



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Nutrizione amminoacidica delle bovine e qualità del latte

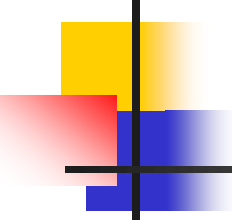
Andrea Formigoni

andrea.formigoni@unibo.it



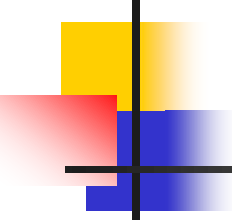
Convegno Progeo
Strategie per l'eccellenza del Parmigiano Reggiano
Reggio Emilia, 20.3.26





Dalle proteine agli amminoacidi (AA)

- Un adeguato apporto di AA è essenziale per ottimizzare il le fermentazioni ruminali, il metabolismo e la salute degli animali (<problemi metabolici; > integrità muscolare; >immunità), la produzione e la qualità del latte
- Formulare considerando gli AA in associazione all'energia della razione consente di migliorare l'efficienza d'uso dell'azoto e dell'energia
 - < escrezione urinaria di azoto
 - > resa degli alimenti in latte



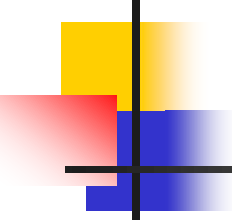
Cosa serve alla mammella per produrre caseina?

- Energia

- In carenza di energia parte delle proteine sono dirottate alla produzione di glucosio e non di caseina

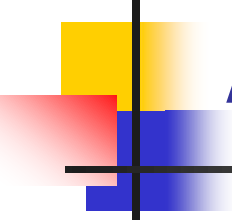
- Amminoacidi (AA)

- Debbono essere tutti contemporaneamente disponibili in quantità adeguate
- Se manca anche solo 1 AA non avviene la sintesi di caseina e gli AA sono utilizzati per produrre Energia



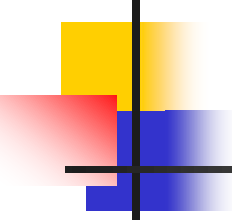
Considerazioni sull'energia

- L'energia disponibile alla produzione di latte dipende da:
 - Quantità e digeribilità degli alimenti assunti
 - Capacità di ingestione
- Efficienza di utilizzo a livello ruminale e metabolico
- Meno energia disponibile con:
 - Disordini fermentativi ruminali
 - Stress ambientali (affollamento, caldo...ecc)
 - Stress metabolici e infiammatori
 - Patologie



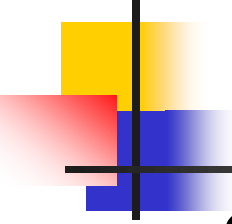
AA e caseina del latte

- Per massima produzione di proteina (Van Amburgh, 2015)
 - Lys: 3,03g/Mcal EM e Met: 1,14g/Mcal EM
 - Lys: 7,0% MP e Met:2,68 MP
- NASEM modella che la produzione di proteine del latte non può essere spiegata «semplicemente» da un solo fattore limitante (Hannigan et al. 2000_ in Nasem pp80) sia esso energia o MP o un singolo AA: necessario un approccio più «d'insieme»
- **Sono inoltre applicati fattori di correzione basati sul potenziale genetico di produzione della proteina nella lattazione**



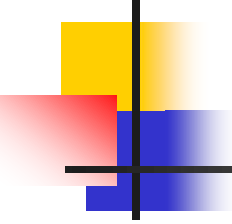
Predizione produzione Proteina del latte secondo NASEM 2021

$$\begin{aligned} \text{Milk Protein (g/d)} = & -97.0 + 1.68 \times \text{His} + 0.885 \times \text{Ile} + 0.466 \\ & \times \text{Leu} + 1.15 \times \text{Lys} + 1.84 \times \text{Met} + 0.077 \\ & \times \text{OthAA} - 0.00215 \times \sum_{i=1}^{N_{\text{EAA}}} \text{EAA}b_a^2 + 10.8 \\ & \times \text{DEInp} - 4.60 \times (\text{dNDF} - 17.06) - 0.420 \\ & \times (\text{BW} - 612) \quad (\text{Equation 6-6}) \end{aligned}$$



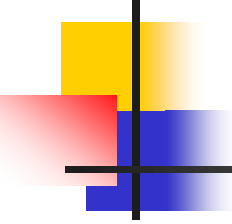
Amminoacidi (AA)

- Si distinguono in essenziali, semi-essenziali e non essenziali
 - Essenziali sono quelli che l'organismo non riesce a produrre autonomamente
- Nei ruminanti (grazie al rumine) non si riconoscono AA essenziali ma **limitanti**
- **Potenzialmente tutti gli AA sono limitanti**



Da dove giungono gli amminoacidi ?

- La vacca ottiene gli AA da diverse fonti
 - Digestione proteine microbiche e protozoarie di origine ruminale
 - Digestione delle proteine *by-pass* degli alimenti
 - Utilizzo delle proteine muscolari
 - % variabile in funzione del bilancio energetico
 - > pre/post – parto



Qualità delle fonti proteiche

- Le proteine di origine ruminale sono molto ben dotate di tutti gli amminoacidi che servono alla produzione del latte
- Le proteine degli alimenti sono variabili e in genere sono carenti di AA limitanti

Table 3. Amino acid composition of rumen bacteria and protozoa (g of AA/100 g of AA) in cattle

AA	FAB ¹	PAB ²	Protozoa	SEM ³	Contrast, <i>P</i> -value	
					Bacteria vs. protozoa	FAB vs. PAB
Ala	7.21	6.73	4.18	0.12	<0.001	0.006
Arg	4.59	4.87	4.50	0.11	0.10	0.04
Asp	11.92	11.58	13.37	0.24	<0.001	0.21
Cys	1.41	1.76	1.90	0.27	0.39	0.28
Glu	12.85	12.68	14.43	0.24	<0.001	0.53
Gly	5.56	5.29	4.30	0.07	<0.001	0.02
His	1.87	1.92	1.78	0.06	0.14	0.51
Ile	5.52	5.56	6.47	0.08	<0.001	0.73
Leu	7.59	8.15	7.96	0.10	0.45	<0.001
Lys	7.62	7.49	10.93	0.16	<0.001	0.44
Met	2.37	2.26	2.23	0.11	0.50	0.42
Phe	5.17	5.58	5.50	0.09	0.28	<0.001
Pro	3.64	3.94	3.32	0.07	<0.001	<0.001
Ser	4.53	4.46	4.12	0.09	0.005	0.42
Thr	5.60	5.28	4.97	0.12	0.008	0.05
Trp	1.27	1.24	0.82 ⁴	0.11	—	0.85
Tyr	5.20	5.23	4.96	0.17	0.21	0.85
Val	5.97	5.80	4.93	0.13	<0.001	0.23

¹Fluid-associated bacteria.²Particle-associated bacteria.³Largest SEM is given.⁴Only one datum for Trp concentration of protozoa.

AMINO ACID IN RUMEN BACTERIA AND PROTOZOA

Table 4. Comparison of microbial protein AA composition obtained in the current study with basic references

AA	g of AA/100 g of AA			
	Current ²	Clark et al., 1992 ³	Le Hénaff, 1991 ³	g of AA/100 g of true protein ¹
Ala	6.47	7.27	7.59	7.36
Arg	4.72	4.95	4.77	5.29
Asp	11.99	11.84	11.78	13.38
Cys	1.67	1.38	1.37	2.23
Glu	13.02	12.71	12.94	14.97
Gly	5.22	5.63	5.55	6.18
His	1.88	1.94	1.75	2.08
Ile	5.71	5.53	5.74	6.95
Leu	7.93	7.85	7.49	9.22
Lys	8.10	7.67	7.79	9.37
Met	2.29	2.52	2.43	2.61
Phe	5.43	4.95	5.16	6.43
Pro	3.74	3.59	3.60	4.25
Ser	4.43	4.47	4.48	5.44
Thr	5.34	5.63	5.64	6.29
Trp	1.18	1.27	1.27	1.43
Tyr	5.18	4.75	4.57	6.05
Val	5.71	6.02	6.03	6.90

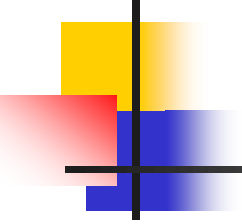
¹From current study, but corrected to acknowledge that the AA are present in anhydrous form in proteins and corrected for the fact that after a 24-h hydrolysis of the proteins, the recovery of the AA is not complete.

²Assuming 33.4% fluid-associated bacteria, 50.1% particle-associated bacteria, and 16.5% protozoa.

³AA composition of fluid-associated bacteria (FAB); Cys and Trp FAB concentrations (Table 3) were added to Clark et al. (1992) and Le Hénaff (1991) and concentrations adjusted to yield a sum of 100 g of AA/100 g of AA.

Composizione (%) in amminoacidi di latte, proteine microbiche e alcuni alimenti

	Latte	Batteri	JDS	Soia	Medica	Girasole	Colza	Semola mais
Metionina	2,71	2,68	2,61	0,83	0,73	1,98	1,40	2,09
Lisina	7,62	8,20	9,37	6,08	6,02	3,55	6,67	1,24
Arginina	3,40	6,96	5,29	7,96	6,39	9,73	6,78	3,17
Treonina	3,72	5,59	6,29	3,03	5,00	3,69	4,85	2,93
Leucina	9,18	7,51	9,22	6,13	9,26	7,56	7,99	16,22
Isoleucina	5,79	5,88	6,95	4,25	6,01	4,34	4,94	4,34
Valina	5,89	6,16	6,90	3,79	7,14	6,09	6,44	5,04
Istidina	2,74	2,69	2,08	2,27	2,62	2,81	4,04	2,45
Fenilalanina	4,75	5,16	6,43	3,88	6,32	5,07	4,68	6,48
Triptofano	1,51	1,63	1,43	1,64	1,84	1,25	1,22	0,37



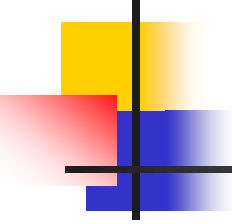
I foraggi di migliore qualità
apportano anche più AA

Profilo azotato leguminose

	Fieno di medica 1° Taglio	Fieno di medica 2° Taglio	Fieno di medica 3° Taglio	Fieno di medica oltre il 3° Taglio
Profilo NIR CNCPS				
Umidità %	9,3	9,3	9,5	10
Proteine grezze %	14,8	17,1	18,4	19,6
Proteina legata ad ADF %Pg	8,5	6,8	6,3	6,0
Proteina legata ad NDF %Pg	19,2	15,4	13,8	14,0
Solubilità della PROTEINA:	37,5	37,7	37,6	37,6
Aminoacidi Totali %:	9,1	11,0	12,9	14,5
Aminoacidi Totali %Pg:	64	68	71	73
Lisina %	0,48	0,59	0,71	0,81
Metionina %	0,19	0,24	0,29	0,32
Leucina %	0,71	0,9	1,1	1,24
Isoleucina %	0,36	0,46	0,55	0,63
Istidina %	0,24	0,29	0,33	0,34

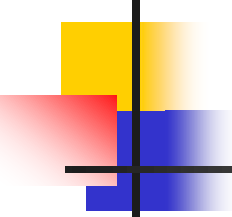
Profilo azotato graminacee

	Fieno 1 Tg	Fieno di frumento	Fieno di loietto	Fieno di avena	Paglia di frumento	Polifita Graminacee Pg < 8%	Polifita Graminacee: Pg 8-11%	Polifita Graminacee Pg 11-14%	Polifita Graminacee Pg > 14%
Profilo NIR CNCPS									
Umidità %	9,5	9,1	9,7	8,7	9,1	9,9	9,4	9,6	10,2
Proteine grezze %	9,6	9,3	8,8	8,7	5,3	6,6	9,5	12,3	16,1
Proteina legata ad ADF %Pg	10,4	9,2	11,6	11,3	18,6	13,7	9,7	7,4	6,6
Proteina legata ad NDF %Pg	32,1	32,8	36,7	33,3	43	42,4	31,8	27,2	23,1
Solubilità della PROTEINA:	31,1	32,4	30	25,7	25,3	26,2	31,7	33,8	34,5
Aminoacidi Totali %:	6,8	5,6	5,9	6,6	3,5	4,9	6,7	9,0	11,7
Aminoacidi Totali %Pg:	73,2	63,2	71,4	77,1	59,9	74,7	70,6	72,8	71,5
Lisina %	0,43	0,37	0,38	0,43	0,23	0,33	0,42	0,54	0,69
Metionina %	0,16	0,13	0,14	0,16	0,08	0,12	0,16	0,20	0,26
Leucina %	0,61	0,53	0,54	0,6	0,37	0,47	0,6	0,78	0,99
Isoleucina %	0,29	0,24	0,25	0,29	0,17	0,21	0,29	0,39	0,51
Istidina %	0,15	0,12	0,12	0,14	0,09	0,11	0,14	0,19	0,24



Quali strategie di lavoro

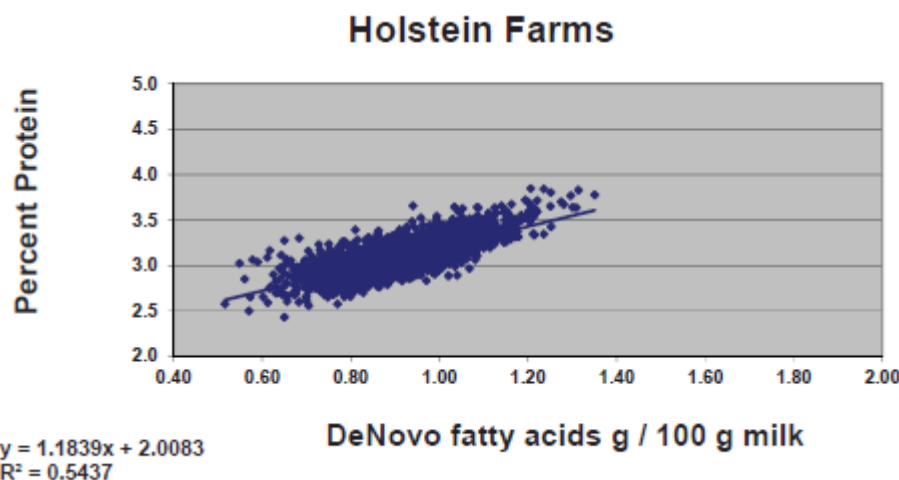
- Esaltare ingestione
- Massimizzare la funzionalità del rumine e la sintesi di proteine microbiche
 - > ingestione e >equilibrio fermentativo
- Lavorare sulla qualità delle fonti alimentari_soprattutto quelle *escape*
- Integrare le razioni con AA rumino-protetti e digeribili nell'intestino per soddisfare le carenze



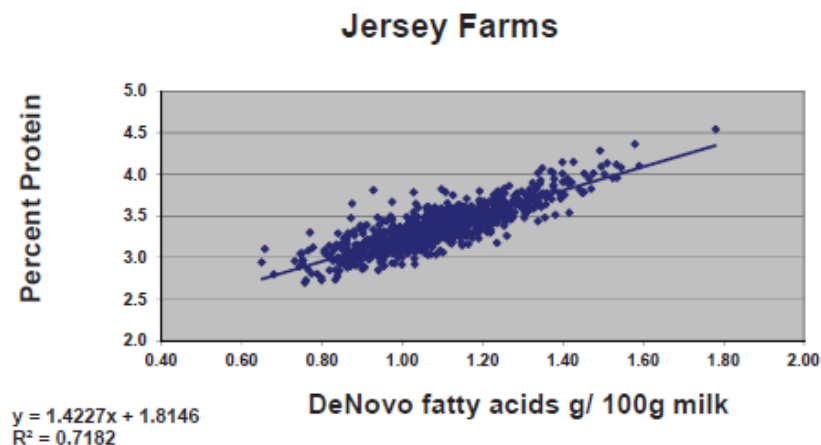
Esaltare ingestione

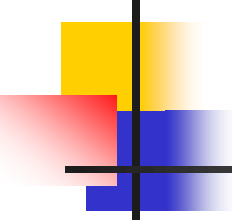
- Ingestione dipende da effetto ingombro della razione e rapporto fra apporti e fabbisogni di energia
 - Disponibilità costante di alimenti salubri e acqua
 - Trinciatura dei foraggi (a 2-3 cm): +10-12%
 - Elevata digeribilità della fibra e adeguato apporto di uNDF240h da foraggi (Graminacee in particolare)
- Equilibrio minerale della dieta

Esiste una relazione fra sintesi di grassi a corta catena e proteine nel latte



...se le fermentazioni ruminali sono attive e ben equilibrate aumentano i titoli del grasso e delle proteine....

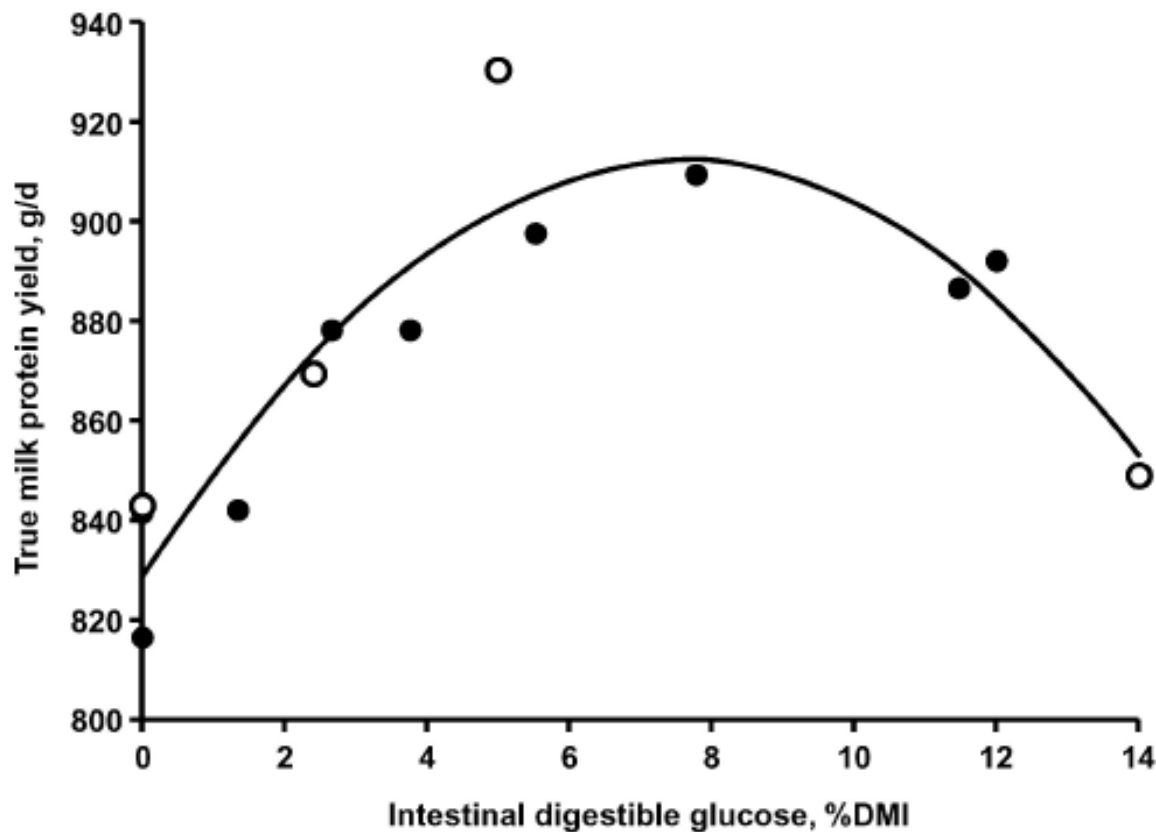




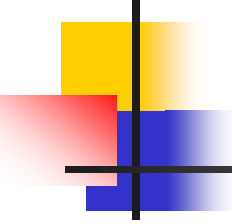
Pensiamo al ruminante

- I batteri amilolitici crescono molto più rapidamente dei cellulolitici
 - In genere > amido > caseina ma...
 - rischio l'accumulo di acido lattico_acidosi
 - La degradazione degli zuccheri espone a minori rischi di acidosi
- I batteri fibrolitici crescono più rapidamente se le fibre sono più digeribili

Intestinal Glucose supply improve milk protein yield



(■ Hurtaud et al., 2000; ○ Rulquin et al., 2004)

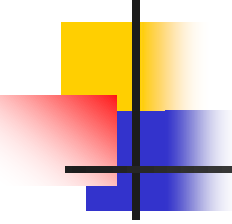


Profilo glucidico razioni PR (%SS)

- Fibra insolubile degradabile: 14-16%
 - Fibra solubile: 6-8%
 - uNDF240: 6-8%
 - Zuccheri: 7-8% s.s.
 - Amidi: 27-28% s.s.
 - Degradabili: 18-20%
 - Escape: 8-10%
 - Meno amidi, più zuccheri e fibra degradabile in situazioni di stress
- } aNDFOM
30-33%

Stima della degradabilità in vitro (7h_% del tot.) dell'amido in funzione della granulometria

	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm
Oat	85.2	75.4	54.9	48.0
Barley, waxy	83.8	73.1	54.5	38.5
Triticale	78.4	71.5	48.2	37.2
Barley	78.3	69.9	47.9	32.1
Wheat	78.3	66.7	47.8	30.4
Steam flaked Corn	77.0	64.5	47.3	29.4
Corn, 1/2 milk line	76.5	62.9	38.3	28.5
Sorghum	74.9	58.3	34.6	28.1
Corn, flint	70.5	57.6	34.6	23.6
Corn, black line	69.8	53.0	32.6	23.3

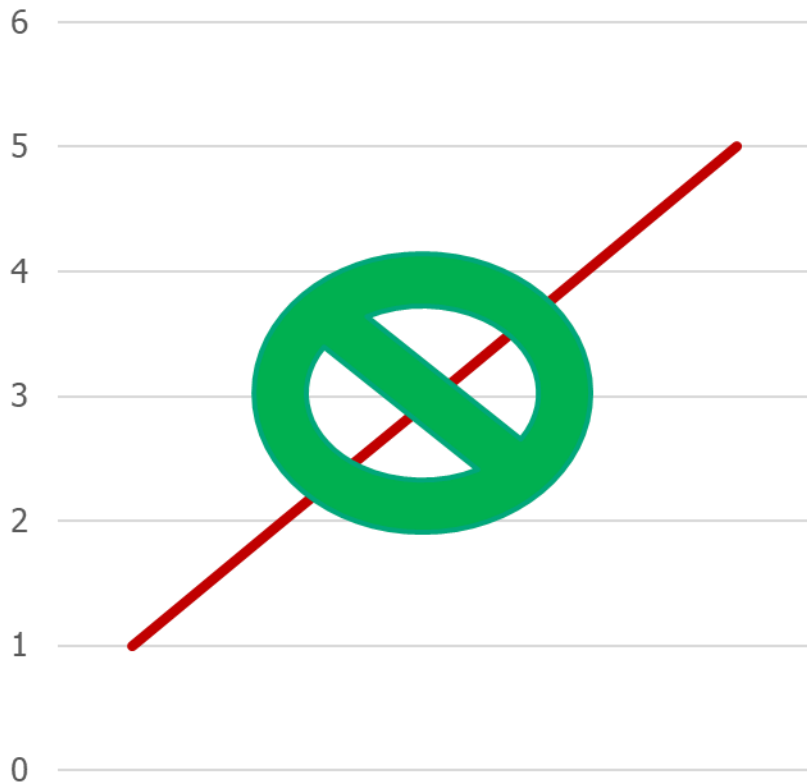


Gli zuccheri: componenti naturali della razioni dei ruminanti

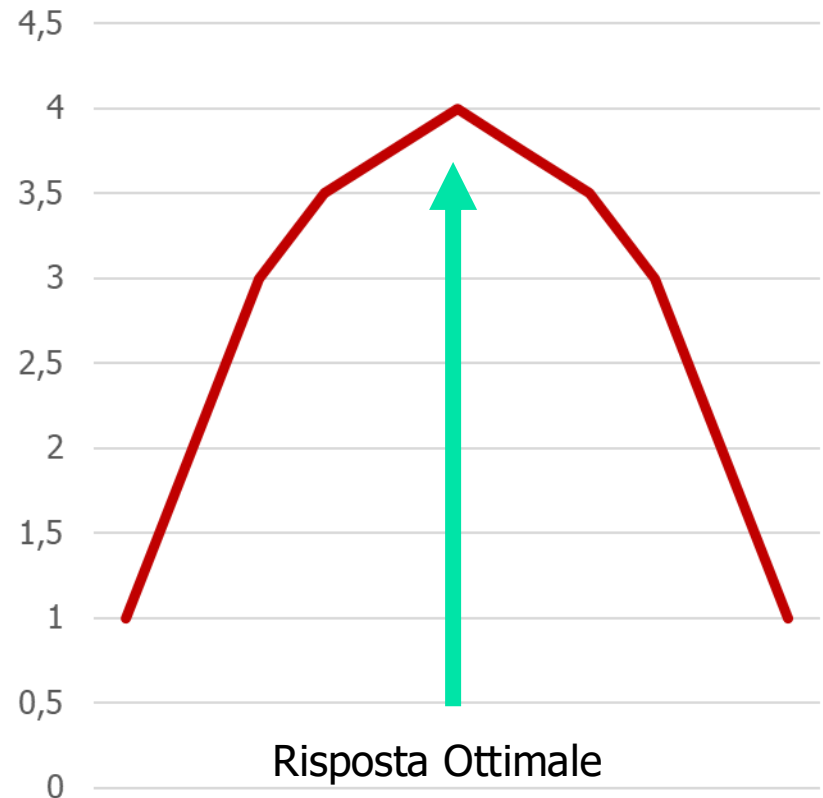
- Nei Foraggi Verdi gli zuccheri sono presenti in quantità superiori a 10-12% sulla sostanza secca
- Nei fieni, se ben prodotti, gli zuccheri sono presenti in quantità medie del 5-6%
 - Quantità > nelle graminacee ...fino al 12-13%
- Gli zuccheri sembrano stimolare protozoi e funghi nel rumine

Risposta delle bovine all'impiego di zuccheri nelle razioni

Non Lineare



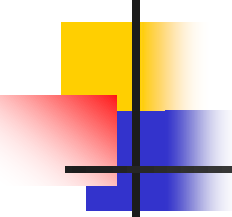
Quadratica



Livello ottimale di zuccheri per ottimizzare le risposte produttive (Emanuele, 2014)

Variabile	% ottimale di zuccheri in razione	P Value
Dry Matter Intake	5.9	0.05
Milk Yield	5.5	0.05
Milk Protein Content	7.2	<0.01
Milk SNF Content	7.2	0.03
NDF Digestibility	7.0	0.01
ADF Digestibility	6.8	<0.01
Avg. Optimum	6.3	

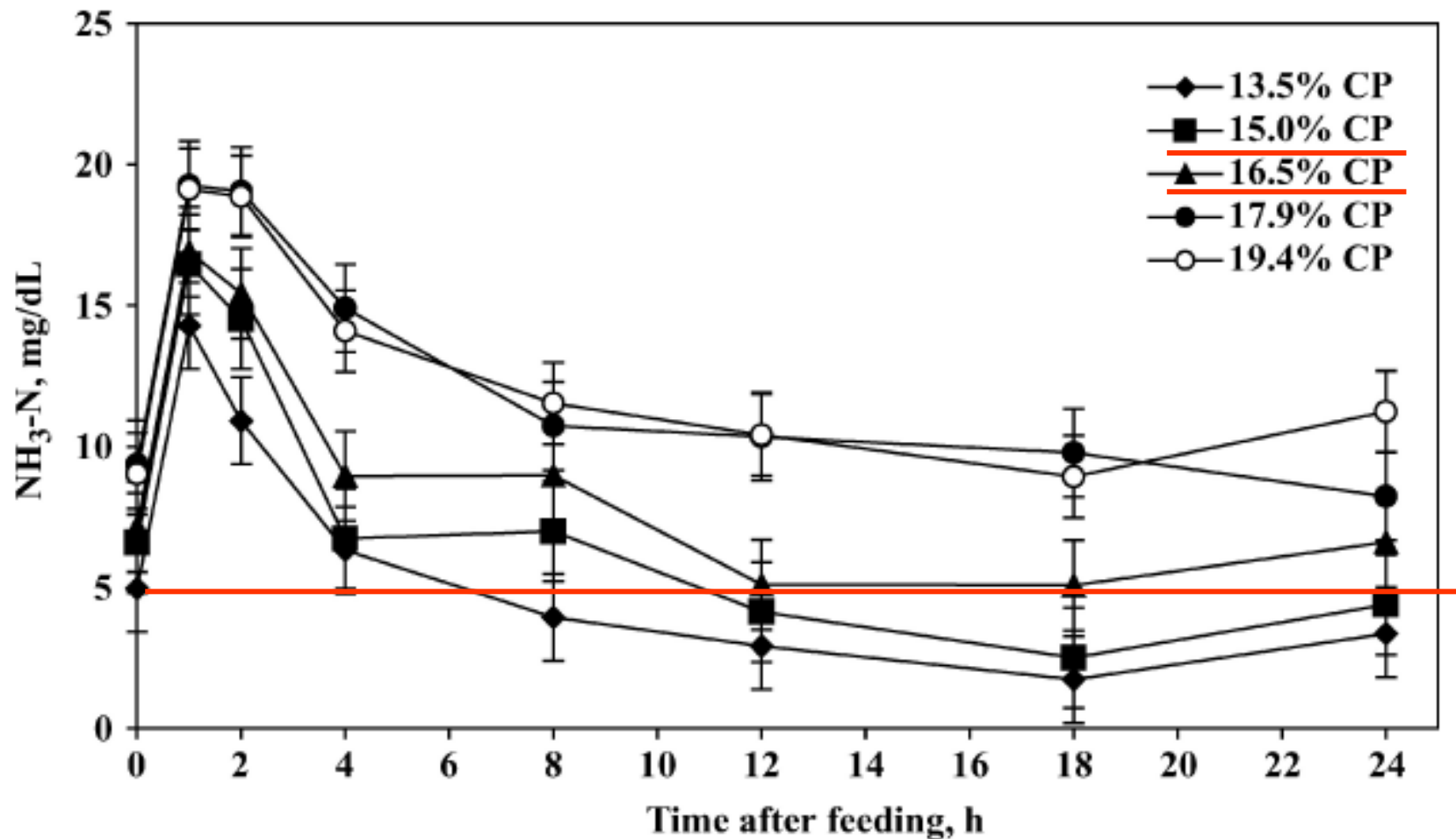
Per la massima utilizzazione della fibra e per ottimizzare la qualità del latte bisogna formulare al 7% di zuccheri totali quando si utilizza il 60% di foraggi



I fabbisogni azotati dei batteri ruminanti

- I batteri amilolitici necessitano di peptidi e ammoniaca
- I batteri cellulosolitici necessitano di ammoniaca e isoacidi
 - Proteine degradabili min. 8,5-9% della ss
 - Isoacidi assicurati da adeguata presenza di leucina, valina e istidina
- Oggi disponibile un sottomodello di CNCPS utile alla stima del bilancio ruminale

Proteine della razione e concentrazioni di NH₃ ruminali nell'arco della giornata



(Colmenero e Broderick, 2006)

Bilancio azotato di diete a diverso titolo proteico

Item	Dietary CP, % of DM					SE ²
	13.5	15.0	16.5	17.9	19.4	
N intake, g/d	483 ^e	531 ^d	605 ^c	641 ^b	711 ^a	13
RUUN, mg/dL	10.7 ^e	13.4 ^d	17.1 ^c	21.2 ^b	24.0 ^a	0.7
MUN, mg/dL	7.7 ^d	8.5 ^d	11.2 ^c	13.0 ^b	15.6 ^a	0.5
Milk protein N, ³ g/d	173	180	185	177	180	5
Milk protein N, % of N intake	36.5 ^a	34.0 ^b	30.8 ^c	27.5 ^d	25.4 ^e	0.8
Urinary excretion						
Urine volume, L/d	17.3 ^{bc}	15.4 ^c	17.9 ^b	19.4 ^{ab}	21.7 ^a	1.0
Total N, g/d	113 ^e	140 ^d	180 ^c	213 ^b	257 ^a	7
Total N, % of N intake	23.8 ^e	26.6 ^d	29.8 ^c	33.2 ^b	36.2 ^a	0.9
Urea N, g/d	63 ^e	91 ^d	128 ^c	174 ^b	208 ^a	5
Urea N, % of total urinary N	55.4 ^d	64.7 ^c	72.1 ^b	81.8 ^a	81.8 ^a	1.3
Allantoin, mmol/d	286	303	315	312	315	11
Uric acid, mmol/d	29.0 ^a	29.8 ^a	26.3 ^{ab}	24.8 ^b	24.0 ^b	1.5
Purine derivatives, mmol/d	314	333	341	336	339	12
Fecal excretion						
DM, kg/d	6.50 ^a	5.65 ^c	6.03 ^{bc}	6.12 ^{ab}	6.31 ^{ab}	0.21
N, g/d	196 ^a	176 ^b	196 ^a	197 ^a	210 ^a	8
N, % of N intake	40.3 ^a	32.9 ^b	32.0 ^{bc}	30.5 ^{cd}	29.6 ^d	1.0

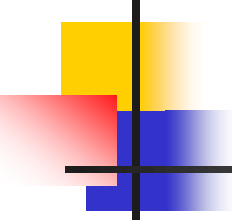
^{a-e}Means in the same rows without common superscripts differ ($P < 0.05$)

¹Probability of a significant effect of dietary CP or of a linear (L) or quadratic (Q) effect of dietary CP.

²Standard error of the least squares means.

³Milk protein N = milk true protein/6.38.

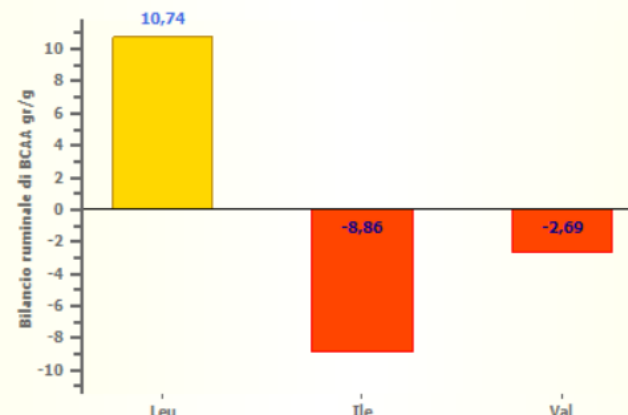
(Colmenero e Broderick, 2006)



Urea del latte:utile indicatore

- Livelli ottimali fra 18 e 24 mg/dl
- Relazione con titolo proteico della razione
- Squilibri fra energia fermentabile e azoto degradabile
- Urea alta per scarsa motilità ruminale
 - Carenza fibra «effettiva»
- Mobilitazione delle riserve muscolari
 - Deficit energetico

Stima equilibrio AA e fabbisogno isoacidi

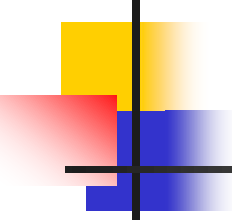


Aminoacidi Essenziali

	AA Totali dieta		Flusso duodenale			Apporti AA				Aminoacidi Metabolizzabili				Rapporti	
	Apporti	RDP	Batt.	RUP	Totali	Tessuti	Batt.	RUP	Totali	Fab.	Bilancio	% Fab.	% MP	AA:Energy	Lys:AA
	gr/giorno	gr/giorno	gr/giorno	gr/giorno	gr/giorno	gr/giorno	gr/giorno	gr/giorno	gr/giorno	gr/giorno	gr/giorno			gr/Mcal ME	rapporto
Met	93,2	41,4	60,6	51,8	112,4		44,1	39,5	83,6	74,1	9,5	112,9%	2,59	1,19	2,62
Lys	224,6	126,3	173,5	98,3	271,8		135,1	84,3	219,3	211,7	7,7	103,6%	6,80	3,11	1,00
Arg	242,8	139,8	140,8	103,0	243,9		114,6	88,7	203,4	158,2	45,1	128,5%	6,30	2,88	1,08
Thr	171,9	102,9	114,7	69,0	183,7		92,1	58,5	150,6	115,9	34,7	129,9%	4,67	2,14	1,46
Leu	352,4	202,1	164,2	150,3	314,5		123,7	126,7	250,3	281,3	-30,9	89,0%	7,76	3,55	0,88
Ile	166,1	96,8	124,3	69,3	193,6		96,8	59,0	155,8	147,0	8,8	106,0%	4,83	2,21	1,41
Val	217,6	129,1	133,7	88,5	222,2		101,5	74,9	176,4	165,1	11,3	106,8%	5,47	2,50	1,24
His	100,4	57,8	56,2	42,5	98,8		44,3	36,2	80,5	70,7	9,8	113,8%	2,49	1,14	2,73
Phe	214,1	126,0	113,8	88,0	201,8		85,0	74,7	159,7	156,2	3,5	102,3%	4,95	2,27	1,37
Trp	58,1	35,0	38,0	23,2	61,2		26,8	19,7	46,5	42,6	4,0	109,3%	1,44	0,66	4,71
BCAA	736,1	428,0	422,2	308,1	730,3		322,0	260,6	582,6						
Lis:Met															

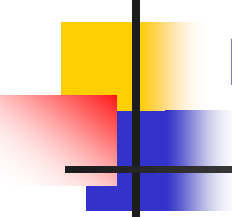


Rapporto ottimale (Produzione) 2.70:1 (2.68÷2.72)



Proteine *escape*

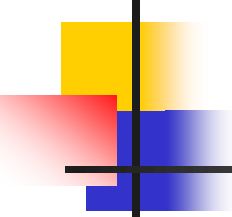
- In condizioni ottimali il contributo delle proteine microbiche copre il 50-60% dei fabbisogni
- Imperativo considerare le frazioni escape delle proteine
- Sfruttare i trattamenti tecnologici per aumentare la disponibilità di AA a livello intestinale



Extrusion effects on protein profile

Dimevet, dati non pubblicati

				Digeribilità della Proteina, % proteina		
Materia Prima	Proteina grezza	NDF	PSOL	Rumine	Escape	Totale
Sunflower FE 35%PG	30,9	32,4	9,7	52,6	47,4	63,7
Sunflower FE estruded	31,5	33,0	7,1	45,4	54,6	65,8
Sunflower FE 35%PG	38,9	25,1	13,6	62,1	37,9	77,2
Sunflower FE estruded	37,8	26,1	6,5	41,7	58,3	70,0
Soy FE	48,9	7,5	9,0	65,7	34,3	95,9
Soy FE estruded	49,6	7,8	8,7	46,1	53,9	96,7
Canola FE	38,8	23,4	12,5	59,4	40,6	88,9
Canola FE estruded	39,7	21,6	7,4	50,1	49,9	90,0



Risposte all'impiego di proteici estrusi

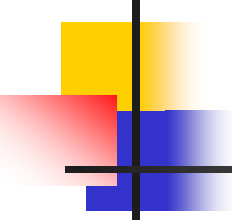
Dimevet, dati non pubblicati

Tesi	CTR	SOY	CLZ	GRS	P
Proteina razione, % ss	14.91	14.38	15.28	14.98	
Latte, kg	32.78	<u>33.94</u>	33.65	33.47	<.10
Grasso, %	3.67	3.84	3.70	3.82	<.10
Proteina, %	3.37	3.36	3.34	3.36	0.64
Urea, mg/dl	30.37 ^a	27.46 ^{ab}	25.76 ^b	27.12 ^{ab}	<.05
Ritenzione azotata, %	29.40 ^B	<u>31.06^A</u>	29.30 ^B	30.10 ^{AB}	<.01
ECM, kg	31.47 ^B	33.18 ^A	32.31 ^{AB}	32.86 ^A	<.01
ECM/DMI, kg	1.28 ^b	1.37 ^a	1.31 ^{ab}	1.35 ^{ab}	<.05

CTR: 2kg di soia fe; SOY: 2 kg di soia estrusa;

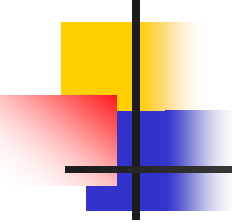
CLZ: 1kg soia FE + 1 kg colza estrusa; GRS:1kg soia FE + 1 kg girasole estruso.

Tutte le diete erano integrate con 20g di smartamina e 120 di AjiPro-L



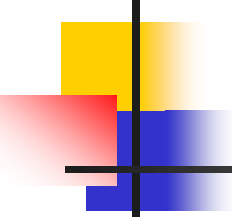
Amminoacidi rumino-protetti

- **Metionina**, è più frequentemente limitante
- **Lisina**, soprattutto utilizzando alimenti poveri e per produzioni elevate
- **Istidina**, segnalata possibile carenza in razioni a base di insilati di erba (nord Europa)
- I migliori risultati con AA si ottengono assicurando livelli adeguati di energia



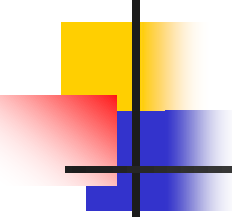
Pensare agli AA solo in lattazione?

- La bovina in transizione ha fabbisogni elevati di MP e di metionina
- La metionina è essenziale per il normale svolgimento di numerosi processi metabolici che regolano, fra l'altro, la funzionalità del fegato
- In particolare il suo ruolo, al pari di altri nutrienti, è esaltato nella fase di transizione fra l'asciutta e il parto



L'uso di AA di sintesi rumino-protetti

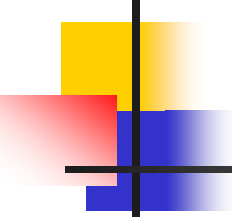
- Le prime esperienze furono condotte in Italia alla fine degli anni '80 con l'utilizzo di metionina (Formigoni, 1991)
- Rulquin (1993) in Francia diede le prime indicazioni di rapporto ottimale fra lisina e metionina
 - Met – 2.5% of PDI (MP)
 - Lis – 7.3% of PDI (MP)
 - si notò che con Lisina < 6.5% della MP c'era un calo della proteina nel latte



Effetti della metionina (10 g/capo/d.) somministrata in diverse forme sulla produzione di latte (15 -197 d. lattazione)

Gruppi		Controllo	Metionina	Metionina RP
Vacche	n°	10	10	10
Latte	Kg/d.	27.1 ^{Bb}	27.5 ^{ABb}	29.0 ^{Aa}
Grasso	%	3.01	3.26	3.18
Proteina	%	2.94	2.99	3.01
Urea	mg/dl	35.99	36.23	35.90

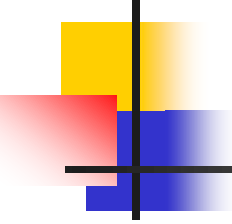
Formigoni et al., 1991



Metionina RP (10g/h./d.) and Milk Protein

Herd	Protein		
	Control	Met R.P.	P
1	3.36	3.47	<0.001
2	3.27	3.34	<0.001
3	3.13	3.20	<0.001
4	3.18	3.26	<0.001

(Masoero & Formigoni, 1994)



Risultati di 5 esperimenti con bilanciamento della razione in metionina e lisina a partire dall'asciutta

- + 2.3 kg/d latte
- + 0.09 % proteine
- + 112 g/d proteine
- + 0.10% grasso
- + 116 g/d grasso



Effetti del bilanciamento in AA delle razioni

	Controllo	Trattato	Range della risposta
DMI, kg/giorno	21.3	+ 0.5	Da 0 a 0.9
Produzione latte, kg/giorno	37.3	+ 1.7	Da 0.1 a 3.9
Proteine, %	3.1	+ 0.10	Da -0.06 a 0.29
Produzione proteine, g/giorno	1156	+ 90	Da 40 a 161
Grassi, %	3.89	+ 0.09	Da -0.03 a 0.24
Produzione di grasso, g/giorno	1432	+ 96	Da 40 a 175

Riassunto di 7 prove dove le razioni erano bilanciate per la lisina (6.83-7.09 % Proteina Metabolizzabile), e la metionina (2.13-2.30 % Proteina Metabolizzabile) e il rapporto lisina/metionina (3.1 a 1)

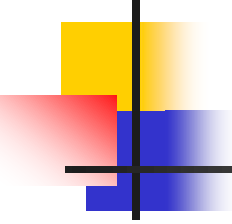
Source: Garthwaite, Schwab & Sloan, Cornell Nutrition Conference Pre-symposium (1998)

The use of rumen-protected amino acids and fibrous by-products can increase the sustainability of milk production

Tesi		HP-HS	HP-LS	LP-HS	LP-LS
Hays/straw	Kg/d	13,00	13,00	13,00	13,00
Soia Fe (40%PG) estrusa	Kg/d	2,50	2,00	0,60	0,60
Corn/sorghum flakes	Kg/d	10,00	7,00	10,00	6,50
Beet pulp/Soyhulls	Kg/d	1,50	5,00	3,40	7,00
Min_Vit	Kg/d	0,50	0,50	0,50	0,50
Smartamine	Kg/d	0,015	0,015	0,022	0,022
AjiPro-L	Kg/d	0	0	0,100	0,100
Sostanza secca	Kg/d	24,21	24,21	24,22	24,22
F:C	Kg/d	47,25	47,25	47,23	47,23
Proteina grezza	%, ss	15,4	15,6	13,0	12,9
Amido	% ss	26,8	19,8	26,9	19,7

HP & LP: high & low protein

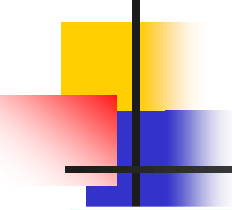
HS & LS : high & low starch



Results

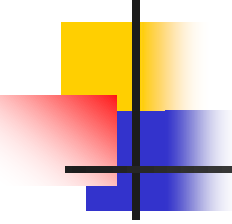
Tesi	HP-HS	HP-LS	LP-HS	LP-LS
DMI, kg/capo/d.	26,55	26,99	25,49	26,55
Water, L	173 a	163 a	142 b	151 b
Milk, kg	37.9 A	37.5 A	36.8 AB	36.0 B
Fat, %	3.64 B	3.68 AB	3.85 A	3.61 B
Protein, %	3.41	3.31	3.39	3.35
Protein, g/d	1292	1241	1247	1206
N-Efficiency, %	31,0	28.9	36,9	34,5

HP & LP: high & low protein
HS & LS : high & low starch



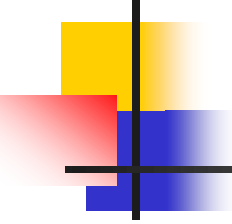
Results

Tesi	HP-HS	HP-LS	LP-HS	LP-LS
Rumination, min/d	502.9	515.1	479.2	523.7
Ruminal pH	6.06	6.04	6.09	6.03
pH< 5,5, min/d	3.22	1.01	0.84	3.29
Ruminal _NH₃, mg/dl	4,81 A	5,06 A	2,82 B	3,84 B
Milk Urea, mg/dl	26.5B	28.6A	18.5C	18.2C
TTpdNDF240D, %pdNDF240	83,2A	78,2B	71,4C	76,8B
TTStarchD, %Starch	96,9	95,2	95,4	94,1



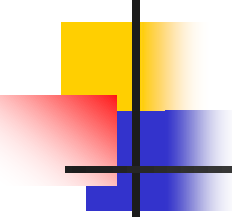
A proposito della lisina

- Può diventare più facilmente limitante per le produzioni più elevate di latte
- In relazione all'uso di foraggi e alimenti relativamente più poveri di lisina
- Quando si utilizzino razioni con titolo proteico particolarmente contenuto
- Quando le condizioni fermentative del rumine non siano ottimali



Dati della ricerca (fonte Ajipro-L)

- L'aumento del tenore in lisina da 6,3 a 6,8% della MP (da 165 a 175 g/capo/d) ha determinato
 - > produzione di latte
 - +2,4-3,4 %;
 - da 41 a 42,4 kg/d;
 - > produzione di proteina del latte
 - +4 %
 - + 50 grammi/capo/d



Effetto di Lisina e Grassatura: composizione delle diete sperimentali

Ingredienti, kg	GRS-L ⁺	GRS-L ⁻	CTR-L ⁺	CTR-L ⁻
Fieno di Medica	10.0	10.0	10.0	10.0
Paglia	2.6	2.6	2.6	2.6
Mix fibroso	5.0	5.0	5.0	5.0
Mais/Sorgo (50:50) fiocchi	10.5	10.5	10.5	10.5
Soia Fe Estrusa	2.6	2.7	2.6	2.7
Integratore	0.5	0.5	0.5	0.5
Metionina RP	0.022	0.022	0.022	0.022
<u>Lisina RP</u>	<u>0.100</u>	-	<u>0.100</u>	-
Grasso Idrogenato (C16:0)	0.500	0.500	-	-

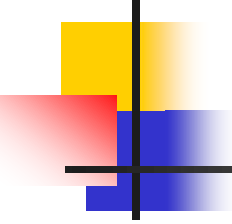
Dimevet, dati non pubblicati

Effect of RP lysine in diets balanced for Met and with different energy content

Dimevet, dati non pubblicati

Ration	Added Fat		Control		<i>p-value</i>		
	L+	L-	L+	L-	GRS	Lys	G*L
Milk, kg/d.	37.4 ^A	36.2 ^{AB}	35.4 ^B	35.8 ^{AB}	0.02	0.76	0.09
Fat, %	3.85	3.81	3.51	3.49	<.01	0.63	0.90
Fat, g/d	1448	1430	1243	1296	<.01	0.79	0.41
Protein, %	3.38	3.39	3.45	3.41	0.02	0.42	0.18
Protein, g/d	1264	1227	1221	1220	0.27	0.99	0.97
FCM 4%, kg	35.26	34.86	31.28	30.96	<.01	0.80	0.97
FCM 4%/SSI	1.31	1.29	1.18	1.21	<.01	0.87	0.51
Urea, mg/dl	22.40 ^{AB}	20.38 ^B	21.16 ^{AB}	23.22 ^A	0.43	0.98	<.05

A, B = $p \leq 0.05$



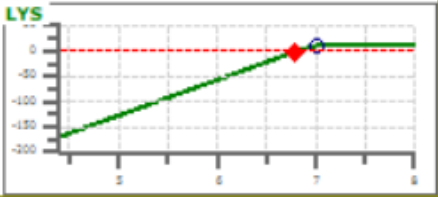
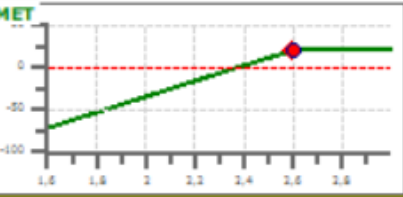
Linee guida di formulazione

- Considerare come fabbisogni ECM
 - Medi e di vacche ad alta produzione
- Lavorare per ottimizzare il contributo di AA dal ruminante senza rischiare acidosi
- Considerare fonti *escape* di valore
- Soddisfare fabbisogno in AA anche in funzione dei costi e dei sistemi di pagamento del latte
- Verifica dei risultati

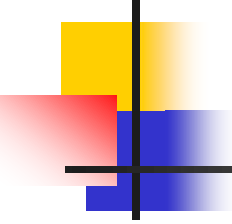
ECM da ME				45,10
ECM da MP				45,29
Met gr	83,6	9,5	112,9	2,59 %MP
Lis gr	219,3	7,7	103,6	6,80 %MP
Lis:Met		2,62:1		
Total EAA gr/g	1.526,2	103,5	107,3	47,29 %MP
Met gr/Mcal ME	1,19			1,19 opt.
Lis gr/Mcal ME	3,11	-0,09		3,20 opt.

Fibra & Carboidrati							Azoto			Aminoacidi			Lipidi & Acidi Grassi		
	kg/g	%SS	%PV		kg/g	%SS		gr	%SS		gr/Mcal	% MP		gr	%SS
aNDFom	8,686	30,75	1,28	peNDF	4,962	17,57	N	727,9		MET	1,19	2,59	EE	119,6	3,96
NDF foraggi	6,174	21,86	0,91	CHO tot.	20,119	71,23	PG	1.549,2	16,11	LYS	3,11	6,80	AGT	834,4	2,95
NDF RR	7,695		1,13	Amidi	6,926	24,52	RDP	1.680,2	9,49	HIS	1,14	2,49	RUFAL	656,5	2,32
uNDF	2,433	8,61	0,36	Zuccheri	2,173	7,69	RUP	1.869,0	6,62	EAA Totali	21,65		HR RUF	514,1	1,82
uNDF30	2,856	10,11	0,42	fCHO	12,464	44,13	fN:fCHO	34,4		EAA limitanti	5,44		C16:0	130,0	0,46
pdNDF30	5,830	20,64	0,86	fNDF	3,906	13,83	RDP:fCHO	215,0		EAA mTORC	11,97		C16:C18	0,82	
peuNDF	1,390	4,92	0,20	fStarch	4,873	17,25	RDtrueP:fC	215,0					Ω-6:Ω-3	6,69	

NCPS	Qualità latte	Rischi benessere	Adeguatezza...				
Produzione componenti		Proteine		Grasso		Resa formaggio	
	Risposte gr/g	Risposte %		Attuale	Previsioni %		
Produzione	Met	Lys	Met	Lys	% p/p	Met	Lys
Proteine totali	+22,2	-2,3	+0,037	+0,027	3,65	3,687	3,677
Proteine vere	+21,1	-2,2	+0,035	+0,025	3,47	3,506	3,497

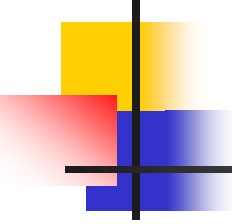


Produzione componenti	Proteine		Grasso	Resa formaggio	
	Attuale		Attesa		
	Resa %	kg	Resa %	kg	
Grana	8,68	3,39	8,64	3,66	
Cheddar	11,32	4,42	11,39	4,83	
Emmental	7,63	2,98	7,60	3,22	
Formaggi molli	17,15	6,69	16,99	7,21	
Formaggi crudi pressati	14,37	5,60	14,40	6,11	
Mozzarella	14,19	5,53	14,26	6,05	



Conclusioni

- La formulazione per bovine ad elevata produzione di latte non può prescindere dal considerare l'equilibrio in AA disponibili per:
- Ridurre l'uso di proteine
- Aumentare la produzione di materia utile del latte
- Contenere l'escrezione azotata e aumentare l'efficienza energetica della razione
- Mantenere più sani e fertili gli animali



Conclusioni

- L'utilizzo di adeguati programmi di razionamento e di analisi precise degli alimenti consente già oggi, ma ancor più in futuro, di equilibrare più precisamente gli apporti di tutti i nutrienti necessari alla ottimizzazione della salute e produttività della bovina