

VALUTAZIONE NUTRIZIONALE DEGLI ALIMENTI

- **COMPOSIZIONE CHIMICA**
- **DIGERIBILITA'**
- **VALORE NUTRITIVO**
- **VALORE PROTEICO**
- **APPETIBILITA'**
- **CONSERVABILITA'**
- **FATTORI ANTINUTRIZIONALI**
- **VALUTAZIONE ECONOMICA**

VALORE NUTRITIVO (V.N.): sistemi di espressione nei ruminanti

Metodi empirici

Basati su una semplice comparazione degli alimenti in funzione delle risposte produttive che si possono ottenere sostituendo un alimento con un altro in condizioni controllate ("valore di trasformazione")

Metodi scientifici

Volti a determinare il reale contenuto energetico degli alimenti attraverso la quantificazione delle diverse perdite di energetiche e/o la misura delle ritenzioni energetiche nei prodotti (si basano su studi del ricambio materiale e energetico)

VALORE NUTRITIVO (V.N.): sistemi di espressione nei ruminanti

PRIMI TENTATIVI

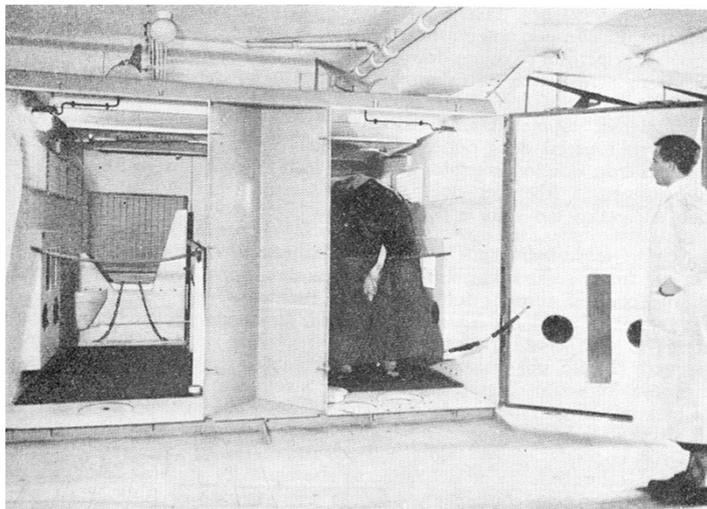
- **Taher, 1810 → "equivalenti in fieno"**
Quantità di alimenti in grado di sostituire
100 kg di fieno "normale"
*(80% graminacee, 18% leguminose, 2%
essenze vegetali)*

VALORE NUTRITIVO (V.N.): sistemi di espressione nei ruminanti

METODO SCANDINAVO o delle UF

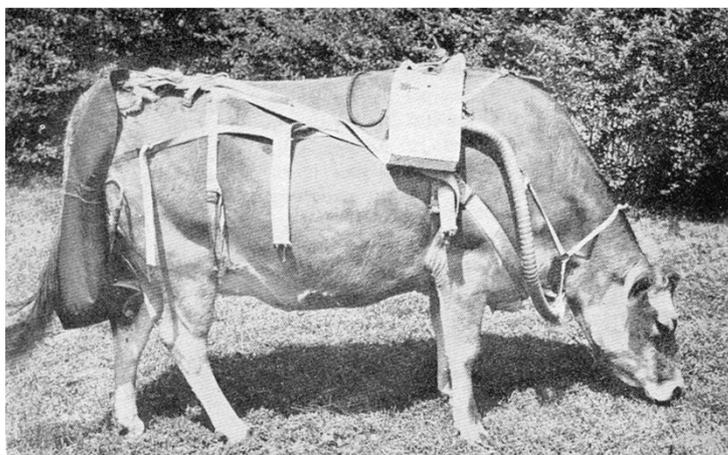
- **Fjord (D) e Hansson (S) 1890-1910**
prove di alimentazione condotte su vacche
da latte:
dieta C = foraggi + orzo
dieta S = sostituzione orzo con altri alimenti
- L'unità di misura adottata fu l'UF scandinava
che corrispondeva al contenuto di energia
netta latte di 1 kg di orzo (3 litri di latte al
3.4%)
Es. 1 kg di fieno → 1,2 litri di latte (0.4 UF)

Calorimetria diretta: camere calorimetriche
Principio: misurazione dell'aumento della temperatura subito da una nota quantità di acqua contenuta in un'intercapedine che avvolge la camera.



Calorimetria indiretta: a) bilancio materiale

Misura degli scambi respiratori e raccolta delle urine e delle feci in animali al pascolo. Una cannula tracheale munita di valvole di inspirazione e di espirazione invia una aliquota di aria allo strumento che ne determina la quantità e qualità



BILANCIO MATERIALE

Stima della ritenzione energetica ed azotata e del calore prodotto da agnelli in accrescimento (Antongiovanni, 1998)

	C (g)	N (g)	Energia (MJ)
a) BILANCIO INGESTA-ESCRETA:			
Consumo	608.9	45.5	28.10
Feci	224.1	12.2	8.46
Urine	34.5	26.1	1.54
CH ₄	23.4	--	1.69
CO ₂	252.3	--	--
Ritenzione	74.6	7.2	
EM			16.41

BILANCIO MATERIALE**CALCOLO RITENZIONI:**

Proteine ritenute	(7.2 x 6.25)	45.0 g
C nelle proteine	(45.0 x 0.512)	23 g
C nei grassi	(74.6 - 23.0)	51.6 g
Grassi ritenuti	(51.6/0.746)	69.2 g

Energia ritenuta:

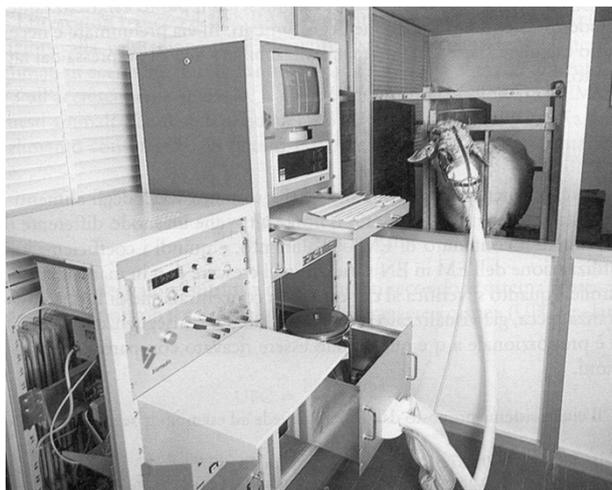
- nelle proteine	(45.0 x 23.6)	1.06 MJ
- nei grassi	(69.2 x 39.3)	2.72 MJ
- totale	(1.06 + 2.72)	3.78 MJ

CALCOLO del calore prodotto

- heat increment	(16.41 - 3.78)	12.63 MJ
------------------	----------------	----------

Calorimetria indiretta: metabolismo energetico

Spirometria e spettrometria di massa: si determinano gli scambi respiratori (CH₄, CO₂, O₂) dal punto di vista quanti-qualitativo per brevi periodi



Calorimetria indiretta: camere respiratorie o spirometria

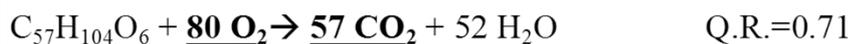
Principio: la produzione di calore viene stimata sulla base degli scambi respiratori (quoziente respiratorio) e dell'azoto emesso con le urine.

QUOZIENTE RESPIRATORIO (Q.R. = CO₂ / O₂)

Glucosio:



Trioleina:



Proteine in media (1g):



**Calorimetria indiretta:
spirometro e spettrometro di massa**

EQUIVALENTE TERMICO (E.T.= calore prodotto per litro di O₂ consumato)

Glucosio: (1 mole) 2820 kJ – 134.48 litri di O ₂	ET = 21 kJ/l
Trioleina: (1 mole) 35150 kJ – 1793.12 litri di O ₂	ET =19.6 kJ/l
Proteine in media (1g): teorico: 20.2 kJ	ET =18 kJ/l

CALORIMETRIA INDIRETTA: Esempio di stima del calore prodotto da un vitello in 24 ore (Blaxter e coll., 1955, citato da McDonald e coll. 1988)

O ₂ totale consumato	392.0 litri
CO ₂ totale emessa	310.7 litri
N escreto con le urine	14.8 g
 Calore prodotto dal catabolismo proteico:	
Proteine ossidate (14.8 x 6.25)	92.5 g
Calore prodotto dalle proteine (92.5 x 18 kJ)	1.665 MJ
O ₂ consumato per le proteine (92.5 x 0.96)	88.8 litri
CO ₂ prodotta per le proteine(92.5 x 0.77)	71.2 litri
 Calore prodotto dal catabolismo dei grassi e carboidrati (non proteico):	
O ₂ consumato (392 – 88.8)	303.2 litri
CO ₂ prodotta (310.7 – 71.2)	239.5 litri
Q.R. di carboidrati e grassi (239.5/303.2)	0.79

Cont. CALORIMETRIA INDIRETTA: Esempio di stima del calore prodotto da un vitello in 24 ore (Blaxter e coll., 1955, citato da McDonald e coll. 1988)					
Considerando che il Q.R dei grassi = 0.71 e quello dei carboidrati = 1, si può determinare il contributo dei due componenti impostando l'equazione: $1x + 0.71(1-x) = 0.79$ da cui $x = 0.3$					
Il contributo è dato per il 30% dai carboidrati e per il 70% dai grassi. Poiché una mole di glucosio libera 21 kJ e una di trioleina 19.6 kJ (equivalenti termici): $0.3 \times 21 + 0.7 \times 19.6 = 20 \text{ kJ/litro}$					
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Calore prodotto dai carboidrati e grassi (20 x 303.2)</td> <td style="text-align: right;">6.064 MJ</td> </tr> <tr> <td>Totale calore prodotto (6.064 + 1.665)</td> <td style="text-align: right;">7.729 MJ</td> </tr> </table>		Calore prodotto dai carboidrati e grassi (20 x 303.2)	6.064 MJ	Totale calore prodotto (6.064 + 1.665)	7.729 MJ
Calore prodotto dai carboidrati e grassi (20 x 303.2)	6.064 MJ				
Totale calore prodotto (6.064 + 1.665)	7.729 MJ				

VALORE NUTRITIVO (V.N.): sistemi di espressione nei ruminanti

METODO KELLNER ("unità amido, UA")

- **Kellner (D) 1905**
Misura della quantità di grasso depositato da bovini da carne (maschi, castrati)
1 kg di amido = 248 g di grasso
1 kg di proteine = 235 g di grasso
1 kg di grassi (semi oleosi) = 598 g grasso
Si stabilirono così i coefficienti adipogenetici delle sostanze nutritive prendendo come unità di misura quello di 1 kg di amido

**VALORE NUTRITIVO (V.N.):
sistemi di espressione nei ruminanti**

**METODO KELLNER ("unità amido, UA")
Coefficienti adipogenetici**

Sost.nutritiva digerib. somm.	Grasso g	Coeff.adip.
Amido	248	1.00
Cellulosa	253	1.00
Saccarosio	188	0.78
Proteina	235	0.94
Lipidi da semi oleosi	598	2.41
Lipidi da cereali	526	2.12
Lipidi da foraggi	474	1.91

**VALORE NUTRITIVO (V.N.):
sistemi di espressione nei ruminanti**

METODO KELLNER ("unità amido, UA")

- E' possibile quindi calcolare le U.A. teoriche di qualsiasi alimento

$$UA \text{ teoriche} = [1,00 \times (EId+FGd) + 0.94 \times PGd + 1.91 \times EEd]$$
- Le UA teoriche erano superiori a quelle ottenibili in realtà: poiché questa sovrastima era tanto maggiore quanto più alto era il contenuto in fibra, Kellner introdusse un fattore di correzione per la fibra

**VALORE NUTRITIVO (V.N.):
sistemi di espressione nei ruminanti**

METODO KELLNER ("unità amido, UA")
Correzione per la fibra

Contenuto in CG (% t.q.)	Detrazione (UA/q) per ogni punto % di CG
>16	0.58
14.1-16	0.53
12.1-14	0.48
10.1-12	0.43
8.1-10	0.38
6.1-8	0.34
4.1-6	0.31
<4.1	0.29

**VALORE NUTRITIVO (V.N.):
sistemi di espressione nei ruminanti**

Cont. METODO KELLNER

- Le U.A. reali si ottengono dopo la detrazione per la fibra
- Le U.A. reali esprimono il contenuto di un alimento destinato agli animali in accrescimento ingrasso
- Per trasformare le UA in UF (Kellner):
UF = 1.43 x U.A.

**VALORE NUTRITIVO (V.N.):
sistemi di espressione nei ruminanti**

SISTEMA FRANCESE (UFC e UFL)

$$\mathbf{EL} = 0.239 \times \text{PG} + 0.398 \times \text{EE} + 0.200 \times \text{CG} + 0.175 \times \text{EI}$$

(equazione di Hoffman e Schiemann (1980) (MJ/kg ss)

$$\mathbf{ED} = 0.239 \times \text{PGd} + 0.379 \times \text{EEd} + 0.183 \times \text{CGd} + 0.170 \times \text{EId}$$

(equazione di Hoffman e Schiemann (1980) (MJ/kg ss)

$$\mathbf{EM} = 0.181 \times \text{PGd} + 0.323 \times \text{EEd} + 0.150 \times \text{CGd} + 0.152 \times \text{EId}$$

(equazione di Nehring e Hanlein (1973) (MJ/kg ss)

**VALORE NUTRITIVO (V.N.):
sistemi di espressione nei ruminanti**

SISTEMA FRANCESE (UFC e UFL)

Calcolo EM

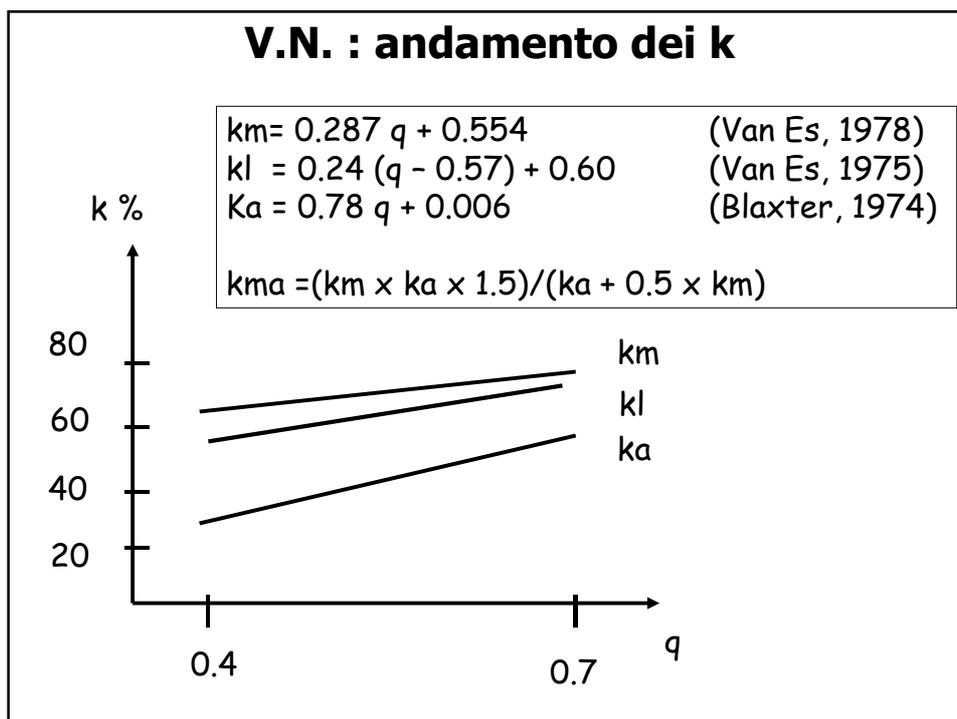
$$\mathbf{EM} = \text{ED} \times \text{EM/ED}$$

dove:

$$\begin{aligned} \text{EM/ED} = & 0.8417 - 9.9 \times 10^{-5} \times \text{CG} \\ & - 1.96 \times 10^{-4} \times \text{PG} - 0.0221 \times \text{LA} \end{aligned}$$

Calcolo EN

dipende dall'efficienza di utilizzazione dell'EM che a sua volta dipende da q (metabolizzabilità dell'energia)



VALORE NUTRITIVO (V.N.): sistemi di espressione nei ruminanti

SISTEMA FRANCESE (UFC e UFL)

$$\text{ENI} = k_l \times \text{EM} \quad \rightarrow \quad \text{UFL} = \text{ENI} / 7.113 \text{ (MJ)}$$

$$\text{ENma} = k_{ma} \times \text{EM} \quad \rightarrow \quad \text{UFC} = \text{ENma} / 7.615 \text{ (MJ)}$$

L'UFL e UFC rappresentano la quantità di energia netta apportata da 1 kg di orzo di riferimento

**VALORE NUTRITIVO (V.N.):
sistemi di espressione nei ruminanti**

SISTEMA TDN ("total digestible nutrients")

- Deriva dal metodo di Wolff e Lehmann, 1865 → "potere energetico degli alimenti"
1 kg di CHO dig. → 4100 kcal
1 kg di prot. dig. → 4100 kcal
1 kg di fibra dig. → 4100 kcal
1 kg di lipidi dig. → 9300 kcal (2.25 x)

**VALORE NUTRITIVO (V.N.):
sistemi di espressione nei ruminanti**

SISTEMA TDN ("total digestible nutrients")

- Forbes (USA) 1933
 Calcolo dei TDN:
 $TDN = PGd + EId + FGd + (2.25 \times EEd)$
 La EM contenuta in 1 kg di TDN
1 kg di TDN → 3650 kcal

L'efficienza di utilizzazione dell'EM è:

km = 0.76

kl = 0.69

ka = 0.58