

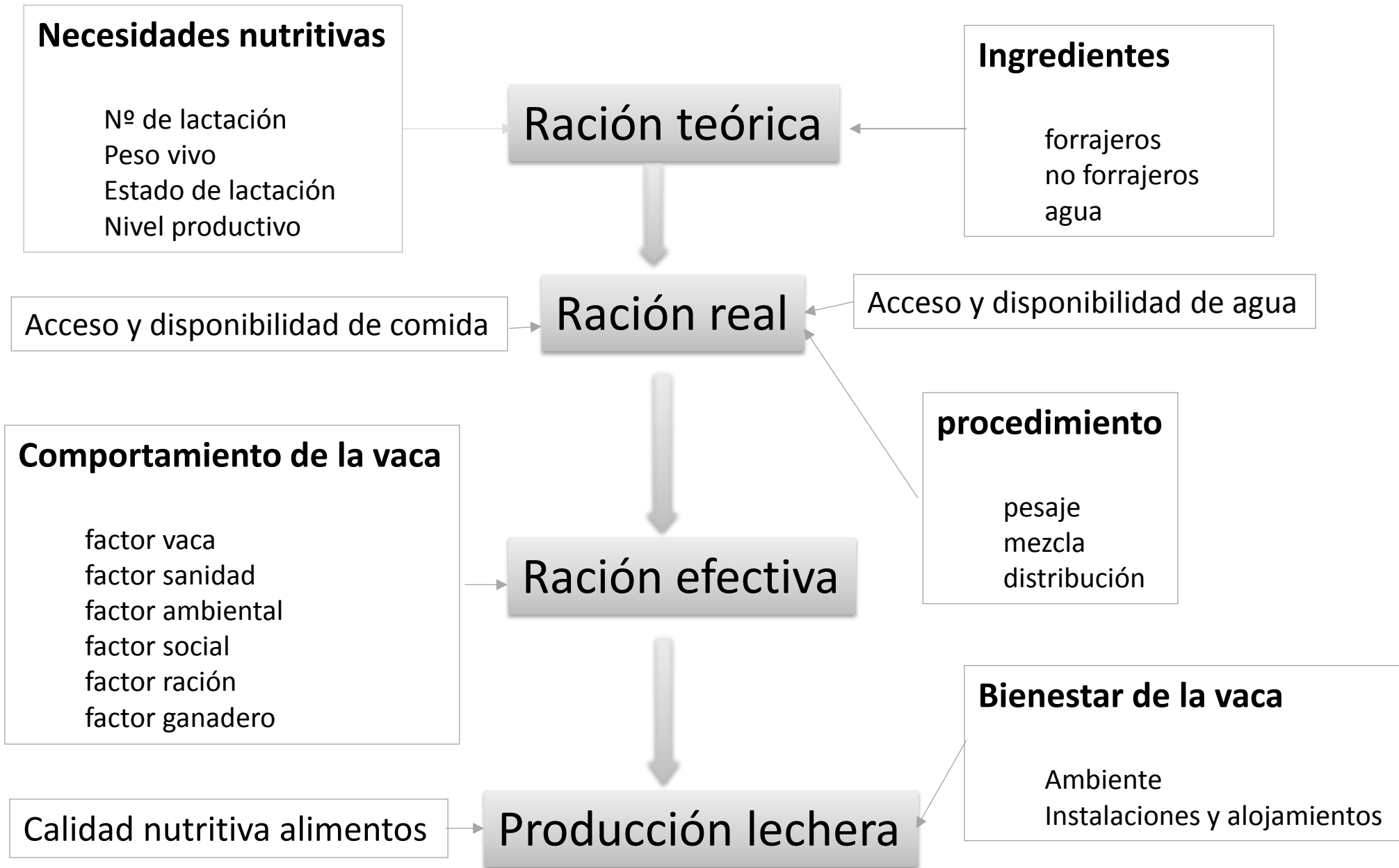
ALIMENTACIÓN DE VACAS DE LECHE: INTRODUCCIÓN, INGESTIÓN DE MATERIA SECA, AGUA Y CÁLCULO DE NECESIDADES NUTRITIVAS

Jordi Maynegre Santaulària
Ingeniero agrónomo
Grup de remugants “Ramon Trias”
www.remugants.cat

Introducción

Aspectos a tener en cuenta en el racionamiento para una explotación de vacas de leche:

- Comportamiento alimentario
- Determinación y cálculo de las necesidades nutritivas (diferentes fases productivas y/o estados fisiológicos, diferentes sistemas de alimentación: INRA, NRC, ARC, etc.)
- Disponibilidad y características de los ingredientes para el racionamiento
- Formulación de las raciones
- Manejo del racionamiento (suministro de la ración, características del proceso, etc.)
- Seguimiento del racionamiento (condición corporal, heces, etc.)



Comportamiento alimentario

Factores que inciden en el comportamiento alimentario de la vaca:

- Vaca (edad y estado de la dentadura)
- Salud (cetosis, acidosis, fiebres de la leche, problemas podales, etc.)
- Ambiente (luz, temperatura, humedad e incidencia del viento)
- Relaciones sociales (gregarismo, jerarquía, competencia)
- Presentación y constitución de la ración (palatabilidad, densidad física, tamaño de partícula, calidad organoléptica de los alimentos y del agua, etc.)
- Ganadero (comportamiento ganadero → comportamiento vaca)

Comportamiento alimentario

- Ambiente

- Luz: son animales crepusculares
- Temperatura: a más T^a menos consumo, y por tanto, menos producción
- Humedad: si es excesiva las perjudica
- Viento: ventilación sí, corrientes de aire no!

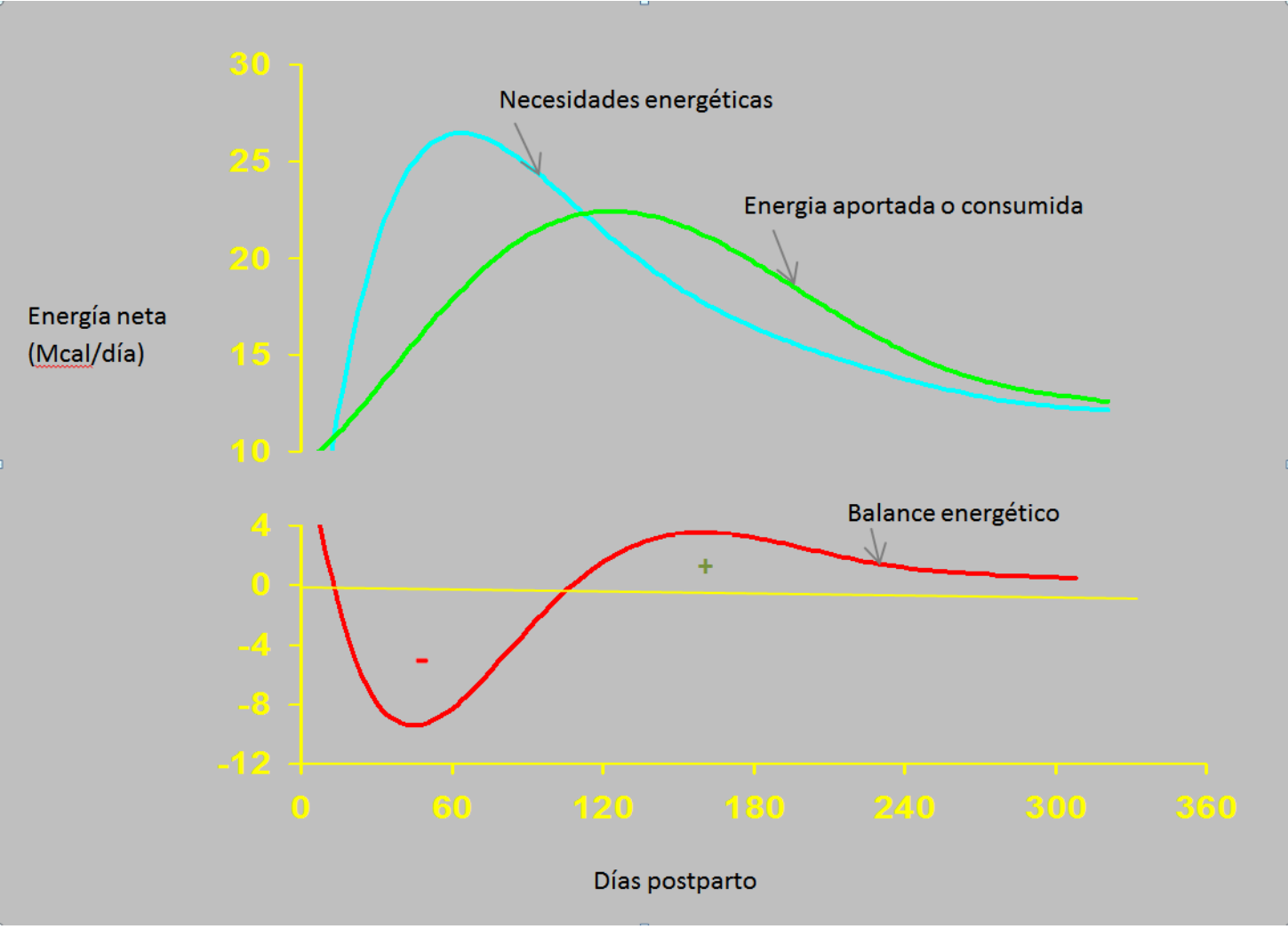
- Relaciones sociales

- Comen más en grupo que solas
- Tienen unos órdenes jerárquicos preestablecidos que respetan a la hora de comer
- Vigilar los cambios de lote o ubicación!

Comportamiento alimentario

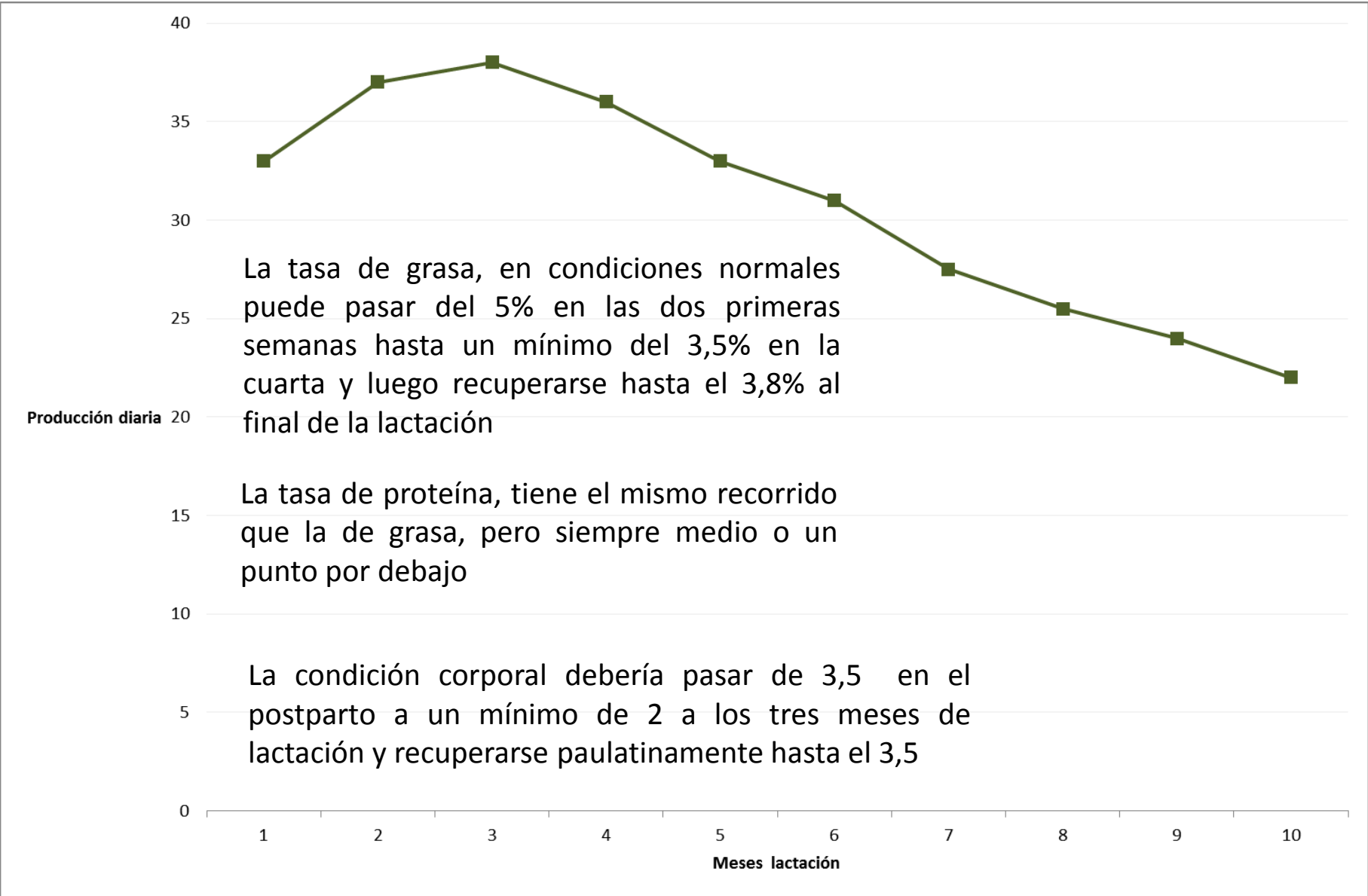
- En que dedica el tiempo, una vaca lechera durante el día?: (etograma; valores medios)
 - ✓ Comida: 9 horas/día
 - ✓ Yacer y rumiar: 5,5 horas/día
 - ✓ Yacer: 3 horas/día
 - ✓ De pie y rumiar: 1 hora/día
 - ✓ De pie: 2,5 horas/día
 - ✓ Caminar: 2 horas/día
 - ✓ Beber: 1 hora/día
- Ejemplo: ingestión de 22 kg MS / día
 - Ingestión repartida a lo largo de 12 veces al día
 - Cada comida tiene una duración aproximada de 25 min
 - La ingestión media es de un 75 g MS/min

Ciclo de gestación y lactación de la vaca lechera



Fuente: Esther Molina

Ciclo de gestación y lactación de la vaca lechera



Necesidades nutritivas del bovino de leche

- INGESTIÓN
- AGUA
- NECESIDADES ENERGÉTICAS
- NECESIDADES PROTEICAS
- NECESIDADES DE CALCIO
- NECESIDADES DE FOSFORO
- NECESIDADES OTROS MINERALES Y VITAMINAS

Ingestión

- Probablemente es el concepto nutritivo más difícil de calcular
- Factores que afectan a la ingestión de MS: 45% alimentación (humedad, fibra, grasa, palatabilidad, etc.), 22% manejo, 17% peso vivo, 10% condiciones ambientales (temperatura, humedad, luz, etc.) y 6% condición corporal
- Problema principal: dificultades para adaptar las raciones a las necesidades de producción y a la capacidad de ingestión. Solución: hacer lotes de animales por estado fisiológico, pero en la práctica no deja de ser complicado ...
- Sistema NRC (americano): kg MS
- Sistema INRA (francés): UE (unidad de repleción – lastre-, E *encombrement* en francés)

Ingestión

- Sistema NRC (2001) (vacas en lactación):

$$\text{IMS (kg/día)} = ((0,372 \times \text{LC}_{4\%}) + (0,0968 \times \text{PV}^{0,75})) \times (1 - e^{(-0,192 \times (\text{SEL} + 3,67))})$$

($\text{LC}_{4\%}$) kg de leche corregidos al 4% de grasa

$$\text{LC}_{4\%} = (\text{L} \times 0,4) + (\text{G} \times 15) \text{ (ecuación de Gaines)}$$

(L) kg leche y (G) kg de grasa en la leche

1l de leche equivale 1,03 kg de leche

(PV) peso vivo de la vaca, expresado en kg

(SEL) semana de lactación

Corrección o ajuste de la ingestión de MS según la temperatura ambiente:

$$\text{Si } T^a > 20^{\circ}\text{C: IMS (kg/día)} = \text{IMS} \times (1 - ((^{\circ}\text{C} - 20) \times 0,005922))$$

$$\text{Si } T^a < 5^{\circ}\text{C: IMS (kg/día)} = \text{IMS} / (1 - ((5 - ^{\circ}\text{C}) \times 0,004644))$$

($^{\circ}\text{C}$) es la temperatura ambiente en la cuadra

Ingestión

- Sistema NRC (2001) (vacas en lactación); ejemplo:

- Vaca de raza frisona de 750 kg PV
- Produce 35 l de leche al 3,75% grasa
- 25 semanas en lactación
- 25°C de temperatura en el alojamiento

35 l leche x (1,03 kg leche/1 l leche) = 36,05 kg leche

36,05 kg leche x (0,0375 kg grasa/1 kg leche) = 1,352 kg grasa

$LC_{4\%} = (36,05 \times 0,4) + (1,352 \times 15) = 34,70$ kg leche al 4% grasa

$IMS \text{ (kg/día)} = ((0,372 \times 34,70) + (0,0968 \times 750^{0,75})) \times (1 - e^{(-0,192 \times (25 + 3,67))}) = \mathbf{26,67 \text{ kg}}$

$IMS \text{ (kg/día)} = 26,67 \times (1 - ((25 - 20) \times 0,005922)) = \mathbf{25,88 \text{ kg}}$

Teóricamente, la vaca del ejemplo ingeriría 25,88 kg MS /día

Y si la misma vaca se encontrara seca: $IMS \text{ (kg/día)} = (0,0968 \times 750^{0,75}) = \mathbf{13,87 \text{ kg MS/día}}$

Ingestión

- Hutjens (2008): ecuaciones y ejemplos

vacas en lactación

$$\text{IMS (kg/día)} = (0,018 \times \text{PV}) + (\text{LC}_{4\%} \times 0,305)$$

(PV) peso vivo, expresado en kg

(LC_{4%}) kg de leche corregidos al 4% de grasa

vacas secas

$$\text{IMS (kg/día)} = 0,018 \times \text{PV}$$

Ejemplo (mismos datos de partida que en el anterior ejemplo):

Lactación: $\text{IMS (kg/día)} = (0,018 \times 750) + (34,70 \times 0,305) = \mathbf{24,08 \text{ kg MS/día}}$

Seca: $\text{IMS (kg/día)} = 0,018 \times 750 = \mathbf{13,50 \text{ kg MS/día}}$

Ingestión

- Sistema INRA (2007) (vacas):

Utiliza las llamadas unidades de repleción o lastre (UE). Así 1 UE equivale a una hierba joven y frondosa (15% PB y 77% de digestibilidad de la MO) que tiene una ingestibilidad de 75 g de MS por kg de peso metabólico

$$CI \text{ (UE/día)} = [13,9 + (0,015 \times (PV - 600)) + (0,15 \times PL_{pot}) + (1,5 \times (3 - CC))] \times I_L \times I_G \times I_M$$

(CI) Capacidad de ingestión

(PV) Peso vivo, expresado en kg

(PL_{pot}) producción lechera potencial, expresada en kg

(CC) Condición corporal (de 0 a 5, en escala de 0,25)

(I_L) índice de lactación: $I_L = a + (1 - a) \times (1 - e^{-0,16 \times SL})$

a = 0,6 para primíparas y 0,7 para multíparas

I_L es igual a 1 para vacas secas

(I_G) índice de gestación: $I_G = 0,8 + (0,2 \times (1 - e^{-0,25 \times (40 - SG)}))$

SG: semana de gestación

(I_M) índice de madurez: $I_M = -0,1 + (1,1 \times (1 - e^{-0,08 \times \text{edad}}))$

Edad expresada en meses

Ingestión

- Sistema INRA (2007):

Cálculo de la producción lechera potencial (PL_{pot})

Primíparas

$$PL_{pot} = PL_{pic} \times [1,084 - (0,7 \times e^{-0,46 \times SL}) - (0,009 \times SL) - (0,69 \times e^{-0,16 \times (45 - SG)})]$$

Múltiparas

$$PL_{pot} = PL_{pic} \times [1,047 - (0,69 \times e^{-0,90 \times SL}) - (0,0127 \times SL) - (0,50 \times e^{-0,12 \times (45 - SG)})]$$

(PL_{pic}) Producción lechera en el pico de la lactación

$$PL_{pic} = (PL_i \times 0,84) + 13$$

(PL_i) es la producción media de leche en los primeros días de lactación (4º, 5º y 6º), expresada en kg

(SL) Semana de lactación

(SG) Semana de gestación

Para tener una aproximación, también nos pueden ser útiles las siguientes ecuaciones:

$$PL_{305} = PL_{pico} \times 259 \text{ (primíparas) o bien } PL_{305} = PL_{pico} \times 224 \text{ (múltiparas) (estimación de la producción lechera a 305 días)}$$

$$PL_{2a} = 1,16 PL_{1a}$$

$$PL_{3a} = 1,05 PL_{2a} \text{ (estimación de la producción lechera en la próxima lactación)}$$

Ingestión

- Sistema INRA (2007): ejemplo

Vaca de raza frisona de 750 kg PV; Produce 35 l de leche al 3,75% grasa; 25 semanas en lactación

Condición corporal 2,50 puntos; Segunda lactación; 9 semanas en gestación; 44 meses de edad

34,70 kg de leche al 4% grasa

$$I_L = 0,70 + (1 - 0,70) \times (1 - e^{-0,16 \times 25}) = 0,9945$$

$$I_G = 0,8 + (0,2 \times (1 - e^{-0,25 \times (40 - 9)})) = 0,9999$$

$$I_M = -0,1 + (1,1 \times (1 - e^{-0,08 \times 44})) = 0,9674$$

$$CI \text{ (UE/día)} = [13,9 + (0,015 \times (750 - 600)) + (0,15 \times 34,70) + (1,5 \times (3 - 2,5))] \times 0,99 \times 1 \times 0,97 = \mathbf{21,23}$$

Ingestión

- La ingestión en las novillas de reposición

Sistema NRC (2001)

$$\text{IMS (kg/día)} = (\text{PV}^{0,75} \times ((0,2435 \times \text{NE}_M) - (0,0466 \times \text{NE}_M^2) - 0,1128) / \text{NE}_M)$$

(PV) peso vivo, expresado en kg

(NE_M) necesidades energéticas de mantenimiento, expresadas en Mcal/día

En los últimos 21 días de gestación hay que aplicar el siguiente factor corrector:

$$(1 + ((210 - \text{DG}) \times 0,0025))$$

(DG) son los días en gestación

A partir de los 259 días de gestación, el cálculo de la IMS se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\text{IMS (kg/día)} = ((1,71 - (0,69 \times \text{EXP}(0,35 \times \text{DG} - 280)))) / (100 \times \text{PV})$$

Ingestión

- La ingestión en las terneras de reposición

Sistema INRA (2007)

Terneras de menos de 150 kg PV

$$\text{CI (UE/día)} = (0,0349 \times \text{PV}^{0,9}) + 0,2$$

Terneras entre 150 kg y 290 kg PV

$$\text{CI (UE/día)} = (0,0349 \times \text{PV}^{0,9}) + 0,1$$

Terneras a partir de los 300 kg PV

$$\text{CI (UE/día)} = 0,039 \times \text{PV}^{0,9}$$

(PV) peso vivo, expresado en kg

Necesidades nutritivas: agua

Sistema NRC (2001)

- vacas en lactación

$$\text{Agua (kg/día)} = 15,99 + (1,58 \times \text{IMS}) + (0,90 \times \text{PL}) + (0,05 \times I_{\text{Na}}) + (1,2 \times T_{\text{min}})$$

(IMS) ingestión de materia seca (kg/día)

(PL) producción lechera (kg/día)

(I_{Na}) ingestión de sodio (g/d)

(T_{min}) temperatura mínima (°C)

- vacas secas

$$\text{Agua (kg/día)} = -10,34 + (0,2296 \times \text{MSR}) + (2,212 \times \text{IMS}) + (0,03944 \times \text{PB}^2)$$

(MSR) materia seca de la ración (%)

(IMS) ingestión de materia seca (kg/día)

(PB) proteína bruta de la ración (%/MS)

Necesidades nutritivas: agua

Sistema INRA (1988)

- **vacas en lactación**

$$\text{Agua (kg/día)} = F_{T_a} \times \text{IMS}$$

(IMS) ingestión de materia seca (kg/día);

(F_{T_a}) factor corrector según la temperatura ambiente, que toma los siguientes valores:

de 0 a 15°C de 3,4 a 3,8 / de 15 a 21°C de 3,8 a 4,4 / de 21 a 27°C de 4,4 a 5,2 / >27°C >5,2

- **vacas secas**

$$\text{Agua (kg/día)} = 4,25 \times \text{IMS} \times F_{T_a}$$

- **novillas de reposición**

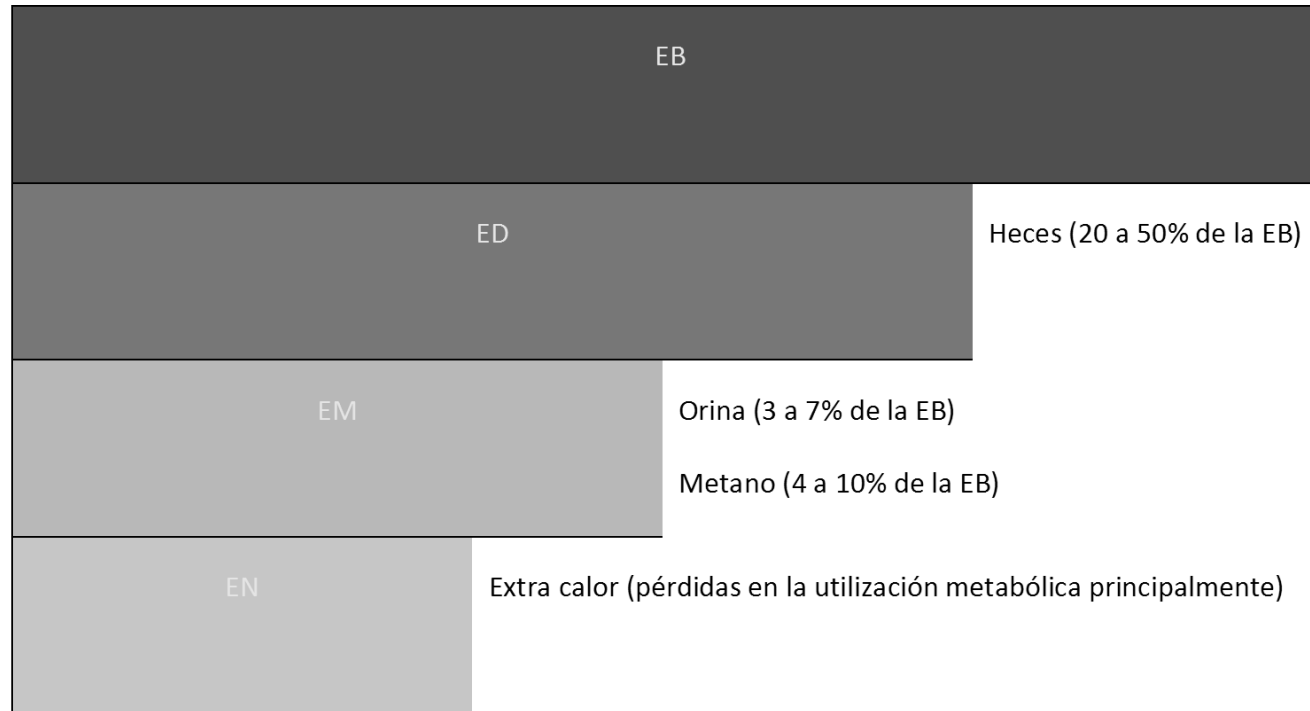
$$\text{Agua (kg/día)} = 3,5 \times \text{IMS} \times F_{T_a}$$

- **Terneras lactantes**

$$\text{Agua (kg/día)} = 6,5 \times \text{IMS} \times F_{T_a}$$

(F_{T_a}) orientativamente para animales que no producen leche: 15°C 1,1; 20°C 1,3; 25°C 1,5; 30°C 2

Necesidades nutritivas: energía



EB (energía bruta): es la energía ingerida. Es la cantidad de calor que se produce cuando se lleva a cabo la combustión completa de un compuesto orgánico en un calorímetro en presencia de oxígeno, quedando como residuo las cenizas

ED (energía digestible): es la diferencia entre la energía bruta y la energía que contienen las heces

EM (energía metabolizable): energía disponible para el metabolismo

EN (energía neta): energía para los gastos de mantenimiento (metabolismo basal) y producción (gestación, crecimiento y producción de leche)

Necesidades nutritivas: energía

- Sistema INRA (2007): vacas lecheras

Unidad forrajera leche (UFL): es la cantidad de EN para la producción de leche contenida en 1 kg de cebada de referencia (870 g MS y 2.700 Kcal de EM) = 1.700 Kcal = 1,7 Mcal

$$N_{\text{totales}} \text{ (UFL/día)} = N_m + N_L + N_C + N_G - \text{MPR}$$

(N_m) Necesidades energéticas de mantenimiento

(N_L) Necesidades energéticas de la producción de leche

(N_C) Necesidades energéticas de crecimiento

(N_G) Necesidades energéticas de gestación

(MPR) Movilización potencial de reservas (aportaciones de la vaca durante el postparto)

mantenimiento

$$N_M \text{ (UFL/día)} = (1,4 + (0,006 \times PV)) \times I_{\text{act}}$$

(PV) peso vivo en kg

(I_{act}) índice de actividad, con valores:

1 para estabulación trabada

1,1 para estabulación libre

1,2 pastoreo

Necesidades nutritivas: energía

- Sistema INRA (2007): vacas lecheras

producción de leche

$$N_L \text{ (UFL/día)} = PL \times [0,44 + (0,0055 \times (t_g - 40)) + (0,0033 \times (t_p - 31))]$$

(PL) producción lechera (kg)

(t_g) g/kg grasa a la leche

(t_p) g/kg proteína a la leche

$$N_L \text{ (UFL/día)} = 0,44 \text{ UFL} \times PL_{4\%}$$

($PL_{4\%}$) kg de leche corregidos al 4% de grasa

crecimiento (hasta los 40 meses de edad)

$$N_C \text{ (UFL/día)} = 3,25 - (0,08 \times E)$$

(E) edad del animal en meses

Necesidades nutritivas: energía

- Sistema INRA (2007): vacas lecheras

Gestación (últimos 3 meses de gestación)

$$N_G \text{ (UFL/día)} = 0,00072 \times PV_{\text{ternero}} \times e^{0,116 \times \text{SemG}}$$

(PV_{ternero}) peso vivo del ternero al nacer en kg (en el cas de la raza frisona podemos considerar 45 kg)

(SemG) semana de gestación

Reservas corporales

$$\text{MPR (UFL/día)} = -1 + [1,33 \times (a + (0,47 \times PL_{\text{pic}}) + (1,80 \times CC_{\text{part}}))] \times (e^{-0,25 \times \text{SemL}} - e^{-\text{SemL}})]$$

(MPR) movilización potencial de reservas

(PL_{pic}) producción lechera en el pico de lactación en kg

(CC_{part}) condición corporal de la vaca en el parto (1-5)

(SemL) semana de lactación

(a) constante, equivalente a -9,5 para una vaca primípara y -13,2 para una multípara. Si el valor obtenido < 0 entonces $\text{MPR} = 0$

Estas aportaciones pueden representar de 100 a más de 300 UFL durante los tres primeros meses de lactación

INRA considera que la movilización de proteínas durante la primera parte de la lactación es menor que la cantidad de energía movilizable y no incide de manera significativa en la producción lechera

Necesidades nutritivas: energía

- Sistema INRA (2007): terneras de reposición

$$N_{\text{totales}} \text{ (UFL/día)} = N_m + N_c + N_g$$

(N_m) Necesidades energéticas de mantenimiento

(N_c) Necesidades energéticas de crecimiento

(N_g) Necesidades energéticas de gestación

mantenimiento

$$N_M \text{ (UFL/día)} = ((\text{Man} \times \text{PV}^{0,75})/1000)/1,7$$

(PV) peso vivo en kg

(Man) coeficiente de necesidades de mantenimiento, que en el caso de la raza frisona toma un valor de 90

O bien simplificándola:

$$N_M \text{ (UFL/día)} = 0,05294 \times \text{PV}^{0,75}$$

Necesidades nutritivas: energía

- Sistema INRA (2007): terneras de reposición

Crecimiento

$$N_c \text{ (UFL/día)} = (((5,48 \times (\text{PROT}_F \times 1000)) + (9,39 \times (\text{LIP}_F \times 1000)))/1000)/1,7$$

(PROT_F) cantidad de proteína fijada (g/día) entre T_1 y T_0

(LIP_F) cantidad de grasa fijada (g/día) entre T_1 y T_0

Procedimiento de cálculo complejo, hay que ir paso a paso:

1. cálculo del peso vivo vacío inicial (PVB_0) y final (PVB_1)

$$\text{PVB}_0 = \text{PV}_0 \times (1 - (\text{CD}_0/100))$$

(PV_0) peso vivo inicial, en el caso de una ternera frisona: $\text{PV}_0 = 200$ kg

(CD_0) contenido digestivo en el peso vivo inicial (%/PV). En el caso de una ternera de raza frisona se considera el 20%

$$\text{PVB}_1 = \text{PV}_1 \times (1 - (\text{CD}_1/100))$$

(PV_1) peso vivo final, en el caso de una ternera frisona: $\text{PV}_1 = 480$ kg

(CD_1) contenido digestivo en el peso vivo final (%/PV). En el caso de una ternera de raza frisona se considera el 13%

Necesidades nutritivas: energía

- Sistema INRA (2007): terneras de reposició

2. cálculo de les constants C_1 y C_0

$$C_1 = \text{LN}(\text{PVB}_1/\text{PVB}_0) / \text{LN}(\text{PV}_1/\text{PV}_0)$$

$$C_0 = \text{PVB}_0/\text{PV}_0^{c1}$$

3. cálculo del peso vivo vacío (PVB)

$$\text{PVB (kg)} = c_0 \times \text{PV}^{c1}$$

4. cálculo del peso vivo vacío inicial de la fracción lipídica corporal

$$\text{PVBLIP}_0 = \text{PVB}_0 \times (\text{LIP}_0/100)$$

(PVBLIP₀) peso vivo vacío inicial de la fracción lipídica corporal (kg)

(LIP₀) lípidos corporales en el peso vivo vacío inicial (%/PVB₀), pren un valor del 9% en el cas de terneras de la raza frisona

5. cálculo de les constants b_1 y b_0

$$b_1 = \text{LN}(\text{PVBLIP}_1/\text{PVBLIP}_0) / \text{LN}(\text{PVB}_1/\text{PVB}_0)$$

$$b_0 = \text{PVBLIP}_0/\text{PVB}_0^{b1}$$

Necesidades nutritivas: energía

- Sistema INRA (2007): terneras de reposición

6. cálculo del pes dels lípidos corporales

$$\text{LIP} = b_0 \times \text{PVB}^{b_1}$$

(LIP) pes dels lípidos corporales (kg)

(b_0) constant 0

(b_1) constant 1

7. cálculo de la massa corporal lliure de lípidos

$$\text{MSL} = \text{PVB} - \text{LIP}$$

(MSL) massa corporal lliure de lípidos (kg)

8. cálculo del pes de les proteïnes corporales

$$\text{PROT} = 0,1436 \times \text{MSL}^{1,0723}$$

(PROT) pes de les proteïnes corporales (kg)

Necesidades nutritivas: energía

- Sistema INRA (2007): terneras de reposición

En resum, y para la raza frisona, esdevenen constants en els cálculos, els siguientes parametros:

$$PV_0 = 200 \text{ kg}; \quad PV_1 = 480 \text{ kg}$$

$$CD_0 = 20\%; \quad CD_1 = 13\%$$

$$PVB_0 = 160,00 \text{ kg}; \quad PVB_1 = 417,60 \text{ kg}$$

$$C_1 = 1,095813226; \quad C_0 = 0,481527262$$

$$PVBLIP_0 = 14,40 \text{ kg}; \quad PVBLIP_1 = 87,70 \text{ kg}$$

$$b_1 = 1,883199734; \quad b_0 = 0,00101757$$

Necesidades nutritivas: energía

- Sistema INRA (2007): terneras de reposición

I per tant, podem simplificar el procés de càlculo a:

Els passos 1 y 2 es poden calcular prèviament y esdevenen constants

3. càlculo del peso vivo vacío (PVB, kg)

$$\text{PVB} = 0,481527262 \times \text{PV}^{1,095813226}$$

Els passos 4 y 5 es poden calcular prèviament y esdevenen constants

6. càlculo del pes dels lípidos corporales (LIP, kg)

$$\text{LIP} = 0,00101757 \times \text{PVB}^{1,883199734}$$

7. càlculo de la massa corporal lliure de lípidos (MSL, kg)

$$\text{MSL} = \text{PVB} - \text{LIP}$$

8. càlculo del pes de les proteïnes corporales (PROT, kg)

$$\text{PROT} = 0,1436 \times \text{MSL}^{1,0723}$$

Necesidades nutritivas: energía

- Sistema INRA (2007): terneras de reposición

Gestació

$$N_G \text{ (UFL/día)} = 0,00072 \times PV_{\text{ternero}} \times e^{0,116 \times \text{SemG}}$$

(PV_{ternero}) peso vivo del ternero (pot prendre's 45 kg para la raza frisona)

(SemG) semana de gestació

Necesidades nutritivas: energía

Sistema NRC (2001)

- vacas en lactación y secas

mantenimiento:

$$EN_M \text{ (Mcal/día)} = 0,080 \times PV^{0,75}$$

producción de leche:

$$EN_L \text{ (Mcal/día)} = LC_{4\%} \times ((0,0929 \times G_L) + (0,0547 \times PB_L) + (0,0395 \times Lac_L))$$

On: ($LC_{4\%}$) leche corregida al 4% grasa (kg); (G_L) % grasa a la leche; (PB_L) % proteína bruta a la leche; (Lac_L) % lactosa a la leche

$$EN_L \text{ (Mcal/día)} = LC_{4\%} \times ((0,0929 \times G_L) + (0,0547 \times PB_L) + 0,192) \text{ (assumint 4,85\% lactosa a la leche)}$$

$$EN_L \text{ (Mcal/día)} = LC_{4\%} \times (0,36 + (0,0969 \times G_L)) \text{ (quan només es coneix el \% de grasa de la leche)}$$

Gestació (a partir del 6è mes de gestació):

$$EN_G \text{ (Mcal/día)} = [((0,00318 \times D) - 0,0352) \times (PV_N/45)]/0,218$$

Necesidades nutritivas: energía

Sistema NRC (2001)

- vacas en lactación

reservas corporales (movilización o acumulación):

Basado en la medida de la condición corporal (CC) en escala 1 a 5 y precisión 0,25 (Edmonson *et al.*, 1989)

movilización

$$PV_B \text{ (kg)} = 0,817 \times PV$$

(PV_B) peso vivo vacío (peso vivo menos el contenido del tracto digestivo)

Cada punto de CC₍₅₎ que se pierde representa, aproximadamente, una pérdida del 13,7% de PV_B

$$RC_M \text{ (kg)} = PV_B \times CC_p \times 0,137$$

(RC_M) reservas corporales movilizadas; (PV_B) peso vivo vacío (kg); (CC_p) puntos de condición corporal perdidos (según la metodología Edmonson *et al.*, 1989)

$$CC_{(9)} = ((CC_{(5)} - 1) \times 2) + 1$$

(CC₍₉₎) es la condición corporal medida en escala d'1 a 9 (utilizada en vacas de carne)

Necesidades nutritivas: energía

Sistema NRC (2001)

- vacas en lactación

reservas corporales (movilización o acumulación):

movilización

$$P_G \text{ (proporción corporal de grasa)} = 0,037683 \times CC_{(9)}$$

$$P_p \text{ (proporción corporal de proteína)} = 0,200886 - (0,0066762 \times CC_{(9)})$$

$$E_{RC} \text{ (Mcal)} = RC_M \times ((P_G \times 9,4) + (P_p \times 5,55))$$

(E_{RC}) energía procedente de la movilización de reservas corporales

(RC_M) reservas corporales movilizadas (kg)

$$EN_{RCM} \text{ (Mcal)} = E_{RC} \times 0,82$$

(EN_{RCM}) energía neta procedente de la movilización de reservas corporales

Necesidades nutritivas: energía

Sistema NRC (2001)

- vacas en lactación

reservas corporales (acumulación):

$$PV_B \text{ (kg)} = 0,817 \times PV$$

(PV_B) peso vivo vacío (peso vivo menos el contenido del tracto digestivo)

Cada punto de CC₍₅₎ que se gana representa, aproximadamente, un incremento del 13,7% de PV_B

$$RC_A \text{ (kg)} = PV_B \times CC_G \times 0,137$$

(RC_A) reservas corporales acumuladas

(PV_B) peso vivo vacío (kg)

(CC_G) puntos de condición corporal ganados (según la metodología Edmonson *et al.*, 1989)

$$CC_{(9)} = ((CC_{(5)} - 1) \times 2) + 1$$

(CC₍₉₎) es la condición corporal medida en escala d'1 a 9 (utilizada en vacas de carne)

Necesidades nutritivas: energía

Sistema NRC (2001)

- vacas en lactación

reservas corporales (acumulación):

$$P_G \text{ (proporción corporal de grasa)} = 0,037683 \times CC_{(9)}$$

$$P_p \text{ (proporción corporal de proteína)} = 0,200886 - (0,0066762 \times CC_{(9)})$$

$$E_{RC} \text{ (Mcal)} = RC_M \times ((P_G \times 9,4) + (P_p \times 5,55))$$

(E_{RC}) energía necesaria para la acumulación de reservas corporales; (RC_A) reservas corporales acumuladas (kg)

$$EN_{RCA} \text{ (Mcal)} = E_{RC} \times (0,64/075) = E_{RC} \times 0,85$$

(EN_{RCA}) energía neta necesaria para la acumulación de reservas corporales

En resumen:

$$EN_{TOTAL} \text{ (Mcal/día)} = EN_m + EN_L + EN_G + EN_{RCA} - EN_{RCM}$$

Necesidades nutritivas: proteína

- Sistema INRA (2007): vacas lecheras

El sistema francés trabaja con la Proteína Digestible Intestinal (PDI). Es trata de la proteína a disposición del metabolismo que, una vez cubiertos los procesos digestivos, se encuentra en el intestino para ser absorbida. En el sistema PDI cada alimento tiene dos valores de proteína (PDIN y PDIE), que son la suma de la proteína no degradada en el rumen (PDIA, o proteína digestible en el intestino de origen alimentario) y la proteína microbiana (proteína sintetizada per la población microbiana del rumen, PDIMN o PDIME)

PDI (Necesidades) : PDIN y PDIE (aportaciones alimento)

$$\text{PDIN} = \text{PDIA} + \text{PDIMN}$$

$$\text{PDIE} = \text{PDIA} + \text{PDIME}$$

PDIMN: proteína potencial que podría ser sintetizada en el rumen per la población microbiana según la cantidad de nitrógeno degradado en el rumen

PDIME: proteína potencial que podría ser sintetizada en el rumen per la población microbiana utilizando la energía fermentable puesta a disposición

Necesidades nutritivas: proteína

- Sistema INRA (2007): vacas lecheras

$$\mathbf{PDI_{\text{totales}} \text{ (g/día)} = PDI_M + PDI_L + PDI_G}$$

(PDI_M) Necesidades proteicas de mantenimiento

(PDI_L) Necesidades proteicas de la producción de leche

(PDI_G) Necesidades proteicas de gestación

mantenimiento

$$\mathbf{PDI_M \text{ (g/día)} = 95 + (0,5 \times PV)}$$

(PV) peso vivo en kg

lactación

$$\mathbf{PDI_L \text{ (g/día)} = 1,56 \times PL \times t_p}$$

(PL) producción lechera (kg/d) (poner el mismo valor empleado en el cálculo de las necesidades energéticas)

(t_p) tasa de proteína a la leche (g/kg)

De forma estándar, per cada kg de leche al 4% de grasa y 3,1% de proteína se necesitan 48 g de PDI

Necesidades nutritivas: proteína

- Sistema INRA (2007): vacas lecheras

gestación (últimos 3 meses)

$$PDI_G \text{ (g/día)} = 0,07 \times PV_{\text{ternero}} \times e^{0,111 \times \text{semG}}$$

(PV_{ternero}) peso vivo del ternero al nacimiento (kg) (puede tomarse 45 kg para la raza frisona)

(semG) semana de gestación

Les necesidades son importantes en los últimos 3 meses de gestación

Necesidades nutritivas: proteína

- Sistema INRA (2007): terneras de reposición

$$\mathbf{PDI_{\text{totales}} \text{ (g/día)} = PDI_M + PDI_C + PDI_G}$$

(PDI_M) Necesidades proteicas de mantenimiento

(PDI_C) Necesidades proteicas de crecimiento

(PDI_G) Necesidades proteicas de gestación

mantenimiento

$$\mathbf{PDI_M \text{ (g/día)} = 3,25 \times PV^{0,75}}$$

(PV) peso vivo en kg

crecimiento

$$\mathbf{PDI_C \text{ (g/día)} = PROT_F / R_{PDI}}$$

(PROT_F) proteína fijada por la ternera en un período de tiempo concreto, es decir, es la diferencia entre PROT en tiempo T₁ y PROT en tiempo T₀ (expresado en g)

(R_{PDI}) rendimiento derivado del uso metabólico de la PDI para el crecimiento, el cual disminuye a medida que aumenta la edad. En el caso de terneras de reposición de raza frisona, y como orientación, R_{PDI} se reduce linealmente desde 0,6 a un PV de 200 kg hasta un 0,4 a un PV de 600 kg

Necesidades nutritivas: proteína

- Sistema INRA (2007): terneras de reposición

gestación

$$PDI_G \text{ (g/día)} = 0,07 \times PV_{\text{ternero}} \times e^{0,111 \times \text{semG}}$$

(PVternero) peso vivo del ternero (kg), puede tomarse 45 kg en el caso de la raza frisona

(semG) semana de gestación. Necesidades importantes sobre todo en los últimos 3 meses de

gestación

Necesidades nutritivas: proteína

Sistema NRC (2001)

- vacas en lactación y secas

El sistema americano trabaja con proteína metabolizable (PM). Sería ideal poder trabajar con la proteína neta (PN), a nivel de aminoácidos; no obstante, la información disponible sobre las necesidades de aminoácidos en vacas lecheras aún no es suficiente. La proteína metabolizable representa la proteína verdadera digerida después del rumen y los aminoácidos absorbidos en el intestino

mantenimiento:

$$PM_M \text{ (g/día)} = (4,1 \times PV^{0,50}) + (0,3 \times PV^{0,60}) + [(30 \times IMS) - 0,5 \times ((PM_{bacteriana}/0,8) - PM_{bacteriana})] + (PM_{endógena}/0,67)$$

(PV) peso vivo del animal (kg); (IMS) ingestión de materia seca (IMS); ($PM_{bacteriana}$) proteína metabolizable bacteriana; ($PM_{endógena}$) proteína metabolizable endógena

PM_M = PM endógena urinaria + PM piel y pelo + PM fecal + PM secreciones endógenas

Necesidades nutritivas: proteína

Sistema NRC (2001)

- vacas en lactación y secas

mantenimiento:

$$PM_M \text{ (g/día)} = (4,1 \times PV^{0,50}) + (0,3 \times PV^{0,60}) + [(30 \times IMS) - 0,5 \times ((PM_{bacteriana}/0,8) - PM_{bacteriana})] + (PM_{endógena}/0,67)$$

(PV) peso vivo del animal (kg); (IMS) ingestión de materia seca (IMS); ($PM_{bacteriana}$) proteína metabolizable bacteriana; ($PM_{endógena}$) proteína metabolizable endógena

$PM_M = PM_{endógena \text{ urinaria}} + PM_{piel \text{ y pelo}} + PM_{fecal} + PM_{secreciones \text{ endógenas}}$

$$PM_{bacteriana} \text{ (g/día)} = 0,64 \times 0,13 \times TDN_A \times IMS$$

(TDN_A) nutrientes digestibles totales por kg MS ingerida ajustados según la ingestión (g/kg MSI); (IMS) ingestión de materia seca (kg/día). TDN_A no se conocen hasta disponer de la ración definitiva, por tanto se puede tomar un valor de 70% (700 g/kg MSI)

$$PM_{endógena} = 0,4 \times 11,8 \times IMS, \text{ siendo (IMS) ingestión de materia seca (kg/d)}$$

Necesidades nutritivas: proteína

Sistema NRC (2001)

- vacas en lactación y secas

gestación:

$$PM_G \text{ (g/día)} = (((0,69 \times \text{DEG}) - 69,2) \times (\text{PV}_{\text{ternero}}/45))/0,33$$

(DEG) días en gestación; (PV_{ternero}) peso vivo del ternero (kg)

De los 0 a 190 de gestación se considera que no hay necesidades de proteína metabolizable para la gestación

Si se desconoce el PV_{ternero} se puede estimar efectuando el siguiente cálculo: $\text{PV}_{\text{ternero}} = 0,06275 \times \text{PV}$

(PV) peso vivo adulto (kg)

lactación:

$$PM_L \text{ (g/día)} = Y_{\text{prot}} / 0,67$$

(Y_{prot}) producción de proteína láctea (g/d)

$$Y_{\text{prot}} \text{ (g/d)} = \text{PL} \times (t_p/100) \times 1000$$

(PL) producción lechera (kg/día); (t_p) tasa de proteína de la leche (%)

En resumen: $PM_{\text{TOTAL}} \text{ (g/día)} = PM_M + PM_G + PM_L$

Necesidades nutritivas: proteína

Sistema NRC (2001)

- vacas en lactación y secas

Aportaciones proteicas a satisfacer:

Necesidades proteicas en el rumen (proteína degradable en el rumen, PDR o RDP)

$$\text{PDR (g/día)} = 1,18 \times \text{PB}_{\text{bacteriana}}$$

($\text{PB}_{\text{bacteriana}}$) proteína bruta bacteriana

$$\text{PB}_{\text{bacteriana}} \text{ (g/día)} = 130 \times \text{TDN}_A \times \text{IMS}$$

(TDN_A) nutrientes digestibles totales per kg MS ingerida ajustados según la ingestión (kg/kg MSI); (IMS) ingestión de materia seca (kg). Orientativamente, TDN_A toma un valor de 0,7 kg/kg MSI

Necesidades proteicas fuera del rumen (proteína no degradable en el rumen, PNDR o RUP)

$$\text{PNDR (g/día)} = \text{PM}_{\text{TOTAL}} - \text{PM}_{\text{bacteriana}}$$

(PM_{TOTAL}) proteína metabolizable total (g/d); ($\text{PM}_{\text{bacteriana}}$) proteína metabolizable bacteriana (g/día)

$$\text{PM}_{\text{bacteriana}} = 0,64 \times \text{PB}_{\text{bacteriana}} \text{ (g/día)}$$

Necesidades nutritivas: proteína

Sistema NRC (2001)

- vacas en lactación y secas

Aportaciones proteicas a satisfacer:

proteína bruta de la ración

$$PB \text{ (g/día)} = PDR \text{ (g/día)} + PNDR \text{ (g/día)}$$

$$PB \text{ (%/MSR)} = (PB \text{ (kg/d)} / IMS \text{ (kg/d)}) \times 100$$

$$PDR \text{ (%/MSR)} = (PDR \text{ (kg/d)} / IMS \text{ (kg/d)}) \times 100$$

$$PNDR \text{ (%/MSR)} = (PNDR \text{ (kg/d)} / IMS \text{ (kg/d)}) \times 100$$

Necesidades nutritivas: calcio

- Sistema INRA (2007): vacas lecheras

$$\mathbf{Ca_{TOTALabs} \text{ (g/día)} = Ca_{Mabs} + Ca_{Labs} + Ca_{Gabs}}$$

(Ca_{Mabs}) Necesidades de Ca para el mantenimiento

(Ca_{Labs}) Necesidades de Ca para la producción de leche

(Ca_{Gabs}) Necesidades de Ca para la gestación

mantenimiento

$$\mathbf{Ca_{Mabs} \text{ (g/día)} = (0,663 \times \text{IMS}) + (0,008 \times \text{PV})}$$

(IMS) ingestión de materia seca (kg/d)

(PV) peso vivo del animal (kg)

lactación

$$\mathbf{Ca_{Labs} \text{ (g/día)} = 1,25 \times \text{PL}}$$

(PL) producción lechera (kg/d) (poner el mismo valor empleado en el cálculo de las necesidades energéticas, etc.)

Necesidades nutritivas: calcio

- Sistema INRA (2007): vacas lecheras

gestación

$$\mathbf{Ca_{Gabs} \text{ (g/día)} = 23,5 / (1 + e^{(18,8 - 5,03 \times \ln(\text{SemG}))})}$$

(SemG) semana de gestación

coeficiente de absorción (CA_{Ca}) del Ca: 40% (todo tipo de ingrediente)

$$Ca_{\text{ración}} \text{ (g/día)} = Ca_{\text{TOTALabs}} / CA_{Ca}$$

Necesidades nutritivas: calcio

- Sistema INRA (2007): terneras de reposición

$$\mathbf{Ca_{TOTALabs} \text{ (g/día)} = Ca_{Mabs} + Ca_{Cabs} + Ca_{Gabs}}$$

(Ca_{Mabs}) Necesidades de Ca para el mantenimiento

(Ca_{Cabs}) Necesidades de Ca per al crecimiento

(Ca_{Gabs}) Necesidades de Ca para la gestación

mantenimiento

$$\mathbf{Ca_{Mabs} \text{ (g/día)} = (0,015 \times PV)}$$

(PV) peso vivo del animal (kg)

crecimiento

$$\mathbf{Ca_{Cabs} \text{ (g/día)} = 9,83 \times PV_{ad}^{0,22} \times PV^{-0,22} \times GMD}$$

(PV_{ad}) peso vivo adulto de la ternera, per ejemplo, 750 kg

(PV) peso vivo de la ternera en aquel momento (kg)

(GMD) ganancia media diaria de la ternera en aquel momento (kg/día)

Necesidades nutritivas: calcio

- Sistema INRA (2007): terneras de reposición

gestación

$$\mathbf{Ca_{Gabs} \text{ (g/día)} = 23,5 / (1 + e^{(18,8 - 5,03 \times \ln (\text{semG}))})}$$

(SemG) semana de gestación

coeficiente de absorción (CA_{Ca}) del Ca: 40% (todo tipo de ingrediente)

$$Ca_{\text{ración}} \text{ (g/día)} = Ca_{\text{TOTALabs}} / CA_{Ca}$$

Necesidades nutritivas: fosforo

- Sistema INRA (2007): vacas lecheras

$$P_{\text{TOTALabs}} \text{ (g/día)} = P_{\text{Mabs}} + P_{\text{Labs}} + P_{\text{Gabs}}$$

(P_{Mabs}) Necesidades de P para el mantenimiento

(P_{Labs}) Necesidades de P para la producción de leche

(P_{Gabs}) Necesidades de P para la gestación

mantenimiento

$$P_{\text{Mabs}} \text{ (g/día)} = (0,83 \times \text{IMS}) + (0,002 \times \text{PV})$$

(IMS) ingestión de materia seca (kg/d)

(PV) peso vivo del animal (kg)

lactación

$$P_{\text{Labs}} \text{ (g/día)} = 0,9 \times \text{PL}$$

(PL) producción lechera (kg/d) (poner el mismo valor empleado en el cálculo de las necesidades energéticas, etc.)

Necesidades nutritivas: fosforo

- Sistema INRA (2007): vacas lecheras

gestación

$$P_{\text{Gabs}} \text{ (g/día)} = 7,38 / (1 + e^{(19,1 - 5,46 \times \ln(\text{SemG}))})$$

(SemG) semana de gestación

coeficiente de absorción (CA_p) del P: 65% (todo tipo de ingrediente)

$$P_{\text{ración}} \text{ (g/día)} = P_{\text{TOTALabs}} / CA_p$$

INRA recomienda que la $[Ca]_{\text{ración}} = 1,63 \times [P]_{\text{ración}}$

Necesidades nutritivas: fosforo

- Sistema INRA (2007): terneras de reposición

$$P_{\text{TOTALabs}} \text{ (g/día)} = P_{\text{Mabs}} + P_{\text{Cabs}} + P_{\text{Gabs}}$$

(P_{Mabs}) Necesidades de P para el mantenimiento

(P_{Cabs}) Necesidades de P per al crecimiento

(P_{Gabs}) Necesidades de P para la gestación

mantenimiento y crecimiento

$$P_{\text{MCabs}} \text{ (g/día)} = (1,40 \times \text{UFL}_{\text{TOTAL}}) + 3,81$$

($\text{UFL}_{\text{TOTAL}}$) Necesidades energéticas totales de la ternera en aquel momento (UFL/día)

gestación

$$P_{\text{Labs}} \text{ (g/día)} = 7,38 / (1 + e^{(19,1 - 5,46 \times \ln(\text{semG}))})$$

(SemG) semana de gestación

coeficiente de absorción (CA_p) del P: 65% (todo tipo de ingrediente)

$$P_{\text{ración}} \text{ (g/día)} = P_{\text{TOTALabs}} / \text{CA}_p$$

Necesidades nutritivas: otros oligoelementos

- Sistema NRC (2001): vacas y terneras de reposición

SODIO (g/día)		
parámetro	vacas	terneras reposición
mantenimiento	$Na_{Mabs} = 0,038 \times PV$ (lactación) $Na_{Mabs} = 0,015 \times PV$ (secas)	$Na_{Mabs} = 0,015 \times PV$
lactación	$Na_{Labs} = 0,63 \times PL$	-
crecimiento	-	$Na_{Labs} = 1,4 \times (GMD/0,96)$
gestación	$Na_{Gabs} = 1,39$ (a partir de 190 días, antes = 0)	$Na_{Gabs} = 1,39$ (a partir de 190 días, antes = 0)
coeficiente absorción (CA)	90%	90%
niveles en la ración	0,22-0,23% MS	-

(PV) peso vivo del animal (kg)

(PL) producción lechera (kg/d)

(GMD) ganancia media diaria (kg/día)

Necesidades nutritivas: otros oligoelementos

- Sistema NRC (2001): vacas y terneras de reposición

CLORO (g/día)		
parámetro	vacas	terneras reposición
mantenimiento	$Cl_{Mabs} = 2,25 \times (PV/100)$	$Cl_{Mabs} = 2,25 \times (PV/100)$
lactación	$Cl_{Labs} = 1,15 \times PL$	-
crecimiento	-	$Cl_{Labs} = 1 \times (GMD/0,96)$
gestación	$Cl_{Gabs} = 1$ (a partir de 190 días, antes = 0)	$Cl_{Gabs} = 1$ (a partir de 190 días, antes = 0)
coeficiente absorción (CA)	90%	90%
niveles en la ración	-	-

(PV) peso vivo del animal (kg)

(PL) producción lechera (kg/d)

(GMD) ganancia media diaria (kg/día)

Necesidades nutritivas: otros oligoelementos

- Sistema NRC (2001): vacas y terneras de reposición

POTASSI (g/día)		
parámetro	vacas	terneras reposición
mantenimiento	$K_{Mabs} = (6,1 \times IMS) + (0,038 \times PV)$ (lactación) $K_{Mabs} = (2,6 \times IMS) + (0,038 \times PV)$ (secas)	$K_{Mabs} = (2,6 \times IMS) + (0,038 \times PV)$
lactación	$K_{Labs} = 1,5 \times PL$	-
crecimiento	-	$K_{Cabs} = 1,4 \times (GMD/0,96)$
gestación	$K_{Gabs} = 1,027$ (a partir de 190 días, antes = 0)	$K_{Gabs} = 1,027$ (a partir de 190 días, antes = 0)
coeficiente absorción (CA)	90%	90%
niveles en la ración	1,00-1,10% MS	-

(IMS) ingestión de materia seca (kg/d)

(PV) peso vivo del animal (kg)

(PL) producción lechera (kg/d)

(GMD) ganancia media diaria (kg/día)

Necesidades nutritivas: otros oligoelementos

- Sistema NRC (2001): vacas y terneras de reposición

MAGNESIO (g/día)		
parámetro	vacas	terneras reposición
mantenimiento	$Mg_{Mabs} = 0,003 \times PV$	$Mg_{Mabs} = 0,003 \times PV$
lactación	$Mg_{Labs} = 0,15 \times PL$	-
crecimiento	-	$Mg_{Cabs} = 0,45 \times (GMD/0,96)$
gestación	$Mg_{Gabs} = 0,33$ (a partir de 190 días, antes = 0)	$Mg_{Gabs} = 0,33$ (a partir de 190 días, antes = 0)
coeficiente absorción (CA)	16%	16%
niveles en la ración	0,18-0,21% MS	-

(PV) peso vivo del animal (kg)

(PL) producción lechera (kg/d)

(GMD) ganancia media diaria (kg/día)

Necesidades nutritivas: otros oligoelementos

- Sistema NRC (2001): vacas y terneras de reposición

AZUFRE g/día)		
parámetro	vacas	terneras reposición
mantenimiento	$S_{\text{totales}} = 2 \times \text{IMS}$	$S_{\text{totales}} = 0,003 \times \text{PV}$
lactación		
crecimiento		
gestación		
coeficiente absorción (CA)	-	-
niveles en la ración	0,20% MS	-

(IMS) ingestión de materia seca (kg/d)

Necesidades nutritivas: otros oligoelementos

- Sistema NRC (2001): vacas y terneras de reposición

COBALTO (mg/día)		
parámetro	vacas	terneras reposición
mantenimiento	$Co_{\text{totales}} = 0,11 \times \text{IMS (totales)}$	$Co_{\text{totales}} = 0,1 \times \text{IMS (totales)}$
lactación		
crecimiento		
gestación		
coeficiente absorción (CA)	-	-
niveles en la ración	0,11 ppm MS	-

(IMS) ingestión de materia seca (kg/d)

Necesidades nutritivas: microminerales

- Sistema NRC (2001): vacas y terneras de reposición

COBRE (mg/día)		
parámetro	vacas	terneras reposición
mantenimiento	$Cu_{Mabs} = 0,0071 \times PV$	$Cu_{Mabs} = 0,0071 \times PV$
lactación	$Cu_{Labs} = 0,15 \times PL$	-
crecimiento	-	$Cu_{Cabs} = 1,15 \times (GMD/0,96)$
gestación	Cu_{Gabs} DEG < 100: 0,5 mg/d 100 < DEG < 225: 1,5 mg/d DEG > 225: 2 mg/d	Cu_{Gabs} DEG < 100: 0,5 mg/d 100 < DEG < 225: 1,5 mg/d DEG > 225: 2 mg/d
coeficiente absorción (CA)	1-5%	5%
niveles en la ración	10-18 ppm MS	-

(PV) peso vivo del animal (kg)

(PL) producción lechera (kg/d)

(GMD) ganancia media diaria (kg/día)

(DEG) días gestante

Necesidades nutritivas: microminerales

- Sistema NRC (2001): vacas y terneras de reposición

YODO (mg/día)		
parámetro	vacas	terneras reposición
mantenimiento	$I_{\text{totales}} = 1,5 \times (\text{PV}/100)$ (lactación) $I_{\text{totales}} = 0,6 \times (\text{PV}/100)$ (secas)	$I_{\text{totales}} = 0,6 \times (\text{PV}/100)$
lactación		
crecimiento		
gestación		
coeficiente absorción (CA)	-	-
niveles en la ración	0,30-0,40 ppm MS	-

(PV) peso vivo del animal (kg)

Necesidades nutritivas: microminerales

- Sistema NRC (2001): vacas y terneras de reposición

HIERRO (mg/día)		
parámetro	vacas	terneras reposición
mantenimiento	-	-
lactación	$Fe_{Labs} = 1 \times PL$	-
crecimiento	-	$Fe_{Cabs} = 34 \times (GMD/0,96)$
gestación	Fe_{Gabs} DEG > 190: 18 mg/d	Fe_{Gabs} DEG > 190: 18 mg/d
coeficiente absorción (CA)	10%	10%
niveles en la ración	13-30 ppm MS	-

(PL) producción lechera (kg/d)

(GMD) ganancia media diaria (kg/día)

(DEG) días gestante

Necesidades nutritivas: microminerales

- Sistema NRC (2001): vacas y terneras de reposición

MANGANESO (mg/día)		
parámetro	vacas	terneras reposición
mantenimiento	$Mn_{Mabs} = 0,002 \times PV$	$Mn_{Mabs} = 0,002 \times PV$
lactación	$Mn_{Labs} = 0,03 \times PL$	-
crecimiento	-	$Mn_{Cabs} = 0,7 \times (GMD/0,96)$
gestación	Mn_{Gabs} DEG > 190: 0,30 mg/d	Mn_{Gabs} DEG > 190: 0,30 mg/d
coeficiente absorción (CA)	0,75%	0,75%
niveles en la ración	14-24 ppm MS	-

(PV) peso vivo del animal (kg)

(PL) producción lechera (kg/d)

(GMD) ganancia media diaria (kg/día)

(DEG) días gestante

Necesidades nutritivas: microminerales

- Sistema NRC (2001): vacas y terneras de reposición

SELENIO (mg/día)		
parámetro	vacas	terneras reposición
mantenimiento	$Se_{\text{totales}} = 0,30 \times \text{IMS}$	$Se_{\text{totales}} = 0,30 \times \text{IMS}$
lactación		
crecimiento		
gestación		
coeficiente absorción (CA)	-	-
niveles en la ración	0,30 ppm MS	-

(IMS) ingestión de materia seca (kg/d)

Necesidades nutritivas: microminerales

- Sistema NRC (2001): vacas y terneras de reposición

ZINC (mg/día)		
parámetro	vacas	terneras reposición
mantenimiento	$Zn_{Mabs} = (0,033 \times PV) + (0,012 \times PV)$	$Zn_{Mabs} = (0,033 \times PV) + (0,012 \times PV)$
lactación	$Zn_{Labs} = 4 \times PL$	-
crecimiento	-	$Zn_{Cabs} = 24 \times (GMD/0,96)$
gestación	Zn_{Gabs} DEG > 190: 12 mg/d	Zn_{Gabs} DEG > 190: 12 mg/d
coeficiente absorción (CA)	15%	15%
niveles en la ración	22-70 ppm MS	-

(PV) peso vivo del animal (kg)

(PL) producción lechera (kg/d)

(GMD) ganancia media diaria (kg/día)

(DEG) días gestante

Necesidades nutritivas: vitaminas

- Sistema NRC (2001): vacas y terneras de reposición

VITAMINA A (UI/día)		
parámetro	vacas	terneras reposición
mantenimiento	$VitA_{\text{totales}} = 110 \times PV$ (lactación) $VitA_{\text{totales}} = 80 \times PV$ (secas)	$VitA_{\text{totales}} = 0,30 \times IMS$
lactación		
crecimiento		
gestación		
coeficiente absorción (CA)	-	-
niveles en la ración	-	-

(PV) peso vivo del animal (kg)

Necesidades nutritivas: vitaminas

- Sistema NRC (2001): vacas y terneras de reposición

VITAMINA D (UI/día)		
parámetro	vacas	terneras reposición
mantenimiento	$\text{VitD}_M = 30 \times \text{PV}$	$\text{VitD}_M = 30 \times \text{PV}$
lactación	-	-
crecimiento	-	-
gestación	$\text{VitD}_G = 16 \times \text{PV}$ DEG > 190	$\text{VitD}_G = 16 \times \text{PV}$ DEG > 190
coeficiente absorción (CA)	-	-
niveles en la ración	-	-

(PV) peso vivo del animal (kg)

Necesidades nutritivas: vitaminas

- Sistema NRC (2001): vacas y terneras de reposición

VITAMINA E (UI/día)		
parámetro	vacas	terneras reposición
mantenimiento	$VitE_{\text{totales}} = 0,8 \times PV$ (lactación) $VitE_{\text{totales}} = 1,6 \times PV$ (secas)	$VitE_{\text{totales}} = 0,80 \times PV$
lactación		
crecimiento		
gestación		
coeficiente absorción (CA)	-	-
niveles en la ración	-	-

(PV) peso vivo del animal (kg)

Bibliografía básica

- Hutjens, M. (2008). *Feeding Guide*. Ed. Hoard's Dairyman, Wisconsin (USA). 87 pàgines.
- INRA (2007). *Alimentation des bovins, ovins et caprins*. Ed. Quae, París (França). 307 pàgines.
- NRC (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle, seventh revised edition*. Ed. National Academy Press, Washington (USA). 381 pàgines.
- Seguí Parpal, A. (2009). *L'explotació de vacas de leche*. Ed. Universitat de Lleida, Lleida. 296 pàgines.
- Al web:

http://www.remugants.cat/8/necesidades_formulacion_371135.html