

# Nutri Forum 23

**Nuevas oportunidades para la nutrición de precisión. La carta de los aminoácidos.**

*Andrea Formigoni*  
*andrea.formigoni@unibo.it*  
*Università di Bologna*



# Nutri Forum

23  19 &  20  
ABRIL



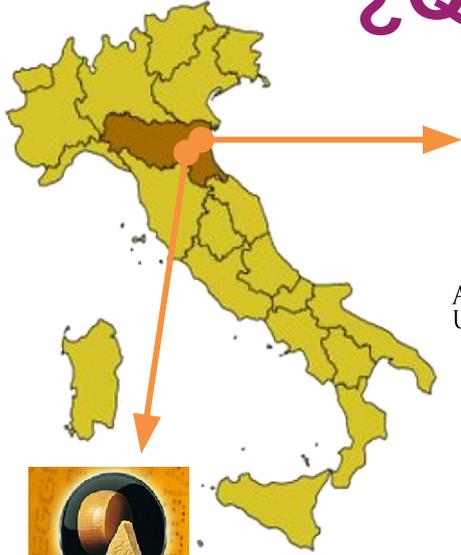
Nuevas oportunidades  
para la nutrición de  
precisión. La carta de  
los aminoácidos.

*Andrea Formigoni*

*[andrea.formigoni@unibo.it](mailto:andrea.formigoni@unibo.it)*

*Università di Bologna*

# ¿Quienes somos?



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



# Registro diario de datos

- Peso vivo
- Producción de leche y composición.
  - **Robot de ordeño**
- Movimiento y tiempo de descanso.
- Tiempo de rumia (Allflex\_RuminAct)
- pH ruminal (Smaxtech)
- Temperatura y humedad ambiental.



# Introducción

- ✓ El progreso en la producción de vacuno lechero en los últimos años ha sido impresionante.
- ✓ Progreso genético
  - ✓ **Genómica**
- ✓ Bienestar y gestión.
  - ✓ **Contención de stress y procesos inflamatorios.**
- ✓ Sistemas analíticos del alimento y de la leche.
  - ✓ **Rápidos, precisos, a un precio razonable.**
- ✓ Software de racionamiento
  - ✓ **+ Dinamico vs Estático**



# Evolución Productiva Frisona Italiana

Año	Nº granjas	Nº vacas	leche, kg	Grasa, %	Grasa, kg	Proteína, %	Proteína, kg
2010	13.164	1.113.859	9125	3,70	337,6	3,36	306,6
2015	11.477	1.095.575	9582	3,66	350,7	3,27	313,3
2022	9.280	1.148.844	10786	3,85	415,3	3,35	361,3



# Producción de Leche y Queso en Italia

- ✓ Italia produce el **9,4%** de la leche de UE y representa el **5,7%** de las exportaciones de productos lácteos de la UE, en euros.
- ✓ 73% de la producción de leche se destina a la producción de queso.
- ✓ 50% son Denominación de Origen Protegida (PDO)



		Produzioni di formaggi italiani DOP Tonnellate						
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	± su 2020
<a href="#"><u>Grana Padano</u></a>	V	185.873	190.353	190.558	199.292	203.606	203.290	-0,16%
<a href="#"><u>Parmigiano Reggiano</u></a>	V	139.685	147.125	147.692	149.857	157.482	163.647	+3,91%
<a href="#"><u>Gorgonzola</u></a>	V	54.974	56.793	58.192	60.309	61.205	63.106	+3,11%



# Impacto económico de la caseína en la producción de Queso Grana

Leche	Proteína	Caseína	Queso	Retorno (*)	Precio de la leche
kg/d	g/kg	g/giorno	kg/giorno	€/vacca	€/kg
33	30	762,3	2,401	16,8	0,51
33	31	787,71	2,481	17,4	0,53
33	32	813,12	2,561	17,9	0,54
33	33	838,53	2,641	18,5	0,56
33	34	863,94	2,721	19,0	0,58
33	35	889,35	2,801	19,6	0,59

(\*) Valor del queso. 7€/kg



# La carta de los aminoácidos: Qué oportunidades

- ✓ Reducción del uso de proteína de la ración
  - ✓ Menor coste
  - ✓ Reducción de emisiones contaminantes
    - ✓ Óxido nitroso y amoníaco
- ✓ Mejora la eficiencia metabólica
  - ✓ AA son nutrientes limitantes para el funcionamiento hepático y la inmunidad
- ✓ Aumento de la producción de materia útil
  - ✓ Caseína y Grasa



# ¿Qué problemas hay para el uso preciso de AA protegidos en el rumen?

- ✓ Estimación del aporte del rumen
- ✓ Estimación de la contribución de fuentes de escape
- ✓ Estimación de la digestibilidad
- ✓ Estimación de la eficiencia de uso
  - ✓ Equilibrio entre AA esenciales y no esenciales
  - ✓ Interacciones con otros nutrientes
  - ✓ Energía



# Nutrición nitrogenada: puntos importantes

- ✓ La vaca utiliza aminoácidos (AA) para satisfacer sus necesidades
- ✓ La eficiencia máxima del uso de AA depende de la disponibilidad de energía
- ✓ ¿Qué fuentes de AA?
  - ✓ **Proteínas recién formadas en el rumen**
  - ✓ **Proteínas alimentarias en intestino (proteína de escape)**
  - ✓ **Reservas musculares**
  - ✓ **AA sintéticos protegidos en el rumen**



# Proteína microbiana

- ✓ Todos los sistemas de racionamiento se basan en la evaluación de la disponibilidad de energía a partir de carbohidratos (fibras, azúcares y almidones) y nitrógeno (péptidos, amoníaco) aportados por los alimentos en la ración.
- ✓ Diferentes enfoques para la evaluación de la degradabilidad y de la cantidad de cuotas degradables y escapadas
- ✓ **Importante, la evaluación de kd y kp**



# Estimación de la proteína microbiana ruminal (CNCPS, NORFOR, INRA)

- ✓ Los alimentos aportan diferentes fracciones de Hidratos de Carbono y Proteínas
- ✓ Cada fracción de cada alimento tiene diferentes valores de degradabilidad (kd) a menudo determinados por análisis
- ✓ Cada fracción tiene tasas de paso (kp) específicas para el modelo
- ✓ Forrajes, concentrados, fracciones solubles
- ✓ Diversos problemas debido a los numerosos análisis necesarios y a los factores de variación de kp



# Ecuaciones de estimación de la proteína microbiana ruminal (NASEM 2021)

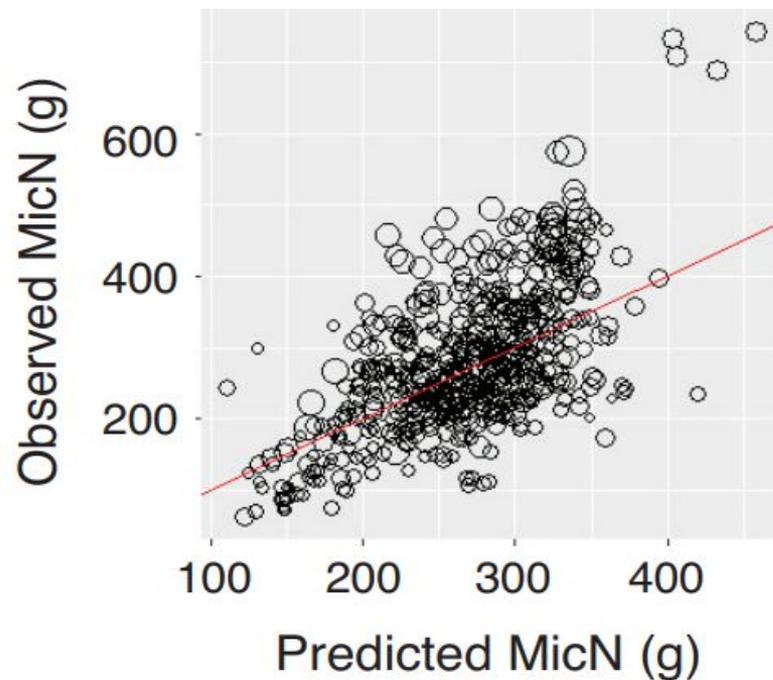
- ✓ En NASEM la estimación se realiza considerando un enfoque que tiene en cuenta la ración total y no los alimentos individuales
  - ✓ PB: > 15% MS
  - ✓ RDP: mín. 10-12% MS
  - ✓ Almidón: < 26-27% MS



$$\text{Microbial N (g/d)} = [\beta_0 + (\beta_1 \times \text{RDP})] / [(1 + \beta_2/\text{RDNDF}) \times (1 + \beta_3/\text{RDS})]$$

(Equation 6-3)

# Predicción de la Proteína Microbiana NASEM 2021



# Optimizar la síntesis ruminal

- ✓ **Para una máxima eficiencia, son importantes el consumo de alimento, la consistencia del consumo de alimento y la estabilidad de la fermentación en el rumen (pH).**
  - ✓ Disponibilidad de alimentos y falta de selección en TMR
  - ✓ Ingesta adecuada de fibra para la rumia
  - ✓ fNDF y paNDF
  - ✓ Equilibrio entre rd-FDN, rd-Almidón, rd-azúcares y rd-proteínas y N



# Fibra

- ✓ La aNDFom de los alimentos se dividen en potencialmente degradables (pNDFom) y no degradables (uNDF240h)
- ✓ Los forrajes con aNDFom más rápidamente degradables estimulan la ingestión de materia seca y mantienen mejores condiciones de fermentación en el rumen
  - ✓ Aumento de la producción de proteínas microbianas.
- ✓ fNDF considerado el primer factor de control del pH ruminal





# Almidón

- ✓ Componentes importantes de las raciones.
  - ✓ Estimulan el crecimiento bacteriano y aportan glucosa intestinal
  - ✓ Fermentabilidad variable según el origen, el sistema de conservación y los tratamientos tecnológicos
  - ✓ Difícil de evaluar analíticamente.
- ✓ Exceso crea problemas...
  - ✓ Nivel total: < 26-28% ?
  - ✓ Degradable: < 18-20% ?
  - ✓ Escape: 8-10%



TABLE 5-1 Recommended Minimum Forage and Total NDF and Maximum Starch Concentration of Diets for Lactating Cows When a Diet Is Fed as a TMR, the Forage Has Adequate Particle Size, and Dry Ground Corn Is the Predominant Starch Source

Minimum fNDF	Minimum Total NDF	Maximum Starch
19	25	30
18	27	28
17	29	26
16	31	24
15	33	22



# Papel de los azúcares (Emanuele et al., 2014)

Parámetro	% óptimo de azúcares en la ración	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



# ¿Cuales son los indicadores del buen funcionamiento ruminal?

- ✓ Ingestión (cantidad y consistencia)
- ✓ tiempos de rumiación
  - ✓ **>480-500 min/día**
- ✓ Urea en la leche (?)
  - ✓ **< 20-24 mg/dl**
- ✓ Composición de heces
  - ✓ **pdNDF residuo < 20%**
  - ✓ **Almidón residuo <2-3%**



# La vaca usa AA y no proteínas: ¿son todas iguales?

- ✓ Los AA se clasifican en esenciales y no esenciales
- ✓ Las proteínas de origen bacteriano son ricas en todos los AA esenciales, pero para producciones altas (conocidas desde hace algún tiempo), la metionina, la lisina y la histidina pueden ser limitantes.
- ✓ Hay un problema de cantidad y relación óptima entre ellos y con la energía total disponible



## L'integrazione con AA

- ✓ Las primeras experiencias se realizaron en Italia a finales de los años 80 con el uso de metionina (Formigoni et al., 1991)
- ✓ Rulquin (1993) en Francia dio las primeras indicaciones de una relación óptima entre lisina y metionina

Met – 2.5% of PDI (MP)

Lis – 7.3% of PDI (MP)



## Prueba de campo en Italia

Rebaño	Proteína		
	Control	Met R.P.	P
<b>1</b>	<b>3.36</b>	<b>3.47</b>	<0.001
<b>2</b>	<b>3.27</b>	<b>3.34</b>	<0.001
<b>3</b>	<b>3.13</b>	<b>3.20</b>	<0.001
<b>4</b>	<b>3.18</b>	<b>3.26</b>	<0.001



(Masoero & Formigoni, 1994)

# Nutrición AA: efectos

	Control	Tratamiento	Rango de la respuesta
<b>DMI, kg/día</b>	<b>21.3</b>	<b>+ 0.5</b>	<b>Da 0 a 0.9</b>
<b>Producción de leche, kg/día</b>	<b>37.3</b>	<b>+ 1.7</b>	<b>Da 0.1 a 3.9</b>
<b>Proteína, %</b>	<b>3.1</b>	<b>+ 0.10</b>	<b>Da -0.06 a 0.29</b>
<b>Producción de proteína, g/día</b>	<b>1156</b>	<b>+ 90</b>	<b>Da 40 a 161</b>
<b>Grasa , %</b>	<b>3.89</b>	<b>+ 0.09</b>	<b>Da -0.03 a 0.24</b>
<b>Producción de grasa, g/día</b>	<b>1432</b>	<b>+ 96</b>	<b>Da 40 a 175</b>

Resumen de 7 ensayos donde las raciones fueron ajustadas para lisina (6.83-7.09 % Proteína Metabolizable) y metionina (2.13-2.30 % Proteína Metabolizable) y la proporción lisina/metionina (3,1 a 1)

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



# Nutrición AA en transición: efectos

- + 2.3 kg/d leche
- + 0.09 % proteína
- + 112 g/d proteína
- + 0.10% grasa
- + 116 g/d grasa



Garthwaite et al. (1998)

## CNCPS 6.5

- ✓ Van Amburgh et al., (2015), para obtener la máxima producción de proteína láctea, han propuesto formular raciones que tengan en cuenta la relación entre lisina y metionina y la energía de la ración
- ✓ Lis: 3,03g/Mcal de EM y Met: 1,14g/Mcal de EM
- ✓ Lys: 7,0% MP y Met: 2,68 MP



**TABLE 6-5 Example of Adequate EAA Supplies for a Mature Nonpregnant Cow (650 kg BW) Consuming 26 kg/d of a Diet with 34 Percent NDF with Graded MPY, Based on Target Efficiencies in Table 6-4**

MPY, g/d	g/d									
	His	Ile	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Trp	Val	MP
1,000	55	112	187	159	50	117	110	26	125	2,122
1,200	63	130	216	183	58	134	124	30	144	2,411
1,400	71	147	245	208	67	152	139	34	162	2,701
MPY, g/d	% MP									
	His	Ile	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Trp	Val	MP
1,000	2.60	5.29	8.83	7.48	2.35	5.51	5.19	1.23	5.89	—
1,200	2.61	5.37	8.97	7.60	2.42	5.57	5.16	1.24	5.96	—
1,400	2.62	5.44	9.08	7.69	2.46	5.63	5.14	1.25	6.01	—



**NASEM 2021**

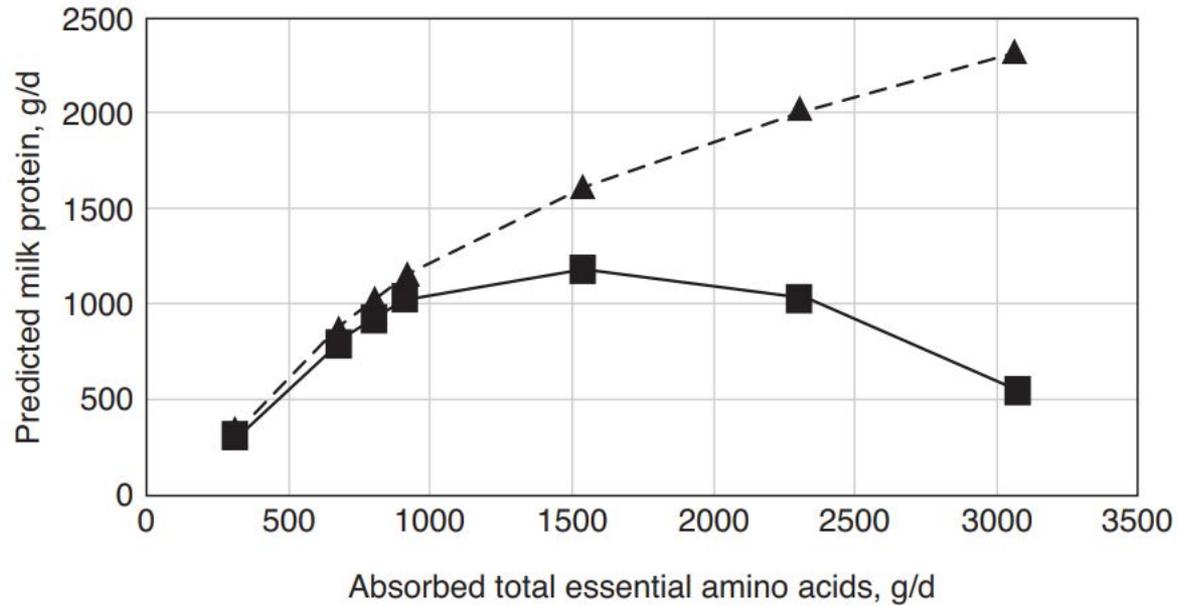
## NASEM 2021: Ecuación "básica" para predecir la cantidad de proteína en la leche

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

- ✓ También se aplican factores de corrección que tienen potencial genético (quadrating scaling factors) basados en el potencial de producción de proteínas en la lactación.



# Posibles respuestas según el potencial genético de las vacas



# Equilibrio de AA y reducción del contenido proteico en las raciones: consideraciones

- ✓ Numerosas experiencias alentadoras
  - ✓ Los riesgos de rebajar en exceso las proteínas de la ración están ligados a:
    - ✓ Deficiencia de nitrógeno para las bacterias del rumen con reducción de la digestibilidad de la fibra, disponibilidad de proteínas metabolizables, ingestión y, en última instancia, producción
- ¿Hay un límite?



# Reducción del contenido proteico en las raciones e impacto ambiental

Leche	% PB, inicio	% PB, final	N inicial, g/vaca/d	N final, g/vaca/d	$\Delta$ , %	N, reducción, Kg/año
22,7	16,0	14,9	358	323	-9,7	12,8
29,5	16,3	14,9	319	282	-11,5	13,5
29,5	20,5	16,0	510	362	-29,0	54,1
34,1	17,1	16,0	385	344	-10,6	15,0
33,6	19,0	16,2	465	379	-20,4	34,3
39,0	17,4	16,5	456	423	-7,2	12,1
39,5	16,7	15,7	424	345	-18,6	28,9
34,1	16,9	16,2	422	400	-5,2	8,0
<b>32,7</b>	<b>17,5</b>	<b>15,8</b>	<b>417,4</b>	<b>357,3</b>	<b>-14,0</b>	<b>22,3</b>



(Chase, 2018, CNC)



J. Dairy Sci. 106:1826–1836

<https://doi.org/10.3168/jds.2022-22019>

© 2023, The Authors. Published by Elsevier Inc. and Fass Inc. on behalf of the American Dairy Science Association®. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## Balancing dairy cattle diets for rumen nitrogen and methionine or all essential amino acids relative to metabolizable energy

R. J. Higgs,<sup>1</sup> L. E. Chase,<sup>2</sup> C. G. Schwab,<sup>3,4</sup> B. Sloan,<sup>5</sup> D. Luchini,<sup>5</sup> P. A. LaPierre,<sup>2</sup>   
and M. E. Van Amburgh<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Cashmere, Christchurch, New Zealand 8022

<sup>2</sup>Department of Animal Science, Cornell University, Ithaca, NY 14853

<sup>3</sup>Schwab Consulting LLC, 105 Doc Mac Drive, Boscobel, WI 53805

<sup>4</sup>Department of Animal Science, University of New Hampshire, Durham 03824

<sup>5</sup>Adisseo North America, Alpharetta, GA 30022



**Table 1.** Ingredients and chemical composition of diets balancing methionine or all EAA

Item	Diet <sup>1</sup>			
	Base	Base + M	Base + MU	Positive
Ingredient, % DM				
Corn silage	47.0	46.5	46.8	46.1
Grass hay	8.53	8.53	8.42	8.46
Corn grain, ground fine	15.7	15.8	15.7	15.1
Corn gluten feed	8.69	8.75	8.66	7.07
Soybean meal	6.21	6.25	6.18	7.89
Soyhulls	2.07	2.08	2.06	2.10
SoyPlus <sup>2</sup>	2.07	2.08	2.06	4.11
Dried molasses	2.07	2.08	2.06	1.20
NutraCor <sup>3</sup>	1.90	1.92	1.90	1.64
Urea	0.08	0.08	0.52	0.12
AjiPro-L <sup>4</sup>	0.10	0.10	0.09	—
Smartamine M <sup>5</sup>	—	0.08	0.08	0.09
Blood meal <sup>6</sup>	1.66	1.67	1.65	2.18
Minerals and vitamins <sup>7</sup>	3.92	4.05	3.91	3.88
Chemical component, <sup>8</sup> % DM				
DM, %	47.3	48.1	49.1	48.8
CP	13.5	13.6	14.6	15.6
Soluble protein, % CP	38.8	38.6	38.8	37.8
Ammonia, % SP	7.5	7.5	7.9	7.4
ADICP, % CP	8.6	8.6	8.5	8.3
NDICP, % CP	12.1	12.1	11.9	12.0
Acetic acid	1.1	1.1	1.1	1.1
Propionic acid	0.1	0.0	0.0	0.0
Lactic acid	2.5	2.5	2.5	2.5
Water-soluble carbohydrate	4.7	4.7	4.6	4.4
Starch	31.9	31.9	31.5	30.9
Soluble fiber	4.5	4.5	4.4	4.5
ADF	16.6	16.5	16.4	16.5
NDF	29.7	29.6	29.3	29.3
Lignin, % NDF	10.2	10.2	10.1	10.3
—NDF, % NDF	21.5	21.4	21.2	21.5



**Table 4.** Effects of balancing methionine or all EAA on milk production, intake, BW, and BCS

Item	Diet <sup>1</sup>				SEM	Probability <sup>2</sup>	
	Base	Base + M	Base + MU	Positive		Diet	Diet × time
Intake and milk production, kg/d							
DMI	24.1 <sup>x</sup>	24.1 <sup>x</sup>	24.7 <sup>y</sup>	24.6 <sup>xy</sup>	0.2	0.03	<0.01
N intake, g/d	522 <sup>a</sup>	532 <sup>a</sup>	582 <sup>b</sup>	615 <sup>c</sup>	13.2	<0.01	0.56
Milk yield	39.4 <sup>a</sup>	39.7 <sup>a</sup>	39.9 <sup>a</sup>	41.1 <sup>b</sup>	0.4	0.01	0.06
ECM yield <sup>3</sup>	38.1 <sup>a</sup>	38.7 <sup>a</sup>	39.4 <sup>ab</sup>	41.0 <sup>b</sup>	0.5	0.01	0.54
True protein yield	1.10 <sup>a</sup>	1.14 <sup>ab</sup>	1.14 <sup>ab</sup>	1.18 <sup>b</sup>	0.02	0.02	0.03
Fat yield	1.26 <sup>a</sup>	1.28 <sup>a,x</sup>	1.31 <sup>ab</sup>	1.39 <sup>by</sup>	0.03	0.04	0.34
Lactose yield	1.89	1.92	1.93	1.99	0.04	0.22	0.07
Milk composition, %							
True protein	2.90 <sup>a</sup>	2.95 <sup>ab</sup>	2.97 <sup>b</sup>	2.99 <sup>b</sup>	0.08	0.01	0.42
Fat	3.25	3.25	3.31	3.48	0.10	0.28	0.24
Lactose	4.84 <sup>xy</sup>	4.83 <sup>x</sup>	4.84 <sup>xy</sup>	4.85 <sup>y</sup>	0.01	0.06	0.98
MUN, mg/dL	6.6 <sup>a</sup>	7.1 <sup>a</sup>	8.6 <sup>b</sup>	10.0 <sup>c</sup>	0.16	<0.01	<0.01
BW and condition							
BW, kg	633	636	638	633	3.7	0.70	<0.01
BW change, kg/wk	0.28	0.29	0.34	0.29	0.07	0.94	<0.01
BCS, 1–5 scale	3.06	3.07	3.09	3.09	0.02	0.18	—
PUN, <sup>4</sup> mg/dL	5.9 <sup>a</sup>	5.7 <sup>a</sup>	8.5 <sup>b</sup>	8.7 <sup>b</sup>	0.54	<0.01	0.36

<sup>a,b</sup>Within a row, values with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

<sup>x,y</sup>Within a row, values with different superscripts tend to differ significantly ( $0.05 \leq P < 0.10$ ).

<sup>1</sup>Base = balanced for ME (assuming 45 kg of ECM), but limited in MP, methionine and rumen N; Base + M = balanced for ME and methionine but limited in MP and rumen N; Base + MU = balanced for ME, methionine, with adequate rumen N, but limited in MP; Positive = balanced for ME, MP, all EAA, and adequate rumen N.

<sup>2</sup>The main effect of time was significant ( $P < 0.01$ ) for all items and is omitted from the table.

<sup>3</sup>Estimated according to Tyrrell and Reid (1965).

<sup>4</sup>PUN = plasma urea N.



# Alimentación de precisión: equilibrado de aminoácidos en vacas lecheras, con robot de ordeño, alimentadas con dos niveles distintos de proteína bruta en la dieta.

- ✓ Ración formulada con NDS
- ✓ Proteína bruta en PMR: de 17,2 a 16.0%
- ✓ Smartamine ®, 18g/d e AjiPro®L, 39g/d
- ✓ En pienso de Robot con 20% PB vs 15% PB con Metasmart® 0,2%
- ✓ Sin diferencia entre grupos: ahorro significativo de proteínas.



Mammi et al., 2023 non publicato

# Estimación de la eficiencia del nitrógeno

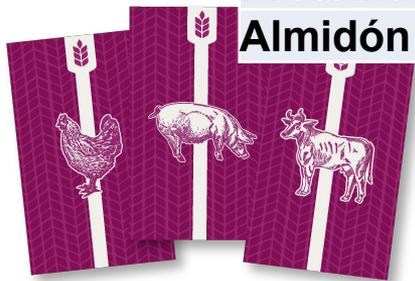
Ingesta	kg/ss/d	24,1	24,1	24,7	24,6
Proteína de la dieta	%, ss	13,5	13,6	14,6	15,6
Leche	kg/d	39,4	39,7	39,9	41,1
Proteína	%	2,90	2,95	2,97	2,99
Emisión de nitrógeno	g/d	336	336	386	416
Intensidad de la emisión	N_emitido/kg leche, g/d	8,5	8,5	9,7	10,1
Eficiencia	N_Leche/N_consumido, %	34,40	35,00	32,19	31,37



Elaborazione dati da Higgs et al., JDS,2023

# Efecto del nivel de proteína y las fuentes de CHO

Tesis		HP-HS	HP-LS	LP-HS	LP-LS
Heno	Kg/d	13,00	13,00	13,00	13,00
Harina de soja (40%PB) extr	Kg/d	2,50	2,00	0,60	0,60
Maíz/sorgo copos	Kg/d	10,00	7,00	10,00	6,50
Pulpa remolacha/Cascarilla Soja	Kg/d	1,50	5,00	3,30	6,80
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
Sustancia seca	Kg/d	24,21	24,21	24,22	24,22
F:C	Kg/d	47,25	47,25	47,23	47,23
Proteína bruta	%, ss	15,4	15,6	13,0	12,9
Almidón	% ss	26,8	19,8	26,9	19,7



HP & LP: alta & baja proteína  
HS & LS : alto & bajo almidón

UNIBO, unpublished)

# Resultados

Tesis	HP-HS	HP-LS	LP-HS	LP-LS
IMS, kg/animal/d.	26,55	26,99	25,49	26,55
Agua, L	173 a	163 a	142 b	151 b
Leche, kg	37.9 A	37.5 A	36.8 AB	36.0 B
Grasa, %	3.64 B	3.68 AB	3.85 A	3.61 B
Proteína, %	3.41	3.31	3.39	3.35
Proteína, g/d	1292	1241	1247	1206
Eficiencia nitrógeno, %	31,0	28.9	36,9	34,5
Nivel de emisiones	11,1	12,5	9,0	9,8

UNIBO, unpublished)

HP & LP: alta & baja proteína  
 HS & LS : alto & bajo almidón



# Resultados

<b>Tesis</b>	<b>HP-HS</b>	<b>HP-LS</b>	<b>LP-HS</b>	<b>LP-LS</b>
Rumia, min/d	502.9	515.1	479.2	523.7
pH ruminal	6.06	6.04	6.09	6.03
pH < 5,5, min/d	3.22	1.01	0.84	3.29
NH <sub>3</sub> ruminal	4,81 A	5,06 A	2,82 B	3,84 B
Urea leche, mg/dl	26.5B	28.6A	18.5C	18.2C
TTpdNDF240D, %pdNDF240	83,2A	78,2B	71,4C	76,8B
TTAlmidónD, %Almidón	96,9	95,2	95,4	94,1



# Conclusiones

- ✓ El uso de raciones caracterizadas por alta ingestión (>25kg/d) permite reducir el % de proteína bruta de la ración entre un 15-15,5% sin penalizar la producción si se equilibra por AA limitantes
- ✓ La urea de la leche puede ser un indicador interesante del nivel de NH<sub>3</sub> en el líquido ruminal rumen
- ✓ 20-24 mg/dl en leche = 5-6 mg/dl en líquido



# Conclusiones

- ✓ El uso de análisis precisos de los alimentos, y programas de racionamiento adecuados permite hoy, y aún más en el futuro, equilibrar con mayor precisión el aporte de todos los nutrientes, incluidos los aminoácidos.



# Conclusiones

- ✓ La formulación para vacas de alta producción lechera no puede ignorar el balance de AA disponibles para:
  - ✓ Reducir el uso de proteínas.
  - ✓ Contener la excreción de nitrógeno y aumentar la eficiencia energética de la ración
  - ✓ Aumentar la producción de materia útil.
  - ✓ Mantener a los animales más sanos y fértiles



# Gracias ....preguntas?

 Stalla Università di Bologna

 stalladidattica\_unibo

