

Sistemi di valutazione della proteina nei ruminanti

Francia	(INRA) Proteina digeribile a livello intestinale PDI
Stati Uniti	(Cornell University) (NRC) Sistema CNCPS
Regno Unito	(ARC) Proteina degradabile e indegradabile nel rumine (DRP e URP)

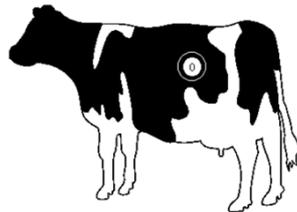
Utilizzazione della proteina nei ruminanti: il sistema francese PDI

INRA (Alimentation des Ruminants, 1978)

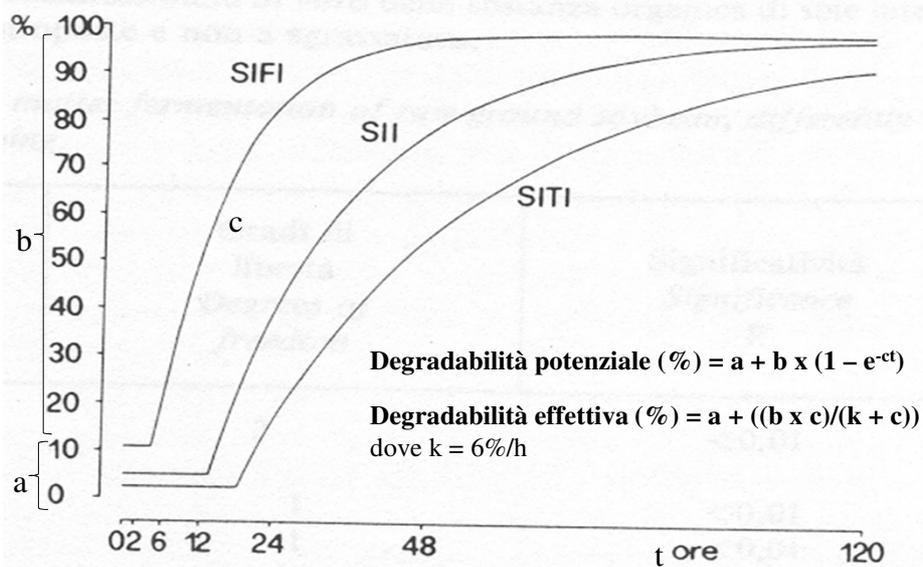
Principio: la proteina che arriva nel rumine ed è digeribile a livello intestinale è di origine alimentare (PDIA) e microbica (PDIM). Quest'ultima dipende dalla disponibilità di azoto (proteina degradabile) e di energia (sostanza organica fermentescibile) presenti nel rumine

Il sistema francese della PDI

- Proteina grezza (CP, % ss)
- Degradabilità ruminale della proteina (calcolata in situ con il metodo di Ørskov) considerando una velocità di transito fissa e pari al 6%/h.
- Degradabilità ruminale della sostanza organica



Degradabilità potenziale ed effettiva



Il sistema francese della PDI

PDI = Proteina digeribile a livello intestinale

PDI = PDIA + PDIM

PDIA = Proteina digeribile a livello intestinale di origine alimentare (quota indegradata)

Farina di estrazione di soia:

CP = 55% ss

Degradabilità ruminale CP = 62%

Digeribilità intest. proteina alimentare = 90%

PDIA = $55 \times (1-0.62) \times 0.90 = 18.8\%$ ss

Il sistema francese della PDI

PDIM = Proteina digeribile a livello intestinale di origine microbica (PDIMN o PDIME)

PDIMN= Proteina microbica sintetizzabile a partire dal contenuto di proteina degradabile

Farina di estrazione di soia:

CP = 55% ss

Degradabilità ruminale CP = 62%

Azoto incorporato (captato) dai m.o.= 90%

AA nella proteina microbica = 80%

Digeribilità intest. proteina microbica = 80%

PDIMN = $55 \times 0.62 \times 0.90 \times 0.80 \times 0.80 = 19.6\%$ ss

Il sistema francese della PDI

PDIM = Proteina digeribile a livello intestinale di origine microbica (PDIMN o PDIME)

PDIME= Proteina microbica sintetizzabile a partire dal contenuto di sostanza organica degradabile

Farina di estrazione di soia:

CP = 55% ss

Sostanza organica degradabile (SOD) = 65%

Proteina microbica = 145 g/kg di SOD

AA nella proteina microbica = 80%

Digeribilità intest. proteina microbica = 80%

PDIME = $65 \times 0.145 \times 0.80 \times 0.80 = 6.0\%$ ss

Il sistema francese della PDI

Farina di estrazione di soia (FES):

PDIN = PDIA + PDIMN = $18.8 + 19.6 = 38.4\%$ ss

PDIE = PDIA + PDIME = $18.8 + 6.0 = 24.8\%$ ss

Polpe secche di bietola (PSB):

PDIN = PDIA + PDIMN = 6.5% ss

PDIE = PDIA + PDIME = 9.8% ss

**$\Delta = -13.6$
Eccesso di N**

**$\Delta = +3.3$
Eccesso di E**

1 FES + 4 PSB:

PDIN = $38.4 + 6.5 \times 4 = 64.4\%$ ss

PDIE = $24.8 + 9.8 \times 4 = 64.0\%$ ss

Il sistema CNCPS

CNCPS

Cornell Net Carbohydrate Protein System

Obiettivi generali:

- **Sviluppare un modello accurato di predizione dei fabbisogni dei bovini e di valutazione degli alimenti adattabile ad ogni singola azienda**
- **Utilizzare il modello per identificare i fattori che primariamente limitano le performance degli animali**
- **Ottimizzare l'utilizzazione dei foraggi e ridurre l'inquinamento ambientale**

Il sistema Cornell

**Staff di 12 scienziati e 40 studenti di master e dottorato
25 anni di lavoro**

CNCPS Versione 5.0

Prima pubblicazione del modello:

J. Anim. Sci. 1992 (70):

- **Ruminal fermentation (Russel et al.)
3551-3561**
- **Carbohydrate and Protein Availability (Sniffen et al.)
3562-3577**
- **Cattle Requirements and Diet Adequacy (Fox et al.)
3578-3596**

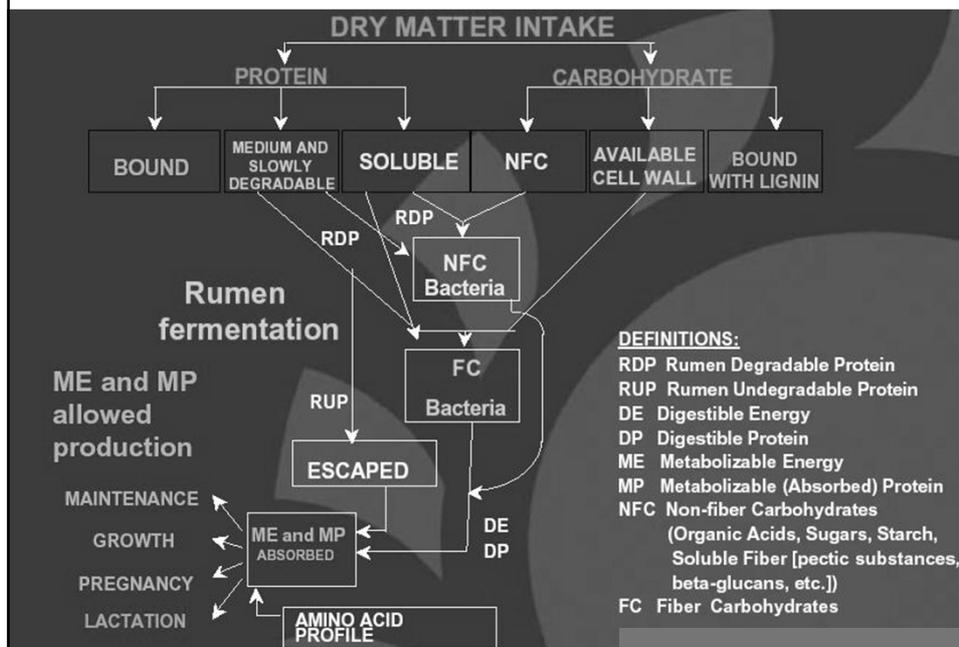
Il sistema Cornell

Principio:

Suddivisione dei CHO e delle proteine in frazioni caratterizzate da differenze:

- solubilità
- degradabilità ruminale
- velocità di transito
- digeribilità post-ruminale

CNCPS: destino dei nutrienti



CNCPS: flusso dei principi nutritivi



CNCPS: categorie delle frazioni dei CHO e delle proteine

- A – frazione rapidamente degradabile nel rumine**
Zuccheri, proteina solubile
- B – frazione lentamente degradabile nel rumine**
Amido, NDF disponibile
- C – frazione non disponibile per la degradazione ruminale**
Lignina, proteina legata all'ADF

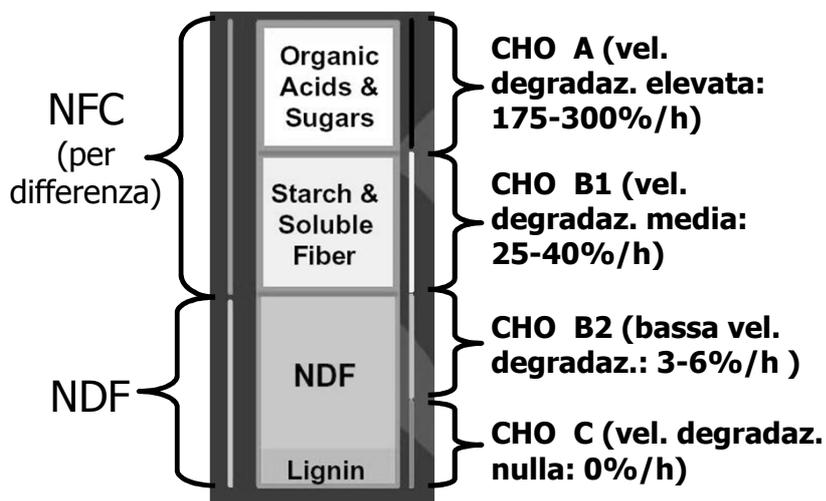
CNCPS: analisi chimiche necessarie per determinare le frazioni

<p>Sostanza secca</p> <p>Ceneri</p> <p>NDF</p> <p>Lipidi grezzi</p> <p>Lignina</p> <p>Amido</p>	<p>Proteina grezza</p> <p>Proteina solubile</p> <p>NPN</p> <p>Proteina legata all'NDF</p> <p>Proteina legata all'ADF</p>
---	---

Il sistema Cornell: frazioni dei CHO

A	B		C
	B1	B2	
Zuccheri, AGV, acidi organici	Amido, fibra solubile	Pareti cellulari disponibili	Pareti cellulari non disponibili
Velocemente degradabili 175-300%/h	Velocità intermedia 25-40%/h	Lentamente degradabili 3-6%/h	Non degradabili 0%/h

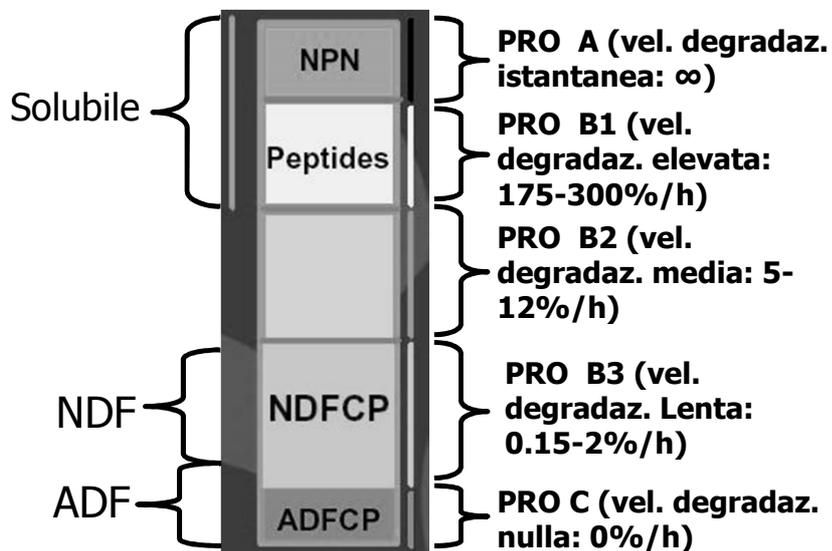
CNCPS: frazioni dei CHO



Il sistema Cornell: frazioni proteiche

A	B			C
NPN	Proteina vera			Pr.vera legata
	B1	B2	B3	
NH ₃ , urea, aa liberi	Solubile in buffer (escluso NPN)	Insolubile in buffer (escluso NDIP) (es. gluteline)	Associata con i componenti della parete (es. zeina)	Associata con lignina, tannini, prodotti di Maillard
Istantanea ∞	Rapid. degradab. 175-300%/h	Velocità intermedia 5-12%/h	Lentam. degrad. 0.15-2%/h	Non degrad. 0%/h

CNCPS: frazioni delle proteine



CNCPS: calcolo delle frazioni

$$\text{CHO C} = \text{lignina} \times 2.4$$

$$\text{CHO B2} = \text{NDF} - \text{CHO C} - \text{proteina legata all'NDF}$$

$$\text{NFC} = 100 - \text{lipidi grezzi} - \text{ceneri} - \text{NDF} - \text{PG}$$

$$\text{CHO B1} = \text{NFC} \times \% \text{ amido}$$

$$\text{CHO A} = \text{NFC} - \text{CHO B1}$$

$$\text{Proteina A} = \text{proteina solubile} \times \% \text{ NPN}$$

$$\text{Proteina B1} = \text{proteina solubile} - \text{Proteina A}$$

$$\text{Proteina C} = \text{proteina legata all'ADF}$$

$$\text{Proteina B3} = \text{proteina NDF} - \text{proteina ADF}$$

$$\text{Proteina B2} = \text{PG} - \text{A} - \text{B1} - \text{B3} - \text{C}$$

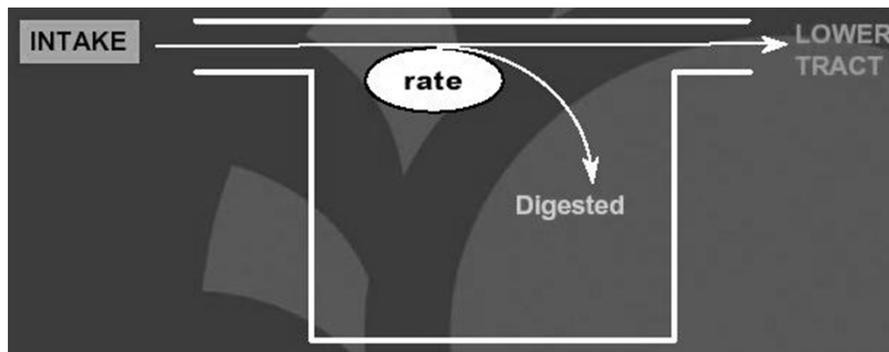
Il sistema Cornell: frazioni dei CHO modalità di calcolo ed esempio fieno di medica

$$\begin{aligned}\text{CHO C} &= \text{Lignina (\% ss)} \times 2.4 \\ &= 9.99 \times 2.4 = 23.9 \text{ \% ss} \\ \text{CHO B2} &= \text{NDF (\% ss)} - \text{NDF_PG (\% ss)} - \text{CHO C (\% ss)} \\ &= 44 - 5.54 - 23.9 = 14.6 \text{ \% ss} \\ \text{CHO B1} &= \text{Amido (\% ss)} + \text{NSP (\% ss)} \\ &= 2.8 + 7 = 9.8 \text{ \% ss} \\ \text{CHO tot} &= 100 - \text{PG} - \text{EE} - \text{Ceneri} \\ &= 66 \text{ \% ss} \\ \text{NSC} &= \text{CHO tot} - \text{B2} - \text{C} \\ &= 66 - 14.6 - 23.9 = 27.6 \text{ \% ss} \\ \text{CHO A} &= \text{NSC} - \text{B1} \\ &= 27.6 - 9.8 = 17.8 \text{ \% ss}\end{aligned}$$

Il sistema Cornell: frazioni proteiche modalità di calcolo ed esempio f.e. soia

$$\begin{aligned}\text{Proteina A} &= \text{NPN (\% PS)} \times \text{PS (\% PG)} \\ &= 55 \times 0.20 = 11 \text{ \% PG} \\ \text{Proteina B1} &= \text{PS (\% PG)} - \text{Proteina A} \\ &= 20 - 11 = 9 \text{ \% PG} \\ \text{Proteina C} &= \text{ADF_PG (\% PG)} \\ &= 2 \text{ \% PG} \\ \text{Proteina B3} &= \text{NDF_PG (\% PG)} - \text{ADF_PG (\% PG)} \\ &= 5 - 2 = 3 \text{ \% PG} \\ \text{Proteina B2} &= 100 - \text{Proteina A} - \text{Proteina B1} - \\ &\quad \text{Proteina C} - \text{Proteina B3} \\ &= 100 - 11 - 9 - 2 - 3 = 75 \text{ \% PG}\end{aligned}$$

CNCPS: la degradabilità delle frazioni e il transito determinano la quantità degradata nel rumine



$$\text{Proporzione degradata} = \frac{\text{vel. degradazione}}{(\text{vel. degradazione} + \text{vel. transito})}$$

Il sistema Cornell: velocità di degradazione e di transito ruminale

$$\text{Quantità degradata} = kd / (kd + kp)$$

Velocità di degradazione kd (%/h)		Velocità di passaggio kp (%/h)			
		3	5	7	9
veloce	230	98.7	97.9	97.0	96.2
media	11	78.6	68.8	61.1	55.0
lenta	0.2	6.3	3.8	2.8	2.2

Utilizzazione della proteina nei ruminanti: il sistema ARC

Il sistema ARC prevede la semplice utilizzazione delle due quote RDP e UDP:

RDP quota degradabile della proteina
RDP (g/kg ss) = PG x deg%

UDP quota by-pass della proteina
UDP (g/kg ss) = PG x (1-deg%)

I valori di deg% sono calcolati sperimentalmente e vengono riportati in appositi valori tabulati

Valori medi della degradabilità (deg) della proteina grezza nel rumine di alcuni alimenti zootecnici

Foraggi freschi		Cereali	
Graminacee	0,73	Avena	0,78
Legumi	0,73	Fumento	0,74
Fieni		Mais	0,42
Graminacee	0,66	Orzo	0,74
Leguminose	0,66	Riso	0,42
Foraggi disidratati	0,6	Segale	0,78
Paglie, stocchi	0,6	Sorgo	0,4
Insilati		Triticale	0,76
Graminacee SD (1) no ad (2)	0,78	Semi oleosi e semi di leguminose	
Leguminose SD (1) no ad (2)	0,78	Colza	0,9
Graminacee preappassite	0,75	Fava	0,86
Leguminose preappassite	0,75	Lino	0,8
Graminacee SD (1) ad (3)	0,7	Lupino	0,95
Leguminose SD (1) ad (3)	0,7	Pisello	0,9
Mais pianta intera	0,72	Soia	0,9
Mais stocchi	0,78	Soia estrusa	0,49
Mais pannocchia	0,55	Gusci	
Grano pianta intera	0,72	Colza	0,5
Orzo pianta intera	0,72	Soia	0,54
Fava ad (3)	0,7	Girasole	0,4
Pisello ad pianta intera	0,7		
Girasole ad pianta intera	0,7		