

LE PROTEINE NELLA STALLA DI VACCA DA LATTE: **un percorso verso la sostenibilità fra nutrizione, benessere della mandria,** **valorizzazione delle proteine lattiero-casearie**

Sabato 10 ottobre 2026 ore 10.00
Fattoria Fratelli Pagiusco - Via Chiesa 5 - Bressanvido (VI)

Ottimizzazione del razionamento proteico per incrementare la redditività della stalla

Prof. Carlo Angelo Sgoifo Rossi

Dipartimento di Medicina Veterinaria e Scienze Animali, Università di Milano



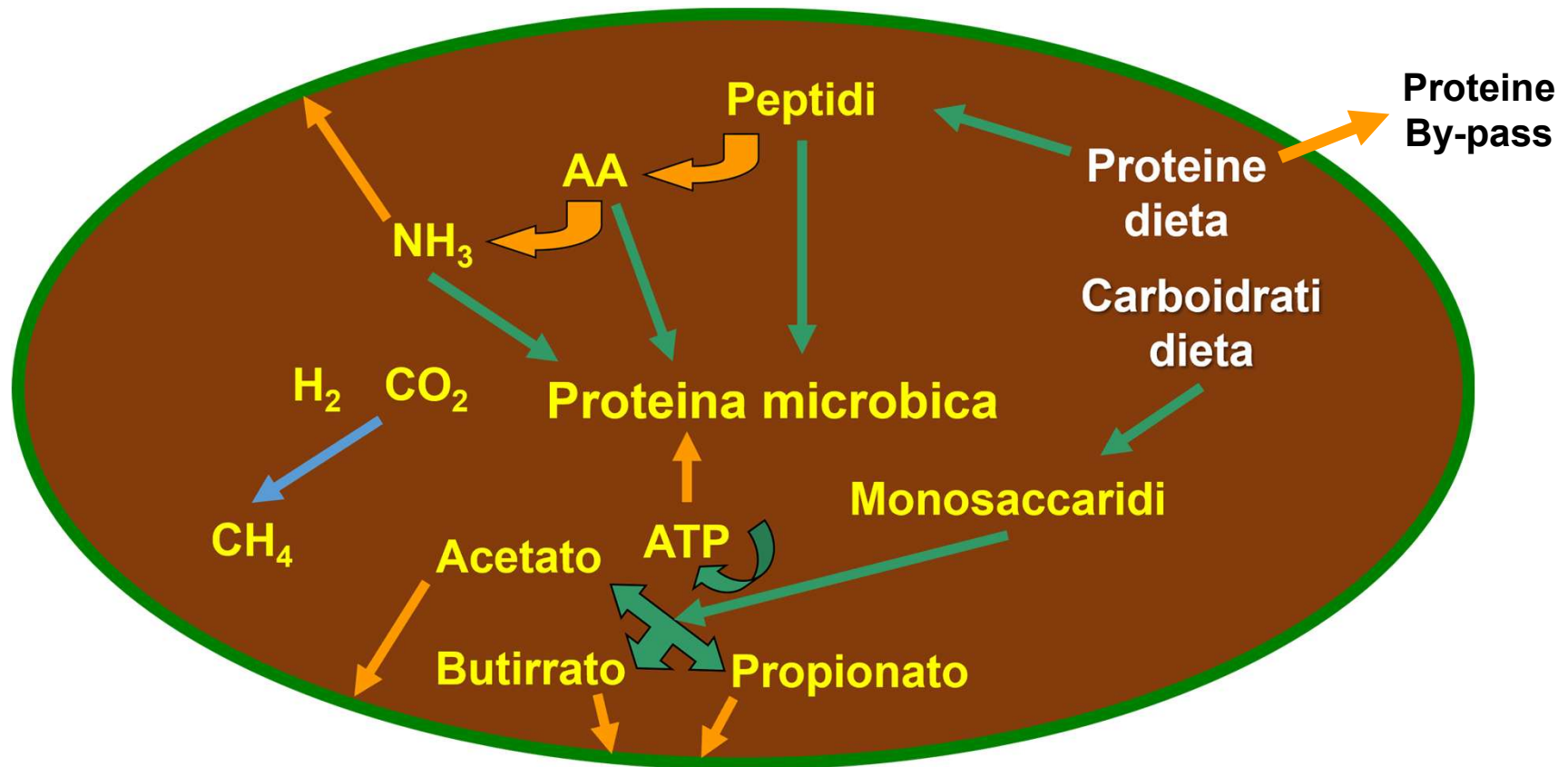
TENORE PROTEICO EFFICIENZA E BENESSERE

Uno squilibrio proteico e in particolare tra proteina by pass, degradabile e solubile peggiora la produzione e la qualità del latte ed è un fattore eziologico per dismetabolie digestive, infertilità, patologie podali, enterotossiemie.

(Nocek, 1997)



LA PROTEINA DISPONIBILE



PROTEINA BY PASS + PROTEINA DI ORIGINE BATTERICA = **PROTEINA METABOLIZZABILE**

LA PROTEINA BATTERICA DIPENDE DALLA CONTEMPORANEA DISPONIBILITA' DI AZOTO ED ENERGIA DA ZUCCHERI, AMIDO, FIBRA

LE FRAZIONI PROTEICHE E LA CINETICA RUMINALE

FRAZIONE	VELOCITA'	DEGRAD. RUMINALE %	DIGEST. INTESTINALE %
A	IMMEDIATA		0
B ₁	VELOCE	200 – 300	100
B ₂	MEDIA	5 – 15	100
B ₃	LENTA	0,1 – 1,5	80
C	INDEGRADABILE	0	0

A = azoto non proteico;

B = proteina vera a diversa degradabilità ruminale:

B₁ = veloce;

B₂ = intermedia;

B₃ = lenta

C = proteina non degradabile, non disponibile

A + B₁

Prot. solubile

A, B₁, B₂ (70-30%), B₃ (10%)

Prot. degradabile

B₂ (30-70%), B₃ (90%), C

Prot. non degradabile

FRAZIONI PROTEICHE, DEGRADABILITÀ E SOLUBILITÀ

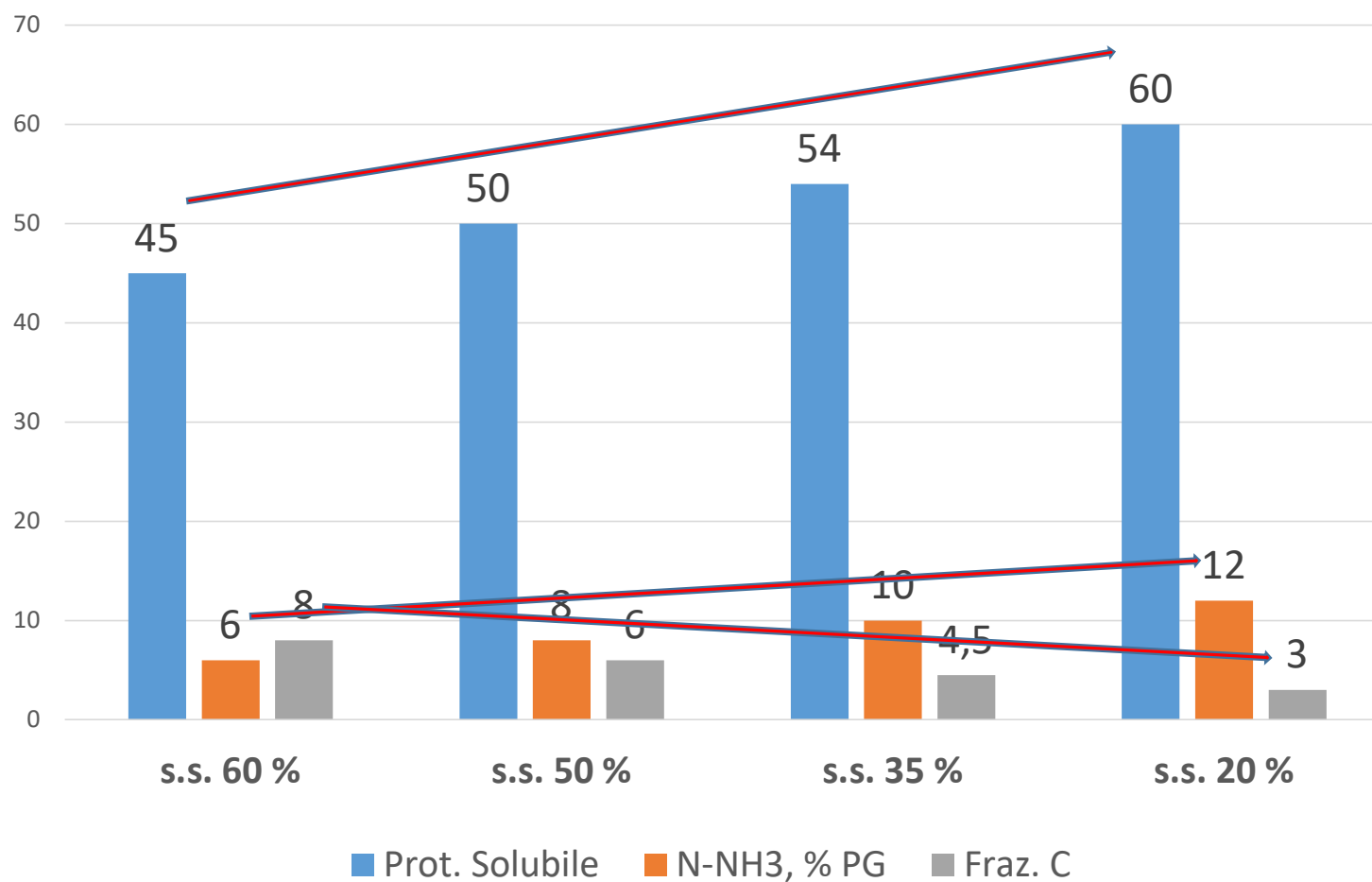
ALIMENTO	PG, % s.s.	RDP, % PG	RUP, % PG	Prot. Solubile, % PG
Fieno di medica	20	72	28	28
Insilato di medica	20	77	23	50
Fieno di loietto	8,5	71	23	26
Insilato di loietto	8,5	78	19	52
Insilato di mais	8	69	31	50



→ N-NH_3

FRAZIONI PROTEICHE, DEGRADABILITÀ E SOLUBILITÀ

Insilato di medica



FRAZIONI PROTEICHE, DEGRADABILITÀ E SOLUBILITÀ

ALIMENTO	PG, % s.s.	RDP, % PG	RUP, % PG	Prot. Sol, % PG
Girasole fe	34	73	27	34
Soia fe	45	72	28	33
Colza fe	36	65	35	23
Glutine mais	66	32	68	6



FRAZIONI PROTEICHE, DEGRADABILITÀ E SOLUBILITÀ

Alimento	PG, % s.s.	Frazioni proteiche, % PG				
		A	B1	B2	B3	C
Semola glutinata	22.5	51.80	4.50	33.90	6.00	3.80
Glutine di mais	65.5	0.19	6.21	85.27	4.43	3.90
Distillers	30.3	11.75	1.45	57.73	12.06	17.01
Soya fe	49.0	12.20	20.80	63.80	1.20	2.00
Soya fiocco	41.4	12.80	3.20	76.75	4.59	2.66
Trebbie umide	29.0	7.50	3.64	61.00	18.00	9.86
Trebbie secche	29.0	3.38	1.12	50.50	34.00	11.00
Lino seme	33.0	26.20	26.20	43.60	1.62	2.38
Lino seme estruso	32.0	20.00	20.00	50.00	7.60	2.40
Colza fe	36.0	8.05	14.95	45.00	23.00	9.00
Girasole fe	26.3	12.15	21.60	54.05	6.00	6.20
Urea	256	90.00	0.00	0.00	0.00	5.00

PROTEINA E PRODUZIONE

LAW et al. 2009

Effect of dietary protein content on the production of dairy cows

Effetto sulle performance e sul bilancio energetico

Item	Dietary CP concentration (g/kg of DM)			Significance	
	114	144	173	SED ¹	P-value
Milk yield (kg/d)	25.4 ^c	31.8 ^b	35.4 ^a	1.14	***
DMI (kg/d)	18.3 ^a	18.0 ^a	18.6 ^a	0.35	***
ME requirement ² (MJ/d)	191.3 ^c	222.3 ^b	242.3 ^a	6.34	***
ME intake (MJ/d)	204.2 ^b	222.8 ^a	231.0 ^a	4.54	***
Daily energy status ² (MJ/d)	12.78 ^a	0.539 ^{ab}	-11.05 ^b	6.20	**

^{a-c}Within rows, means not sharing a common superscript differ significantly.

¹SED = standard error of the difference.

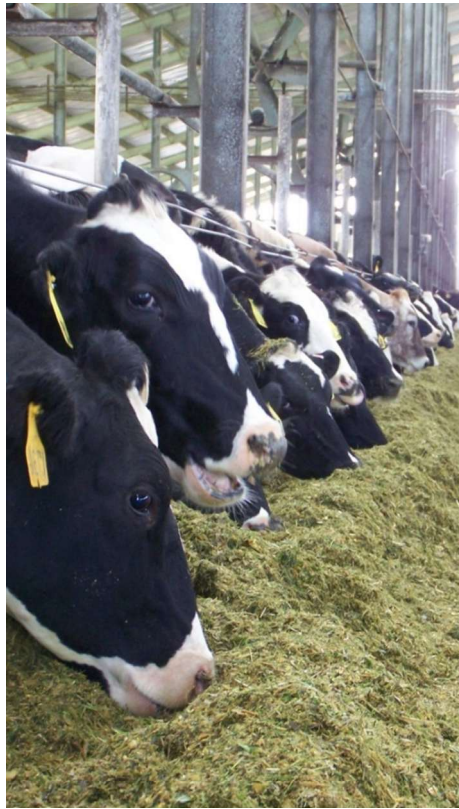
²ME requirement, daily energy balance, and cumulative energy balance were calculated using the equations described by Thomas (2004).

** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$.

PROTEINA E FERTILITA'

LEAN et al. 2012

Effect of dietary crude protein on fertility: meta-analysis and meta-regression



28 studi per un totale di 2223 bovine

Variabili analizzate:

- concentrazione e degradabilità della proteina
- Tasso di concepimento

Tenore proteico: da 13,5% a 21,2%

Proteina non degradabile: da 45,9% a 26,8%

Proteina degradabile: da 45,9% a 73,2%

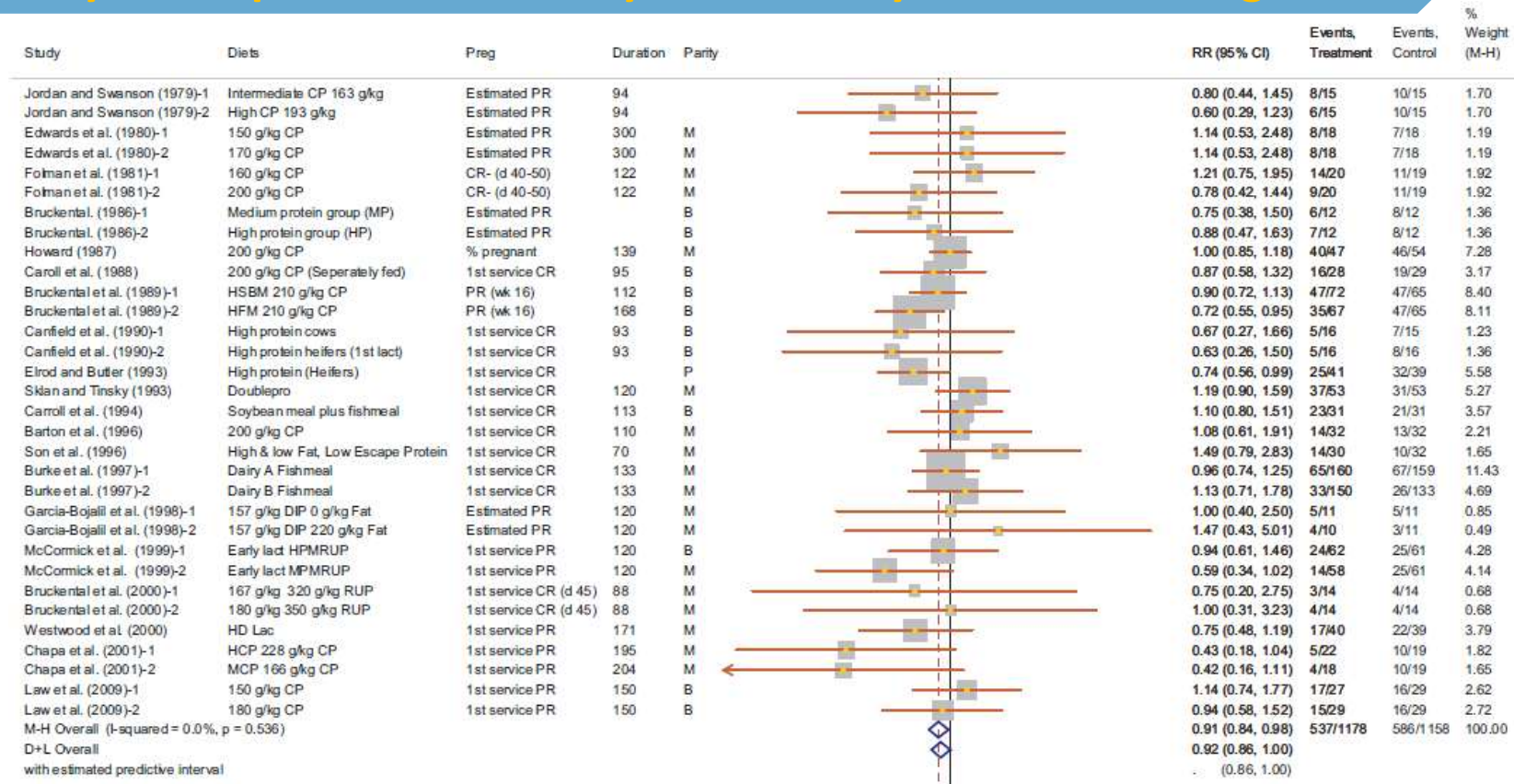
Proteina solubile, % PG: da 24,0% a 46,2%



PROTEINA E FERTILITA'

LEAN et al. 2012

Effect of dietary crude protein on fertility: meta-analysis and meta-regression



Riduzione del 9% del tasso di concepimento con diete con eccesso proteico o con alta degradabilità della proteina

SOLUBILITA' DELLA PROTEINA E FERTILITA'

LEAN et al. 2012

Effect of dietary crude protein on fertility: meta-analysis and meta-regression

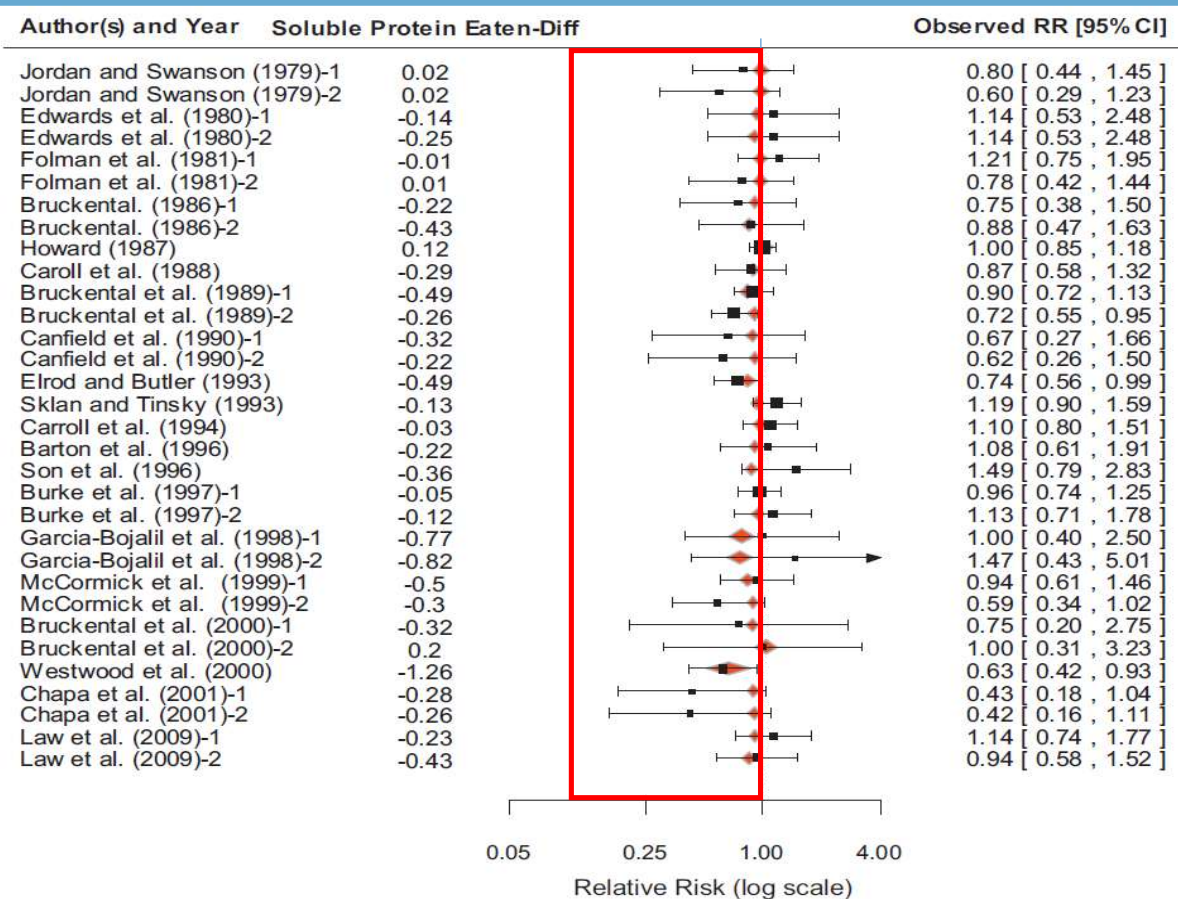


Fig. 3. Forest plot of risk of conception and pregnancy in lactating dairy cows before adjustment (black square) and after adjustment (red diamond) for differences in soluble CP eaten between supplemented and control groups (soluble CP eaten-Diff: soluble CP eaten in supplemented group minus soluble CP eaten in control group). (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of the article.)

SOLUBILITA' DELLA PROTEINA E FERTILITA'

BUTLER et al. 1996

Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle

MUN category, mg/dL	Cows, n	PR, %	Percentage ^a		Likelihood ratio ^b
			Not pregnant	Pregnant	
< 16	16	75	5.5	14.6	2.65
16-18.9	28	64	13.7	22.0	1.61
19-21.9	46	48	32.9	26.8	.81
22-24.9	36	47	20.7	26.0	.80
≥ 25	29	45	15.9	21.9	.73

^aPercentage of total cows within each MUN category.

^bPercentage of cows pregnant divided by the percentage of cows not pregnant.

MUN > 19 - 20 mg/100 ml riduce del **20 %** il concepimento

AZOTO NON PROTEICO ED EFFICIENZA PRODUTTIVA



(Cheli et al., 1996)

AZOTO NON PROTEICO E BILANCIO ENERGETICO

- L'infiltrazione lipidica riduce la capacità di sintesi di urea a livello epatico
- Con accumulo di trigliceridi la concentrazione periferica di NH_3 raddoppia
- L'ammoniaca inibisce la sintesi epatica di glucosio a partire dal propionato



(Overton e Waldron, 2004)

NPN ED EFFICIENZA DI CRESCITA BATTERICA

Confronto riferito ad 1 kg di prodotto	Soia f.e. 44	Soia Girasole NPN Lento	
Proteina Grezza, % s.s.	49.00	43.02	
Proteina by pass, % della PG totale	7.02	8.84	
Proteina degradabile, % della PG totale	92.98	91.16	
Proteina solubile, % della PG totale	33.00	51.08	
Proteina metabolizzabile di origine batterica, % prot. metab.	61.80	72.70	
Proteina metabolizzabile di origine batterica, g/d	29	44	+ 51 %
Proteina metabolizzabile dalla proteina by pass, g/d	18	16	
Proteina metabolizzabile totale, g/d	47	60	+ 27 %
<u>Efficienza di crescita batterica</u>			
g di sost. secca batterica/kg di carboidrati fermentati	250.47	317.68	+ 28 %
g di azoto batterico/kg di carboidrati fermentati	25.05	31.77	+ 27 %
g di azoto batterico/kg di sostanza organica fermentata	10.67	16.21	+ 52 %

AZOTO NON PROTEICO E DIGERIBILITÀ

UNIFEED	Prot Sol 4 %	Prot Sol 6 %
Silomais 346532	8.80	9.00
Mais farina 69	5.40	5.50
Soia fe 48	1.95	1.40
Paglia frumento	0.50	0.50
Integratore min vit	0.20	0.20
Urea	0.03	0.05
NPN a lento rilascio	---	0.07
Sostanza secca	61.21	60.61
UFC/kg s.s.	1.06	1.06
Proteina grezza	16.15	16.27
Proteina degradabile ruminale	10.65 (65.94%)	11.26 (69.21%)
Proteina non degradabile ruminale	5.50 (34.06%)	5.01 (30.79%)
Proteina solubile	4.09	5.96
Proteina solubile sulla degradabile	38.40	52.04
Lipidi	3.24	3.21
Amido	41.90	41.76
Zuccheri e pectine	6.65	6.62
NDF	26.67	26.77
Cellulosa	10.87	10.80
Emicellulose	13.18	13.34
Lignina	2.62	2.63
Ceneri	5.42	5.27

	NPN LR	CONTROLLO
Digeribilità proteina	89,21 ^B	85,74 ^A
Digeribilità azoto non proteico	92,06 ^B	81,84 ^A
Digeribilità lipidi	79,42	80,30
Digeribilità amido	96,98 ^b	96,33 ^a
Digeribilità zuccheri e pectine	92,60	92,27
Digeribilità NDF	71,29 ^b	64,00 ^a
Digeribilità cellulosa	65,99 ^b	55,94 ^a
Digeribilità emicellulose	79,38	76,12
Digeribilità ceneri	83,96	83,87

(Sgoifo Rossi et al., 2020)

Alcuni batteri, tra cui i cellulolitici, necessitano di ammoniaca libera nel rumine per le sintesi microbiche (Russell et al., 1992).

Reynal e Broderick (2005) e Boucher et al. (2007), evidenziano un miglioramento delle sintesi microbiche in presenza di valori di ammoniaca tra 11 e 13 mg/100 ml.

FABBISOGNI NUTRIZIONALI

Parametro	Unità di misura	Asciutta	Close Up	Post parto	Lattazione
Sostanza Secca	kg/giorno	12 – 13	13 - 14	> 19	> 23
Energia	UFL/kg s.s.	0.68 - 0.70	0.76 – 0.80	0.87 – 0.90	0.95 - 1.03
Proteina grezza	% s.s.	< 15	< 15	15 – 17	15 – 17
Proteina metabolizzabile	g/giorno	1000 – 1200	1200 – 1400	2500 – 3000	2750 – 3200
aNDFom	% s.s.	46 – 54	40 – 45	23 – 35	28 – 35
uNDF240	% s.s.	14 – 15	12 – 14	11 – 12	7 – 8
peNDF	% s.s.	30 – 40	28 – 35	23 – 24	22 – 23
Amido	% s.s.	< 13	16 – 18	20 – 22	24 – 28
Zuccheri	% s.s.	< 3	3.0 – 7.0	4.0 – 7.0	4.0 – 7.0
NFC	% s.s.	20 – 30	30 – 34	35 – 42	35 – 42
Grassi	% s.s.	3.5	3.5	4.0 – 4.5	4.5 – 5.0
Calcio	% s.s.	0.5 – 0.7	0.9 – 1.0	0.9 – 1.0	0.65 – 0.80
Fosforo	% s.s.	0.3 – 0.35	0.30 – 0.40	0.35 – 0.40	0.35 – 0.40

	Min	Max
RDP, % PG	60	54
RUP, % PG	36	40
SOL, % RDP	40	55

(Overton, Van Amburgh, Chase, 2016 - Modificata)

NUTRIZIONE PROTEICA DI PRECISIONE: GLI AMMINOACIDI

**Dalla formulazione delle diete
per il tenore proteico o
proteina metabolizzabile**



**Al soddisfacimento dei
fabbisogni amminoacidici e poi
definizione del tenore proteico**



FABBISOGNI AMMINOACIDICI

Vacca di riferimento: Holstein, seconda lattazione, 700 kg, 100 DIM, 55 kg latte/giorno, 4.0 % grassi, 3.4 % proteine

g/d assorbiti	NASEM, 2021 (Target efficiency)	NRC, 2001
Lisina	232 (70)	216 (7.2 % MP)
Metionina	74 (70)	72 (2.4 % MP)
Istidina	79 (75)	-
Isoleucina	164 (69)	-
Leucina	275 (74)	-
Fenilalanina	169 (60)	-
Treonina	155 (60)	-
Triptofano	38 (63)	-
Valina	181 (85)	-

NRC 2001	NASEM 2021
- Amminoacidi espressi in funzione della Proteina Met. - Solo Lys, Met e His sono considerati come «limitanti»	- Parte dagli amminoacidi per arrivare alla Proteina Met. - Non applica più il concetto di «limitante»: quale sia limitante dipende dalla razione. - Da cui la «target efficiency»

AMMINOACIDICI: CONTENUTO E DISPONIBILITÀ

Fonte	AA	AA presente g/kg PG	Degradato nel rumine %	Escape rumine %	Dig. intestinale dell'escaped %	AA assorbibile g/kg PG
Soia fe	Lys	64,7	85,8	14,2	96,1	8,9
	Met	14,3	81,9	18,1	93,8	2,5
Soia estrusa	Lys	67,0	61,3	38,7	97,1	25,4
	Met	14,8	50,4	49,6	96,1	7,1
DDGS	Lys	34,8	76,8	23,2	83,9	6,6
	Met	20,4	55,4	44,6	95,0	7,9

Target efficiency

Rapporto: (quantità AA mantenimento e produzione/quantità AA fornita)*100 → se eccedo il target l'AA diventa limitante

CONCLUSIONI



- **Massimizzare lo sfruttamento della proteina alimentare**
- **Bilanciare amido e zuccheri e ottimizzare la degradabilità dell’NDF per elevare la produzione di proteina microbica**
- **Modulare la formazione di ammoniaca a livello ruminale e massimizzare la digeribilità della proteina by-pass**
- **Soddisfare i fabbisogni amminoacidici e apportare la minor quota possibile di proteina massimizzando la produzione e qualità del latte e riducendo le perdite fecali ed urinarie**

GRAZIE PER L'ATTENZIONE



Carlo Angelo Sgoifo Rossi

Dipartimento di Medicina Veterinaria e Scienze Animali, Università di Milano