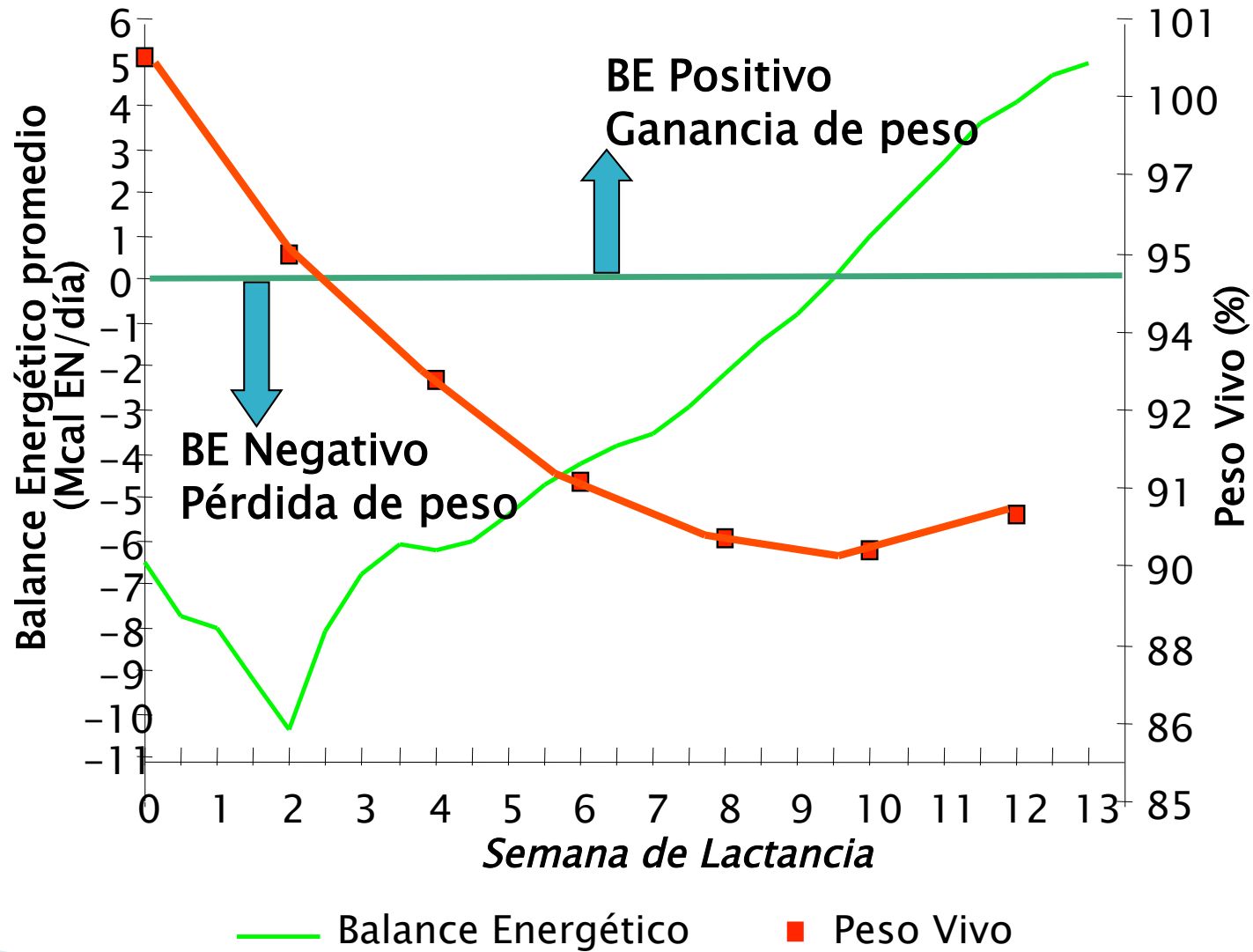
Alta movilización de NEFA desde
el tejido adiposo hacia el hígado
y otros tejidos



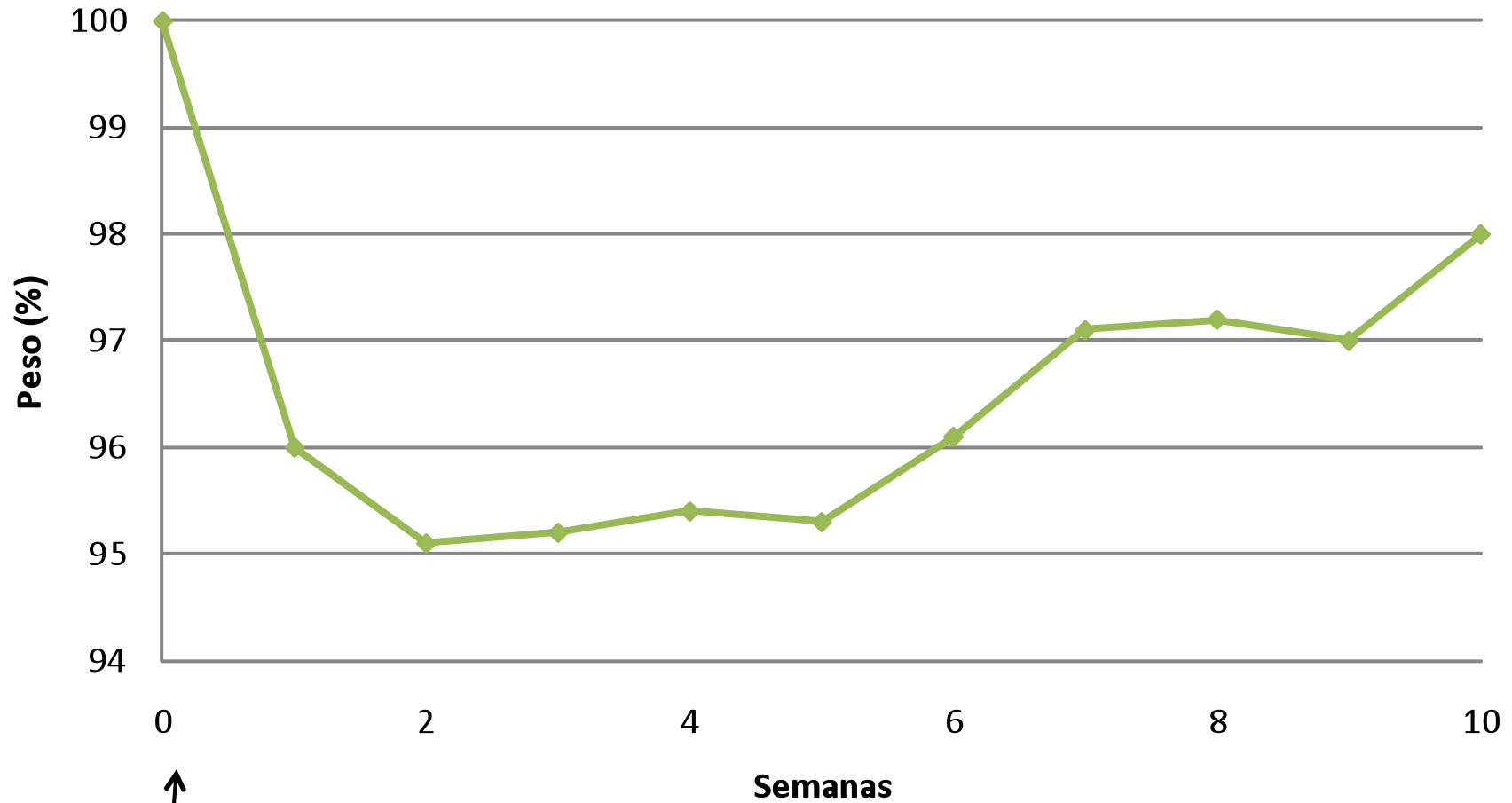
**HÍGADO
GRASO**

Capacidad máxima detoxicación
urea: 2mMol/urea/minuto/kg hígado

Balance Energético



Variación del peso vivo en la lactancia temprana



PARTO

Cálculo del balance energético en vacas lecheras

$$NE_C = NE_L \text{ por kg de MS} \times Q_{MS}$$

$$NE_L = \text{leche (kg)} \times (0,0929 \times \text{grasa\%} + 0,0547 \times \text{proteína\%} + 0,0395 \times \text{lactosa\%})$$

$$NE_R = (PV^{0,75} \times 0,08) \times 1,1 + NE_L$$

$$EB = NE_C - NE_R$$

Donde:

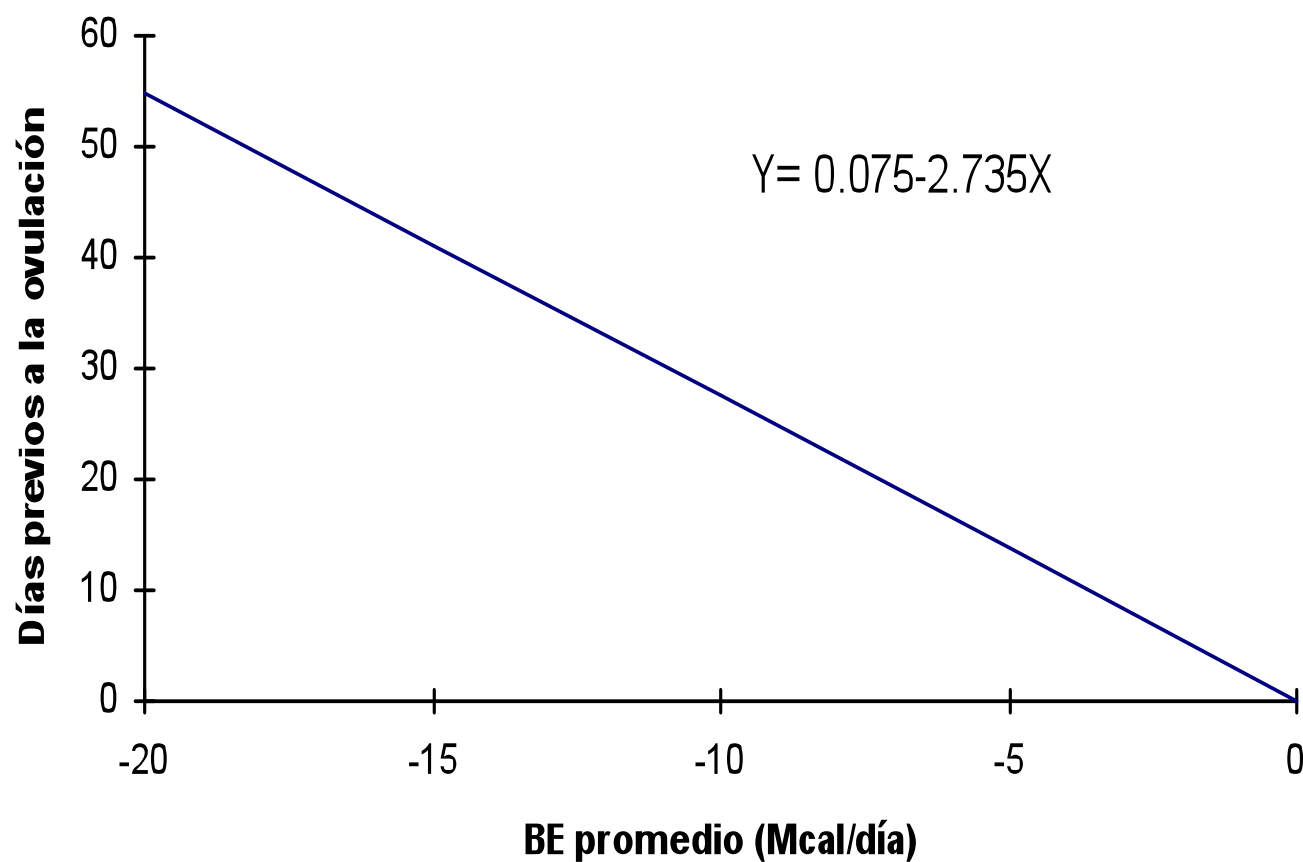
NE_C: Energía Neta Consumida

NE_L: Energía excretada en leche

NE_R: Energía Neta Requerida

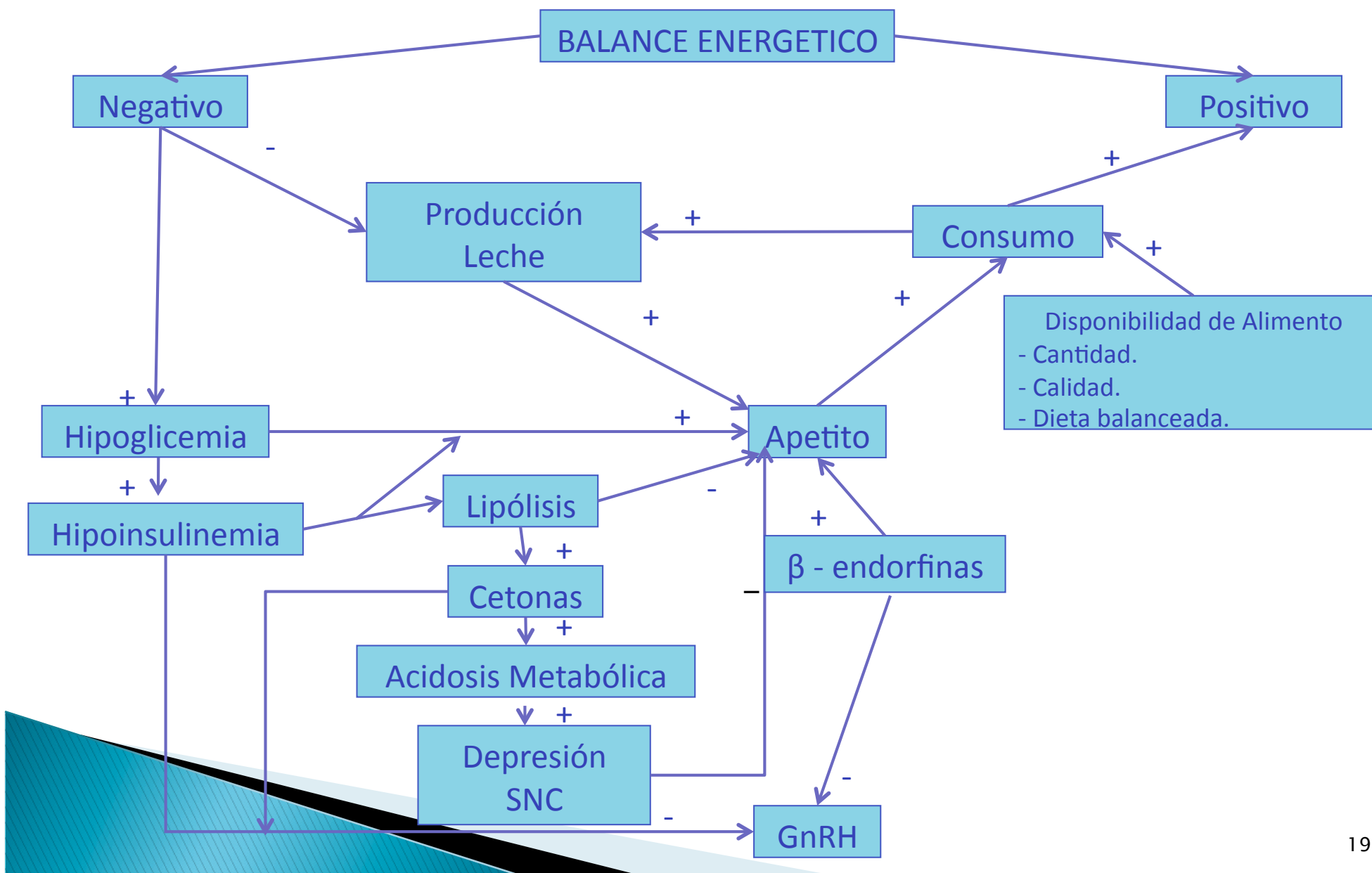
Fuente: NRC, 2001

Relación entre el BEN promedio los primeros 21 días de lactancia y días postparto a la 1ª ovulación

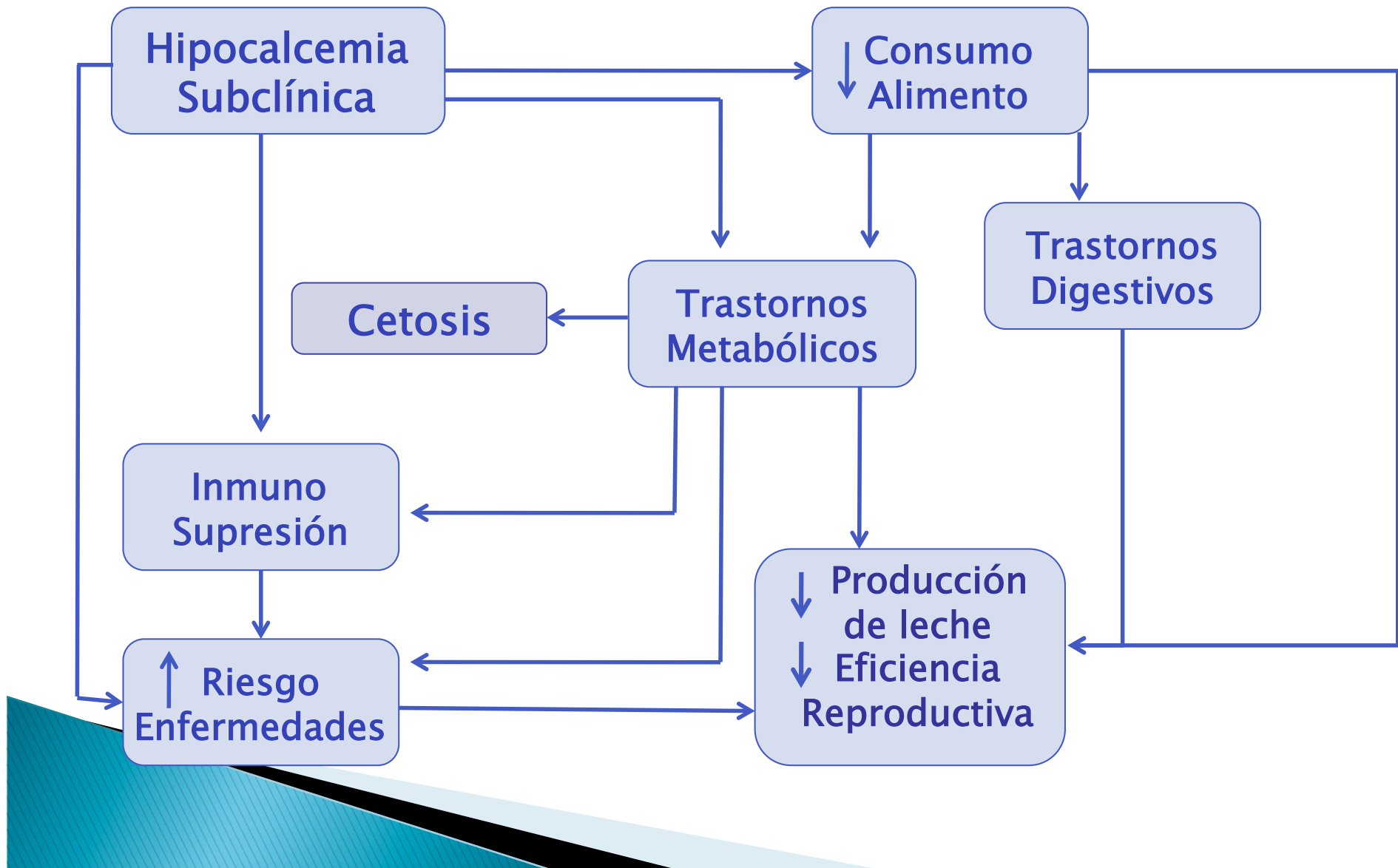


Fuente: Buttler et al., 1989

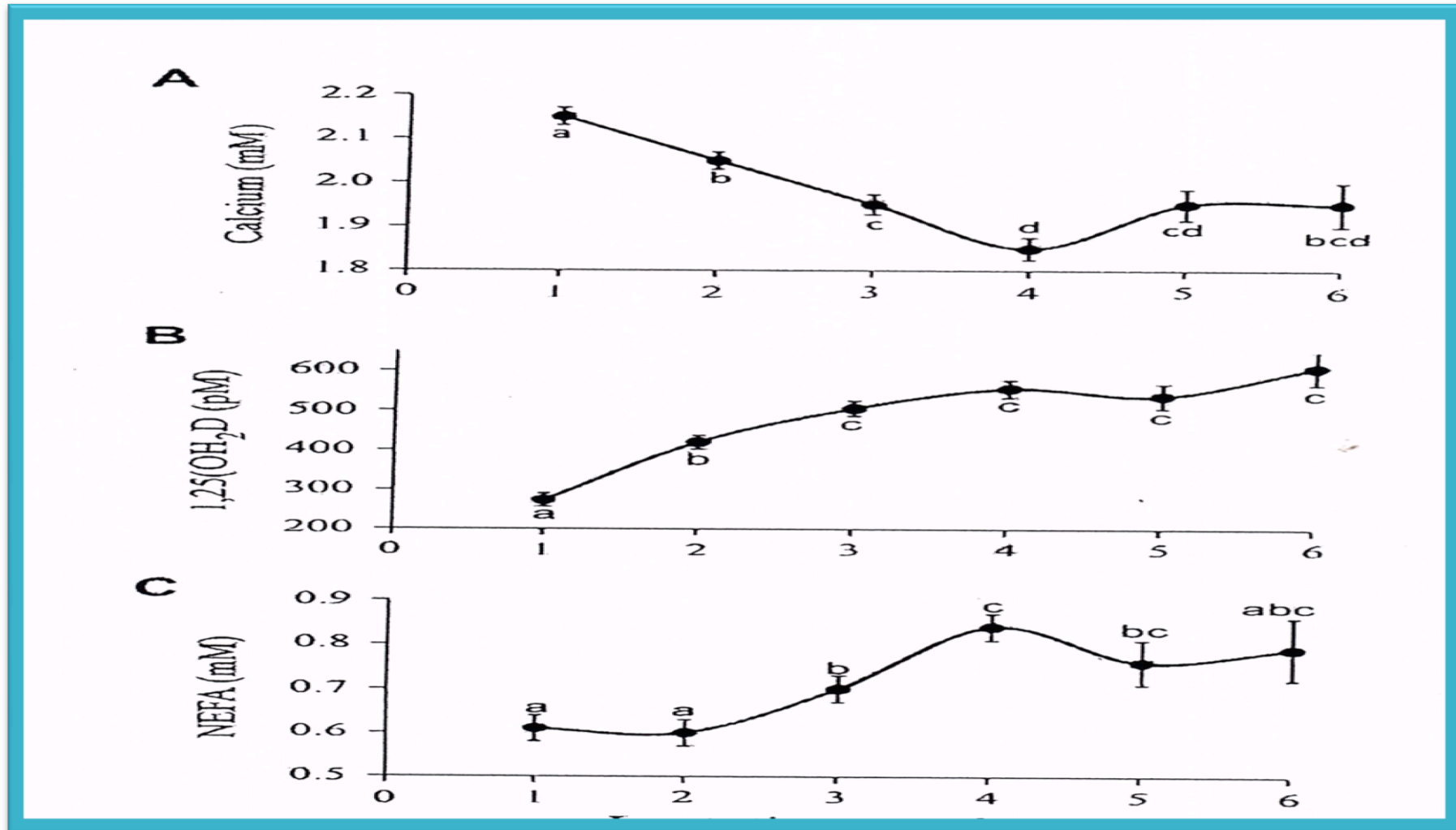
Interrelaciones entre Balance Energético, Metabolismo y Reproducción



Trastornos metabólicos relacionados con hipocalcemia subclínica

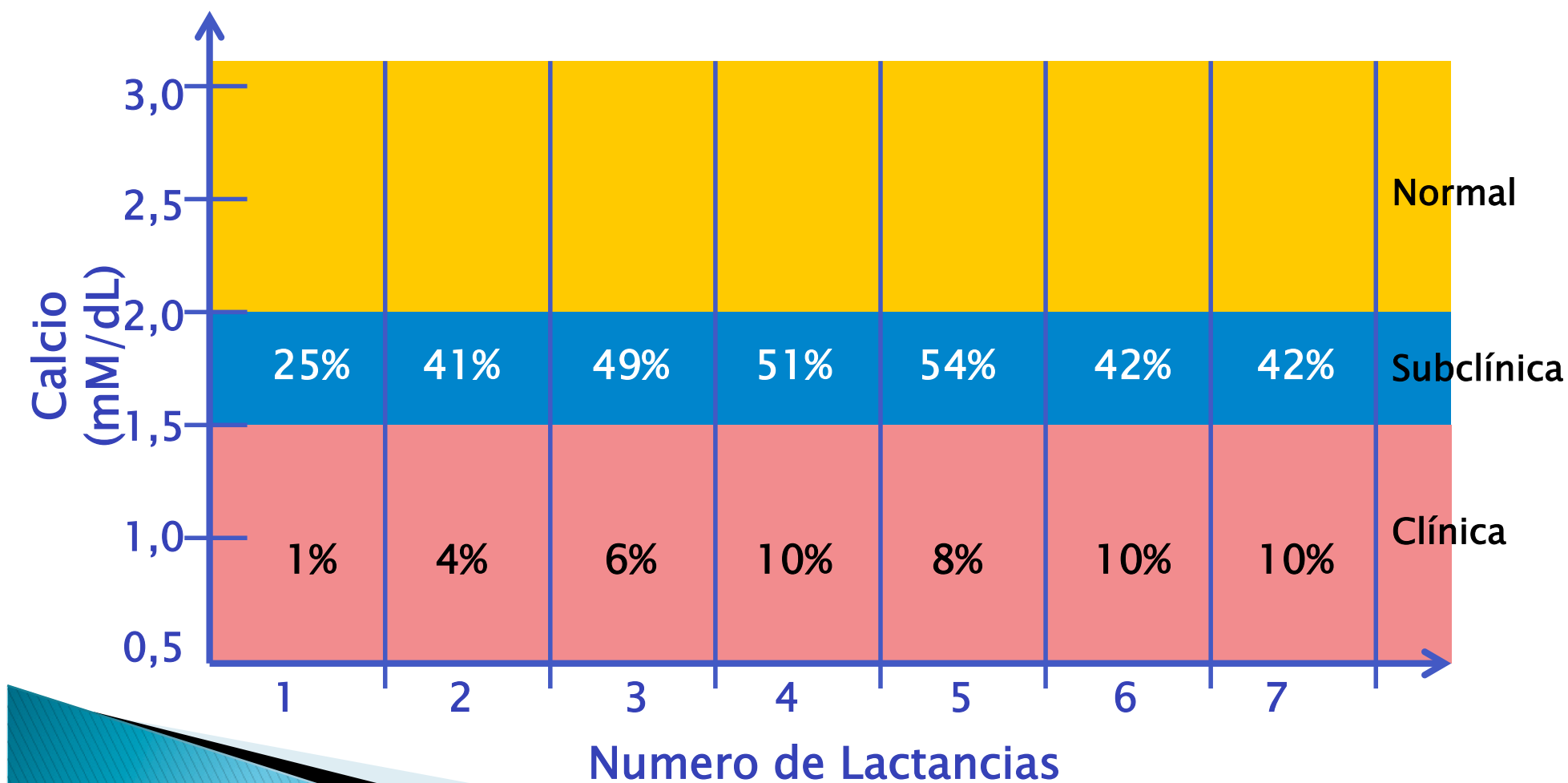


Concentración de calcio sérico, vitamina D₃ y NEFA en vacas en lactancia temprana, según número de partos

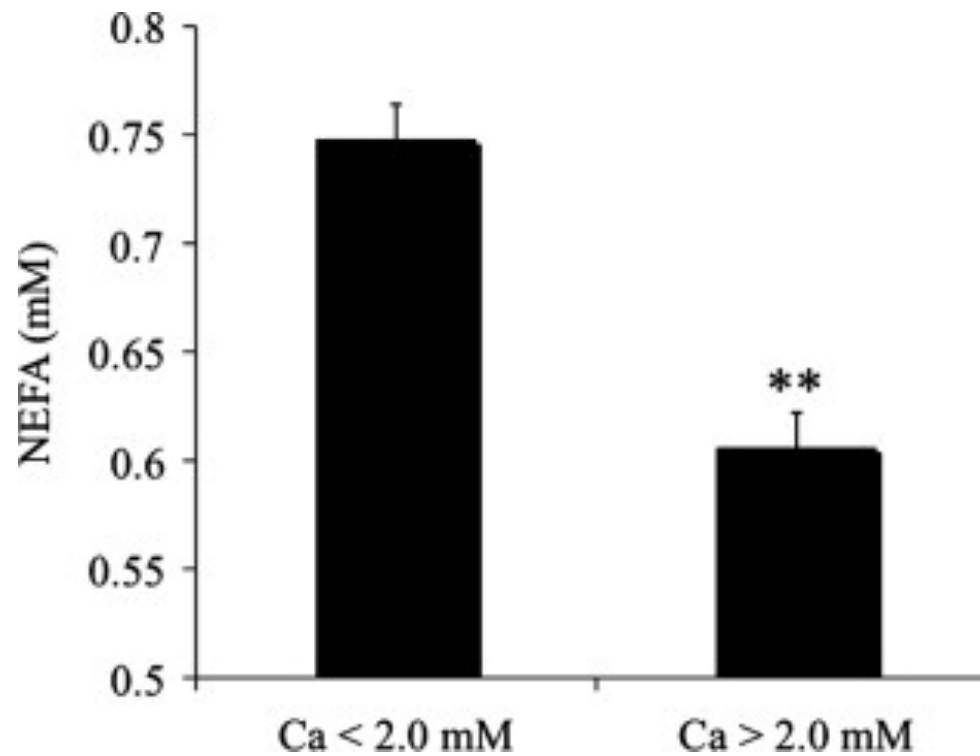


Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,01$)

Concentraciones de Ca sérico en vacas HF

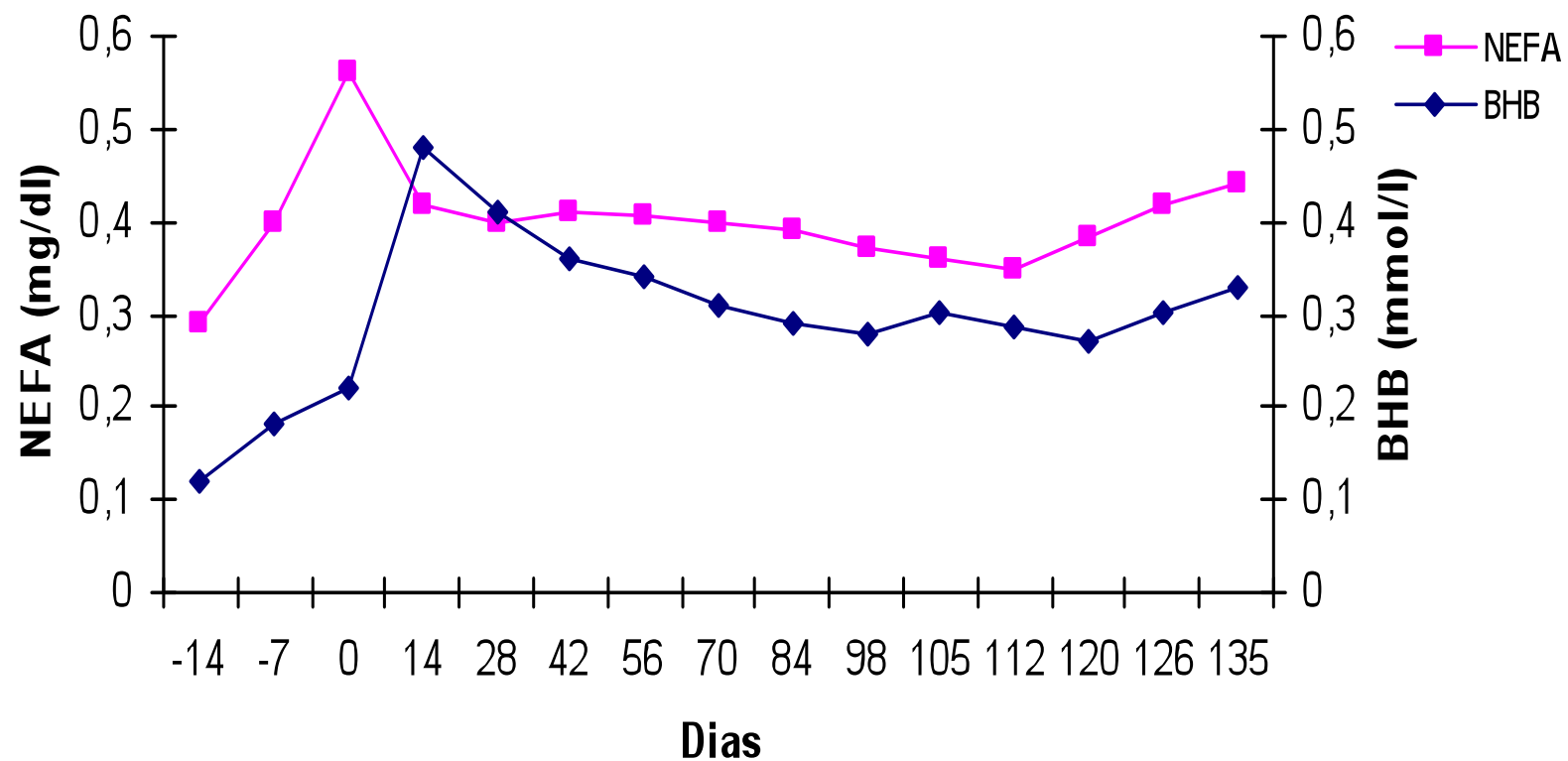


Concentraciones de NEFA sérico en vacas HF normales e hipocalcémicas



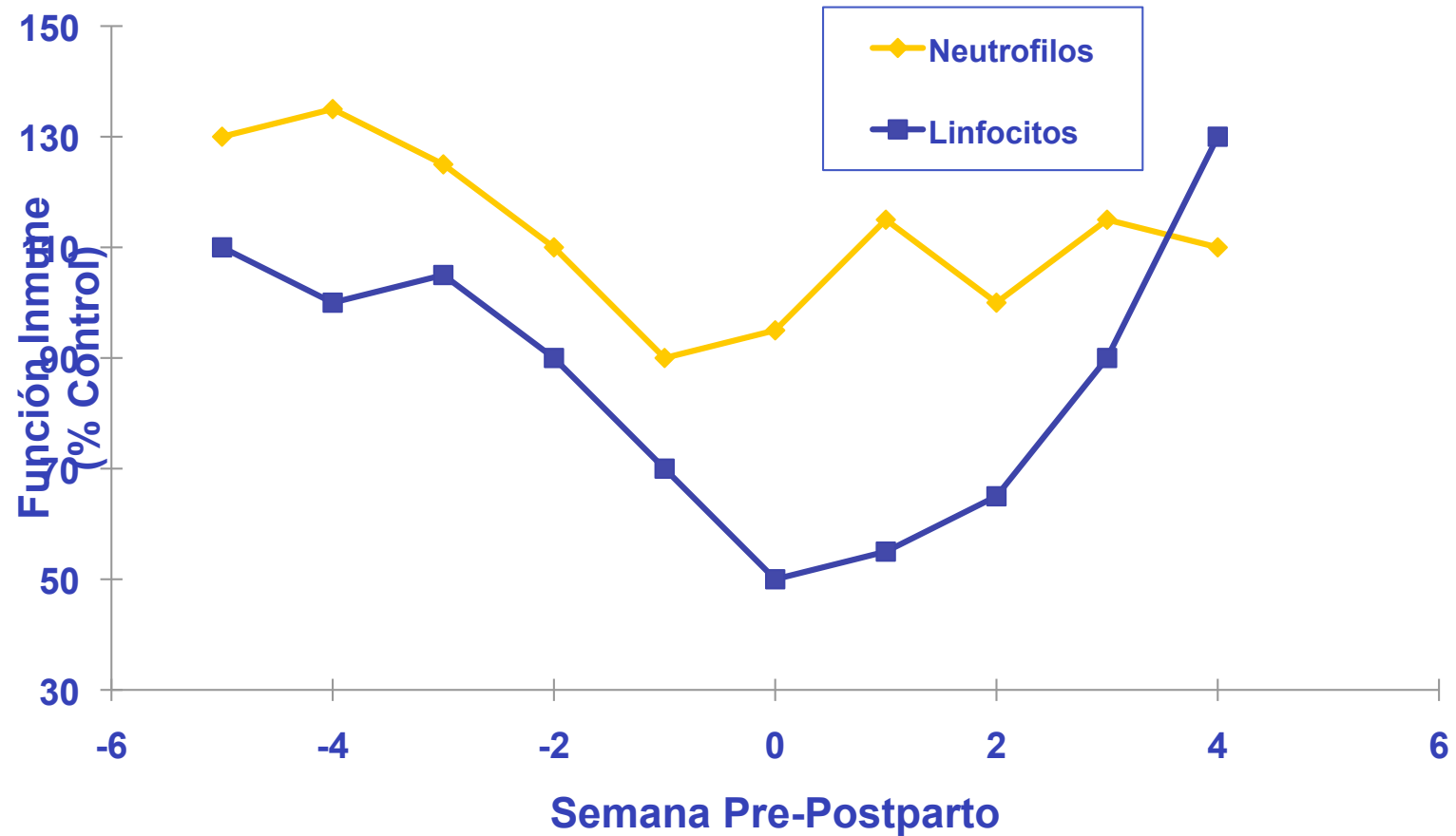
****** $P < 0.001$.

Niveles sanguíneos de NEFA y β -Hidroxi butirato en vacas Holstein Friesian

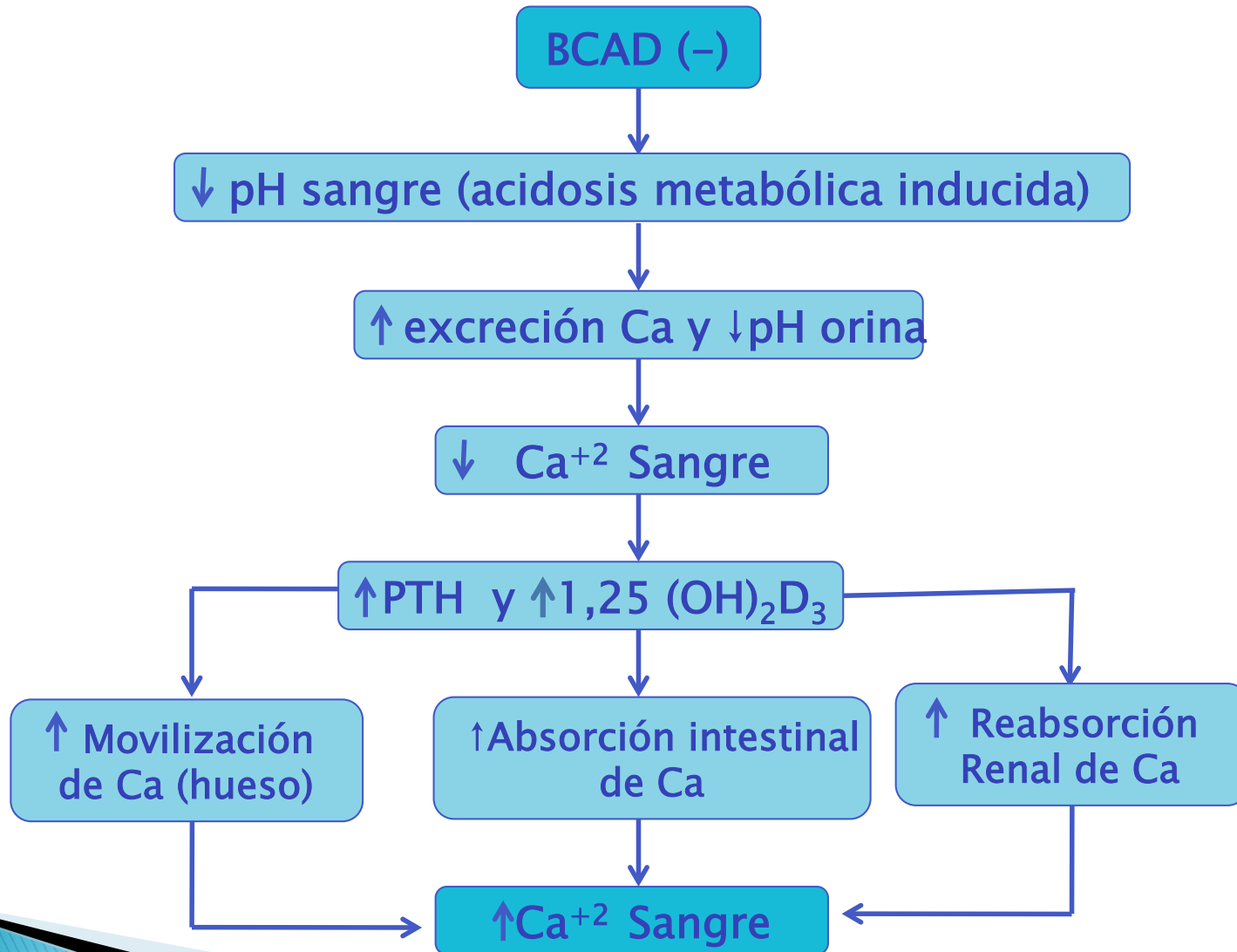


Fuente: González, 2005

Función de los neutrófilos y linfocitos durante el periodo pre y postparto



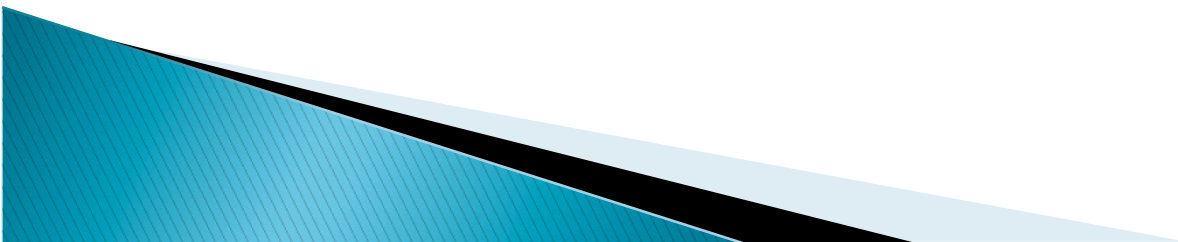
Efecto del BCAD sobre la concentración de Ca^{+2} en la sangre



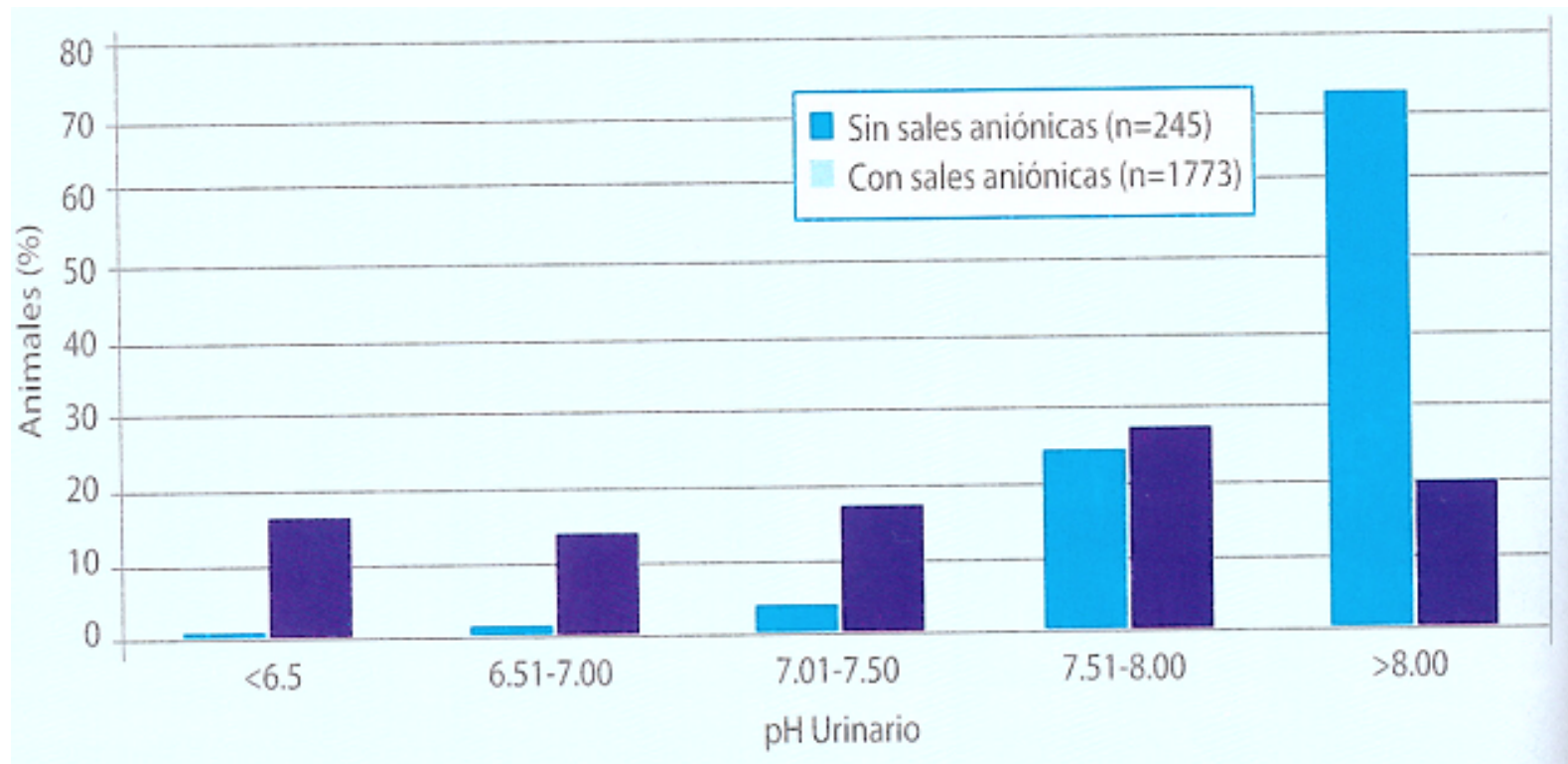
Balance catión–anión dietario BDCA (mEq/Kg MS)

$$(1) \quad \text{BCAD (mEq/ kg MS)} = (\text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl} + \text{SO}_4)$$

$$(2) \quad \text{BCAD (mEq/kg MS)} = [\text{Na} + \text{K} + 0.15 \text{ Ca} + 0.15 \text{ Mg}] - [\text{Cl} + 0.20 \text{ S} + 0.3 \text{ P}]$$



Distribución según rango de pH urinario en animales suplementados con sales aniónicas



Peso equivalente y factor de conversión desde % MS a mEq/kg, para los diferentes iones

Elemento	Peso de un equivalente (g)	Factor para convertir desde porcentaje a mEq/kg.
Calcio	20.04	499
Fósforo	10.32	969
Magnesio	12.16	822
Sodio	23.00	435
Potasio	39.10	256
Cloro	35.50	282
Azufre	16.05	624

Grupo	BCAD	pH orina		
		Día -14	Día - 7	Día + 1
	(mEq/kg MS)			
Control	+377	8.5	8.5	8.5
1° parto	+97	8.5	8.4	8.5
Multiparas	+94	8.4	8.4	8.4

Miliequivalentes de las sales más utilizadas en la suplementación aniónica

Fuente	mEq aniónicos/100g
Sulfato de Ca* 2H ₂ O	1161
Cloruro de Ca* 2H ₂ O	1360
Sulfato de Mg* 7H ₂ O	811
Cloruro de amonio	1869

pH Urinario

- Refleja el estado ácido base del animal
- Permite prever el riesgo de alteraciones del metabolismo

pH urinario en vacas suplementadas con sales aniónicas:

Preparto: < 7.00 y > 6.00

Postparto temprano: > 8.1

Valores referenciales de iones en ingredientes comúnmente usados en alimentación de vacas lecheras

	%							
Alimento	MS	Ca	Mg	K	S	P	Cl	N
Alfalfa Heno	86	1.41	0.26	2.56	0.31	0.30	0.38	0.15
Alfalfa silo	28	1.41	0.24	2.70	0.31	0.29	0.35	0.15
Maíz silo	35	0.23	0.20	1.80	0.15	0.22	0.12	0.01
Maíz grano húmedo	68	0.07	0.14	0.60	0.16	0.30	0.05	0.03
Maíz grano molido	89	0.03	0.12	0.48	0.12	0.26	0.05	0.03
Harina de pescado	92	5.65	0.16	0.91	0.84	3.16	0.66	0.85
Algodón semilla	92	0.21	0.46	1.00	0.26	0.64	0.04	0.01
Poroto soya	89	0.30	0.30	2.00	0.37	0.68	0.08	0.03
Afrecho soya	90	0.26	0.25	1.98	0.33	0.61	0.08	0.03
Brote de malta	92	0.33	0.16	0.09	0.32	0.55	0.17	0.23
Gluten feed	90	0.36	0.36	0.64	0.23	0.82	0.25	0.15
Harinilla de trigo	89	0.13	0.60	1.56	0.25	1.38	0.05	0.04
Melaza	78	0.17	0.29	6.07	0.60	0.03	1.64	1.48
Orujo de cebada	21	0.33	0.16	0.09	0.32	0.55	0.17	0.23
Avena grano	89	0.07	0.14	0.44	0.23	0.38	0.11	0.08
Cebada grano	88	0.05	0.15	0.47	0.17	0.38	0.18	0.03

Composición física dieta preparto (RM)

Ingredientes	Aportes		
	MV (kg)	MS (kg)	MS (%)
Maíz grano	2,48	2,18	18,20
Afrecho trigo	2,00	1,76	14,66
Alfalfa verde	15,00	3,00	25,00
Alfalfa heno	1,37	1,22	10,14
Maíz silo	12,00	3,84	32,00

Composición nutricional de la dieta preparto (%MS)

Nutrientes	Aportes
PC	13,50 (% MS)
CNE	36,00 (% MS)
FDNt	42,00 (% MS)
FDNf	32,00 (% MS)
EE	3,30 (% MS)
Ca	0,63 (% MS)

$$\text{CNE (\%MS)} = 100 - ((\text{FDN} - \text{NDICP}) + \text{PC} + \text{EE} + \text{Cenizas})$$

Balance catión/anión dietario dieta preparto (RM)

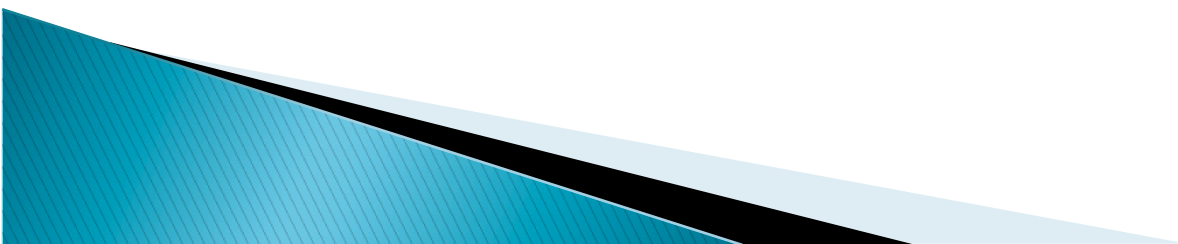
$$\text{BCAD (mEq/kg MS)} =$$

$$(47,85 + 409,60) - (70,22 + 145,39) = 241,8$$

Para llevar la ración preparto a 75 mEq aniónicos/kg MS se debería suplementar 316,8 mEq aniónicos/kg MS (241,8 + 75)

*Sales aniónicas (1 kg)= 15.000 mEq aniónicos

Cantidad de la sal aniónica a suplementar por Kg MS consumida =
21,12 g/vaca/día



Concentración de calcio y magnesio sérico en parto y lactancia temprana

			Preparto	Postparto Temprano
Valores Normales	Calcio	mg/dl	9,26–10,70	9,22–10,82
		mMol/L	2,31–2,67	2,65–3,14
	Magnesio	mg/dl	2,29–3,31	2,65–3,14
		mMol/L	0,94–1,36	1,09–1,29
Muestra	Calcio	mg/dl	9,00	8,83
		mMol/L	2,25	2,21
	Magnesio	mg/dl	2,00	2,15
		mMol/L	0,82	0,88

Perfiles metabólicos para vacas parto y lactancia temprana

	Parto	Postparto
Betahidroxibutirato (mMoles/L)	0,204 ± 0,034	0,31 ± 0,146
NEFA (μMoles/L)	0,458 ± 0,248	0,70 ± 0,209
Colesterol (mg/dL)	100,4 ± 26,20	112,33 ± 13,57
AST (U/L)	133,8 ± 33,36	142,83 ± 33,11
P (mg/dL)	6,8 ± 0,45	4,67 ± 0,52
Ca (mg/dL)	8,86 ± 0,42	8,33 ± 0,32*
Mg (mg/dL)	2,21 ± 0,29**	2,13 ± 0,25**

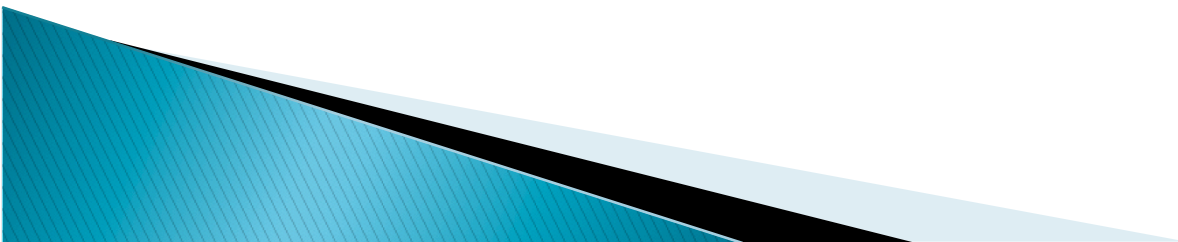
*44,4% ↓ Ca

** 77,8% ↓ Mg

Concentrado con incorporación de sales aniónicas

Mineral	% Materia Seca	mEq
Potasio	1,08	276,5
Sodio	0,26	113,1
Azufre*	0,66	411,8
Cloro	1,00	282,0

BCAD = 303,7 mEq aniónicos/ kg



Antecedentes

- BCAD: 250 mEq catiónicos/kg MS
- Concentrado: 4 kg/vaca/día (1214,8 mEq aniónicos)
- Consumo MS ración parto 12 kg/vaca/día

Cálculo del BCAD

- Aporte Sales Aniónicas: 101,23 mEq/kg MS de la ración parto (1214,8/12)
- BCAD: 148,8 mEq catiónicos/kg MS

Conclusión:

- Debería suplementarse 325 mEq aniónicos/kg MS ración parto (250+75), para llevar la ración parto a 75 mEq aniónicos/kg MS.
- El concentrado (4 kg) debería haber aportado: 975 mEq aniónicos/kg x 4kg = 3900 mEq./ 15000 mEq aniónicos= 260 g sal aniónica.

Balance catión/anión dietario en dietas preparto (Rosario, Argentina)

Raciones	Minerales				BCAD
	Na	K	CL ⁻	S ⁻²	mEq/kg ración
1	13,55	522,24	91,64	188,56	325,58 mEq catiónicos
2	12,53	487,68	70,82	121,68	307,71 mEq catiónicos

Gracias

