

**Racionament alimentari de vaques  
de llet, conceptes bàsics i  
necessitats**

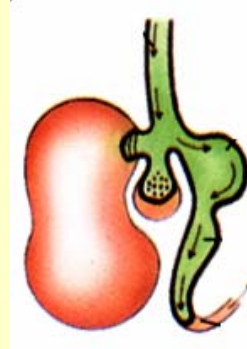
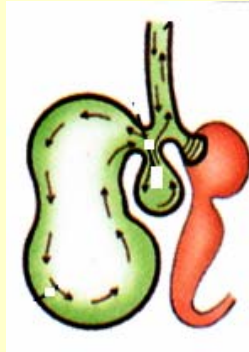
Antoni Seguí Parpal

Els temes de racionament es poden seguir a través dels capítols 4 i 5 del llibre  
"L'exploració de vaques de llet.

# Etapes de la nutrició en el remugador

- INGESTIÓ
- REMUGAMENT
  - » Regurgitació (1 segon)
  - » Deglució de líquids
  - » Masticació (1 minut)
  - » Repòs
- FERMENTACIÓ
- DIGESTIÓ
- METABOLISME

# El recorregut dels aliments



**Al rumen té lloc la FERMENTACIÓ I la PRODUCCIÓ AGV**

Font: Máximo Espadas

3

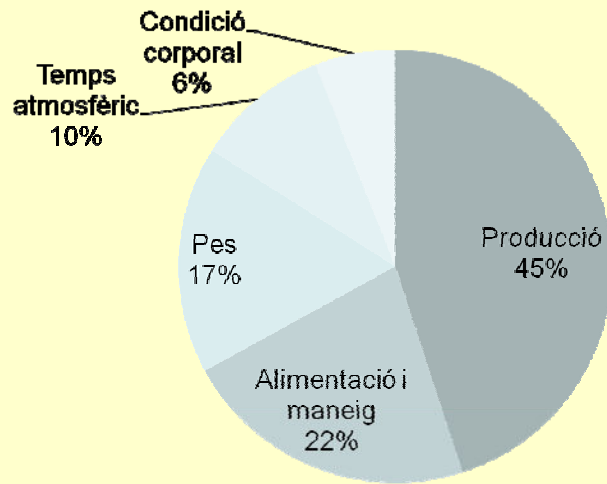
A l'esquerra pot veure's el recorregut dels aliments que passen al rumen i són regurgitats de nou cap a la boca, per tal de tornar a ser mastegats..., la masticació produeix saliva, i la saliva és el bicarbonat que algunes racions inclouen quan hi falten farratges, o per costum...

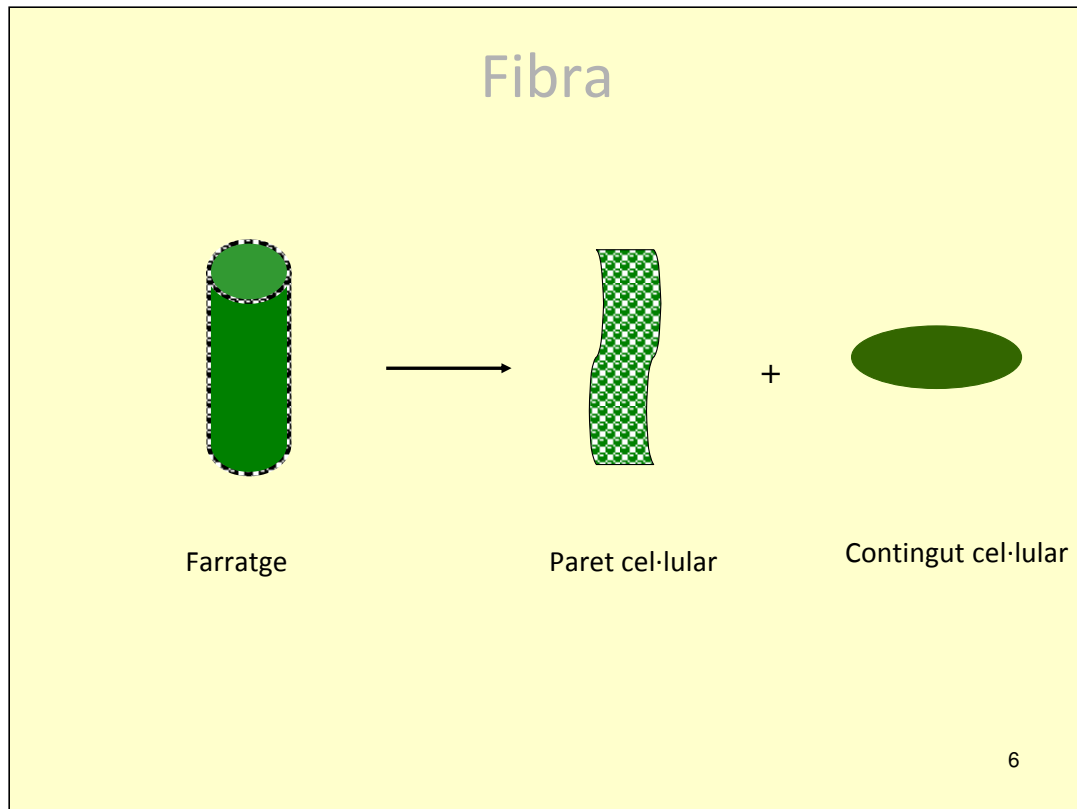
A la dreta, l'aliment i part de la població microbiana – això és important no oblidar-ho – passen cap el quallar, equivalent a l'estómac dels monogàstrics, i després l'aliment ja és disponible per a la digestió al budell prim

## Remugament

- Capacitat rumen ~ 130 litres de material d'entre 10 i 20% de MS
- Remuga entre 8 i 10 hores al dia
- Forma de 28 a 47 litres de gasos per hora
- La vaca rota més de 400 litres de gasos, carbònic i metà, al dia

# Ingestió: per què una vaca no menja el mateix que una altra?





Material que proporciona resistència i dóna forma als vegetals  
 És resistent als microorganismes i a d'altres forces ambientals

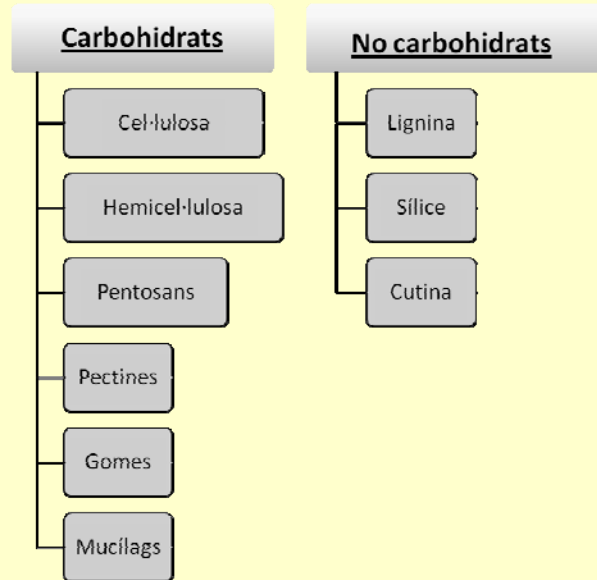
Fibra ↔ parets cel·lulars

Vegetals diferents ⇒ formes diferents ⇒ fibres diferents

Parts diferents de un vegetal ⇒ formes diferents ⇒ fibres diferents

Edat o estats de vegetació diferents de un vegetal ⇒ formes diferents ⇒ fibres diferents

# Fibra alimentària: composició química



7

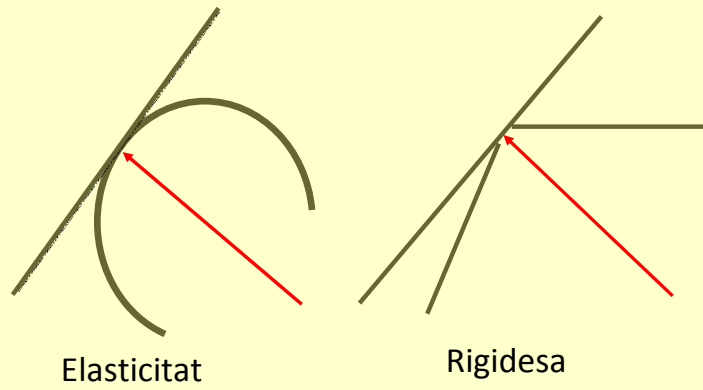
No tota l'estructura de la paret cel·lular dels vegetals té **CARACTER FIBRÓS**

La **cel·lulosa** pura (la capa filamentosa que rodeja la llavor de cotó, per exemple; o el cotó fluix de la farmaciola) és molt fibrosa i totalment digestible

La **hemicel·lulosa** té una estructura més ramificada i menys fibrosa que la cel·lulosa, i és prou digestible.

La **lignina** té una ramificació tridimensional, amb propietats plàstiques, essent totalment indigestible.

## Fibra alimentària: Remugadors



8

El farratge si és flexible té més cel·lulosa que lignina

El farratge rígid té més lignina



## Valoració sensorial dels farratges



9

El farratges s'han de tocar, olorar..., s'han d'interpretar

# Valoració sensorial dels fencs



Fenc o pols?

10

La polseguera ens indica que les fulles estan triturades

## El recorregut dels aliments

La femta és el producte final de la competició entre la **velocitat de digestió** de les partícules d'una ració i la **velocitat de trànsit**

11

Si s'augmenta molt la ingestió, principalment per la incorporació de concentrats – que no es remuguen – la velocitat de trànsit augmenta amb la qual cosa baixa la velocitat de digestió, hi ha una depressió de la digestibilitat.

La depressió de la digestibilitat depèn del tipus de farratge, segons sigui més o menys atipant, i sobretot de la proporció de concentrat a la ració.

Del tipus d'animal també hi depèn, ja que per exemple en el xai la digestibilitat del gra d'ordi és molt alta, i en canvi a la vaca si el gra es dóna enter la digestibilitat només és del 42% i si es dóna aixafat pot arribar al 91%.

*dig* (midó) = 0,974 a 0,999 (xais)

*dig* (midó) = 0,416 (ordi enter) a 0,908 (ordi xafat) (vaques)

# El recorregut dels aliments

↑ Nivell alimentari

⇒ ↑ velocitat trànsit tub digestiu

⇒ ↓ *dig* (ració) (depressió de la digestibilitat)

↓ *dig* (ració) depèn de:

**Naturalesa farratge**

**Proporció de concentrat a la ració**

**Naturalesa del concentrat**

**Animal**

12

Si s'augmenta molt la ingestió, principalment per la incorporació de concentrats – que no es remuguen – la velocitat de trànsit augmenta amb la qual cosa baixa la velocitat de digestió, hi ha una depressió de la digestibilitat.

La depressió de la digestibilitat depèn del tipus de farratge, segons sigui més o menys atipant, i sobretot de la proporció de concentrat a la ració.

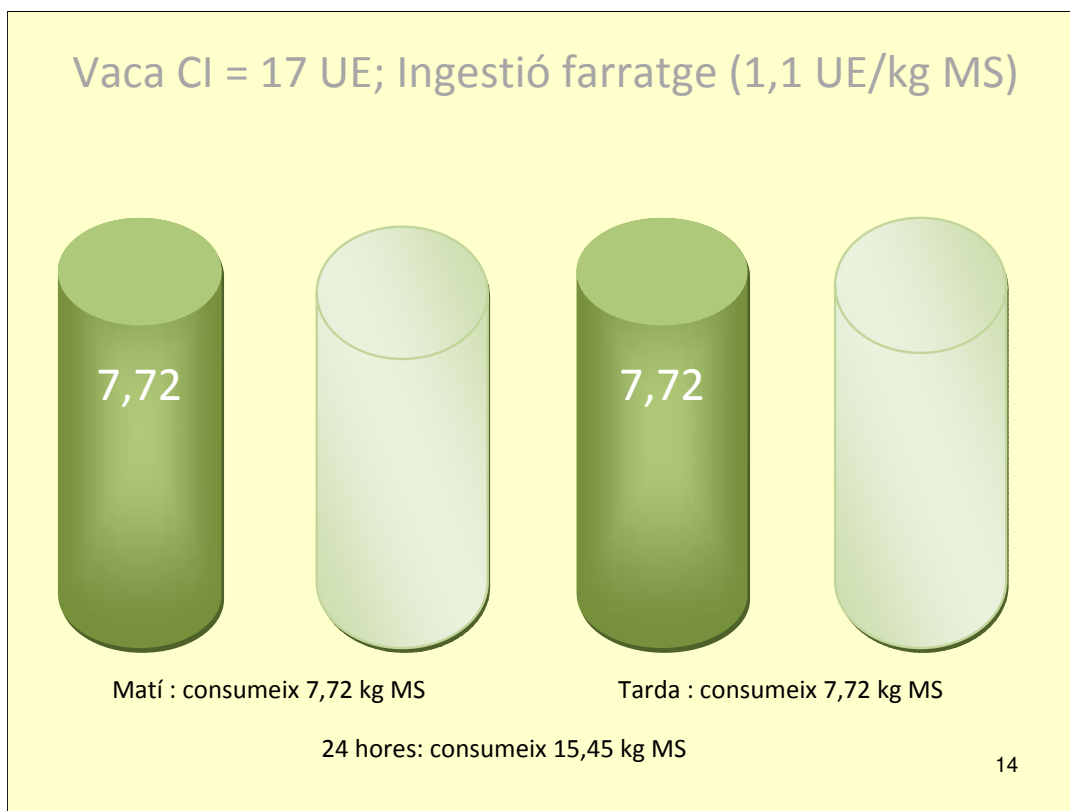
Del tipus d'animal també hi depèn, ja que per exemple en el xai la digestibilitat del gra d'ordi és molt alta, i en canvi a la vaca si el gra es dóna enter la digestibilitat només és del 42% i si es dóna aixafat pot arribar al 91%.

*dig* (midó) = 0,974 a 0,999 (xais)

*dig* (midó) = 0,416 (ordi enter) a 0,908 (ordi xafat) (vaques)

# Com menja la vaca, el cavall, la jerarquia





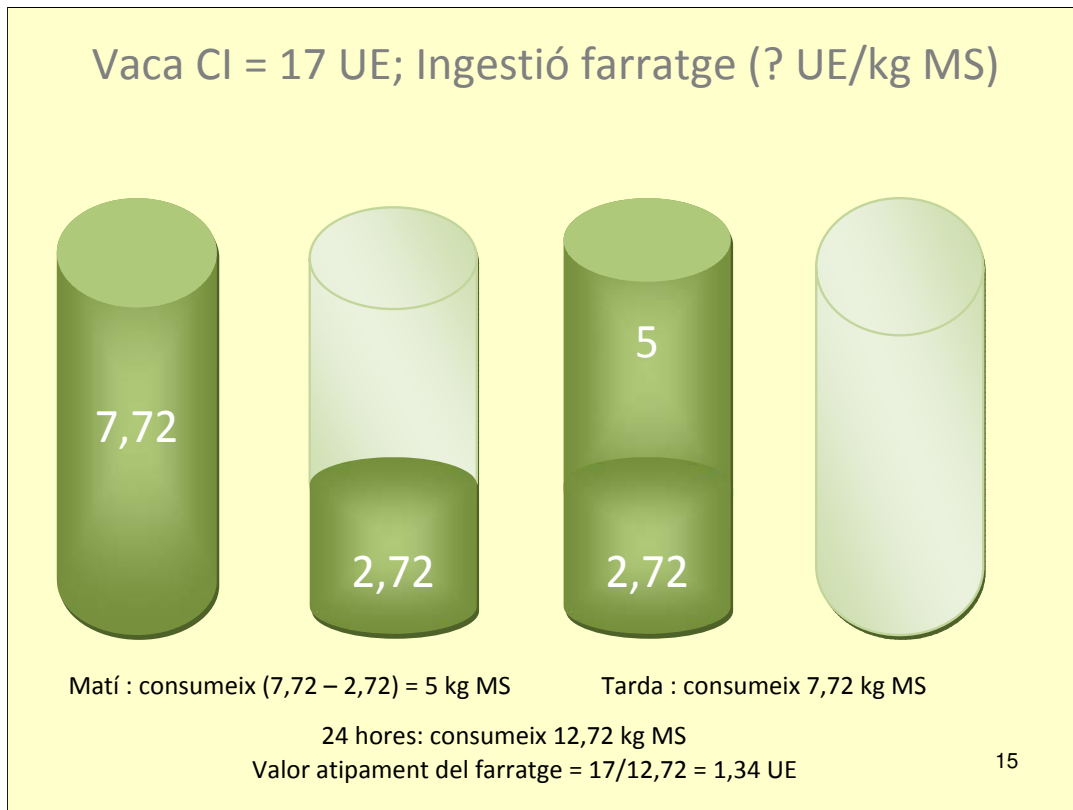
Suposem una vaca amb una capacitat d'ingestió de 17 UE a la qual subministrem un farratge amb valor de repleció d'1,1 UE/kg MS. Al dia podrà consumir 15,45 kg MS d'aquest farratge com a únic aliment. A l'efecte de comprensió i simplificació suposem que aquesta quantitat la hi subministrem en dues vegades al dia, al matí i a la tarda, i la representem com a una seqüència de l'ompliment del rumen.

Al matí ingereix la meitat de la seva capacitat d'ingestió

A la tarda ha digerit la quantitat ingerida al matí

A la tarda ingereix l'altra meitat de la seva capacitat d'ingestió

Al cap de 24 hores ha consumit i digerit 15,45 kg MS



L'endemà en comptes del farratge anterior li subministrem un altre amb més repleció. Al matí ingereix la mateixa quantitat que abans.

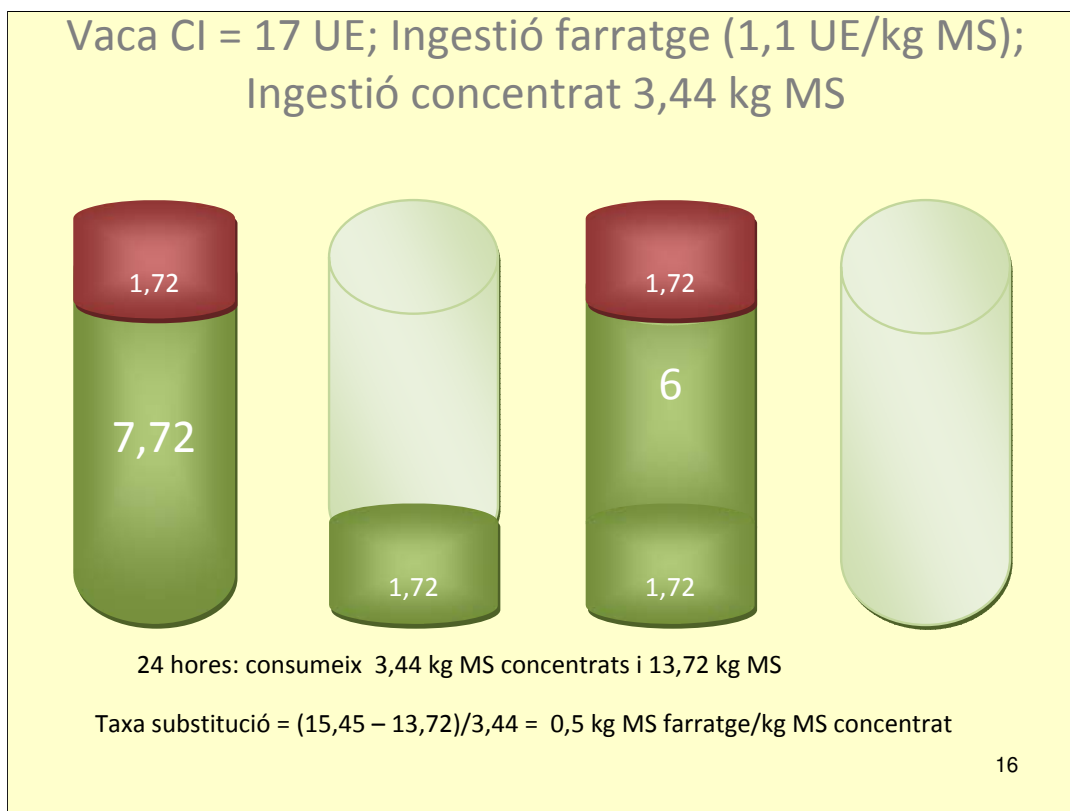
Al matí ingereix la meitat de la seva capacitat d'ingestió

A la tarda ha digerit 5 kg MS dels 7,72 ingerits

A la tarda podrà ingerir 5 kg MS de farratge

Al cap de 24 hores ha consumit 12,72 kg MS (7,72 al matí i 5 a la tarda)

El valor d'atipament d'aquest segon farratge serà igual al quocient de dividir la capacitat d'ingestió (17 UE) per la quantitat consumida al dia (12,72), és a dir, igual a 1,34 UE/kg MS.



Suposem que per a una determinada producció de llet li subministrem farratge del primer exemple i concentrat, segons indiquem en la representació.

Al matí ingereix, per exemple, 7,72 kg MS de farratge i 1,72 kg MS de concentrat

A la tarda ha digerit la quantitat ingerida de concentrat i 6 kg de farratge. En queden per digerir 1,72 kg

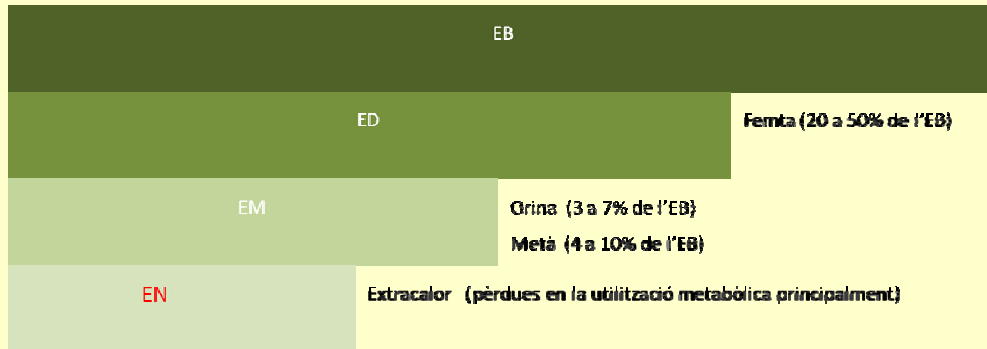
A la tarda repetim la ració del matí i en aquest cas només li podem subministrar una quantitat de farratge igual a 6 kg

Al cap de 24 hores ha consumit 3,44 kg MS de concentrat i 13,73 kg MS de farratge, en total 17,17 kg MS

Si ho comparem amb el consum del primer esquema observarem que ha deixat de consumir 1,72 kg MS de farratge ( $15,45 - 13,73$ ). Per tant, el consum de concentrat, que no té efecte de repleció, ha desplaçat 1,72 kg MS de farratge, i aquesta quantitat dividida per la quantitat de concentrat és la taxa de substitució global, igual, en aquest exemple, a 0,22 kg MS farratge/kg MS concentrat.



# Energia ingerida



EM: energia disponible per al metabolisme

EN: energia per a les despeses de manteniment i producció

# Energia Neta i unitats

EB: 1 kg d'ordi té 4,43 Mcal/kg MS

ED: 3,72 Mcal/kg MS

Femta : 0,71 Mcal/kg MS

EM: 3,12 Mcal/kg MS

Orina: (3 a 7% de l'EB)

Metà: (4 a 10% de l'EB)

EN: 1,93 Mcal/kg MS

Extracalor: pèrdues procés metabòlic

EN:  $1,93 \times 0,869 = 1,7 \text{ Mcal} = 1 \text{ UFL}$

## Proteïna ingerida: **PDI**

Proteïna no  
degradada al  
rumen

**PDIA**

Proteïna  
sintetitzada  
pels microbis  
al rumen

**PDIM**

## Proteïna sintetitzada pels microbis al rumen **PDIM**

**PDIME**: proteïna potencial que podria ser sintetitzada  
utilitzant l'energia fermentable de la ració

**PDIMN**: proteïna potencial que podria ser sintetitzada  
utilitzant el nitrogen de la ració

## A final, quina proteïna?

PDIA

PDIME

PDIMN

PDIA +  
PDIME =  
PDIE

PDIA +  
PDIMN =  
PDIN

**PDIE:** proteïna digestible intestinal segons l'energia fermentable al rumen

**PDIN:** proteïna digestible intestinal segons el nitrogen degradable al rumen

## Valoració proteica dels aliments i racionament

- $PDIN > PDIE$  aliment proteic
- $PDIN < PDIE$  aliment energètic
- El racionament ha d'estar basat en intentar igualar la **PDIE** i la **PDIN**

## Unitats d'atipament (UE)

- Digestibilitat herba jove i fullosa\* = 75 g de MS per kg de pes metabòlic\*\* = 1 UE

\* 15% de PB, 77% digestibilitat matèria orgànica

\*\* corder estàndard

- **Farratges:** són els aliments bàsics de la ració que provoquen el remugament. Els farratges aporten nutrients. Atipen. Tenen valor UE.
- **Concentrats i no farratges:** són el complement dels farratges a la ració. No indueixen al remugament. Sacien. No tenen valor UE.

## Valor UE d'alguns farratges

Ensitjat pref. alfals, inici botons	0,98	<i>Fenc alfals, inici vegetació</i>	0,92
Ensitjat civada, lletós pastós	1,00	<i>Fenc alfals, inici floració</i>	0,95
Ensitjat pref. alfals, botons	1,01	<i>Fenc alfals, botons</i>	1,04
Ensitjat blat de moro, vidriós	1,03	<i>Fenc alfals, floració</i>	1,07
Ensitjat pref. raigràs, abans inici espigat	1,05	<i>Fenc raigràs, espigat</i>	1,09
Ensitjat ordi, lletós pastós	1,06	<i>Fenc civada, floració</i>	1,15
Ensitjat pref. raigràs, final espigat	1,11	<i>Fenc raigràs, floració</i>	1,19
Ensitjat sorgo	1,12	Palla ordi	1,52
Ensitjat blat de moro, pastós vidriós	1,13	Palla blat	1,60
Ensitjat blat de moro, pastós	1,16	<i>Verd alfals, vegetatiu 30 cm</i>	0,94
Ensitjat blat de moro, lletós pastós	1,22	<i>Verd raigràs, abans inici espigat</i>	0,98
Ensitjat blat de moro, lletós	1,44	<i>Verd raigràs, floració</i>	2,12

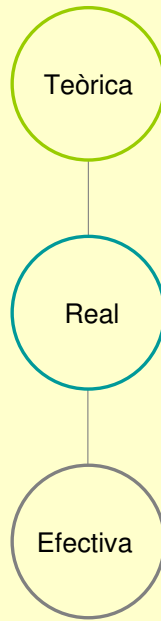


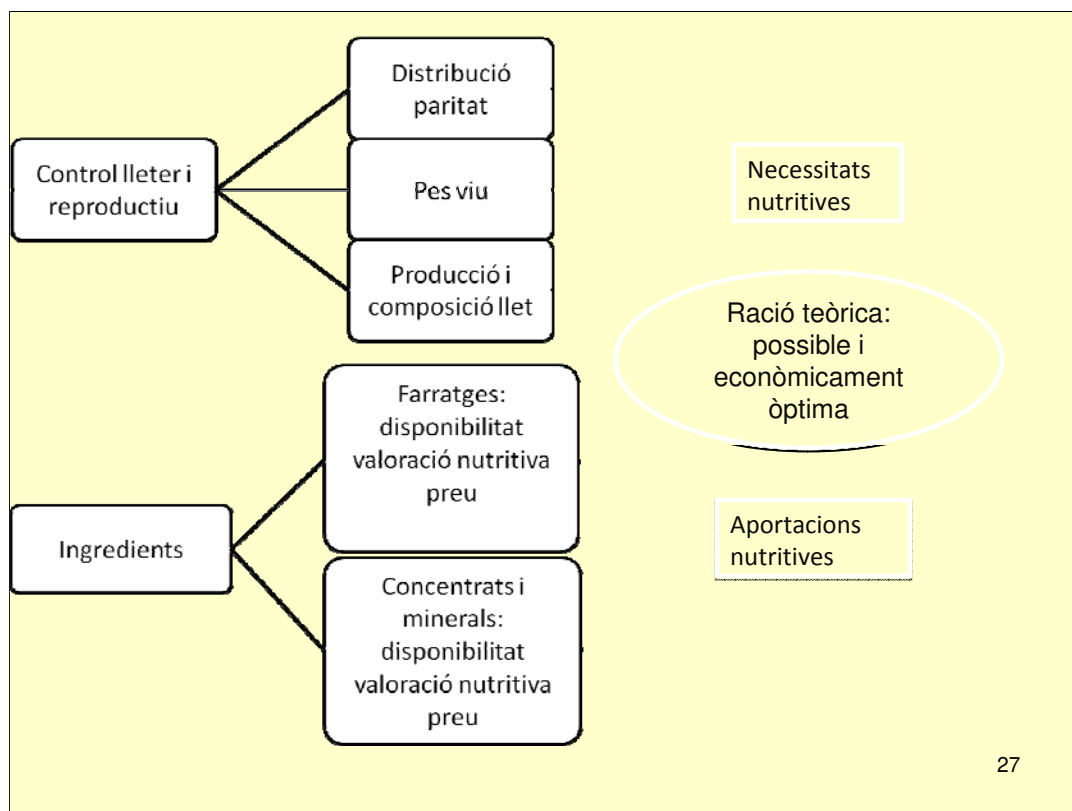
## Els farratges a la ració

- Els farratges de la ració han de guiar la formulació de la ració
- Marquen la capacitat d'ingestió
- Exemple

Ingredient	UE	Cl en Kg MS
Ensitjat blat de moro, vidriós	1,03	16,50
Ensitjat blat de moro, lletós	1,44	11,80

# La ració





## Com començar

- Determinar i calcular les necessitats nutritives del conjunt de vaques
- Quantitat i característiques dels ingredients disponibles
- Maneig del racionament
- Seguiment del racionament

## Necessitats nutritives: càlcul

*La ració ideal és la que s'adapta a les necessitats de cada vaca*

*Primer s'hauran de conèixer les necessitats*

## Necessitats nutritives: càlcul per a una vaca

- Conèixer estat fisiològic i producció de llet
- La producció de llet: calcular el pic (primers dies lactació; lactació anterior):

$$P_{Lpic} = \overline{P_{Li}} \times 0,84 + 13$$

La mitjana de la producció dels 3 primers dies

$$P_{L305} = P_{Lpic} \times 259$$

Primípara

$$P_{L305} = P_{Lpic} \times 224$$

Múltipara

# Necessitats nutritives: càlcul per a una vaca

## Producció de llet

- La producció de la lactació depèn de:
  - Pic
  - Setmana lactació
  - Setmana gestació

Primíparas  $P_{Lpot} = P_{Lpic} \times [1,084 - (0,7 \times e^{-0,46 \times setmL}) - (0,009 \times setmL) - (0,69 \times e^{-0,16 \times (45 - setmG)})]$

Múltiples  $P_{Lpot} = P_{Lpic} \times [1,047 - (0,69 \times e^{-0,90 \times setmL}) - (0,0127 \times setmL) - (0,50 \times e^{-0,12 \times (45 - setmG)})]$

*setmL*: és la setmana després del part

*setmG*: és la diferència entre el nombre de setmanes després del part i el número de la setmana en què té lloc la inseminació fecundant

## Necessitats nutritives: càlcul per a una vaca

### Producció de llet

- Estimació producció segons lactació anterior
  - Amb registres control lleter
  - Sense registres control lleter
- P primíparas = P mitjana de l'explotació

Amb registres control lleter

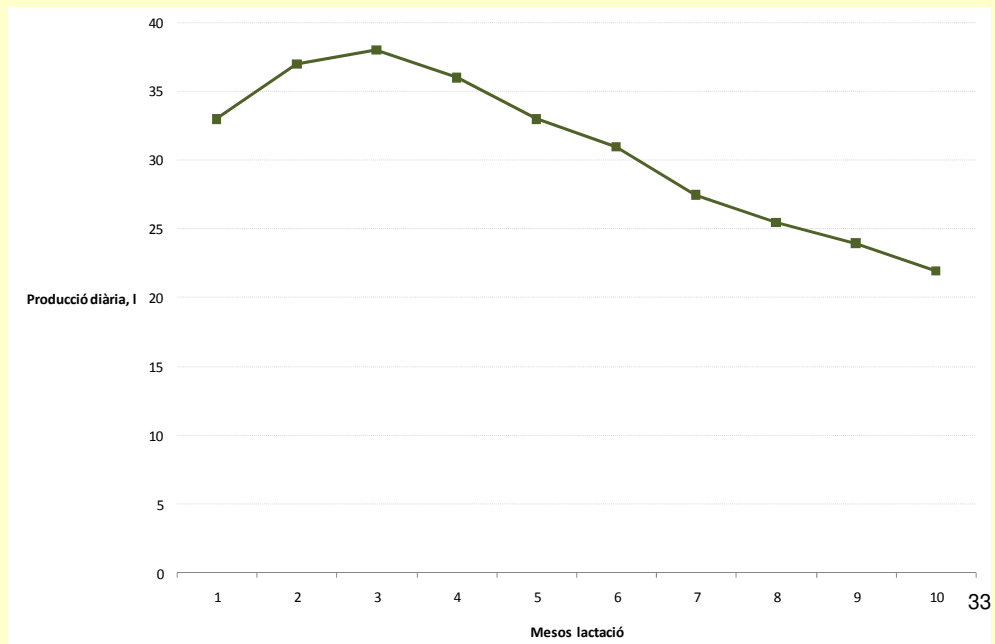
$$L_{2a} = 1,16 \times L_{1a}$$

$$L_{3a} = 1,05 \times L_{2a}$$



## Necessitats nutritives: càlcul per a una vaca

Producció de llet (Cas real: corba de lactació. Vaca 9.000 kg llet 3,6% greix)



## Necessitats nutritives: Ingestió

- La capacitat d'ingestió (CI) depèn de:
  - Format de la vaca (pes) (a més pes més CI; + 0,015 UE/kg)
  - Producció (a més producció més CI; + 0,15 UE/ kg de llet)
  - Condició corporal (CC) (a major condició corporal menys CI; -1,5 UE/ punt de CC)
  - Edat (primíparas menys CI, i si pareixen precoçment encara és més baixa)
  - Estat fisiològic (inici lactació, final de la gestació, CI més baixa)

$$CI = [13,9 + (0,015 \times (P_v - 600)) + 0,15 \times P_{Lpot} + (1,5 \times (3 - CC))] \times I_L \times I_G \times I_M$$

## Necessitats nutritives: Ingestió

$$CI = [13,9 + (0,015 \times (P_v - 600)) + 0,15 \times P_{Lpot} + (1,5 \times (3 - CC))] \times I_L \times I_G \times I_M$$

*I<sub>L</sub>, I<sub>G</sub> i I<sub>M</sub> són els índexs de lactació, gestació i maduresa*

$$I_L = a + (1 - a) \times (1 - e^{-0,16 \times setmL})$$

Per a vaques primíparas, a = 0,6

Per a vaques múltíparas, a = 0,7

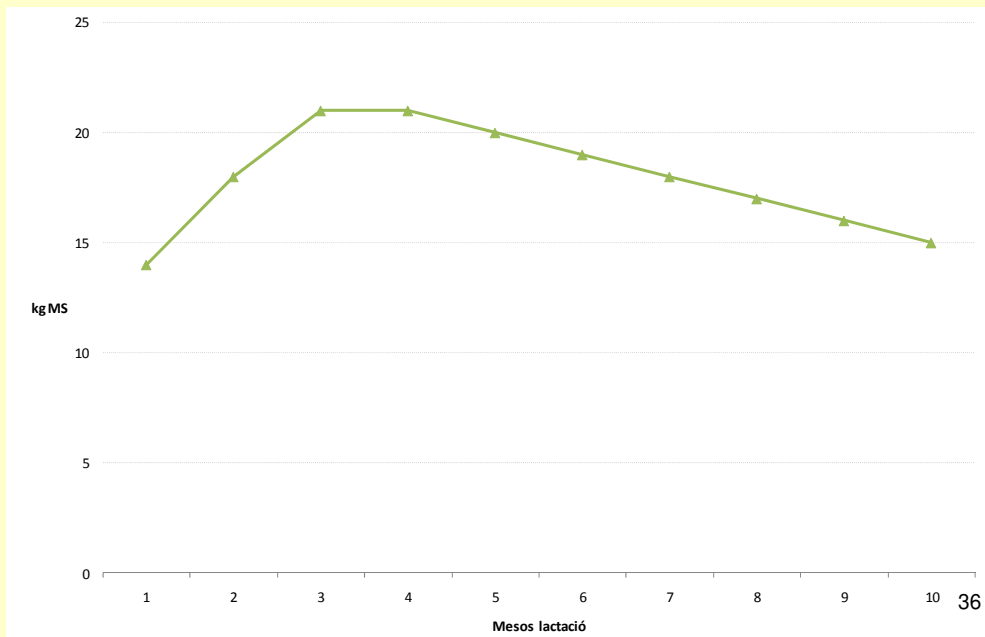
$$I_G = 0,8 + 0,2 \times (1 - e^{-0,25 \times (40 - setmG)})$$

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

Edat en mesos

# Necessitats nutritives: Ingestió

(Cas real: corba d'ingestió. Vaca 9.000 kg llet 3,6% greix)



## Necessitats nutritives: Energia

<b>Manteniment</b>	$N_m = 1,4 + 0,006 \times P_v \times I_{act}$	Pes i activitat*
Energia en un litre de llet	$UFL / kg \text{ llet} = 0,44 + [0,0055 \times (t_g - 40)] + [0,0033 \times (t_p - 31)]$	
<b>Producció</b>	$N_{PLpot} = 0,44 \times P_{Lpot}^{4\%}$	Kg llet
Normalitzar producció	$P_L^{4\%} = P_L \times [0,4 + (0,15 \times t_g)]$	tg taxa de greix en %
<b>Creixement</b>	$N_{creix} = 3,25 - 0,08 \times edat$	Edat en mesos, fins als 40 mesos
<b>Gestació</b>	$N_{gest} = 0,00072 \times P_{vedell} \times e^{0,116 \times setmG}$	Pes vedell en néixer, setmana de gestació
<b>Aportacions de la vaca**</b>	$Ap_{postpart} = -1 + [1,33 \times (a + (0,47 \times P_{Lpot}) + (1,89 \times CC_{part})) \times (e^{-0,25 \times setmL} - e^{-setmG})]$	
<p>* Estabulació travada 1, lliure 1,1, pasturatge 1,2</p> <p>**Primípara, a = -9,5; múltipara, a = -13,2. La mobilització, segons quina sigui la producció en el pic de la lactació, és equivalent a una quantitat d'UFL entre 100 i més de 300.</p>		
37		

## Necessitats nutritives: Proteïna

<b>Manteniment</b>	$N_m = 95 + 0,5 \times P_v$	Pes
<b>Producció</b>	$N_{PLpot} = 1,56 \times P_{Lpot} \times t_p$	Kg llet, $t_p$ g/kg de llet o en % Llet estàndard 1 l 48 g PDI
<b>Gestació</b>	$N_{gest} = 0,07 \times P_{vedell} \times e^{0,111 \times setmG}$	Pes vedell en néixer, setmana de gestació
<p>Altes productores: [Lisina]<sub>ració</sub> = 7,3% [PDIE]<sub>ració</sub> [Metionina]<sub>ració</sub> = 2,5% [PDIE]<sub>ració</sub></p> <p>Postpart: mobilització de proteïnes, 10 kg PDI (no afecten el càlcul de les necessitats ni el racionament de manera significativa)</p>		
38		

## Necessitats nutritives: Ca i P

<b>Manteniment</b>	$N_m^{Ca_{abs}} = 0,663 \times MSI + 0,008 \times P_v$ $N_m^{P_{abs}} = 0,83 \times MSI + 0,002 \times P_v$	Pes en kg, matèria seca ingerida total en kg
<b>Producció</b>	$N_{PLpot}^{Ca_{abs}} = 1,25 \times P_{Lpot}$ $N_{PLpot}^{P_{abs}} = 0,9 \times P_{Lpot}$	Kg llet
<b>Gestació</b>	$N_{gest}^{Ca_{abs}} = \frac{23,5}{1 + e^{(18,8 - 5,03 \times \text{Log}(\text{setmG}))}}$ $N_{gest}^{P_{abs}} = \frac{7,38}{1 + e^{(19,1 - 5,46 \times \text{Log}(\text{setmG}))}}$	Setmana de gestació
$Ca = Ca_{abs} / 0,40$ $P = P_{abs} / 0,65$		
<p>Es calculen Necessitats – Aportacions (en Ca i en P), després es divideix dèficit Ca per dèficit P. Hem de buscar l'aliment mineral que neutralitzi aquest dèficit, i un cop el tinguem, distribuir-lo a raó d'una quantitat igual al resultat de dividir el dèficit P per el % de P a l'aliment mineral.</p>		

## Necessitats nutritives: altres minerals i vitamines

Mineral/Vitamina	Període assecament	Lactació	Altres recomanacions
Magnesi (g Mg/vaca i dia)	1,6 x MSI	2,0 x MSI	3 primeres setmanes lactació multiplicar la fórmula per 1,25
Potassi (g K/vaca i dia)	6,5 x MSI	9,0 x MSI	3 primeres setmanes lactació multiplicar la fórmula per 1,11. Sempre, si P > 35 l multiplicar la fórmula per 1,11
Sodi (g Na/vaca i dia)	1,0 x MSI	1,8 x MSI	
Sofre (g S/vaca i dia)	1,6 x MSI	2,0 x MSI	3 primeres setmanes lactació multiplicar la fórmula per 1,25
Clor (g Cl/vaca i dia)	2,0 x MSI	2,5 x MSI	
Ferro (mg Fe/vaca i dia)		50 x MSI	
Cobalt (mg Co/vaca i dia)		0,1 x MSI	
Coure (mg Cu/vaca i dia)		10 x MSI	
Manganès (mg Mn/vaca i dia)		40 x MSI	
Zenc (mg Zn/vaca i dia)		40 x MSI	
Iode (mg I/vaca i dia)	0,25 x MSI	0,60 x MSI	
Seleni (mg Se/vaca i dia)		0,30 x MSI	
Vitamina A (UI vit A/vaca i dia)	4.000 x MSI	3.200 x MSI	3 primeres setmanes lactació 4.000 x MSI
Vitamina D (UI vit D/vaca i dia)	1.200 x MSI	1.000 x MSI	
Vitamina E (UI vit E/vaca i dia)		15 x MSI	40



## Exemple necessitats nutritives

Necessitats nutritives	600 kg						
	Eixugat	Postpart		Pic lactació		Final lactació	
		25	35	25	35	25	35
Capacitat ingestió (UE)	13,75	15,19	15,99	16,88	17,77	16,88	17,77
Capacitat ingestió (kg MS) aproximació	11,73	16,71	19,60	20,23	23,71	20,61	24,16
Energia (UFL)	6,70	12,36	16,56	15,51	19,71	17,56	21,76
Proteïna (g PDI)	533,34	1.451,15	1.909,55	1.541,00	1.999,40	1.586,51	2.044,91
Ca (g)	39,72	100,94	131,59	100,94	131,59	100,94	131,59
P (g)	20,50	54,77	70,84	54,77	70,84	54,77	70,84

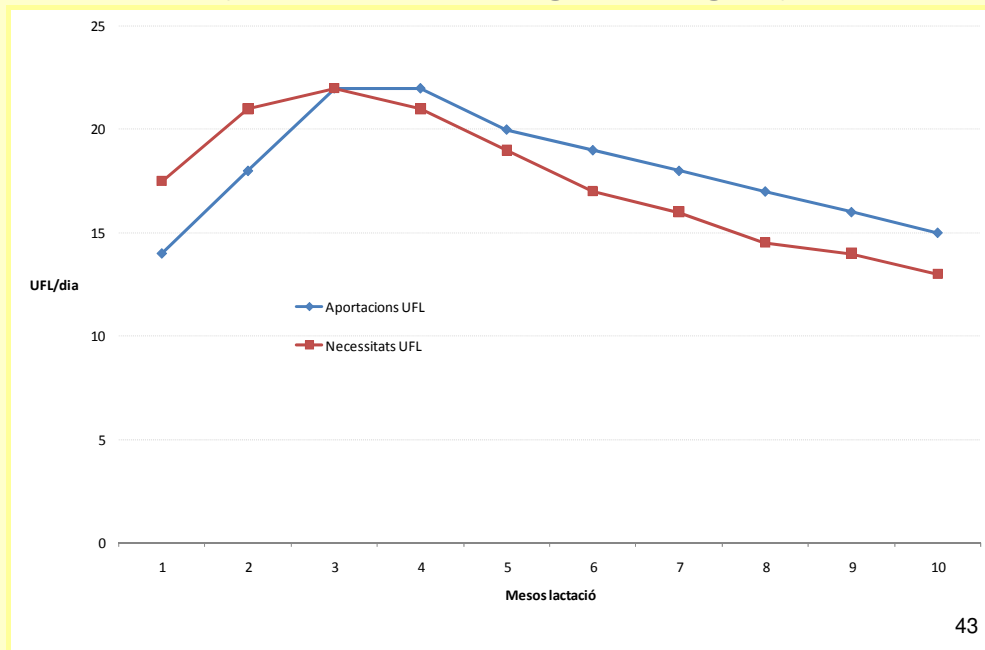
Necessitats nutritives	700 kg						
	Eixugat	Postpart		Pic lactació		Final lactació	
		25	35	25	35	25	35
Capacitat ingestió (UE)	14,75	16,09	16,89	17,88	18,77	17,88	18,77
Capacitat ingestió (kg MS) aproximació	13,17	17,88	20,76	21,64	25,12	22,04	25,59
Energia (UFL)	7,30	12,96	17,16	16,11	20,31	18,16	22,36
Proteïna (g PDI)	583,34	1.501,15	1.959,55	1.591,00	2.049,40	1.636,51	2.094,91
Ca (g)	46,34	104,99	135,64	104,99	135,64	104,99	135,64
P (g)	23,92	57,20	73,27	57,20	73,27	57,20	73,27

## Exemple necessitats nutritives

- A més pes més capacitat d'ingestió i més necessitats nutritives
- A més producció més capacitat d'ingestió i més necessitats nutritives
- Al postpart menys capacitat d'ingestió i menys necessitats energia i proteïna

# Necessitats i aportacions d'energia

(Cas real: *Vaca 9.000 kg llet 3,6% greix*)



# Eficiència del remugador

Si a la vaca l'alimentem com a un **remugador**, la seva eficiència és màxima. En canvi, si la volem fer competir amb els **monogàstrics**, la seva eficiència serà mínima

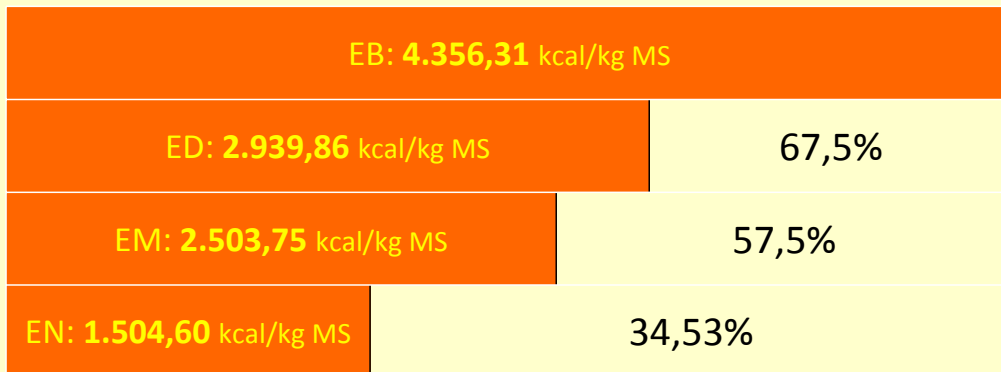
Cal recordar, fotosíntesi



Només s'aprofita el 2% de l'energia solar rebuda; la síntesi d'1 kg de fusta, de fulles o d'arrels representa retornar a l'atmosfera 843 g de CO<sub>2</sub>

# Eficiència del remugador

Exemple: Ingestió d'ensitjat de blat de moro (33% MS 0,89 UFL/kg MS)



## Ració real

- Com es donen els aliments – pesatge, barreja, manera de subministrar-los a la menjadora etc.,
- Accés i disponibilitat d'aigua i les seves característiques – temperatura, composició.
- Accés a la menjadora
- Per tant, ració real és la quantitat i la composició de nutrients realment disponibles a la menjadora

## Ració efectiva

És la que ingereix cada vaca de l'explotació, i depèn de:

- Comportament de la vaca
- Estat sanitari
- Ambient
- Factor social o jeràrquic
- Factor ració – la humitat, la presentació, etc.
- L'actitud i professionalitat del ramader