PROCEEDING

SEMINARIO

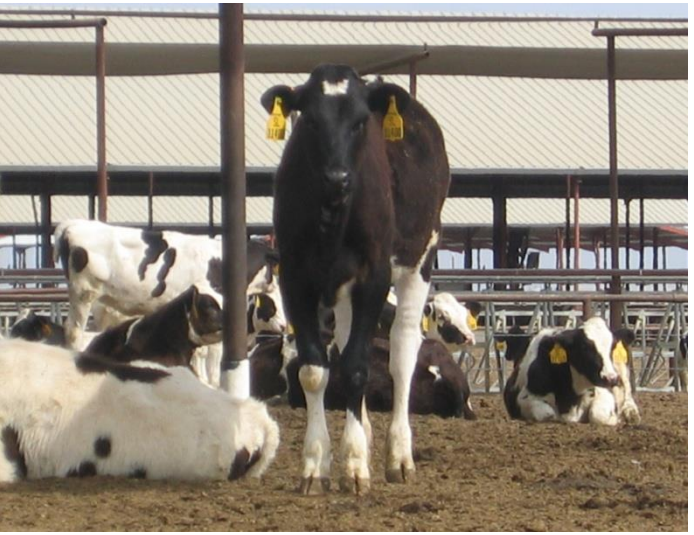
RUM&N e RUMINANTIA®

CREMONA 20 Aprile 2017

Il bilancio azotato nella vacca da latte: eccessi e carenze e loro ripercussioni su produzione, salute, fertilità ed ambiente.

PRIFYSGOL ABERYSTWYTH UNIVERSITY

Nitrogen balance and use efficiency in dairy cattle.



Andreas Foskolos, PhD
Research Fellow in Ruminant Livestock Modelling
anf20@aber.ac.uk
+44 1970 823067

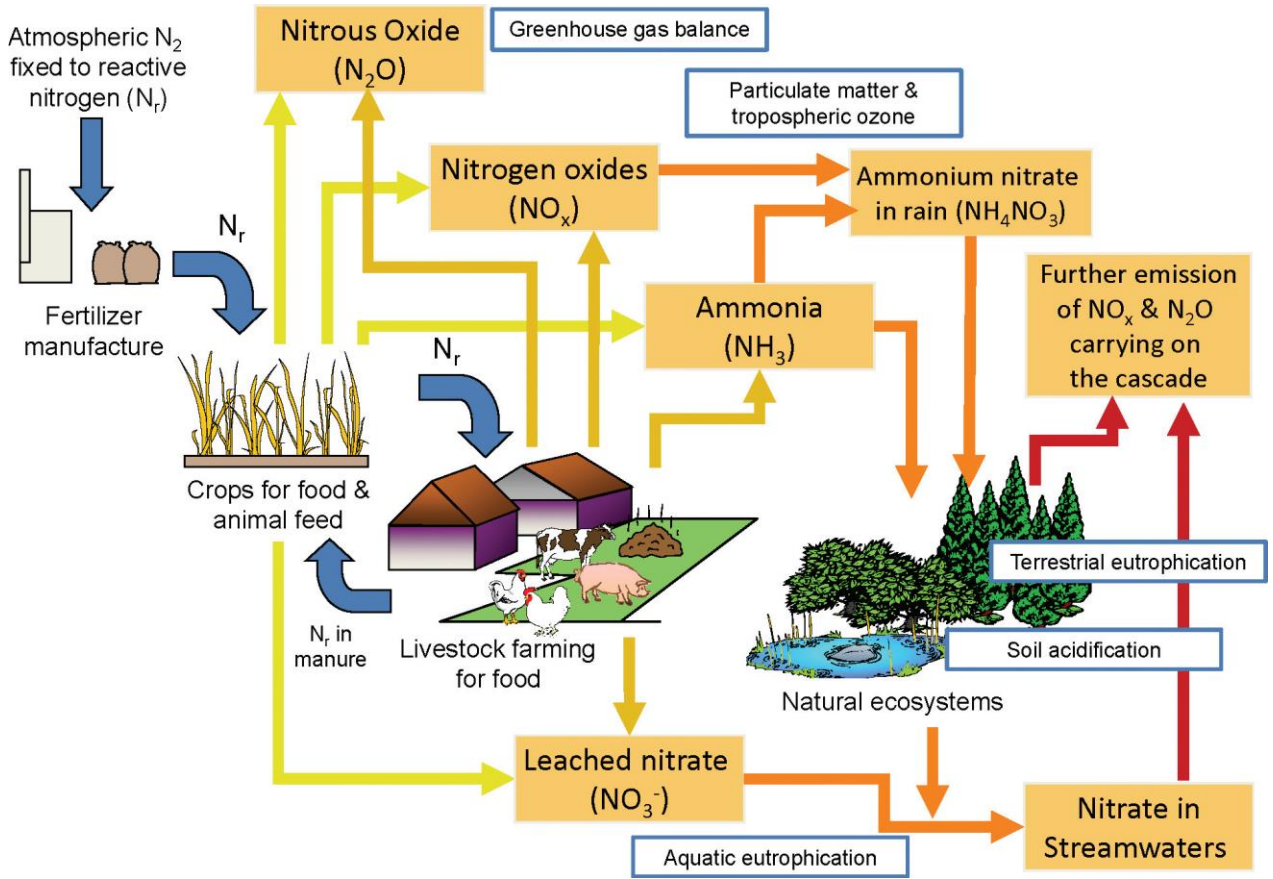
Environmental Issue

increasing public awareness

challenge

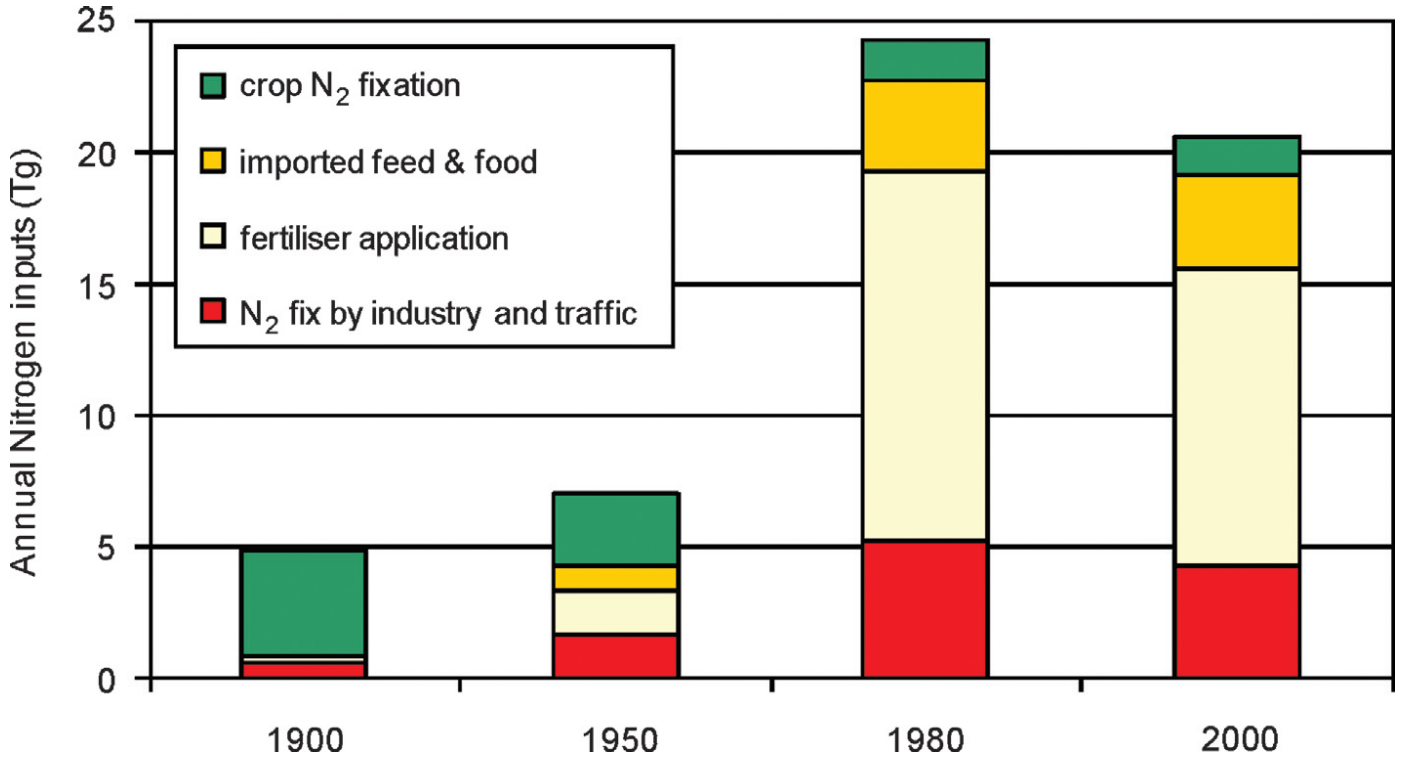
responsible way

N cascade



Environmental Issue

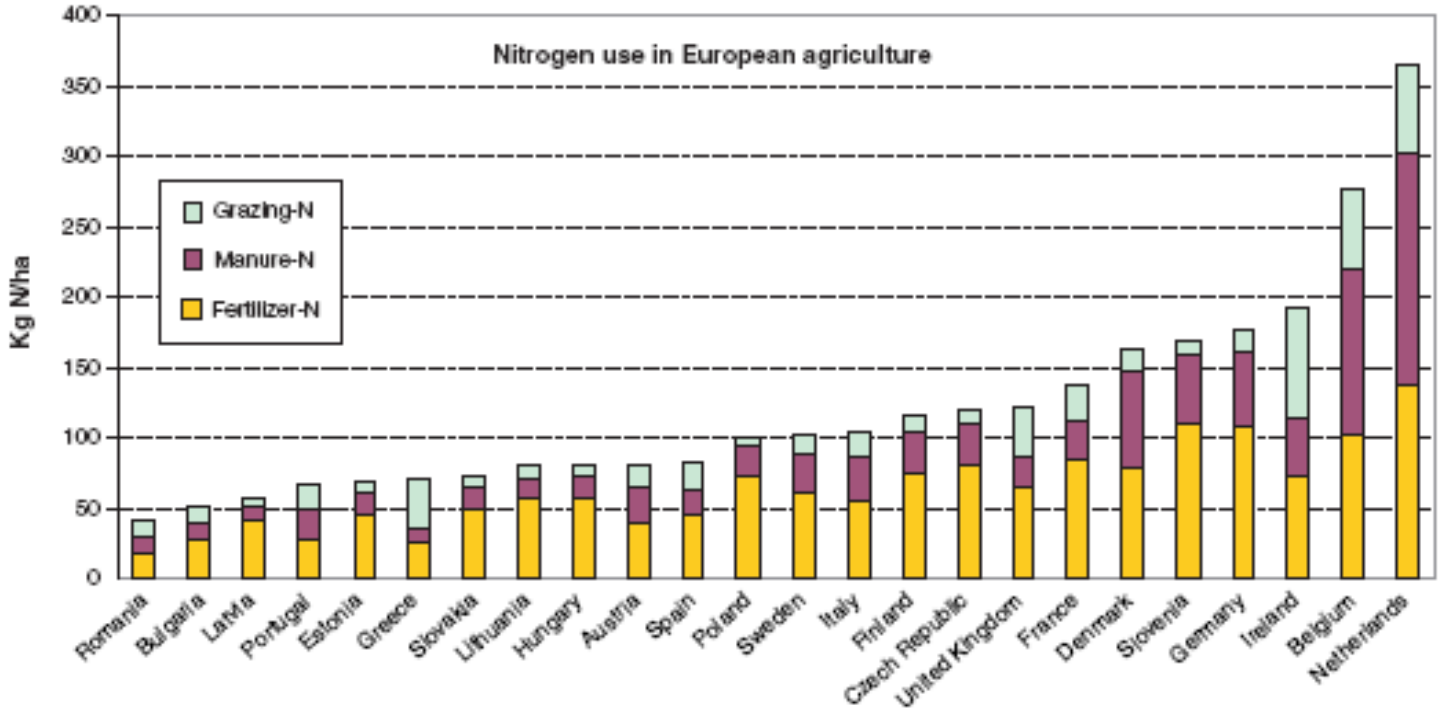
- Agriculture accounts for **78%** of total N entering the ecosystem



Sutton et al. (2011): European N assessment

Environmental Issue

- Agriculture accounts for **78%** of total N entering the ecosystem



- European N assessment (2011):

  Increase in the **efficiency of N use** is a key action

Nitrogen use efficiency

$$\text{N use efficiency} = \frac{N_{Output}}{N_{Supply}}$$

- System / Farm $N_{Output} = N_{Milk}, N_{Meat}, N_{Live\ animals}, N_{Crops}, N_{Manure}$

  $N_{Supply} = N_{Feed}, N_{BNF}, N_{fertilizers}$

Nitrogen use efficiency

$$\text{N use efficiency} = \frac{N_{Output}}{N_{Supply}}$$

- System / Farm
- Herd
- Animal

Productive Goals →

$N_{Output} = N_{Milk}, N_{Meat}, N_{Live\ animals}$

$N_{Supply} = N_{Feed}$

$$\text{MNE} = \frac{N_{Milk}}{N_{Intake}}$$

Strategies to increase N use efficiency

- System-oriented
  - Low input systems
  - Legislation to control fertilizer application
  - Manure management

- Animal-oriented
  - MNE = N milk / N intake

  - Overall Nitrogen efficiency ?

Cattle N use efficiency (CNE)

Heifer Growth

Heifer Mortality

Pregnancy

Cattle Culling

Disease and Fertility

Milk Production

Cattle N use efficiency (CNE)

- Heifer Growth
- Heifer Mortality
- Pregnancy
- Cattle Culling
- Disease and Fertility
- Milk Production

→ NRC (2001): maintenance feeding level

- Weaning
- BW 100 kg
- 1st service
- 1st calving

Cattle N use efficiency (CNE)

- Heifer Growth
- Heifer Mortality
- Pregnancy
- Cattle Culling
- Disease and Fertility
- Milk Production

→ NRC (2001): maintenance feeding level

- Weaning
- BW 100 kg
- 1st service
- 1st calving

→ Sold rate constant

Cattle N use efficiency (CNE)

Heifer Growth

Heifer Mortality

Pregnancy

Cattle Culling

Disease and Fertility

Milk Production

Opportunity losses:

milk losses caused by diseases, disorders or sub-optimal fertility compared with full productivity from healthy cows

- Health management index (UK)
  - Perinatal mortality
  - Retained placenta
  - Milk fever
  - Mastitis
  - Lameness
  - Fertility: Calving interval (CI)

Cattle N use efficiency (CNE)

Heifer Growth

Heifer Mortality

Pregnancy

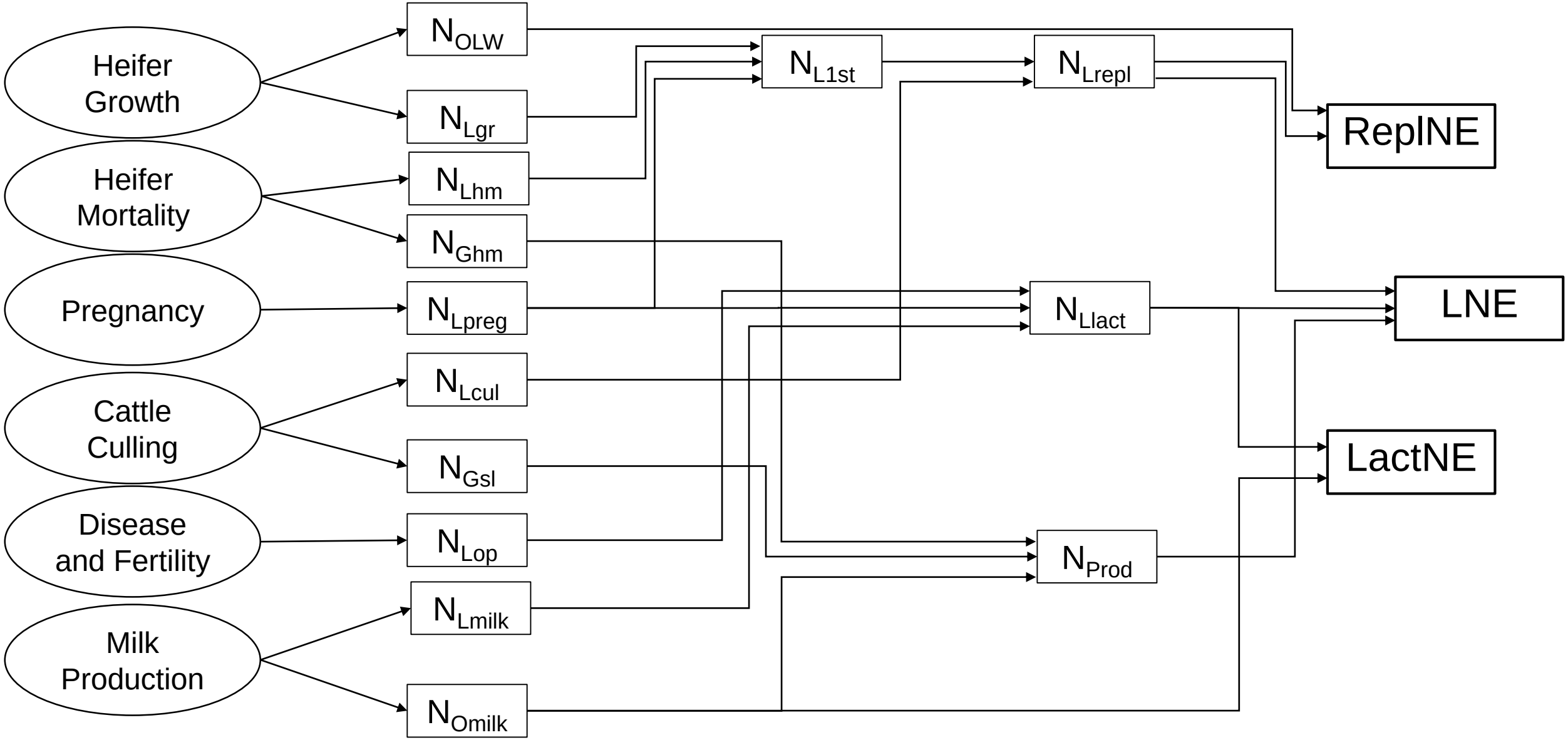
Cattle Culling

Disease and Fertility

Milk Production

→ MNE as an input

Cattle N use efficiency (CNE)



Cattle N use efficiency (CNE)

$$\boxed{\text{ReplNE}} = \frac{N_{OLW}}{N_{OLW} + N_{Lrepl}}$$

$$\boxed{\text{LNE}} = \frac{N_{Prod}}{N_{Prod} + N_{Lrepl} + N_{Llact}}$$

$$\boxed{\text{LactNE}} = \frac{N_{Omilk}}{N_{Omilk} + N_{Llact}}$$

Cattle N use efficiency (CNE)

- Sensitivity Analysis / Monte Carlo simulation

Literature: variation

Body Weight (Birth, 1st Service, 1st Calving)

Time (weaning, 1st Service, 1st Calving)

Mortality (pre-weaning and post weaning till 1st calving)

Cattle culling rate

Calving interval - Disease index (opportunity loss)

Sold rates (dead vs meat)

Body Weight (Birth, 1st Service, 1st Calving)

Milk nitrogen use efficiency (MNE)

Output effect

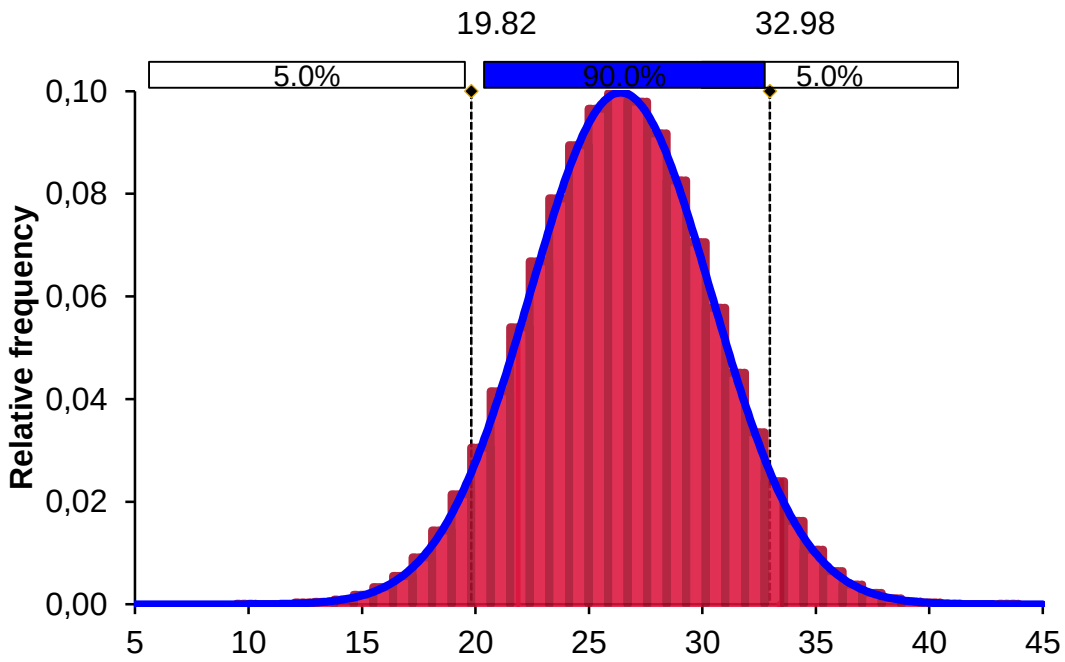
Cattle N use efficiency (CNE)

- Sensitivity Analysis / Monte Carlo simulation

Literature: variation

T_{1stCal} = 26.4 ± 4.0 (months)

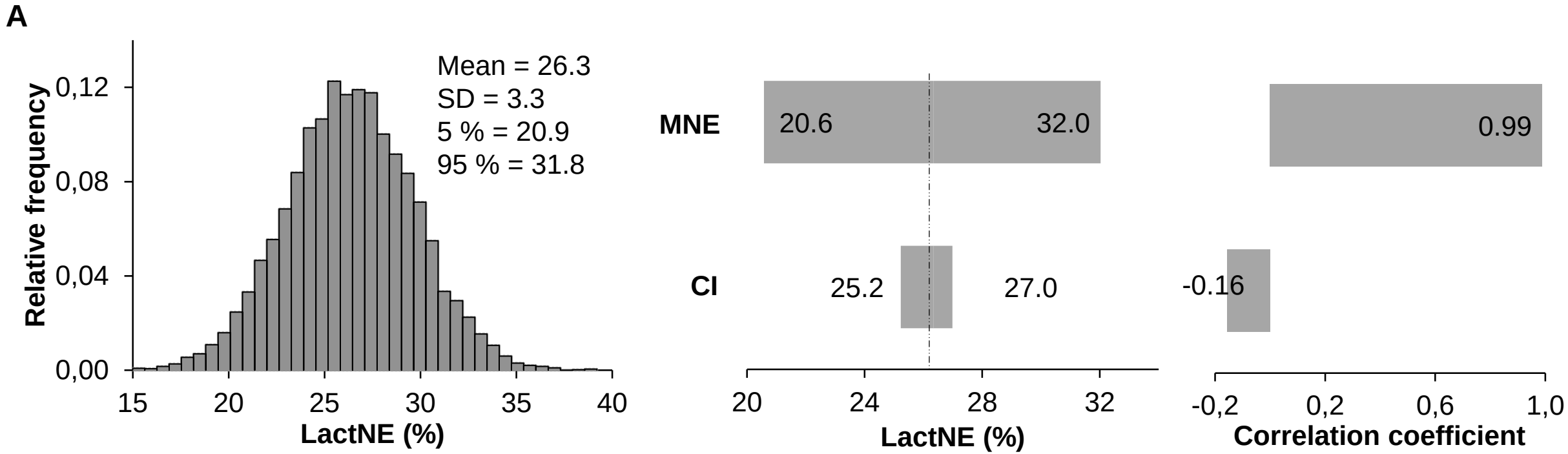
(Brickell et al., 2009)



Output effect

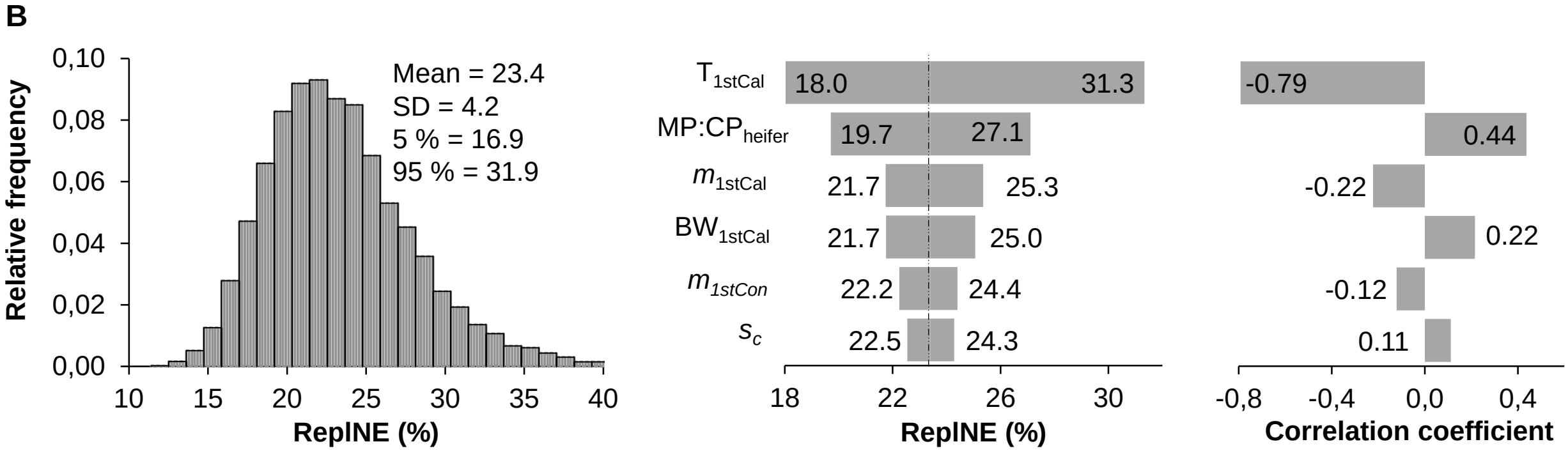
Cattle N use efficiency (CNE)

- Sensitivity Analysis / Monte Carlo simulation



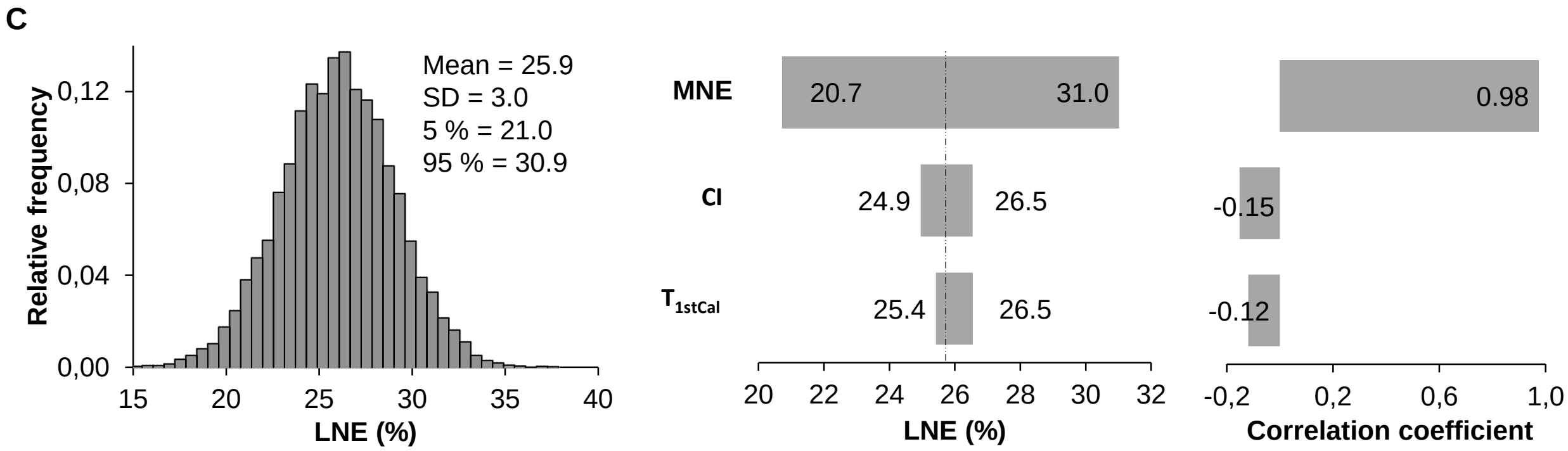
Cattle N use efficiency (CNE)

- Sensitivity Analysis / Monte Carlo simulation



Cattle N use efficiency (CNE)

- Sensitivity Analysis / Monte Carlo simulation



Cattle N use efficiency (CNE)

- Sensitivity Analysis / Monte Carlo simulation
  - MNE is the dominant input → diet related
  - Reproduction – fertility → CI
  - Heifer growth – fertility → T_{1stCal}

Milk Nitrogen use Efficiency (MNE)

$$MNE = \frac{N_{milk}}{N_{intake}}$$

- Theoretical efficiency limit 40 to 45% in lactating dairy cattle (Van Vuuren and Meijs, 1987; Hvelplund and Madsen, 1995)

- Reviews and meta-analyses:
  - 24.7% for USA and 27.7% for EU (Huhtanen and Hristov, 2009)
  - 28 % (Castillo et al., 2008)
  - 25 % (Denmark; Borsting et al., 2003)

- Practical limit is ~ 38 to 40% (groups are achieving this)

Milk Nitrogen use Efficiency (MNE)

$$\uparrow \text{MNE} = \frac{N_{milk} \uparrow}{N_{intake} \downarrow}$$

N_{intake} (dietary CP):

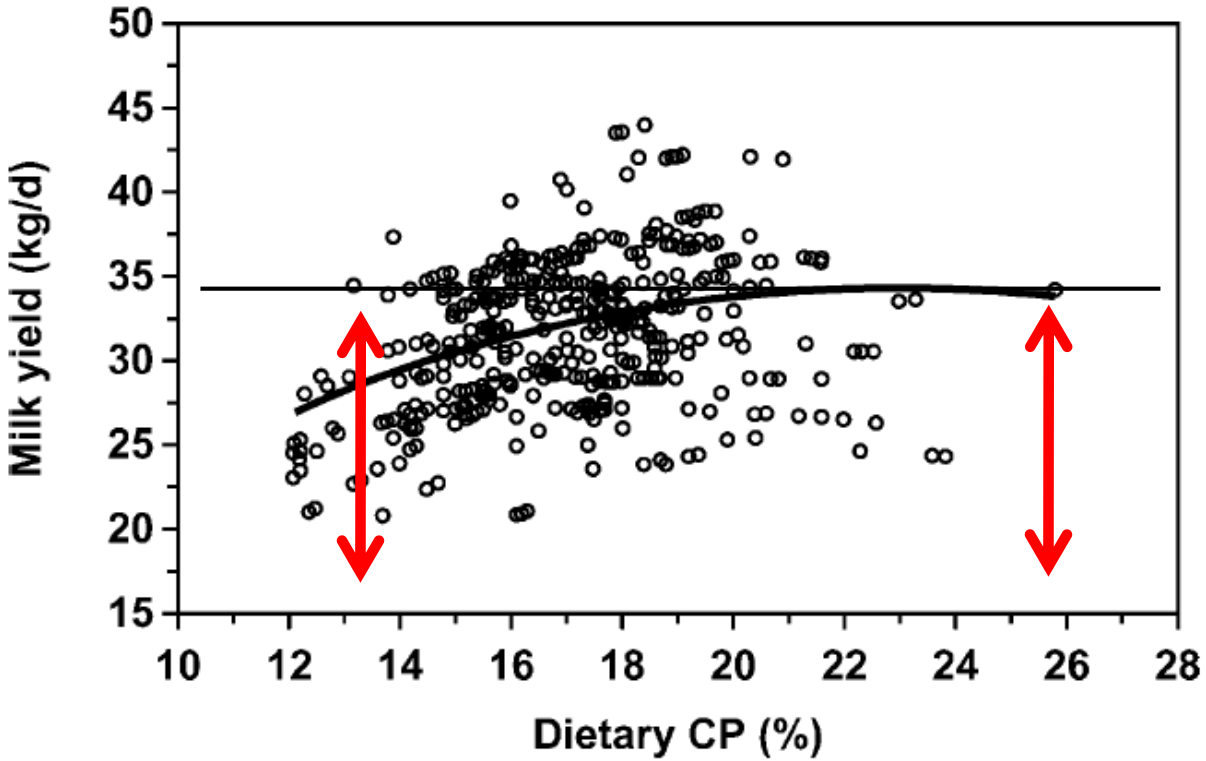
- CP levels as high as 19 %
- EU = 16.5 % DM
- USA = 17.8 % DM (Huhtanen and Hristov, 2009)

➢ As a strategy to overcome forage CP variation

➢ As a strategy to increase milk yield or milk protein yield ?

Milk Nitrogen use Efficiency (MNE)

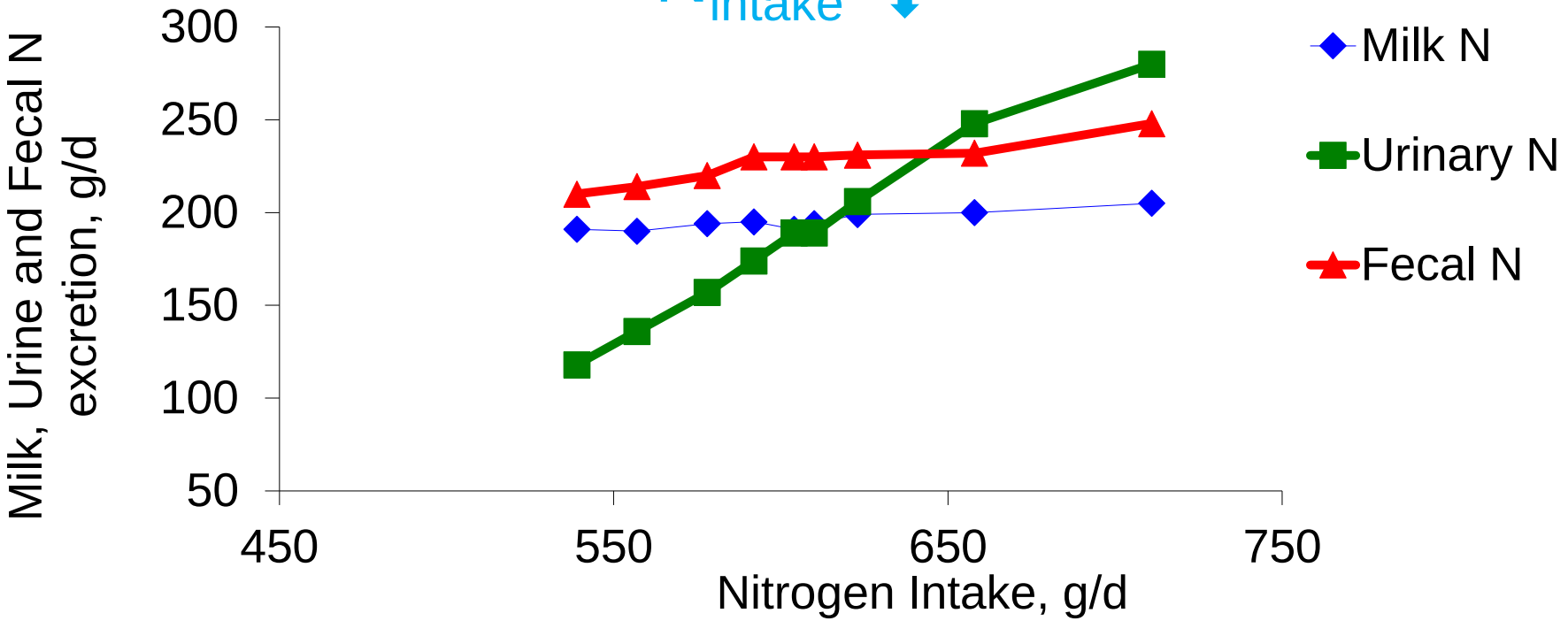
$$\uparrow \text{MNE} = \frac{N_{milk} \uparrow}{N_{intake} \downarrow}$$



(Ipharraguerre and Clark, 2005)

Milk Nitrogen use Efficiency (MNE)

$$\uparrow \text{MNE} = \frac{N_{milk} \uparrow}{N_{intake} \downarrow}$$



Nitrogen excretion in milk, feces and urine based on N intake in lactating dairy cattle – under controlled conditions of energy as first limiting: 40 kg milk/d with 24 kg DMI range in CP intake 14 to 18.7%

(Van Amburgh et al., 2015)

Milk Nitrogen use Efficiency (MNE)

$$\uparrow \text{MNE} = \frac{N_{milk}}{N_{intake}} \begin{matrix} \uparrow \\ \downarrow \end{matrix}$$

- Improve feeding management → control variation associated with feed → management
- Refine current ration formulation models → better balancing for rumen N and post-ruminal amino acids, sensitive to low CP → CNCPS6.5

Milk Nitrogen use Efficiency (MNE)

$$\uparrow \text{MNE} = \frac{N_{milk} \uparrow}{N_{intake} \downarrow}$$

GIVE emphasis:

- Refine current ration formulation models → better balancing for rumen N and post-ruminal amino acids, sensitive to low CP
  → CNCPS6.5

CNCPS: under continuous evolution

- 1992-93: 4 papers JAS

  Russell et al., 1992; Sniffen et al., 1992; Fox et al., 1992; O’Connor et al., 1993

CNCPS: under continuous evolution

- 1992-93: 4 papers JAS

  Russell et al., 1992; Sniffen et al., 1992; Fox et al., 1992; O'Connor et al., 1993

- 2004: v.5 (Fox et al./ANIFEE)
- 2008: v.6 (Tylutki et al./ANIFEE)

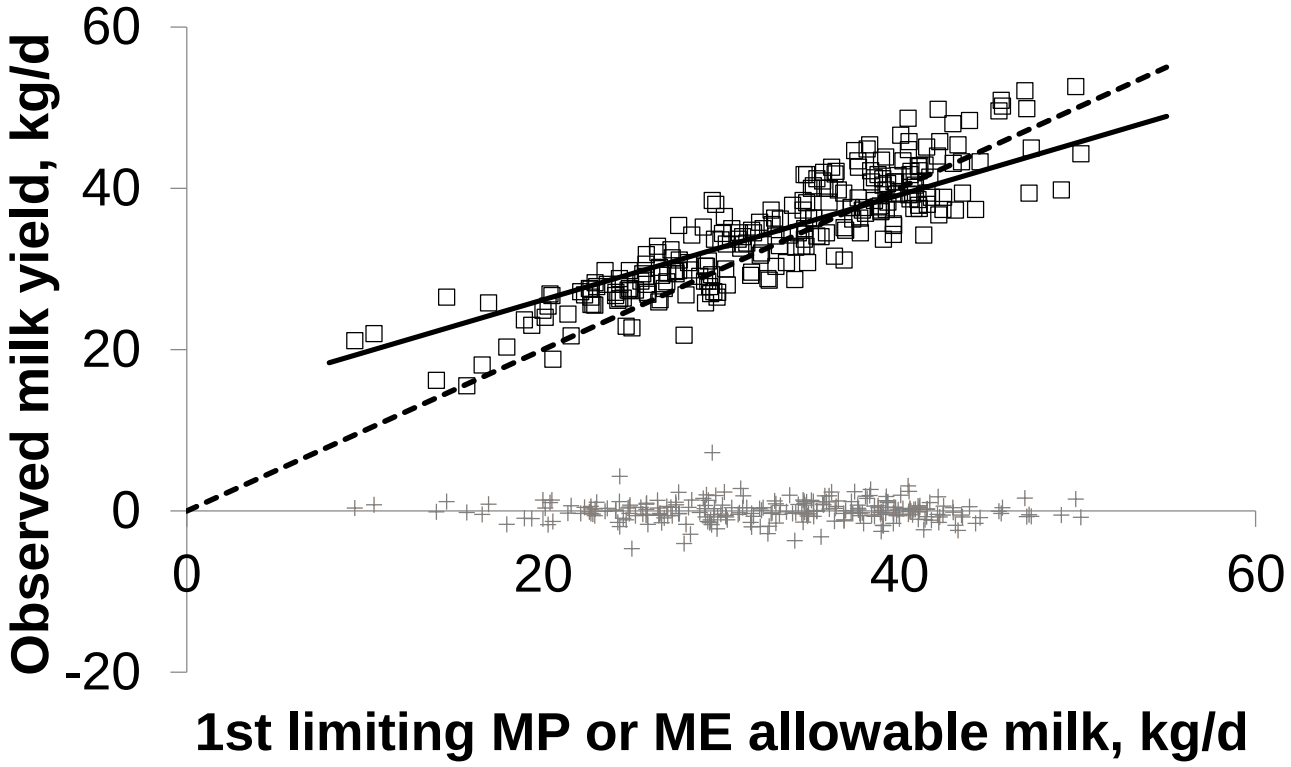
CNCPS: under continuous evolution

- 1992-93: 4 papers JAS

  Russell et al., 1992; Sniffen et al., 1992; Fox et al., 1992; O'Connor et al., 1993
- 2004: v.5 (Fox et al./ANIFEE)
- 2008: v.6 (Tylutki et al./ANIFEE)
- 2010: v.6.1 (Van Amburgh et al./ CNC)
- 2012: N excretion (Higgs et al./ JDS)
- 2013: AA profiles and efficiency (Van Amburgh et al. / CNC)

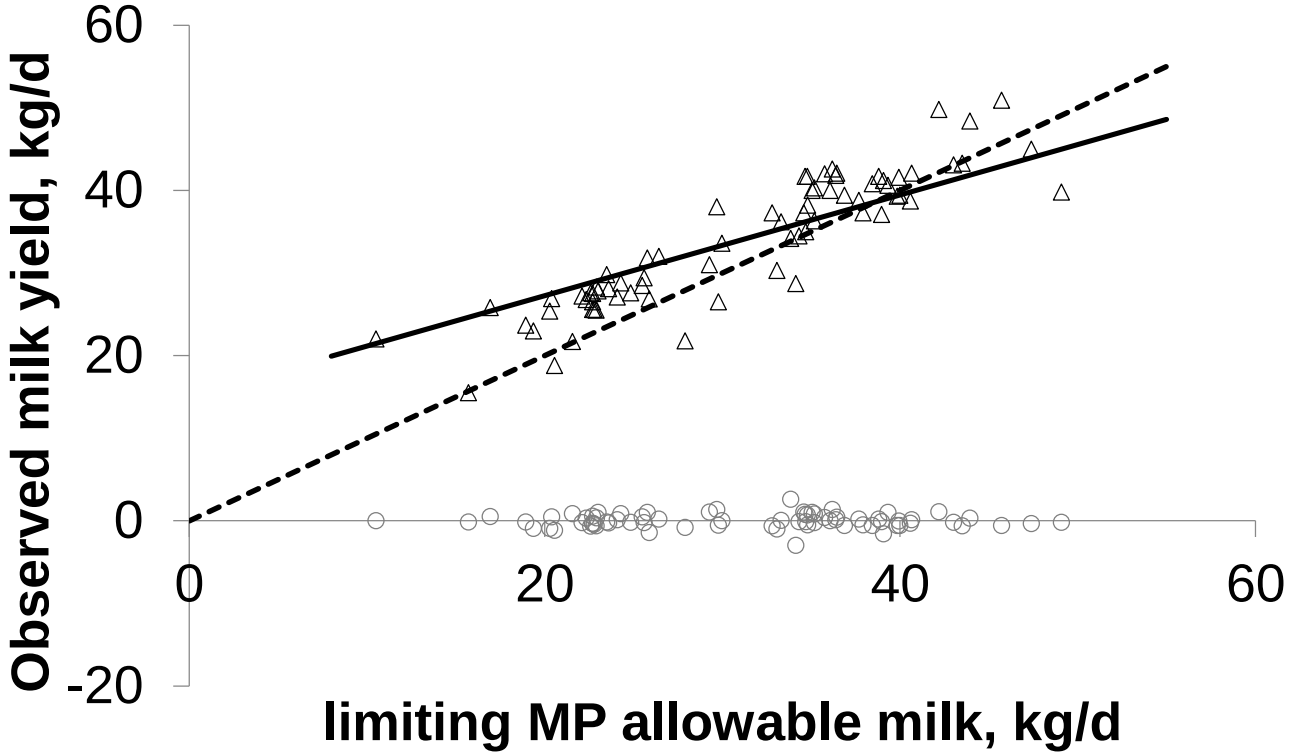
→ **CNCPS v6.5**

CNCPSv6.5 Evaluation- Allowable milk



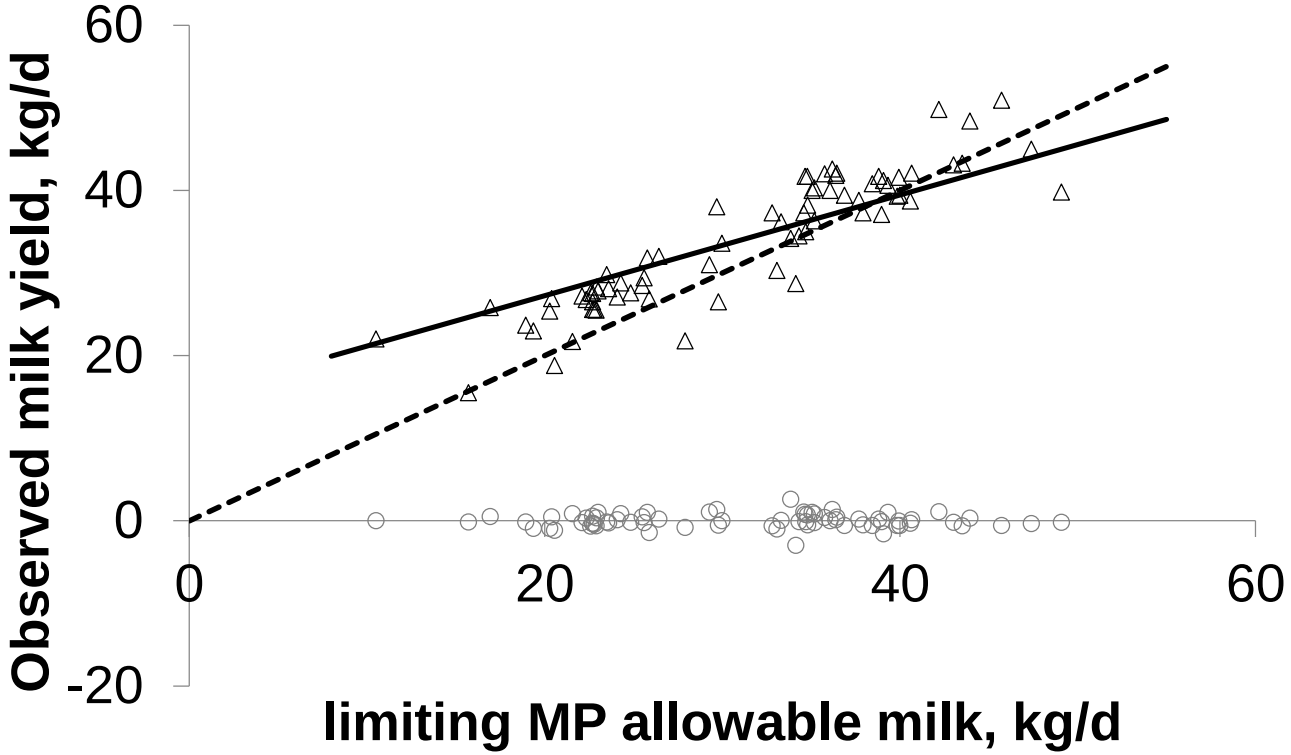
								MSPE partitioned (%)		
	Inter	Slope	R^2_{BLUP}	R^2_{MP}	RMSE	CCC	MSPE	U^M	U^S	U^R
MPorME	13.17	0.65	0.97	0.78	1.6	0.83	12.8	0.05	21.75	78.20

CNCPSv6.5 Evaluation- Allowable milk



								MSPE partitioned (%)		
	Inter	Slope	R^2_{BLUP}	R^2_{MP}	RMSE	CCC	MSPE	U^M	U^S	U^R
MP	15.06	0.61	0.98	0.82	1.1	0.83	14.2	0.45	26.91	72.64

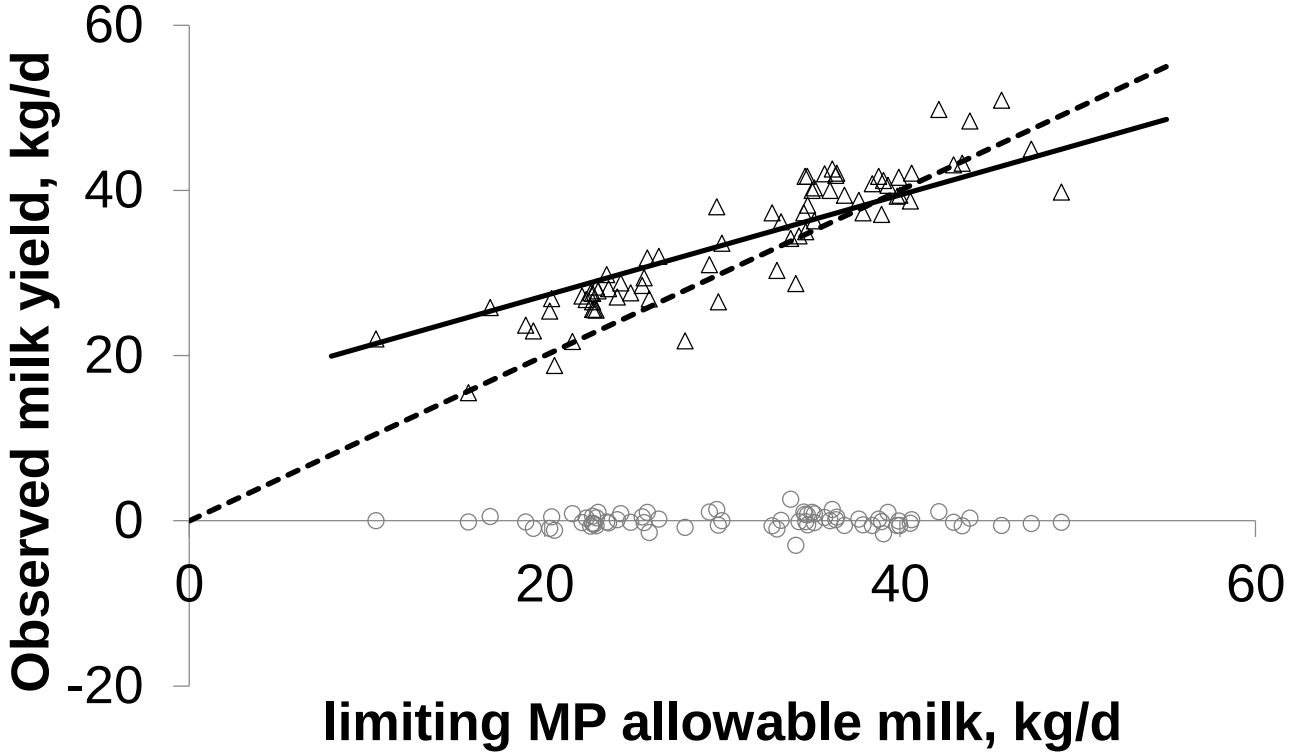
CNCPSv6.5 Evaluation- Allowable milk



Tylutki et al., 2008: CNCPSv6.0

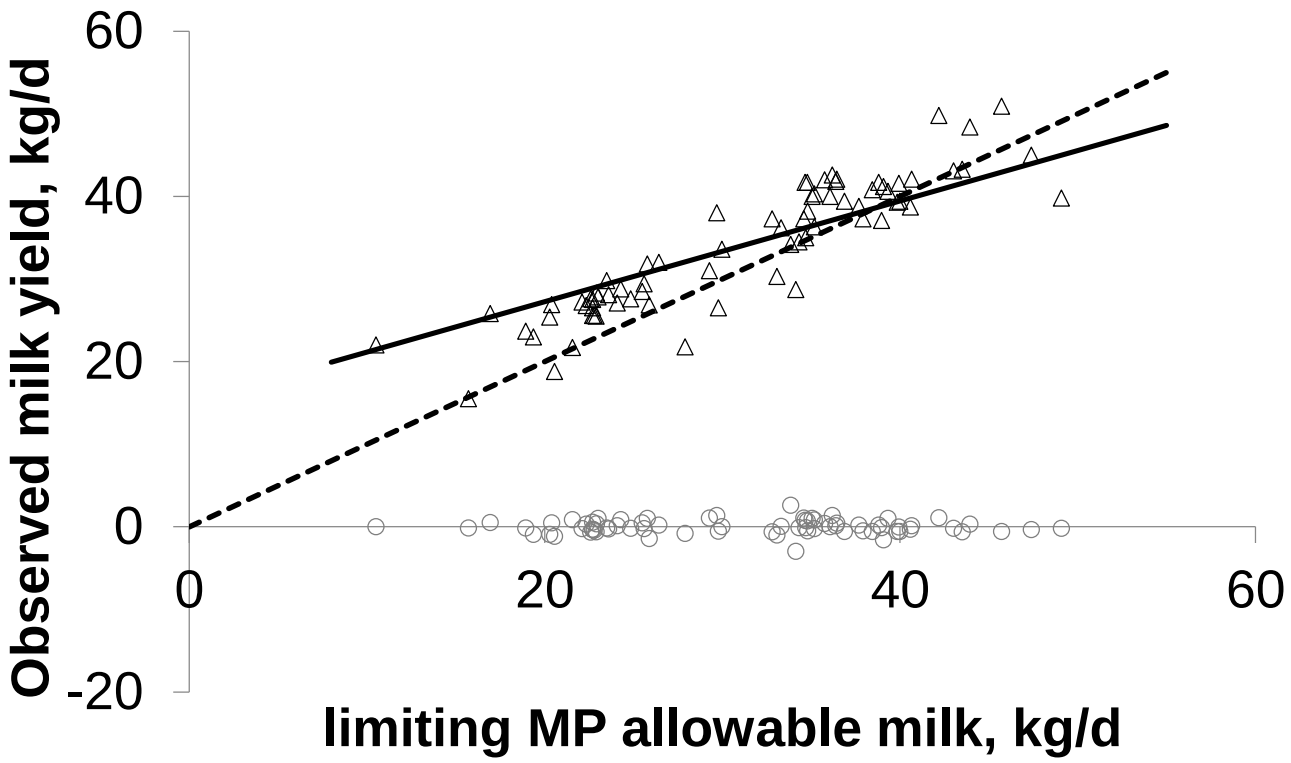
Data from MP limiting diets from Recktenwald (2007) : **R^2_{MP} = 0.29**

CNCPSv6.5 Evaluation- Allowable milk



- Fractionation scheme
- Feed library
- AA feed profile & AA efficiency

CNCPSv6.5 Evaluation- Allowable milk



Significant Improvement of the Protein Model

How low is too low ?

How low is too low

Several studies with low dietary CP, but controversial

Lactation	CP	DMI	MY	Reference
Early	15.2 vs 17.4	-	↓4-13%	Kalscheur et al.,1998
Mid	13.3 vs15.3	-	-	Kalscheur et al.,1998
Late	12.6 vs 14.2	↓2-6%	-	Kalscheur et al.,1998
Early	15.0 vs 18.0	-	-	Bach et al., 2000
Mid	14.0 vs 16.0	↓3%	↓3%	Weisbjerg et al., 2012
Mid	15.1 vs 16.7	↓3%	↓7%	Broderick et al., 2003
Mid	13.5 vs 15.0 vs 16.5 vs 17.9	-	-	Colmenero and Broderick, 2006

3 studies: MY: ↓ 6.6%	4 studies: MY: -
3 studies: DMI : ↓4%	4 studies: DMI -

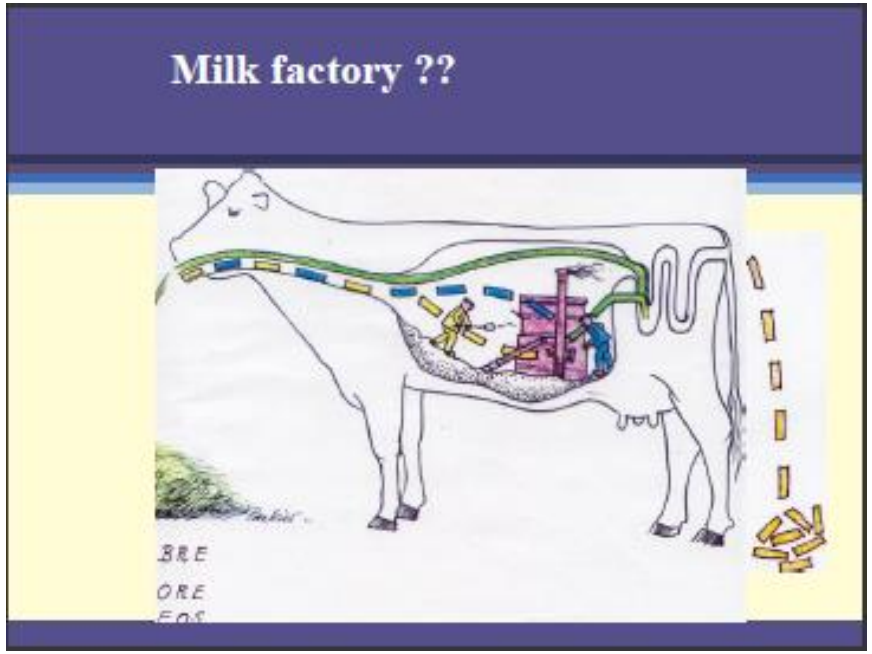
(Foskolos, 2012)

How low is too low

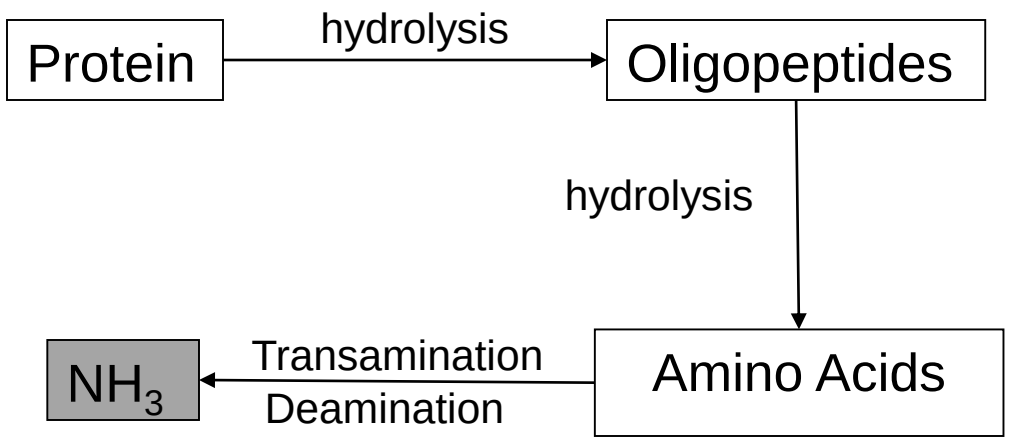
- MP or Rumen N balance?

A review on environmental impacts of nutritional strategies in ruminants.
S Tamminga

J ANIM SCI 1996, 74:3112-3124.



(Tamminga lectures: Nutrient dynamics, 2004)



How low is too low

- MP or Rumen N balance?

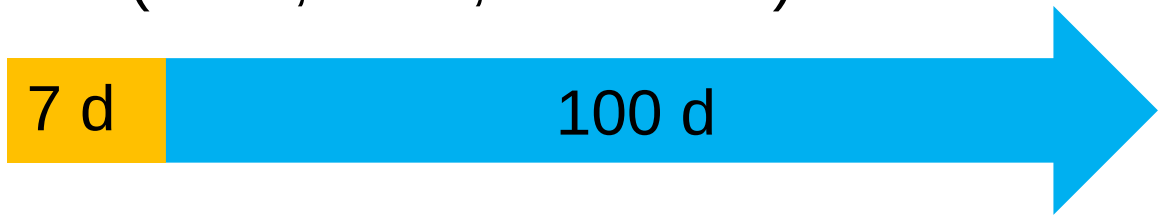
Recktenwald, 2007

93 multiparous Holstein cows

DIM = 80 (± 20) d; milk production = 38.4 (± 10.2) kg/d

Tie-stall barn

3 milkings / d (0800, 1600, and 0000)



Sampling: / week

milk components

feed offered and refused

BW measurements

How low is too low

- MP or Rumen N balance?

Recktenwald, 2007

	Positive	MP negative	Rumen N negative
CP % DM	16.20	14.10	14.10
RDP, %DM	8.96	8.88	7.30
RUP, %DM	7.30	5.12	6.70
MP balance, g/d	282.86	-121.95	154.66
Rumen N balance, g/d	46.00	40.21	-12.37
MP supply, g/d	2666.5	2268.5	2551.7
MP from bacteria, g/d	1280.1	1348.3	1288.8
MP from RUP, g/d	1386.4	920.2	1262.9

(formulated CPM → output CNCPSv6.5)

How low is too low

- MP or Rumen N balance?

Recktenwald, 2007

(kg/day)	**Positive**	**MP negative**	**Rumen N negative**	**SEM**	**P-value**
DMI,	25.6[a]	25.4[a]	24.2[b]	0.4	0.02
N intake	668[a]	583[b]	550[c]	10	<0.001
Milk yield	45.0[a]	42.6[b]	43.3[ab]	0.8	0.05
3.5% FCM yield	39.0[a]	36.5[b]	36.3[b]	0.31	0.03
Fat yield	1.20[a]	1.12[ab]	1.09[b]	0.2	0.09
Protein yield	1.32[a]	1.23[b]	1.24[b]	0.05	0.01
Lactose yield	2.12	2.00	2.00	0.10	0.80
MNE	31.0[b]	33.0[b]	36.0[a]	0.004	<0.001

How low is too low

- MP – AA balance?

Higgs, 2014

64 Holstein cows (16 primiparous / 48 multiparous)

DIM = 100 (± 31) d; BW= 624 (± 68) kg

Tie-stall barn

3 milkings / d (0800, 1600, and 0000)

Sampling: / week

milk components

feed offered and refused

BW measurements

How low is too low

- MP – AA balance?

Higgs, 2014

Ingredient, % DM	Base	Base+M	Base+MU	Positive
CP	13.5	13.6	14.6	15.6
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

Base = balanced for ME (assuming 45 kg ECM), but limited in MP and rumen N;
Base+M = balanced for ME and MP Met but limited in MP and rumen N;
Base+MU = balanced for ME, MP Met, with adequate rumen N, but limited in MP;
Positive = balanced for ME, MP, all EAA and adequate rumen N

How low is too low

- MP – AA balance?

Higgs, 2014

kg/d	Base	Base+M	Base+MU	Positive	SEM	P-value
DMI	24.1	24.5	24.8	24.7	0.48	0.717
Milk yield	40.0	40.6	40.7	41.8	0.68	0.288
ECM	38.5[a]	39.3[a]	40.0[a]	41.8[b]	0.67	0.005
True protein yield	1.13[a]	1.18[ab]	1.18[ab]	1.22[b]	0.02	0.009
Fat yield	1.30[a]	1.28[a]	1.34[ab]	1.41[b]	0.038	0.047
Lactose yield	1.93	1.94	1.95	2.00	0.036	0.344
MNE, %	37.0[a]	38.0[a]	35.0[b]	34.0[b]	0.010	<0.001

How low is too low

- MP – quality?

Gutierrez-Botero, 2014

128 Holstein cows (25% primiparous)

DIM = 135 (± 56) d; BW= 681 (± 82) kg

Free-stall barn – Pens of 16 cows

3 milkings / d (0800, 1600, and 0000)

Sampling: / week

milk components

feed offered and refused

BW measurements

How low is too low

- MP – quality?

Gutierrez-Botero, 2014

	LOW	HIGH
CP, % DM	15.2	15.2
NDF, % DM	31.9	32.3
ADF, % DM	21.3	20.5
Lys:Met*, % MP	3.21	2.89
EE, % DM	4.3	3.9
Starch, % DM	30.4	31.2
Sugar, % DM	3.6	3.3
Blood meal uN, % TN	9	34

How low is too low

- MP – quality?

Gutierrez-Botero, 2014

	LOW	HIGH	SEM	P-value
DMI, kg/d	27.4	27.1	0.6	0.75
N Intake, g/d	671.1	664.4	14.8	0.77
Milk, kg/d	41.9	40.4	0.3	<0.01
ECM, kg/d	41.8	39.9	0.3	<0.01
Fat, kg/d	1.50	1.42	0.02	<0.01
Protein, kg/d	1.63	1.59	0.01	0.03
Milk N efficiency	30.0	29.7	0.70	0.76

Formulating for increased efficiency

- Determine the management status of the given farm

- Determine the most limiting nutrient – energy or protein
  → do cows and model agree?

- Evaluate the rumen N balance and urinary N excretion
  → if high, then work to reduce the soluble protein

- If grams MP is in excess, then decrease MP from feed in small increments

Formulating for increased efficiency

- Once you have **ME and MP in balance** and are happy with rumen N balance, focus on AA
- Lys – maintain an Lys:Met of ~ **2.7-2.8:1**
- Control milk yield and diet composition frequently
- Get happy and high producing cattle

PRIFYSGOL ABERYSTWYTH UNIVERSITY

Sefydliad y Gwyddorau Biolegol, Amgylcheddol a Gwledig
IBERS ABERYSTWYTH
Institute of Biological, Environmental and Rural Sciences

Research fellow in Ruminant Livestock Modelling

- anf20@aber.ac.uk / andreasfosk@hotmail.com
- + 44 7576200078 / +44 1970823067
- https://www.aber.ac.uk/en/ibers/staff/anf20/

Thank you for your attention!

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TERAMO

L'impatto ambientale dell'allevamento della bovina da latte

Andrea Vitali

avitali@unite.it

Facoltà di Bioscienze e Tecnologie Agro-Alimentari e Ambientali, Università di Teramo

Contestualizzare il significato delle produzioni zootecniche con la domanda globale di prodotti di origine animale

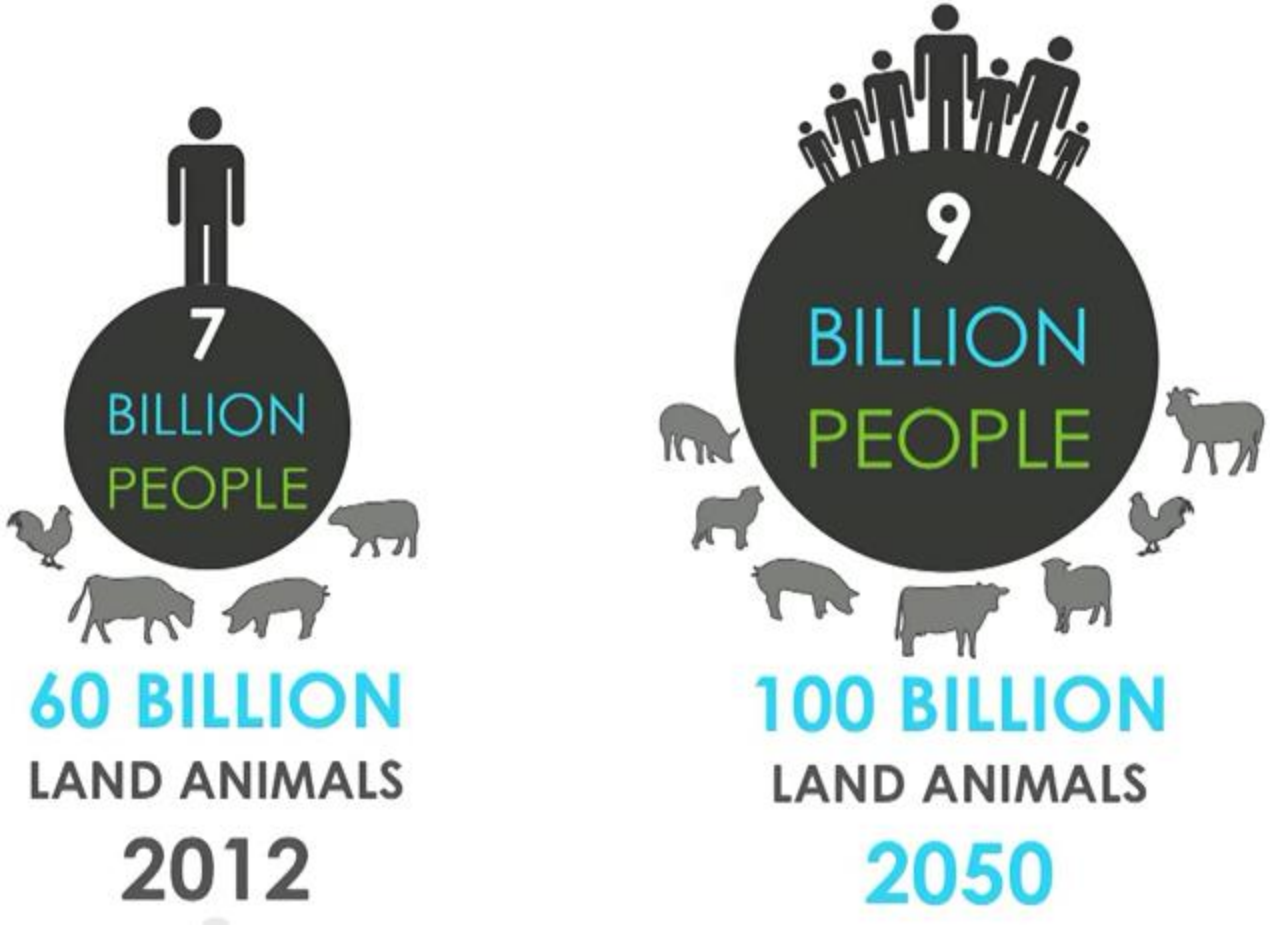
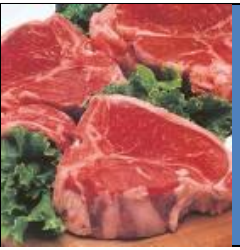


Photo source: https://fieldguidetonature.wordpress.com/2013/10/06/andras-forgacs-leather-and-meat-without-killing-animals/comment-page-1/

Consumi proteine di origine animale

L'incremento mondiale della popolazione e il cambiamento delle abitudine alimentari nei paesi emergenti comporta un aumento della domanda degli alimenti

2000 Consumi globali **2050**



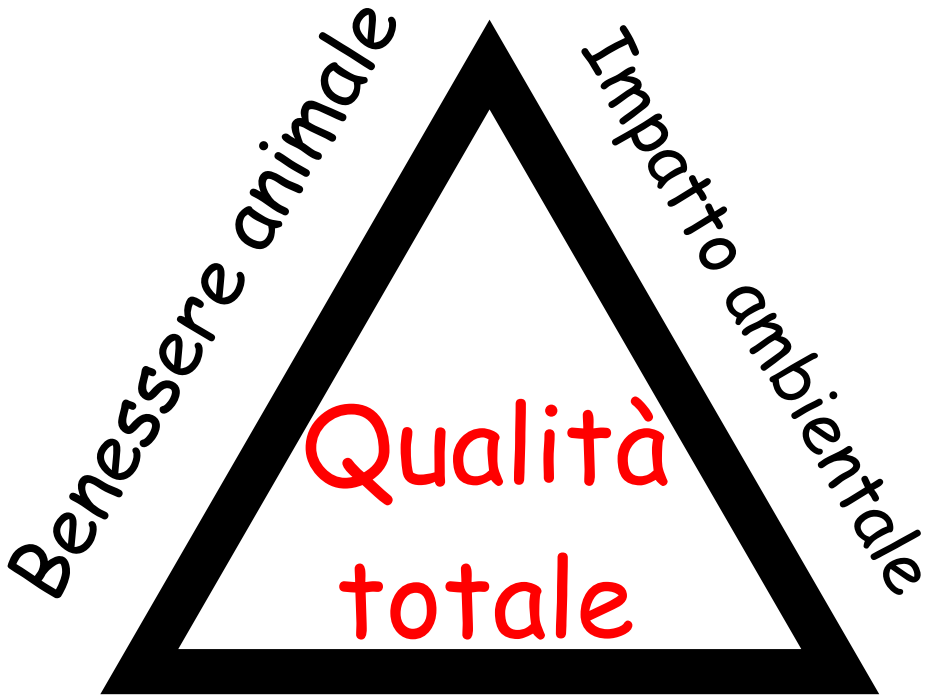
37 kg/anno x 6.2 miliardi pop	52 kg/anno x 9.2 miliardi pop
=	=
229 t x10^6	**478 t x10^6**

78 kg/anno x 6.2 miliardi pop	100 kg/anno x 9.2 miliardi pop
=	=
485 t x10^6	**920 t x10^6**

Proteine tot. da 50 milioni di t. a 100 nel 2050

Nardone et al., 2008

Qualità dei prodotti di origine animale



Determinati intrinseci

By Prof. Nicola Lacetera

Il consumatore vuole prodotti che soddisfino criteri di qualità sempre più ampi

Qualità intrinseca:

- Igiene
- Chimica
- Nutrizionale
- Organolettica
- Tecnologica

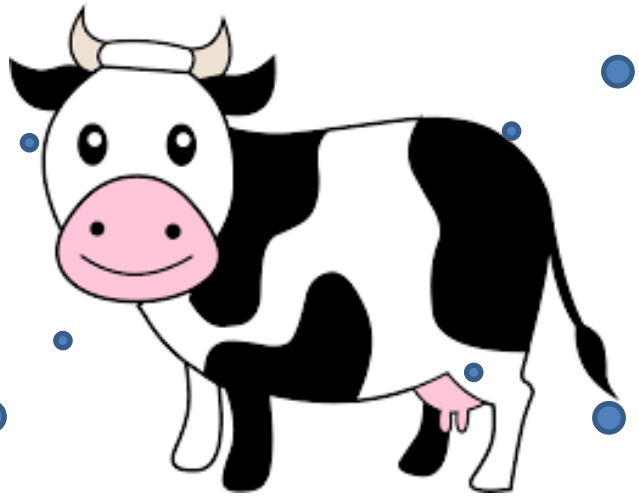
Qualità estrinseca:

- Benessere animale
- Impatto ambientale

Relazioni tra l'allevamento della bovina da latte e l'ambiente

Rilascio inquinanti nelle acque e nel suolo

Rilascio gas in aria



Uso del suolo e dell'acqua

Residui farmaci nelle acque e nel suolo

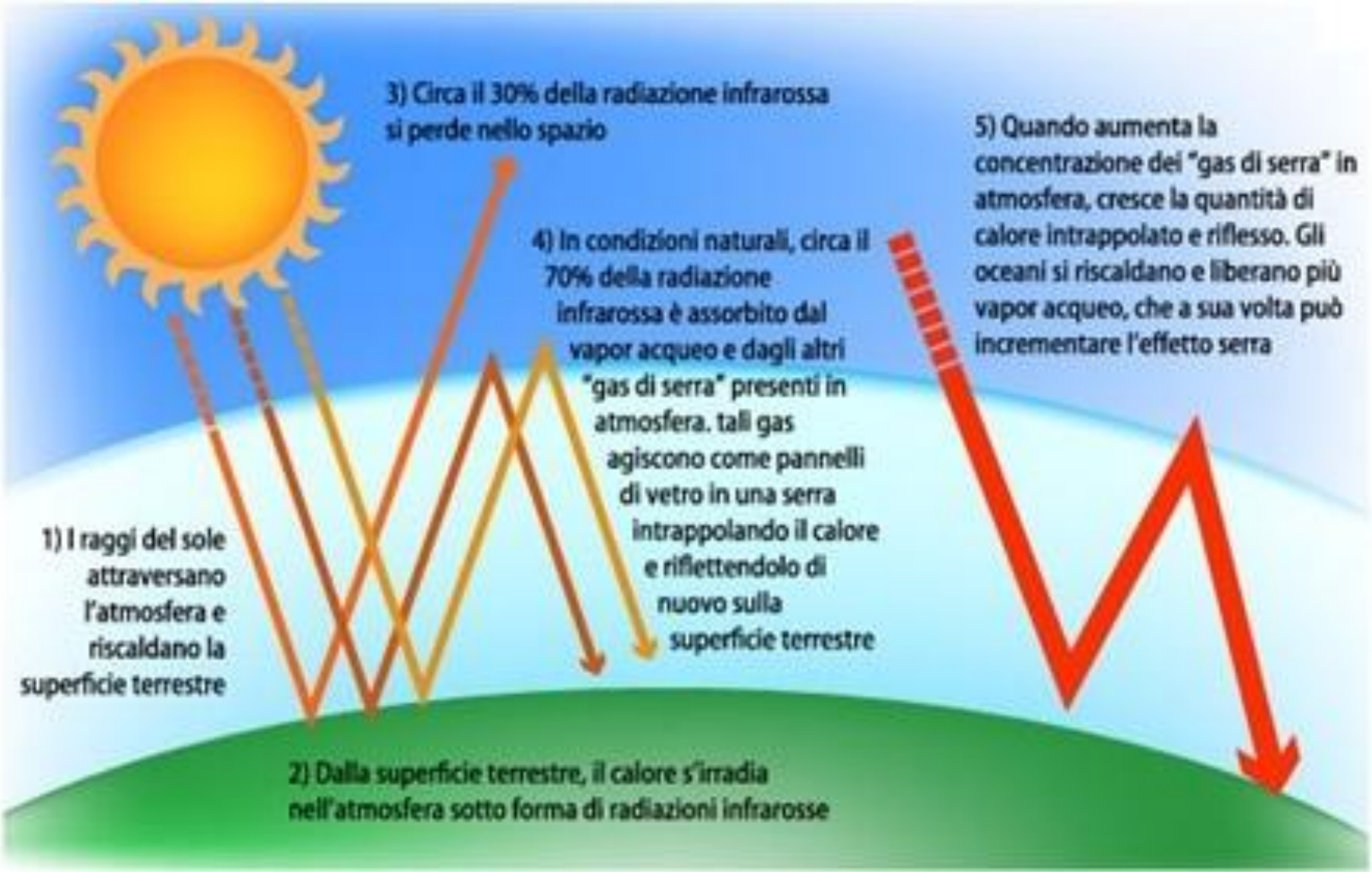
Principali impatti ambientali della bovina da latte

- Emissione di gas serra che sono associati al riscaldamento globale e cambiamento climatico
- Rilascio di nutrienti che sono associati a fenomeni di eutrofizzazione delle acque
- Rilascio di ammoniaca che è associata a fenomeni di acidificazione delle acque e dei suoli
- Sfruttamento del suolo che è associato alla perdita di sostanza organica
- Eccessivo sfruttamento delle risorse idriche
- Uso eccessivo di medicinali (antibiotici) che possono rappresentare un pericolo per la salute pubblica (es. antibiotico resistenza)

Quali sono i gas serra

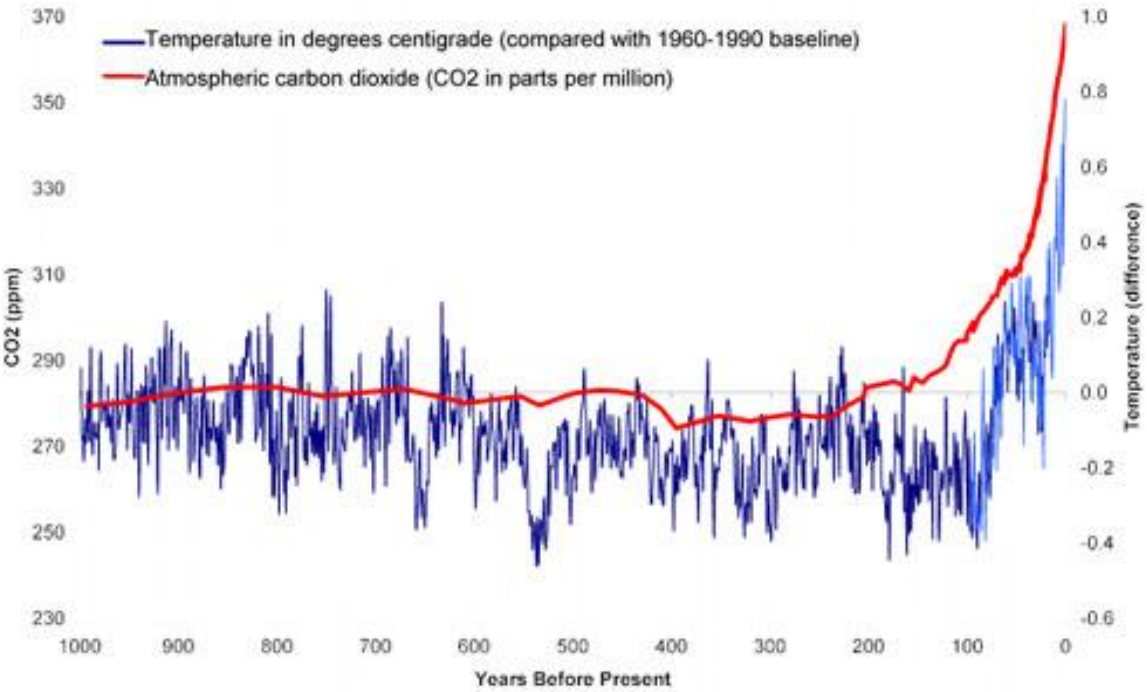
- Vapore acqueo
- Anidride Carbonica (CO2)
- Metano (CH4)
- Protossido di Azoto (N2O)
- Cloro Floro Carburi (CFC)

Come funzionano i gas serra

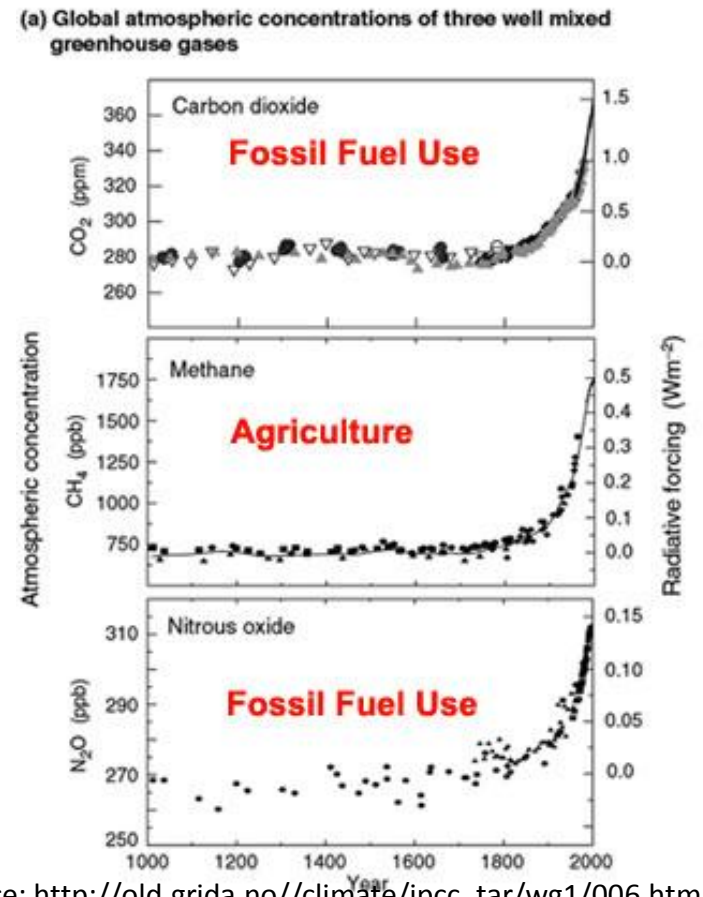


Source: http://www.ecostylegroup.it

Riscaldamento Globale

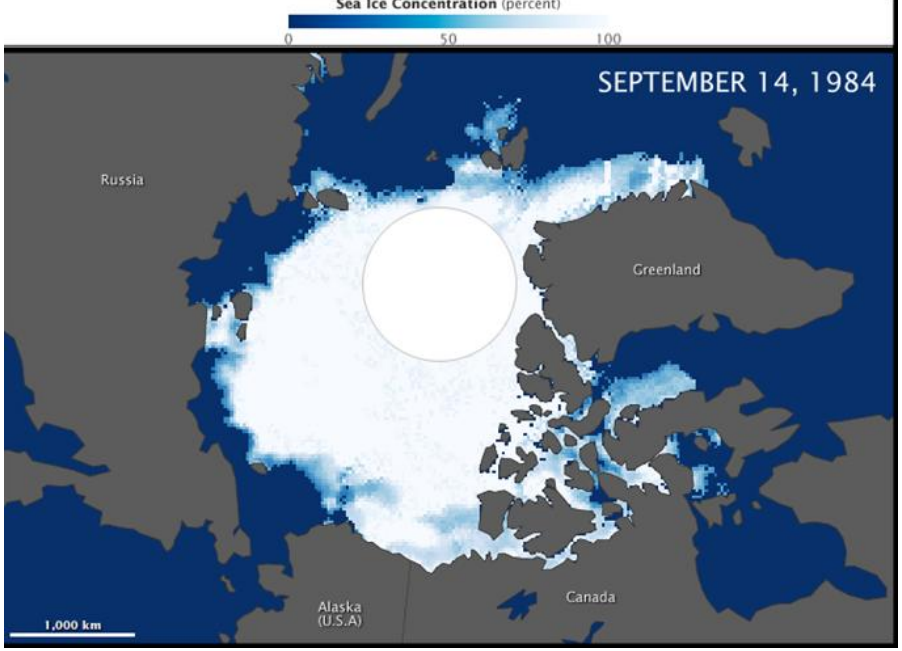


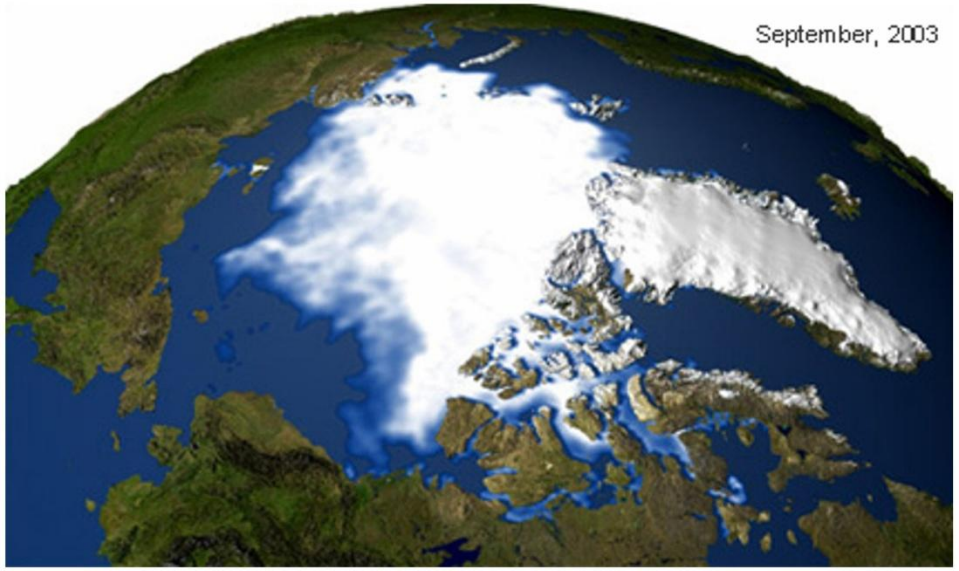
Source: https://www.esr.org/outreach/climate_change/mans_impact/man1.html



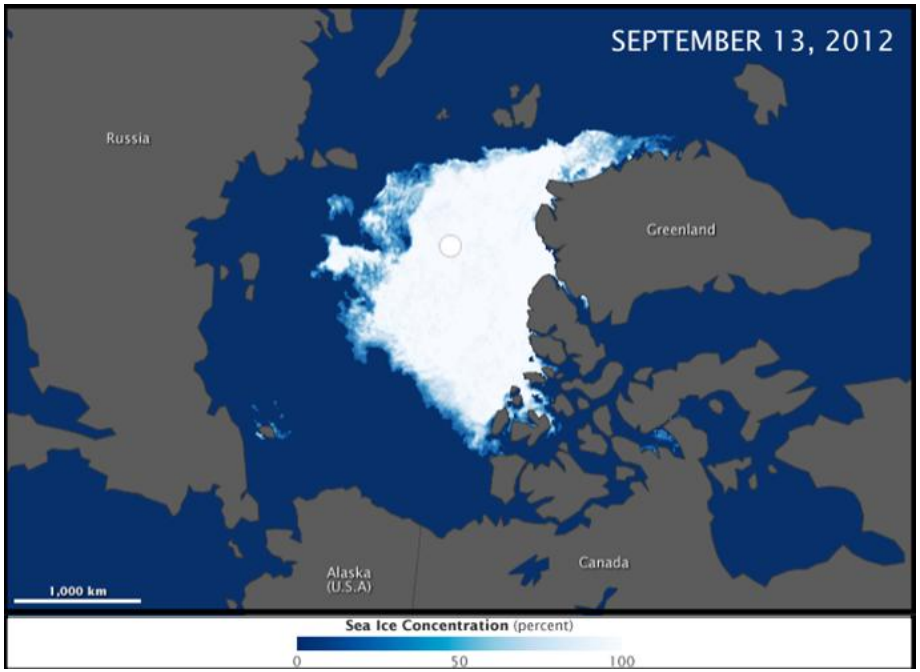
Source: http://old.grida.no//climate/ipcc_tar/wg1/006.htm

Queste sono le evidenze





Arctic Ice 1979 and 2003 Credit: NASA/Goddard Space Flight Center



Source: https://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=79256

R.it | Ambiente

Dagli allevamenti intensivi arriva il 20 per cento dei gas serra

L'ente protezione animali distrubuisce un documento ai politici italiani per sensibilizzarli su come l'industria della carne faccia male non solo alle bestie ma anche alla salute delle persone. "La Fao prevede che il consumo di carne nel mondo sia destinato a crescere del 73% entro il 2050"

di MARGHERITA D'AMICO

http://www.repubblica.it/ambiente/2015/11/27/news/pericoli_industria_carne-128274534/?ref=HRLV-16

Il settore agricolo che include le produzioni vegetali e animali è la 2° fonte di GHG a livello nazionale con il 7%
Il settore energetico è la principale fonte con l'86% sul totale dei GHG

GHG categories	1990 *base year*	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
					Gg CO_2 equivalent				
1. Energy	417,716	431,113	449,688	471,903	448,933	404,866	414,914	403,641	379,863
2. Industrial Processes	38,390	35,937	36,101	42,339	35,317	30,348	31,265	31,049	28,201
3. Solvent and Other Product Use	2,455	2,235	2,301	2,123	1,947	1,818	1,669	1,648	1,516
4. Agriculture	40,830	40,602	40,218	37,442	36,091	34,852	33,783	33,572	34,289
5. LULUCF	-3,609	-23,700	-16,974	-29,543	-25,817	-27,683	-31,119	-19,139	-18,556
6. Waste	19,665	20,445	22,929	20,454	18,331	18,229	17,728	16,691	16,214
7. Other	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4. Agriculture		**40,830**	**40,602**	**40,218**	**37,442**	**36,091**	**34,852**	**33,783**	**33,572**	**34,289**
CH_4: Enteric fermentation		12,278	12,348	12,246	10,914	10,996	11,007	10,732	10,753	10,667
CH_4: Manure management		3,467	3,289	3,281	3,151	2,963	2,875	2,569	2,115	1,704
CH_4: Rice Cultivation		1,576	1,671	1,391	1,472	1,386	1,565	1,565	1,550	1,533
CH_4: Field Burning of Agricultural Residues		13	13	13	14	15	14	14	13	14
N_2O: Manure management		3,934	3,791	3,871	3,717	3,781	3,818	3,706	3,713	3,742
N_2O: Agriculture soils		19,557	19,487	19,411	18,169	16,947	15,569	15,193	15,423	16,624
N_2O: Field Burning of Agricultural Residues		4	4	4	4	5	4	4	4	5

7%

Produzioni animali 50%

Produzioni vegetali 50%

Stime ufficiali fornite da ISPRA (NIR, 2014)

Emissioni GHG allevamento bovina da latte

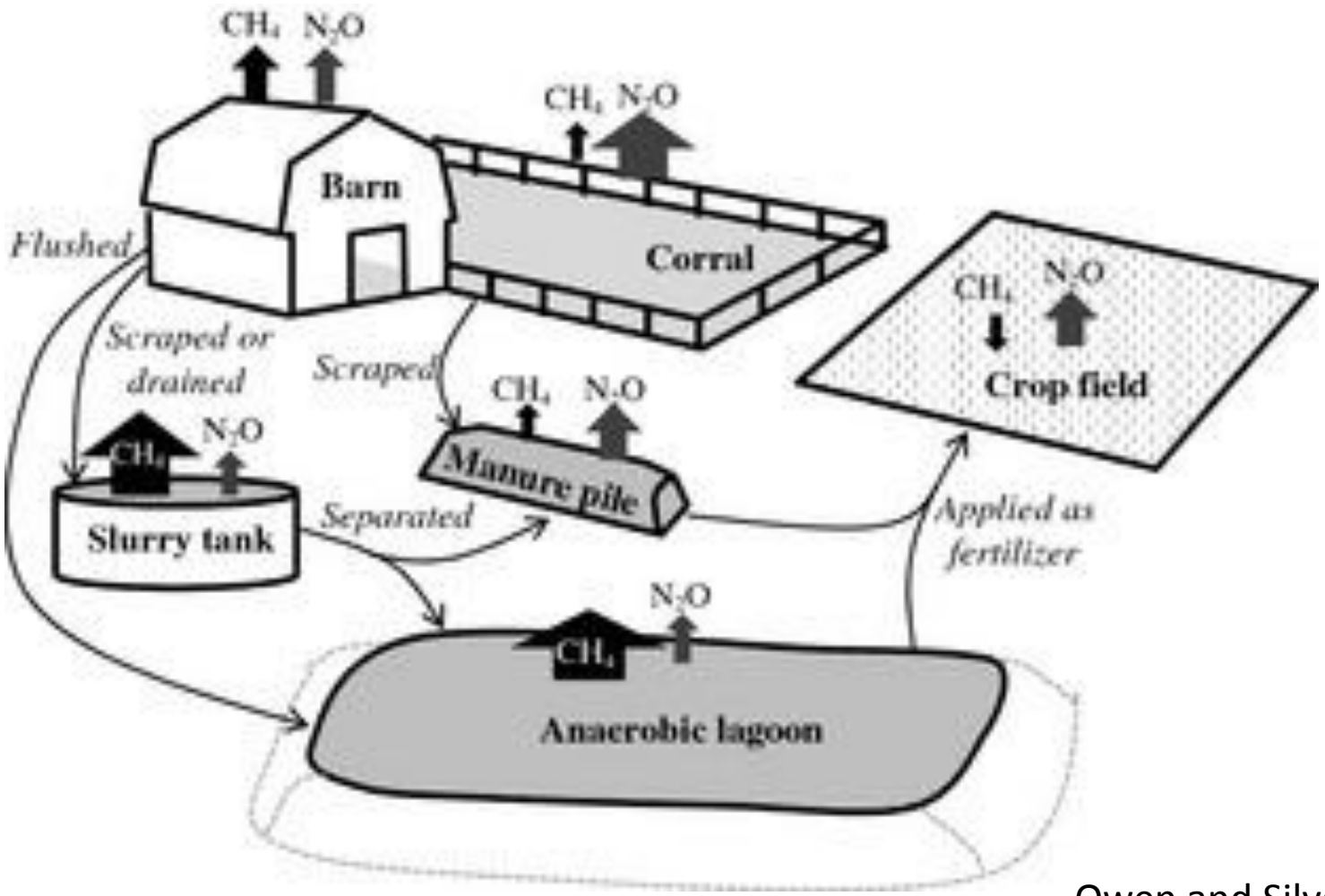
Produzione degli alimenti (foraggi, mangimi, concentrati)

- Produzione dei fertilizzanti azotati (CO2);
- Concimazione organica e inorganica contribuiscono alle emissioni dirette e indirette (N2O);
- Deposizione delle deiezioni al pascolo contribuiscono alle emissioni dirette e indirette (N2O);
- Utilizzo di energia per le lavorazioni agronomiche e processamento degli alimenti (CO2);
- Trasporto degli alimenti dal sito di produzione alla stalla (CO2, CH4, N2O);
- Modifiche del contenuto di sostanza organica nel suoli agricoli per effetto delle lavorazioni agronomiche (CO2 e N2O).

Fermentazione enterica (CH4).

Emissioni dirette e indirette dalle deiezioni (CH4 and N2O).

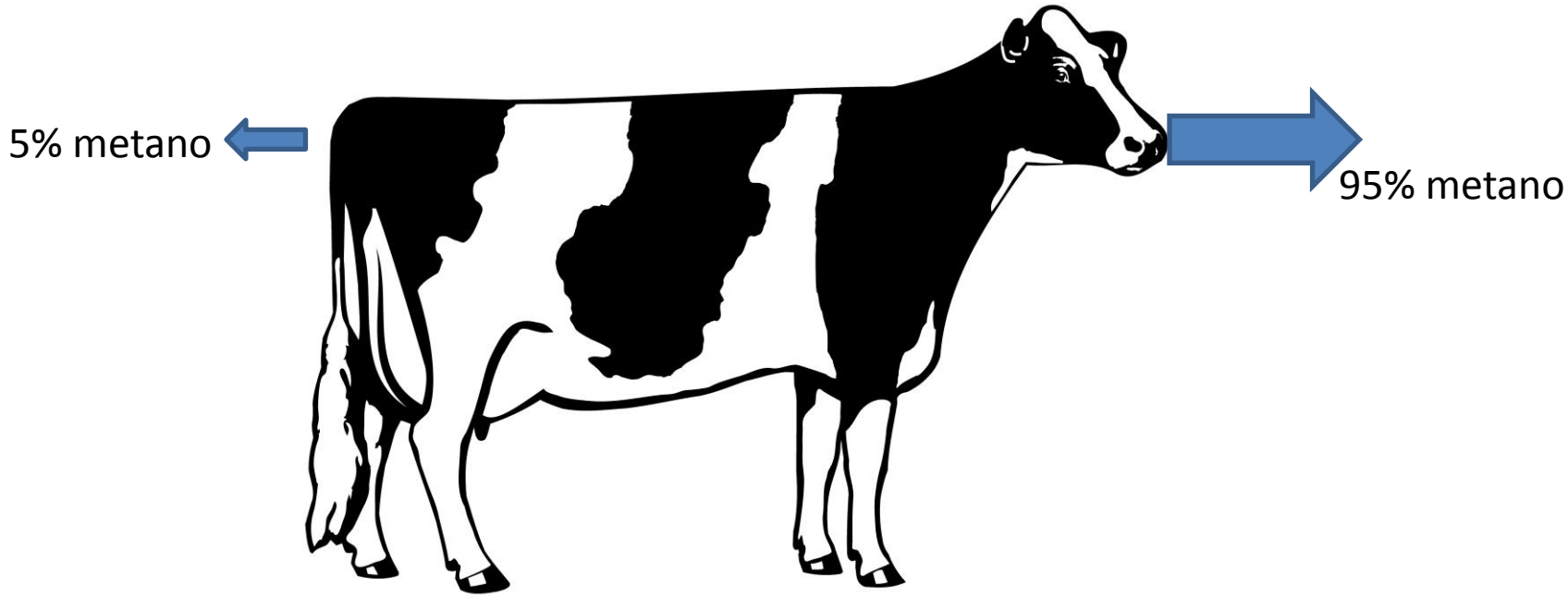
Principali fonti di emissioni di N2O e CH4 nell'allevamento della bovina da latte



Owen and Silver., 2014

Emissioni di metano enterico

- La bovina da latte emette circa 110-150 kg metano/anno
- Dipende dalla quantità di SS ingerita e dalla qualità della dieta (quantità e qualità foraggio)
- Il metano emesso corrisponde a circa il 6% della energia grezza ingerita



Emissioni di metano dalle deiezioni

- La quantità di metano prodotto dalle deiezioni è influenzato dal clima e dalla gestione delle deiezioni.
- Il management delle deiezioni determina i fattori chiave che influenzano l'emissione di metano: contatto con ossigeno, contenuto di acqua, pH e nutrienti presenti.
- I fattori climatici includono la temperatura, l'andamento pluviometrico e il vento.
- Le condizioni ottimali per la produzione di CH_4 sono condizioni anerobiche, stato liquido, elevato contenuto di nutrienti, pH neutro e temperature elevate.

IPCC, 2006

Emissioni di metano dalle deiezioni

Quantità deiezioni prodotte

- La quantità di deiezioni prodotte varia dal tipo di animale ed è proporzionato alla quantità di SS ingerita.

Caratteristiche deiezioni

- La quota di solidi volatili è la porzione delle deiezioni che possono generare metano. Questa quota dipende dal tipo di animale e dalla sua dieta, la cui qualità può influenzare la quantità di metano prodotto .

Gestione deiezioni

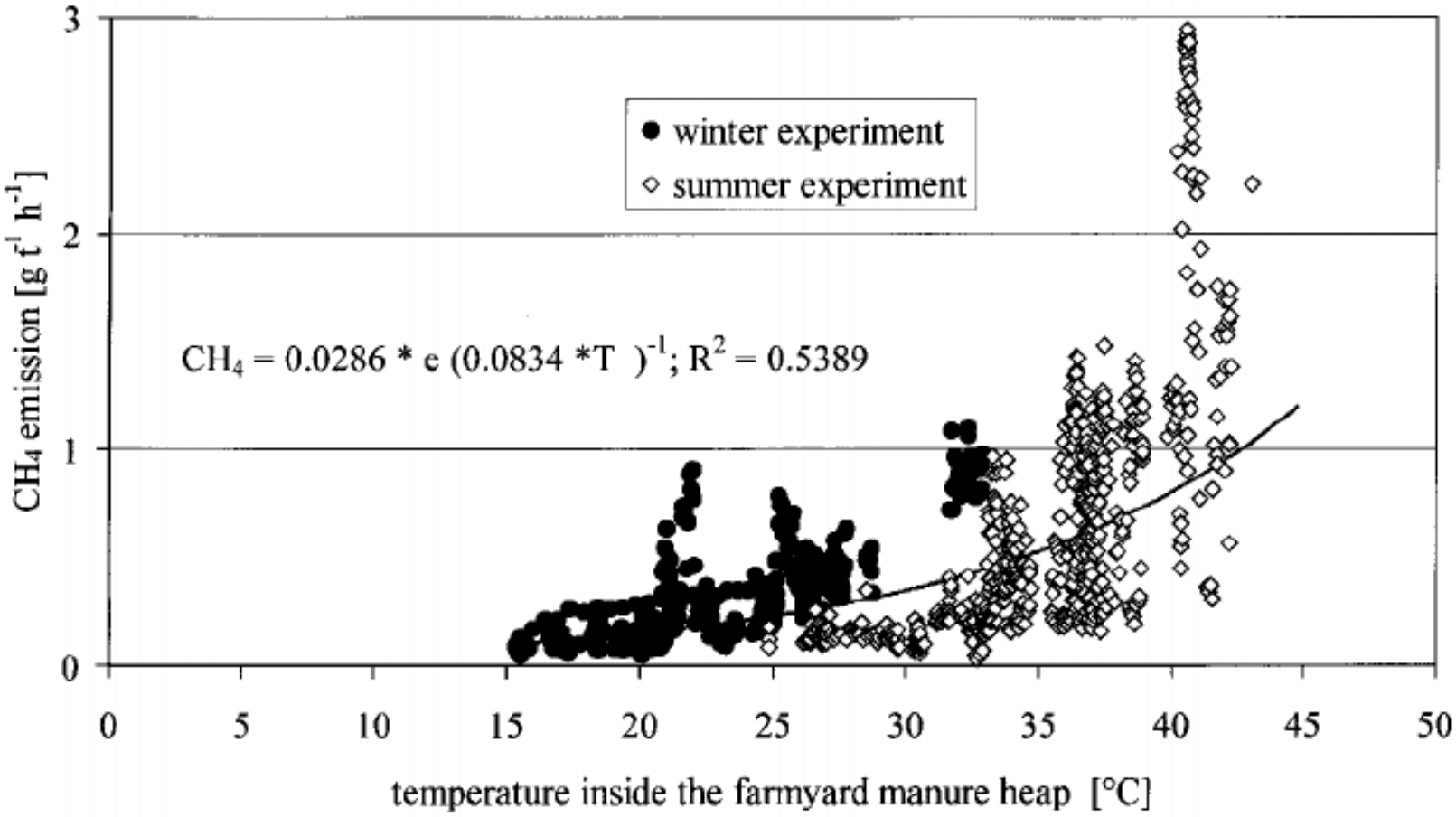
- La produzione di metano dipende dal sistema di gestione delle deiezioni che può essere diviso in liquido e solido. Letame e deiezioni al pascolo possono essere considerate come deiezioni solide. Il liquame è la forma liquida che corrisponde alle condizioni anaerobiche ideali per la produzione di metano.

Clima

- Le deiezioni si decompongono più velocemente quando le condizioni climatiche favoriscono la crescita batterica. Per la forma liquida le elevate temperature incrementano l'emissione di CH4, mentre l'andamento pluviometrico (> piogge) favoriscono l'emissione di CH4 dai sistemi solidi (che comunque risultano basse rispetto alla forme liquida).

IPCC, 2006

Relazioni tra la temperatura e Le emissioni di metano da liquame



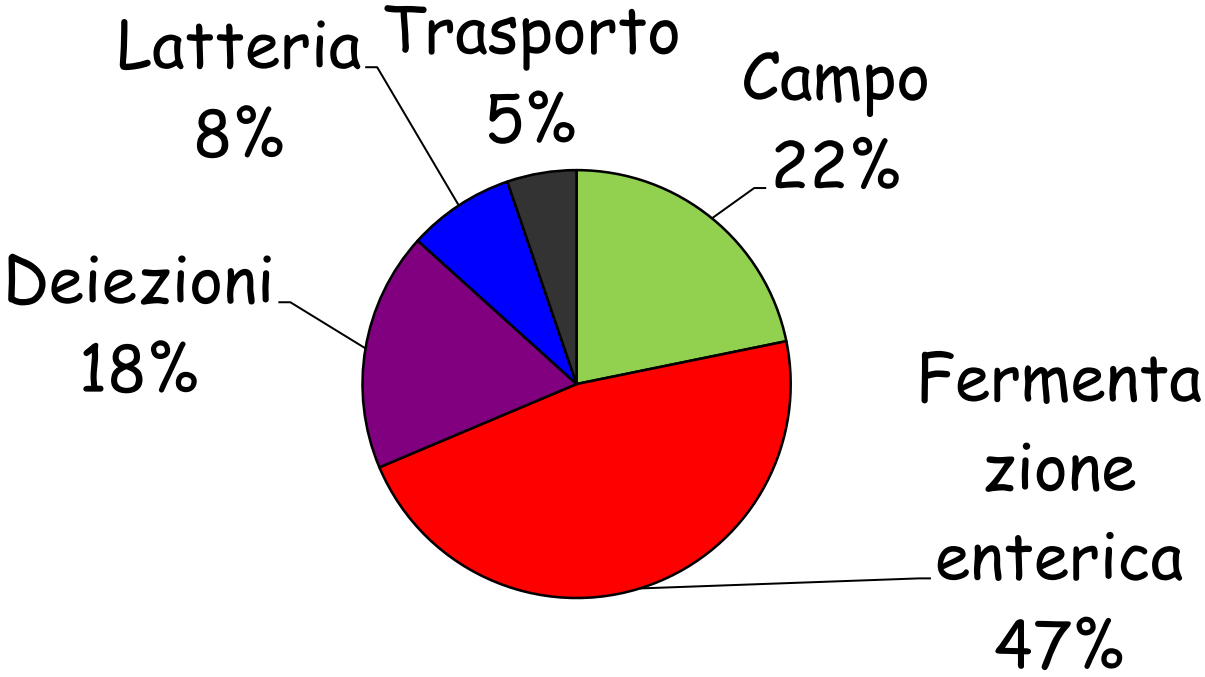
Amon et al., 2001

Indicatore di impatto riscaldamento globale

Potenziale nei confronti del riscaldamento globale valutato a 100 anni. La CO2 è il gas di riferimento ed è posta convenzionalmente uguale a 1, gli altri gas sono relazionati alla CO2 e vengono espressi in Kg di CO_2 equivalente

• 1 kg CO_2	1 kg CO_2 equivalente
• 1 kg CH_4	25 kg CO_2 eq.
• 1 kg N_2O	298 kg di CO_2 eq
• 1 kg CFC	4000-12000 kg di CO_2 eq

Contributo al riscaldamento globale generato dalla produzione di latte alta qualità valutato alla uscita della latteria in centro Italia



1.2 kg CO_2 eq./kg latte

Vitali et al., 2013

Global warming potential del latte bovino in pianura padana

- Analizzate 28 aziende
- 1.26 kg di CO2 equivalente/kg di FPCM (valore medio)
- 0.9 e 1.56 kg di CO2 eq./kg di FPCM sono stati i valori minimo e massimo
- 53% emissioni da fermentazione enterica e gestione deiezioni
- 20% produzione di alimenti

Bava et al., 2014

Cambiamento climatico

- **Mitigazione:** azioni volte a limitare, bloccare o invertire il cambiamento climatico (riduzione emissioni di gas ad effetto serra)

- **Adattamento**: azioni che cercano di ridurre la vulnerabilità dei sistemi biologici agli effetti del cambiamento climatico (ventilatori contrastare lo stress da caldo)

Mitigazione # 1

Emissioni da FE (ruminanti)

Aumento della capacità produttiva

- Riduzione del numero di animali
- Aumento efficienza alimentare
- Aumento efficienza riproduttiva
- Allungamento delle aspettative di vita
- Selezione per metanogenesi

Efficienza produttiva
Confronto produzione latte 1944 vs 2007

Le risorse richieste per produrre la stessa quantità di latte nel 2007 rispetto al 1944

- 21% animali
- 23% alimento
- 35% acqua
- 10% terra

I GHG emessi per produrre la stessa quantità di latte nel 2007 rispetto al 1944

- 43% CH_4
- 56% N_2O

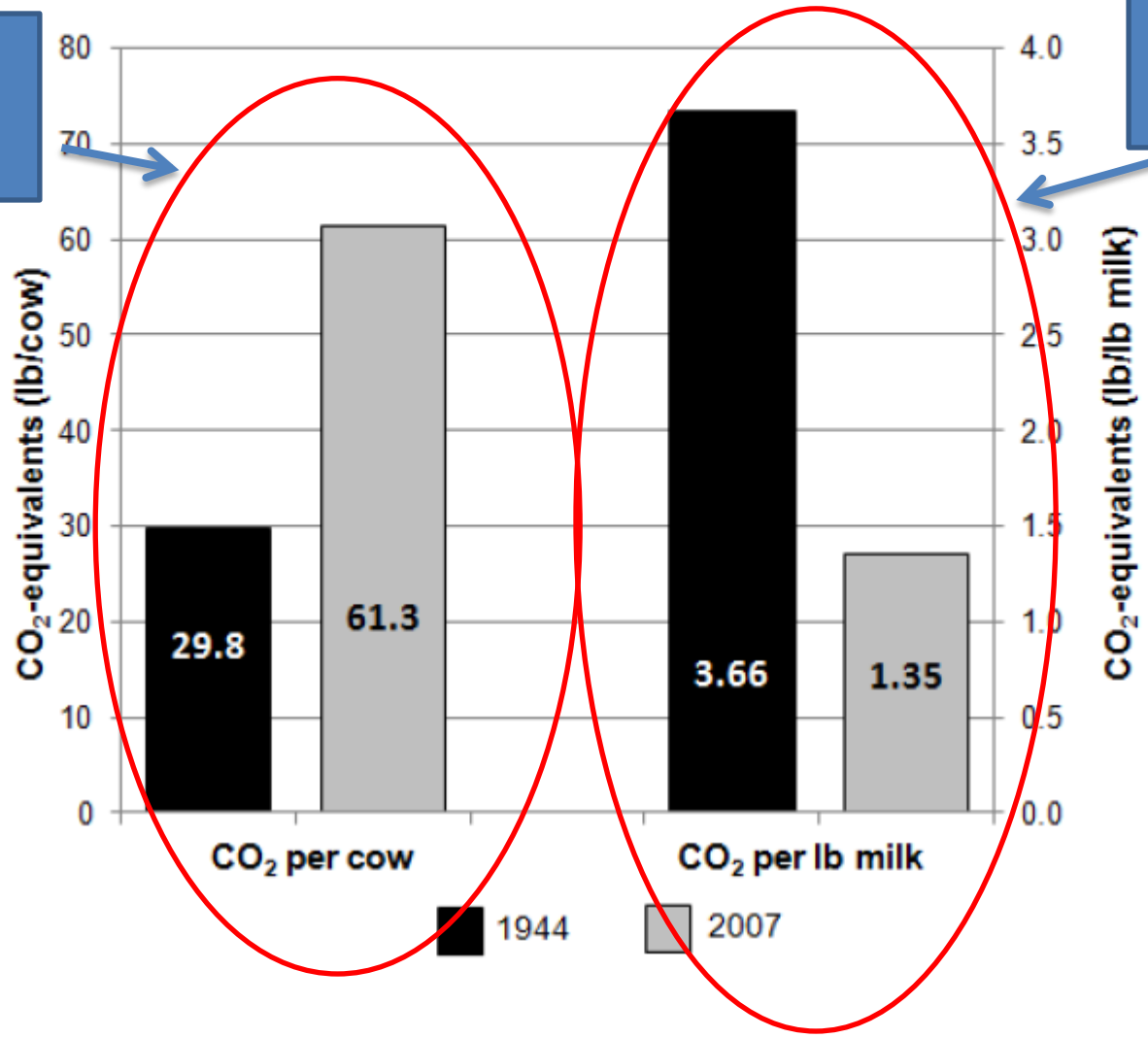
Carbon footprint 2007= 37% del 1944

Capper et al., 2007

Efficienza produttiva

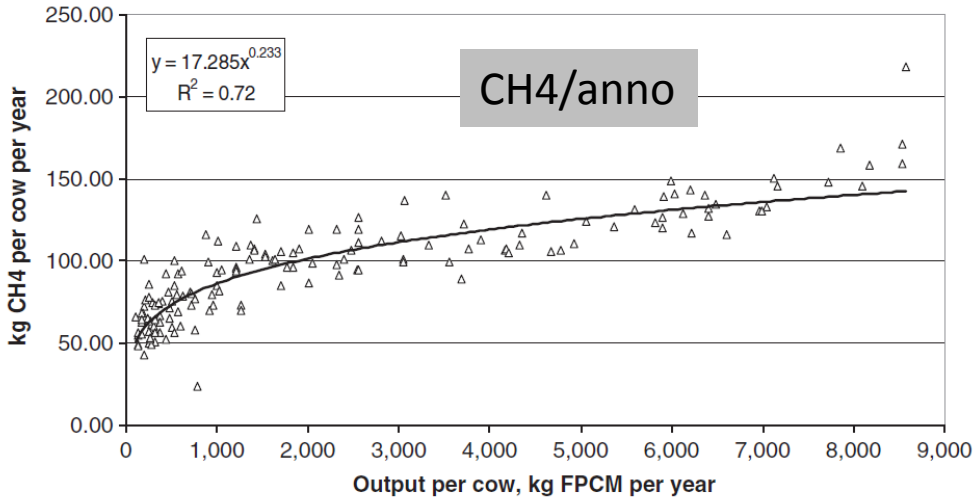
Emissioni per vacca

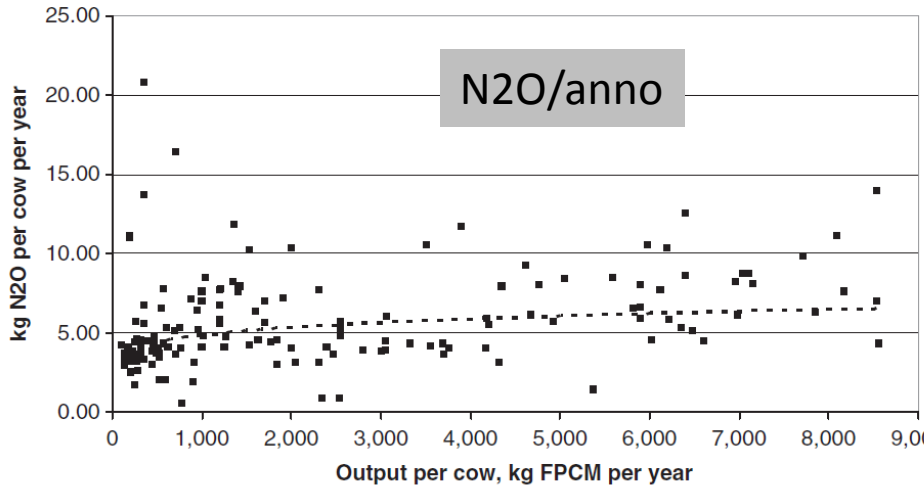
Emissioni per unità di prodotto

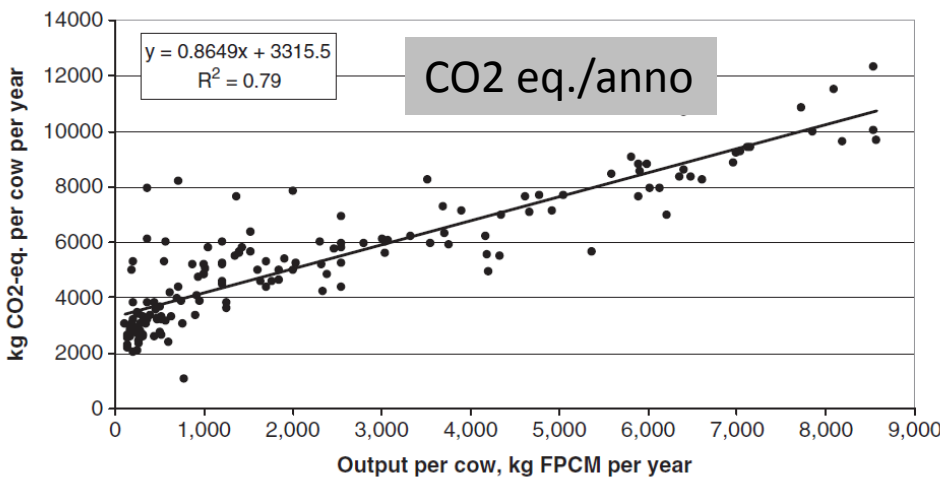


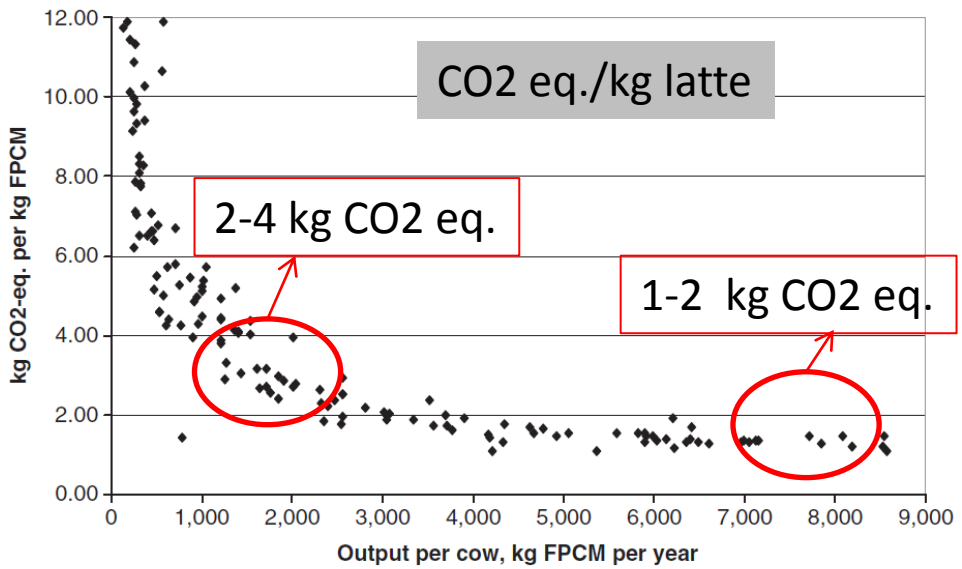
Capper et al., 2009

Produttività e intensità di emissione



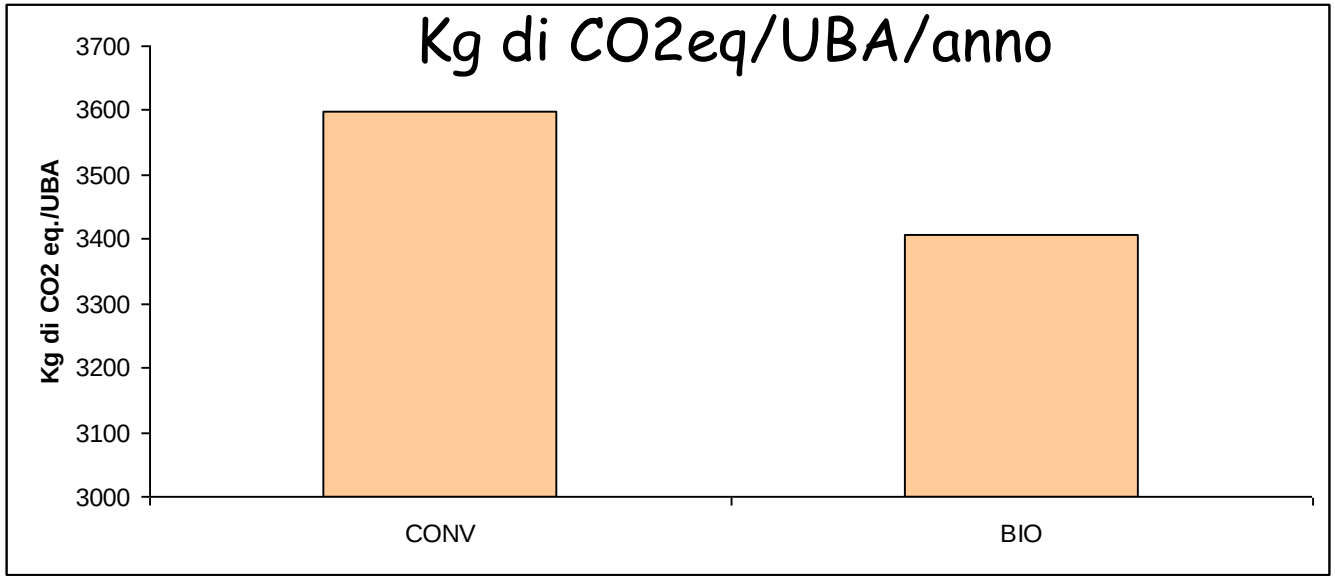


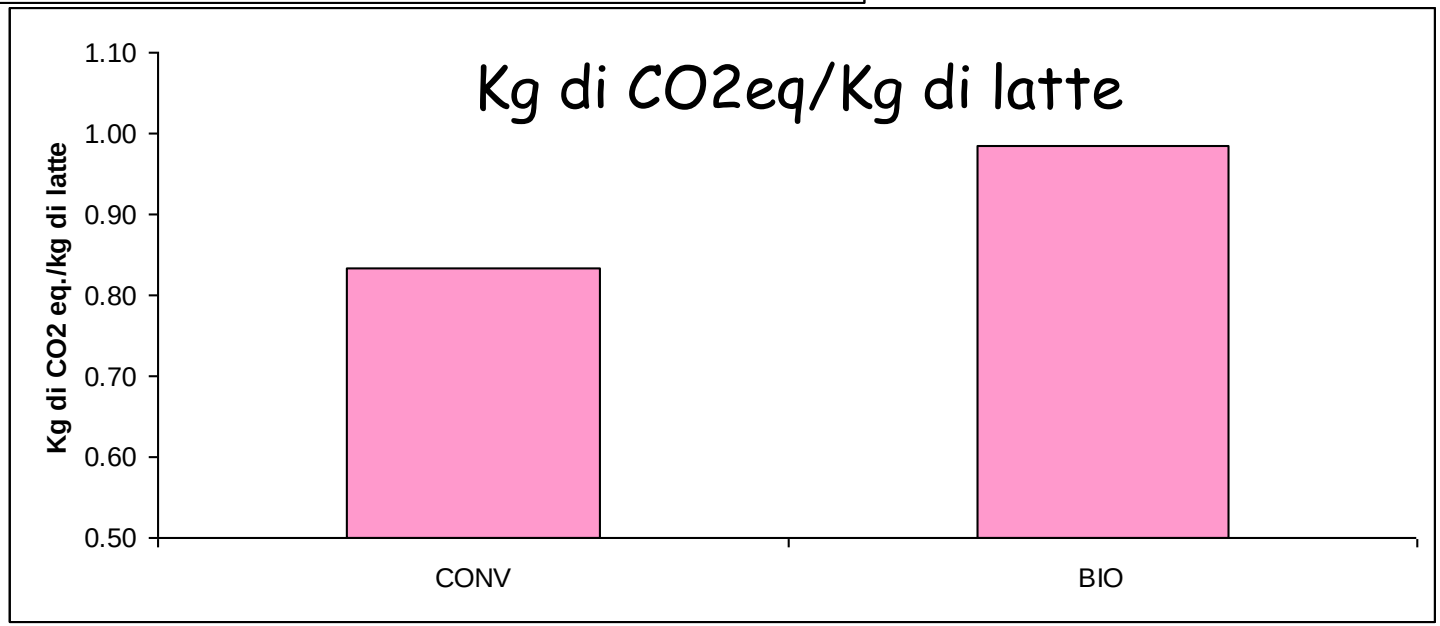




Gerber et al., 2011

Emissione di GHG: Confronto tra sistema di produzione biologico e convenzionale

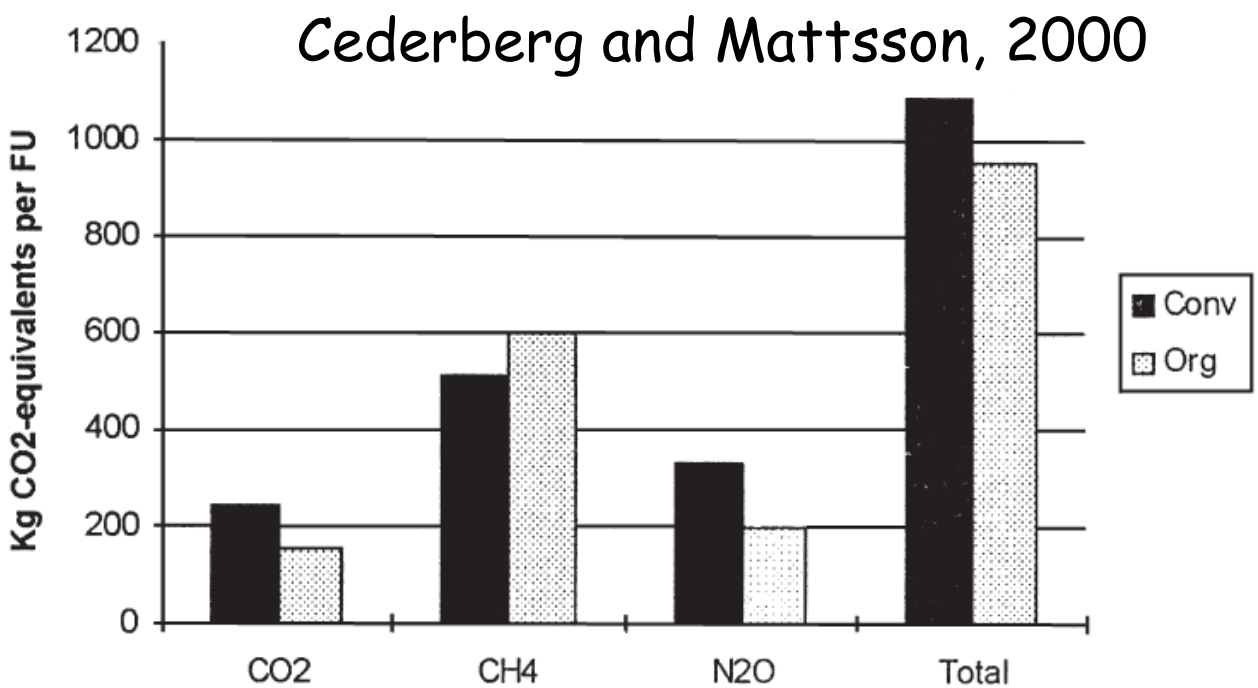




Vitali et al., 2014

Confronto bio *vs* convenzionale

- in UK 1.23 *vs* 1.06 kg CO2 eq./litro di latte (Williams et al., 2006)
- In olanda 1.5 *vs* 1.4 kg CO2 eq./kg di FPCM (Thomassen et al., 2008)



Mitigazione # 2

Alimentazione

- Sostanza secca
- Rapporto foraggi/concentrati
- Qualità dei foraggi
- Interventi alimentari

Grassatura della razione
Uso di ionofori (Monesin)
Composti bioattivi naturali (tannini, saponine, olii essenziali)
Processamento degli alimenti (pellettatura, macinazione)

Alimentazione

Razione

1 <fibra/amido	1 grassatura	1 processazione alimenti	piante ricche di tannini e saponine
↓	↓	↓	
2 >acido propionico	2 >efficienza conversione	2 macinazione pellettatura	
↓	↓		
3 <H^+ liberi	3 <fermentazione enterica		
↓			
4 <metanogenesi			

Stime riduzione CH_4

-22 -50%	-6%	-20%	-30%

Nardone, Lacetera. Il settore zootecnico: mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, 20 settembre 2011, Roma

Mitigazione #3 gestione deiezioni

Separazione solidi/liquidi	Incluso consumo energia per separazione	-36% GHG
Areazione	Incluso consumo energia per areazione	-33% GHG
Digestione anaerobica		-59% GHG
Tempi di stoccaggio deiezioni		-42% GHG
Tempi di stoccaggio + Temperatura deiezioni	es: Svezia vs Italia Rimozione giornaliera vs 4 mesi di stoccaggio	-75%CH_4
Copertura deiezioni	cattura gas	-100% (+CO_2 prodotta dalla combustione dei gas)
Compostaggio	ventilazione forzata/passiva	-30% GHG
Presenza di paglia		+21% GHG
Impiego colonie batteriche N-fissatrici	*Supersoil Project* (suini): separazione + areazione forzata + colonie batteriche N-fissatrici *vs* lagoni	-96.9% GHG
Dieta	AA essenziali di sintesi *vs* N nei monogastrici	

Consumo di acqua

- L’allevamento bovino è accusato di un elevato consumo idrico.
- Che cos’è il water footprimt?

Water footprint

Green Water è l'acqua meteorica che si trova nella disponibilità delle radici delle piante e che è evaporata, traspirata o incorporata dalla pianta. E' una quota molto rilevante dei prodotti agricoli e ortivi

Blue Water è l'acqua superficiale o sotterranea che può essere evaporata, traspirata o incorporata dalla pianta. E' una quota molto rilevante dei prodotti agricoli e ortivi. Nel latte corrisponde all'irrigazione, l'acqua di abbeverata e quella usata per gli usi aziendali

Grey Water è l'acqua rilasciata nell'ambiente con una certa quantità di inquinante. Può essere rilasciata direttamente attraverso il sistema fognario o indirettamente per i fenomeni di lisciviazione e ruscellamento

Water footprint latte =1000 litri/kg di prodotto

85% 8% 7%

http://waterfootprint.org/en/water-footprint/what-is-water-footprint/

Risparmio acqua

- scelta di sistemi colturali e tecniche di aridocoltura (girasole o sorgo vs mais; oppure medica vs prati graminacee)
- scelta della tempistica e del volume di irrigazione (bilancio idrico coltura)
- scelta della tipologia e del corretto uso degli impianti d'irrigazione (preferire quelli in pressione, come l'aspersione o la goccia vs sistemi a scorrimento)
- recupero e riuso delle acque.
- Sostituzione di una quota dei foraggi con sottoprodotti dell'industria agro-alimentare (sansa, vinacce, ecc)

Uso di germogli

Life Cycle Assessment
LCA

La LCA è una metodologia di analisi che valuta un insieme di interazioni che un prodotto o un servizio hanno con l'ambiente

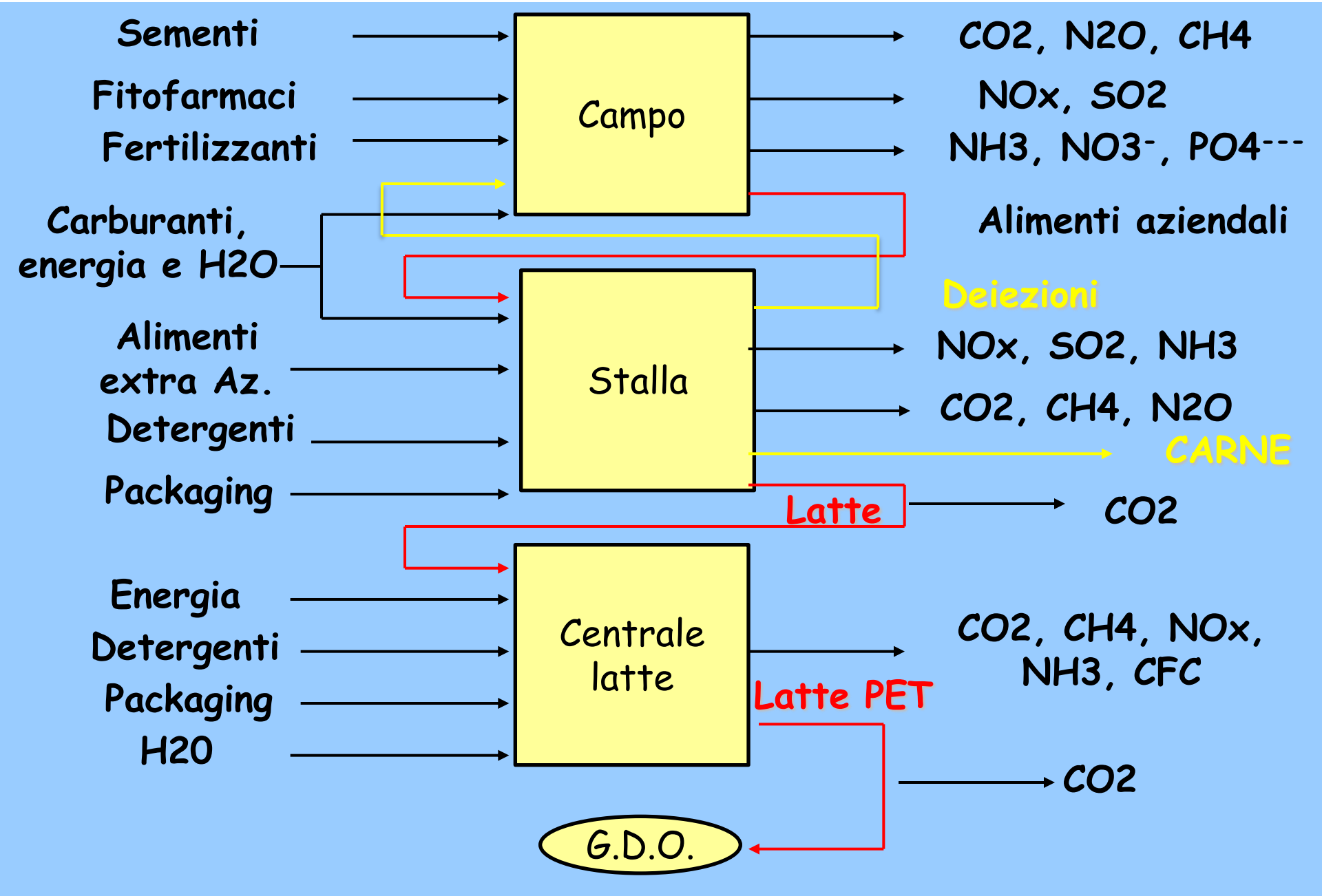
From Cradle to Grave "dalla culla alla tomba"

Impatti ambientali associati all'intero ciclo di vita di un prodotto a partire dalle materie prime, fino allo smaltimento finale

Perché fare una LCA

- Consente una valutazione ambientale di un prodotto sia in fase di progettazione che di revisione
- Fornisce informazioni ambientali che possono essere richieste da altri produttori (stessa filiera), governi e consumatori.
- Consente lo sviluppo di strategie di marketing ambientale, essendo di supporto all'acquisizione di Etichettature Ambientali
- Economico per una maggiore razionalizzazione dei processi produttivi (miglior uso di risorse)

Confini del sistema LCA latte



Etichette/certificazioni ambientali

- TIPO I: basati su criteri multipli che tengono conto del ciclo di vita del prodotto attraverso organismi di parte terza. Es. Ecolabel, Biologico (ISO 14024)

- TIPO II: auto-dichiarazioni ambientali senza intervento di un organismo di certificazione Es."Riciclabile", "Compostabile", (ISO 14021)

- TIPO III: dichiarazione ambientale di prodotto EPD basata su LCA, con verifica di terzi (ISO 14025)

L'etichetta EPD non comunica al consumatore
Operazione trasparenza industria alimentare
Comunicazione tra stakeholder

DICHIARAZIONE AMBIENTALE DI PRODOTTO DEL **LATTE FRESCO PASTORIZZATO ALTA QUALITÀ** CONFEZIONATO IN BOTTIGLIE DI PET*

GRANAROLO

EPD® ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

* Confezioni da 0,5 litri, 1 litro e 1,5 litri

CPC code	Revisione n.	Registrazione n.	Valida fino al	Anno di riferimento dei dati	Area geografica di riferimento
2211 - Processed liquid milk (unstats.un.org)	2 del 14/10/2013	S-P 00118	14/10/2016	2012	Italia

http://www.gruppogranarolo.it/system/granarolo_corporate/downloads/attachments/000/000/098/original/Brochure_Gran_EPD_IT.pdf?147760392910

Latte fresco **Selezione Mugello** Alta Qualità Intero

Confezionato in Tetra top da 1 Litro

Mukki

EPD®
ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

Revisione 0

Registrazione n. (provided by secretariat)

Data di Pubblicazione - validità 3 anni

Area Geografica: Italia

Reference PCR document:

PCR 2013:05 Arable crops del 12-06-2013;

PCR 2013:16 Raw Milk del 17-09-2013;

PCR 2013:17 Processed Liquid Milk and Cream del 17-09-2013;

http://www.lattesostenibile.it/pdf/MUKKI_EPD-INT.pdf

http://www.gruppogranarolo.it/system/granarolo_corporate/downloads/attachments/000/000/098/original/Brochure_Gran_EPD_IT.pdf?147760392910

LE IMPRONTE AMBIENTALI	Confezione 0,5 litri	Latte	Packaging	Altre materie prime	Processo	Distribuzione	TOTALE	Conservazione domestica	Fine vita packaging
	ECOLOGICAL FOOTPRINT	3,6	0,5	<0,1	0,3	0,2	4,6 *global m²/l*	0,4	<0,1
	CARBON FOOTPRINT	1,14[5]	0,16	0,01	0,11	0,06	1,48 *kg CO_2 eq/l*	0,14	0,02
	WATER FOOTPRINT	1.320	<10	<10	<10	<10	1.320 *litri/l*	<10	<10

57% Emissioni enteriche e deiezioni

[5]di cui 0,65 kg dovute al metano prodotto dalle fermentazioni enteriche e durante le fasi di stoccaggio delle deiezioni. Tali emissioni sono state stimate con la metodologia IPCC Tier 2

Etichetta Carbon Trust per prodotti Tesco UK

L'etichetta è sulla confezione del prodotto, riporta la CO2 eq. emessa
<u>e dichiara</u>
l'intenzione di ridurre il quantitativo

Photo source: http://www.theecologist.org/News/news_analysis/1231410/is_there_a_future_for_carbon_footprint_labelling_in_the_uk.html

Concludendo…

- L'allevamento del bovino da latte utilizza delle risorse naturali e rilascia inquinanti nell'ambiente

- L'efficienza produttiva associata al miglioramento del management alimentare e aziendale possono aumentare la sostenibilità ambientale del latte

- E' auspicabile lo sviluppo di altre forme di certificazioni, meno complesse e costose, che consentano di testimoniare il rapporto con l'ambiente e gli eventuali sforzi di mitigazione anche alle aziende più piccole.

PROTEINE METABOLIZZABILI
BILANCIAMENTO AMINO ACIDI
ESCREZIONI ED EMISSIONI DI GHG

Ermanno Melli

RUM&N Sas
Via Sant'Ambrogio, 4/A - 42123 Reggio Emilia - ITALY
Tel. 0522 560093 - Fax 0522 363017

Websile: www.rumen.it
E-Mail : info@rumen.it

Traccia Presentazione

Gli scopi di questa presentazione sono:

- Esaminare il sistema della Proteina Metabolizzabile (MP) nella nutrizione dei ruminanti
- Descrivere i meccanismi predittivi per bilanciare gli AA utilizzando la piattaforma **NDS**
- Valutare escrezioni fecali ed emissioni azotate e di GHG con **NDS**

SISTEMA DELLE PROTEINE METABOLIZZABILI

Proteine Metabolizzabili

Per molti anni, il contenuto di proteina grezza (CP) è stato utilizzato nella formulazione di diete per vacche in lattazione, anche se è noto da tempo che questo sistema non descrive correttamente il metabolismo delle proteine nei ruminanti

- poco era noto in merito alla risposta alle proteine di diversa qualità nel complesso ambiente microbico ruminale

Proteine Metabolizzabili

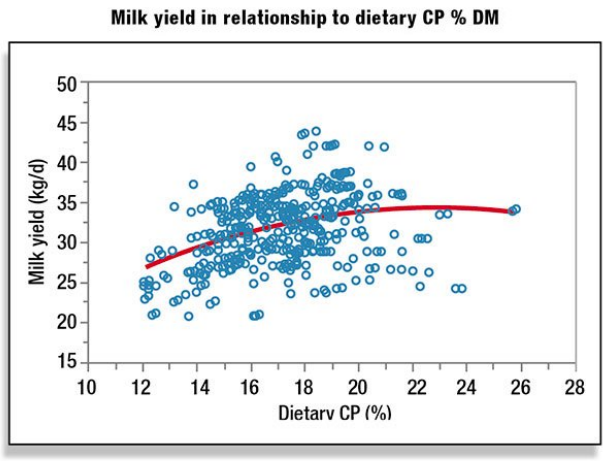
Limiti delle Proteine Grezze

- ✓ CP non è in grado di differenziare tra i fabbisogni della popolazione ruminale e quelli dell'animale ospite.
- ✓ Le supplementazioni proteiche basate sulle CP possono provocare carenze proteiche nell'animale.
- ✓ Dal punto di vista pratico, non è era facile quantificare con precisione l'apporto di MP perché il contenuto di MP non è un valore fisso per gli alimenti.

NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Proteine Metabolizzabili



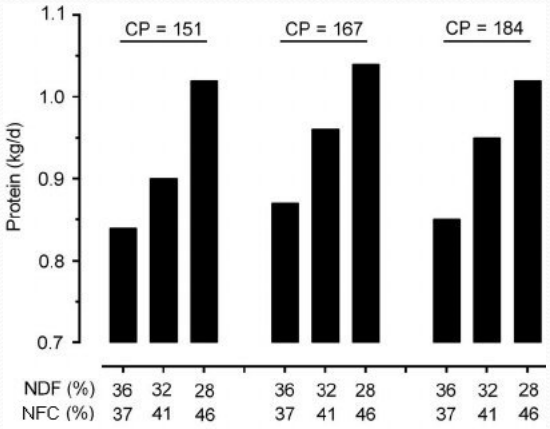
Adapted from Ipharraguerre and Clark, 2005

NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Proteine Metabolizzabili

Effect of dietary CP (g/kg DM) and NDF (% DM) on milk true-protein yield



Data derived from G.A. Broderick, 2003 (personal communication)

NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Proteine Metabolizzabili

Il concetto di bilanciamento delle razioni dei ruminanti basato solo sui contenuti di proteina grezza (CP) sembra essere impreciso e non uniforme, perché le vacche non richiedono CP, bensì aminoacidi digeribili.

NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Proteine Metabolizzabili

Gli effetti combinati di un aumento dei costi delle fonti proteiche e di legislazioni restrittive introdotte in vari paesi su stoccaggio e spandimento dei liquami, ha portato a un rinnovato interesse verso l'aumento dell'efficienza proteica nelle diete per vacca da latte.

Proteine Metabolizzabili

- Con l'avvento di modelli di nutrizione sofisticati come il CNCPS, la formulazione delle razioni per il bilanciamento azotato si è spostata dalla CP alla MP.
- Per stimare la fornitura di amminoacidi digeribili attraverso la dieta, i modelli di razionamento prevedono gli apporti di MP.

Proteine Metabolizzabili

- Proteina Metabolizzabile è definita come la proteina vera che viene digerita a livello post-ruminale e gli AA che la compongono sono assorbiti nell'intestino.
- Proteine Microbiche, RUP, e, ad una minore estensione, le proteine endogene (ECP), contribuiscono al passaggio delle MP verso l'intestino.

Proteine Metabolizzabili

- MP è la somma degli aminoacidi assorbiti dalla vacca.
- Il sistema della MP considera tutti questi fattori, quindi prevede la disponibilità proteica in modo più accurato e preciso rispetto alla CP.
- La accurata previsione degli apporti di MP è fondamentale soprattutto quando si formula a più bassi livelli di CP.

Proteine Metabolizzabili

Sistema della MP presenta molti vantaggi rispetto ai sistemi più vecchi:

1. Il sistema fornisce una descrizione più razionale dell'energia disponibile per la crescita microbica (CHO fermentescibili)

2. Esso fornisce una struttura per meglio descrivere l'assorbimento netto degli amminoacidi, calcolato in relazione ai fabbisogni dell'animale

NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Proteine Metabolizzabili

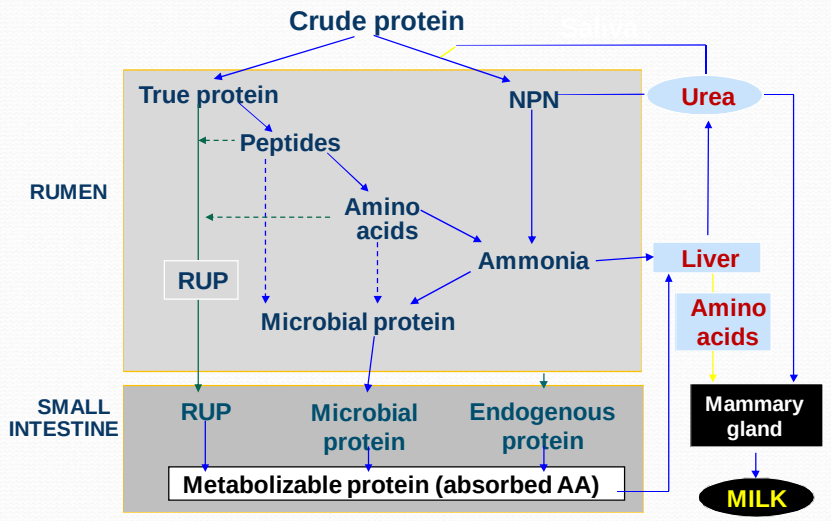
3. Il sistema MP prevede in modo migliore la risposta a latte (quantità e qualità) rispetto alle CP

4. La sostituzione del sistema convenzionale basato sulla CP con il sistema MP sembra essere un'idea migliore per definire e perfezionare l'utilizzo delle proteine e la formulazione delle dieta, siccome risulta evidente che questo sistema meglio descrive la biologia di ruminanti

NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Proteine Metabolizzabili

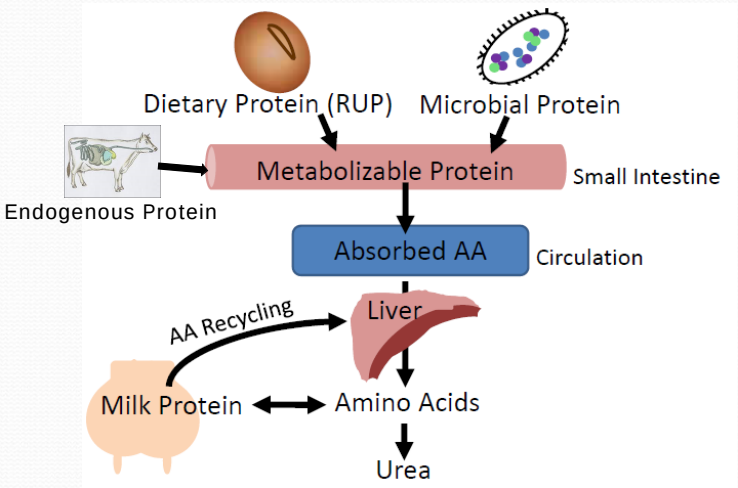


NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Proteine Metabolizzabili

Metabolismo proteico nei Ruminanti

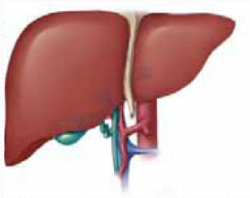


NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

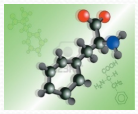
Proteine Metabolizzabili

Fegato: Organo critico per il metabolismo degli AA



- L'intestino drena nella Vena Porta (HPV)
- Raccoglie fino a 2/3 degli AA circolanti
- Orienta e gestisce gli AA verso gli altri tessuti

BILANCIAMENTO AMINOACIDI CON NDS

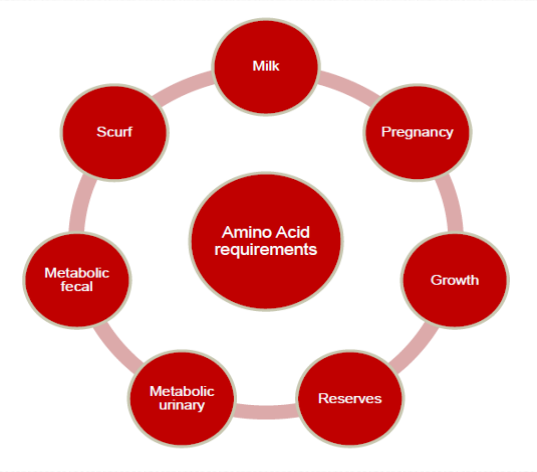


Bilanciamento Aminoacidi

- Aminoacidi e non genericamente proteine sono richiesti dai Ruminanti.
- Gli AA assorbiti, utilizzati per le sintesi delle proteine, sono vitali per tutte le funzioni fisiologiche (mantenimento, accrescimento, riproduzione e lattazione)

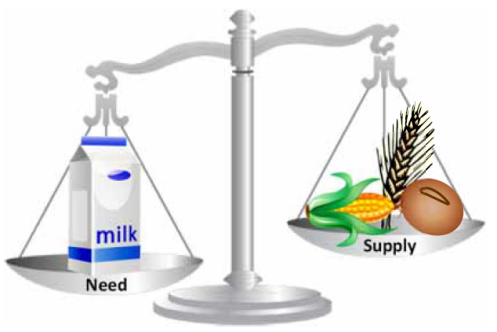
Bilanciamento Aminoacidi

Qual è l'apporto ottimale di aminoacidi?



Bilanciamento Aminoacidi

Fabbisogni vs. Apporti



NDS PROFESSIONAL

R.U.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

Bilanciamento Aminoacidi con **NDS**

Tre metodi:

- Fattoriale – quantità di AA (g/giorno)
- Proteina Ideale – concentrazione di AA (%MP)
- AA:Energia – AA in rapporto all'Energia disponibile (g AA/Mcal ME)

NDS PROFESSIONAL

R.U.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

NDS include l'attuale biologia del CNCPS 6.5/6.55 ed i fabbisogni di EAA assorbiti sono definiti attraverso il metodo fattoriale classico.

Il **metodo fattoriale** richiede la conoscenza del contenuto in aminoacidi degli alimenti e la loro efficienza di utilizzo.

NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

Sottomodello Aminoacidi di **NDS**

Il profilo aminoacidico di ogni alimento è aggiornato ed espresso in rapporto alle CP (% CP), mentre, nelle versioni precedenti del modello, gli AA venivano espressi come percentuale del residuo insolubile tampone (% ISR)

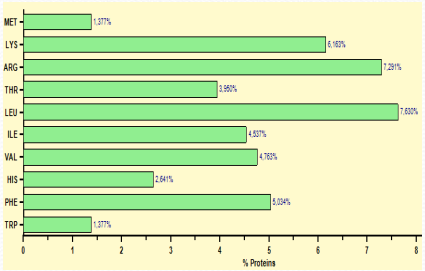
NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

Questo consente di recepire facilmente i risultati dei laboratori commerciali.

Amino acids	% DM	% CP	% EAA	% TAA
MET	0,6787	1,3770	3,0762	1,3770
LYS	3,0375	6,1625	13,7670	6,1625
ARG	3,5938	7,2912	16,2885	7,2912
THR	1,9471	3,9503	8,8249	3,9503
LEU	3,7607	7,6298	17,0449	7,6298
ILE	2,2364	4,5372	10,1361	4,5372
VAL	2,3477	4,7630	10,6405	4,7630
HIS	1,3018	2,6411	5,9002	2,6411
PHE	2,4812	5,0339	11,2457	5,0339
TRP	0,6787	1,3770	3,0762	1,3770



NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

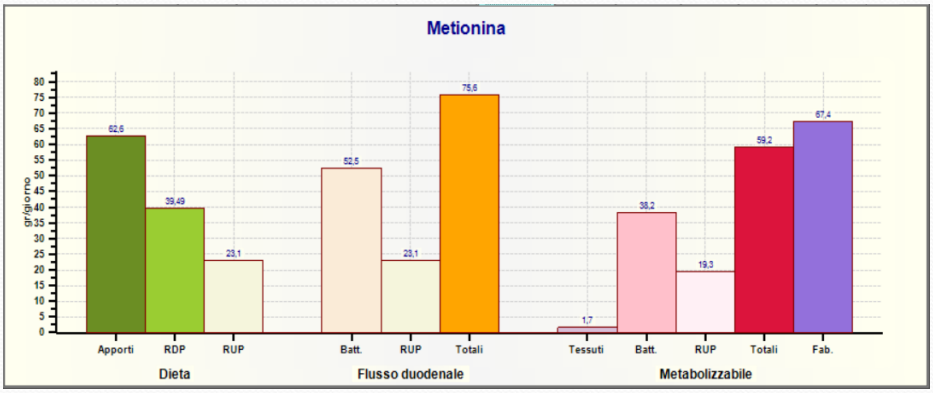
Diet evaluation | Pool sizes | Rumen | Excretion/GHG Emissions | Fatty acids | Amino acids | Minerals | Vitamins | Reserves | Digestibility | Water

	Total Diet AA		Duodenal Flow			MP AA Supply				Metabolizable Amino Acids			Ratios		
	Supply	RDP	Bact.	RUP	Total	Tissue	Bact.	RUP	Total	Req.	Balance	% Req.	% MP	AA:Energy	Lys:AA
	g/day	g/day	g/day	g/day	g/day	g/day	g/day	g/day	g/day	g/day	g/day			g/Mcal ME	ratio
Met	62,6	39,5	52,5	23,1	75,6	1,7	38,2	19,3	59,2	67,4	-8,2	87,8%	2,14	0,90	3,10
Lys	193,7	122,4	150,3	71,3	221,6	5,9	117,0	60,6	183,5	192,2	-8,8	95,4%	6,64	2,77	1,00
Arg	235,5	146,2	122,0	89,3	211,3	6,3	99,3	77,0	182,6	142,9	39,7	127,7%	6,61	2,76	1,00
Thr	153,4	97,5	99,4	55,9	155,3	3,6	79,8	46,9	130,2	105,2	25,1	123,8%	4,71	1,97	1,41
Leu	316,7	199,4	142,3	117,3	259,6	6,5	107,2	98,2	211,9	255,8	-43,9	82,8%	7,67	3,21	0,87
Ile	165,4	105,0	107,7	60,4	168,1	2,8	83,9	50,9	137,5	133,9	3,6	102,7%	4,98	2,08	1,33
Val	192,7	122,5	115,9	70,2	186,1	4,0	87,9	58,9	150,8	150,1	0,7	100,4%	5,46	2,28	1,22
His	113,6	70,7	48,7	42,9	91,6	2,3	38,4	36,5	77,1	64,1	13,0	120,3%	2,79	1,17	2,38
Phe	190,1	120,1	98,6	70,0	168,6	3,4	73,6	59,0	136,1	142,1	-6,0	95,8%	4,93	2,06	1,35
Trp	49,8	31,6	33,0	18,1	51,1	1,1	23,3	15,4	39,7	39,8	-0,1	99,7%	1,44	0,60	4,62
Lys:Met	3,10:1		Optimum ratio (Yield) 2.70:1 (2.68÷2.72)												

NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi



NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

Il sistema considera anche apporti e fabbisogni di AA quando i tessuti corporei sono mobilizzati o ricostituiti tramite il cambiamento BCS:

- quando BCS è perduto, AA dei tessuti sono mobilizzati (catabolismo proteico) e sono aggiunti agli apporti
- quando il BCS è recuperato, le maggiori richieste di AA per tessuti vengono considerati come fabbisogni aggiuntivi

NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

Insieme con il metodo fattoriale, **NDS** consente valutazioni basate sul metodo **Proteina Ideale**.

Questo approccio si basa sulle risposte in proteine del latte di Lys e Met espresse come percentuale di MP.

Il metodo della proteina ideale fornisce risposte lineari al bilanciamento di Met e Lys (%MP).

NDS PROFESSIONAL

R.U.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

NDS – Linee guida Proteina Ideale

Produzione di proteine (g/giorno):

- Lys dovrebbe essere maggiore di 7.0 %MP e Met maggiore di 2.6 %MP
- Rapporto LYS:MET per massimizzare la risposta in produzione di proteine nel latte dovrebbe essere fra 2.68-2.72:1 (**2.7:1**)

Contenuto di proteine (%):

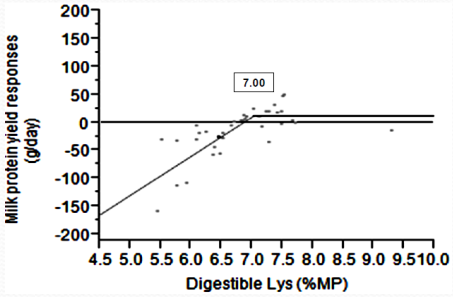
- Lys dovrebbe essere maggiore di 6.77 %MP e Met maggiore di 2.85 %MP
- Rapporto LYS:MET per massimizzare la risposta in contenuto di proteine nel latte dovrebbe essere fra 2.35-2.40:1 (**2.38:1**)

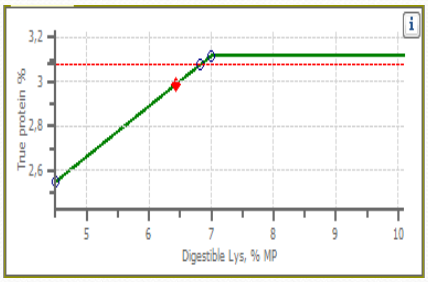
NDS PROFESSIONAL

R.U.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

Ideal Protein Guidelines - Lys





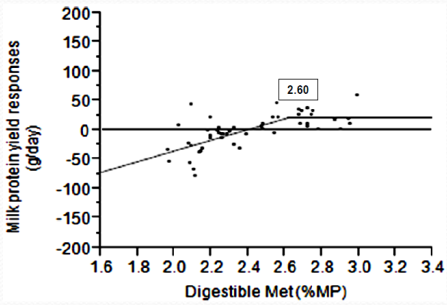
The optimum amount of Lys in MP is 7.00%

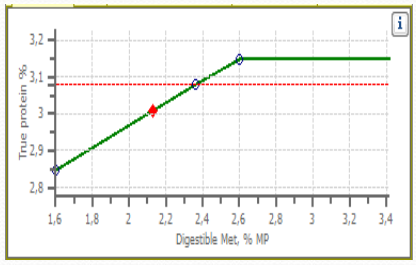
NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

Ideal Protein Guidelines - Met





The optimum amount of Met in MP is 2.60%

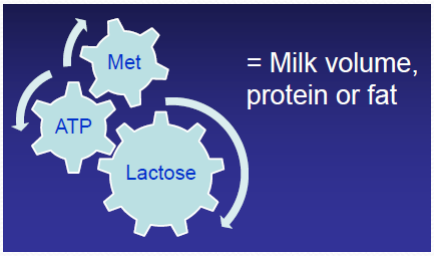
NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

Interazioni Proteine:Energia

Introdotto il concetto di **interazione proteine:energia**.
I due metabolismi dovrebbe essere considerati insieme in quanto questo riflette il fatto che i nutrienti sono ingeriti e utilizzati insieme durante i normali processi metabolici.



NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

Interazioni Aminoacidi:Energia

Diet evaluation | Pool sizes | Rumen | Excretion/GHG Emissions | Fatty acids | Amino acids | Minerals | Vitamins | Reserves | Digestibility | Water

	Total Diet AA		Duodenal Flow			MP AA Supply				Metabolizable Amino Acids			Ratios		
	Supply	RDP	Bact.	RUP	Total	Tissue	Bact.	RUP	Total	Req.	Balance	% Req.	% MP	AA:Energy	Lys:AA
	g/day	g/day	g/day	g/day	g/day	g/day	g/day	g/day	g/day	g/day	g/day			g/Mcal ME	ratio
Met	62,6	39,5	52,5	23,1	75,6	1,7	38,2	19,3	59,2	67,4	-8,2	87,8%	2,1	0,90	3,10
Lys	193,7	122,4	150,3	71,3	221,6	5,9	117,0	60,6	183,5	192,2	-8,8	95,4%	6,6	2,77	1,00
Arg	235,5	146,2	122,0	89,3	211,3	6,3	99,3	77,0	182,6	142,9	39,7	127,7%	6,6	2,76	1,00
Thr	153,4	97,5	99,4	55,9	155,3	3,6	79,8	46,9	130,2	105,2	25,1	123,8%	4,7	1,97	1,41
Leu	316,7	199,4	142,3	117,3	259,6	6,5	107,2	98,2	211,9	255,8	-43,9	82,8%	7,6	3,21	0,87
Ile	165,4	105,0	107,7	60,4	168,1	2,8	83,9	50,9	137,5	133,9	3,6	102,7%	4,9	2,08	1,33
Val	192,7	122,5	115,9	70,2	186,1	4,0	87,9	58,9	150,8	150,1	0,7	100,4%	5,4	2,28	1,22
His	113,6	70,7	48,7	42,9	91,6	2,3	38,4	36,5	77,1	64,1	13,0	120,3%	2,7	1,17	2,38
Phe	190,1	120,1	98,6	70,0	168,6	3,4	73,6	59,0	136,1	142,1	-6,0	95,8%	4,9	2,06	1,35
Trp	49,8	31,6	33,0	18,1	51,1	1,1	23,3	15,4	39,7	39,8	-0,1	99,7%	1,4	0,60	4,62
Lys:Met	3,10:1		Optimum ratio (Yield) 2.70:1 (2.68÷2.72)												

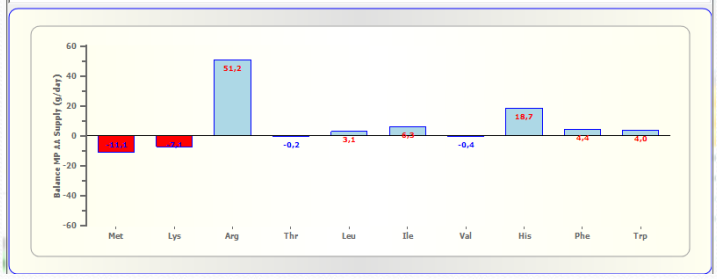
NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

Amino acids Vs. Energy

	AA:Energy (g/Mcal ME)		MP AA Supply (g/day)		
	Optimal	Current	Optimal	Current	Differences
Met	1,11	0,92	65,13	54,01	-11,12
Lys	2,94	2,82	172,50	165,39	-7,11
Arg	1,91	2,78	112,07	163,30	51,23
Thr	2,04	2,04	119,69	119,49	-0,20
Leu	3,30	3,35	193,62	196,72	3,10
Ile	2,06	2,17	120,87	127,14	6,27
Val	2,37	2,36	139,05	138,70	-0,35
His	0,88	1,20	51,63	70,33	18,69
Phe	2,07	2,14	121,45	125,84	4,39
Trp	0,55	0,62	32,27	36,31	4,04



NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

Linee guida per il bilanciamento di Proteine ed Aminoacidi

Come approccio generale, 6 tappe possono essere considerate importanti per massimizzare i componenti del latte e l'utilizzo delle MP attraverso il bilanciamento degli AA

NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

Step #1: Somministrare foraggi alta qualità, materie e sottoprodotti in grado di fornire un mix di carboidrati fermentabili tale da massimizzare l'ingestione e la produzione di proteina microbica perché costituita da un'eccellente profilo AA per lattazione.

NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

Step #2: Fornire adeguati, ma non eccessivi, livelli di RDP per soddisfare i fabbisogni batterici in ammoniaca e AA.

NH3-N è la seconda esigenza più importante per i microrganismi del rumine, così la massimizzazione delle proteine microbiche richiede un bilanciamento in RDP.

La quantità di RDP necessaria nella dieta è determinata dalla quantità di CHO fermentescibili.

NDS PROFESSIONAL

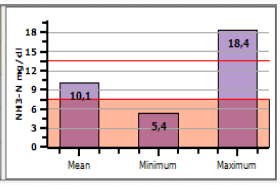
RU.M.&N.

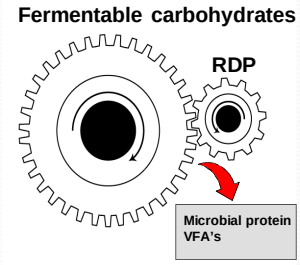
Bilanciamento Aminoacidi

Step #2: Minimizzazione carenze di NH3-N

Massimizzazione digestione CHO per ottenere la massima sintesi di proteina microbica

	Ruminal NH3-N
	mg/dl
Mean	10,1
Minimum	5,4
Maximum	18,4





NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

Step #3: Fornire proteici ad alto tenore di Lys per ottenere un livello di Lys in MP che si avvicini il più possibile alla concentrazione ottimale (%MP)

	Optimal Lys	Optimal Met	Optimal Lys:Met
Milk Protein yield	7,00	2,6	2,68 – 2,72
Milk Protein content	6,77	2,85	2,35 – 2,40

L'utilizzo di RP-LYS rende più facile il raggiungimento dell'obiettivo Lys %MP

NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

Contenuti di Lys e Met in tessuti, latte, batteri del rumine e alimenti (% CP), rispetto alle concentrazioni ottimali previste in MP

	Lys	Met	His		Lys	Met	His
Tissue	6.3			Brewer's grains	4.1		
Milk	7.7			Canola meal	5.6		
Bacteria	7.9			Corn DDGS	2.2		
				Corn gluten feed	2.7		
Ideal	7.0			Corn gluten meal	1.7		
				Cotton seed	4.3		
Alfalfa silage	4.4			Linseed meal	3.7		
Corn silage	2.5			Soybean meal	6.3		
Grass silage	3.3			Sunflower meal	3.5		
				Blood meal	9.0		
Barley	3.6			Feather meal	2.6		
Corn	2.8			Fish meal	7.7		
Wheat	2.8			Meat meal	5.4		

NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

Step #4: Somministare una fonte di RP-Met nelle quantità necessarie per raggiungere il rapporto ottimale Lys-Met in MP.

Offrire un supplemento di RP-Met è quasi sempre necessario per ottenere il corretto rapporto Lys:Met.

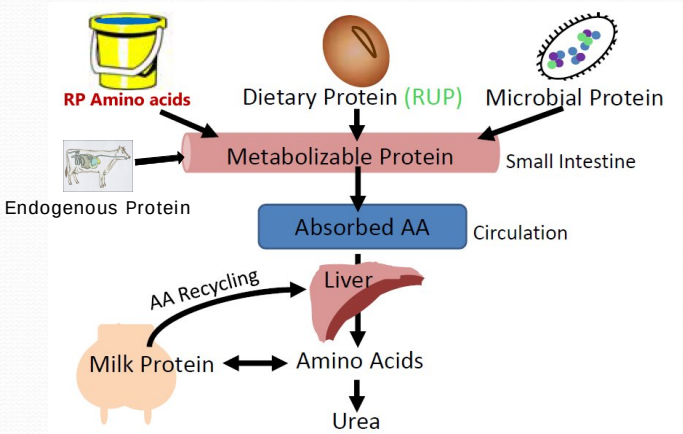
Rapporti Lys:Met "fuori equilibrio" riducono l'efficienza di utilizzo delle MP per la sintesi proteica e, maggiore è lo squilibrio, meno efficiente sarà l'utilizzo.

NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

Alterare la fornitura di AA



Bilanciamento Aminoacidi

Contenuti di Lys e Met in tessuti, latte, batteri del rumine e alimenti (% CP), rispetto alle concentrazioni ottimali previste in MP

	Lys	Met	His		Lys	Met	His
Tissue	6.3	1.8		Brewer's grains	4.1	1.7	
Milk	7.7	2.7		Canola meal	5.6	1.9	
Bacteria	7.9	2.6		Corn DDGS	2.2	1.8	
				Corn gluten feed	2.7	1.6	
Ideal	7.0	2.6		Corn gluten meal	1.7	2.4	
				Cotton seed	4.3	1.7	
Alfalfa silage	4.4	1.4		Linseed meal	3.7	1.8	
Corn silage	2.5	1.5		Soybean meal	6.3	1.4	
Grass silage	3.3	1.2		Sunflower meal	3.5	2.2	
				Blood meal	9.0	1.2	
Barley	3.6	1.7		Feather meal	2.6	0.8	
Corn	2.8	2.1		Fish meal	7.7	2.8	
Wheat	2.8	1.6		Meat meal	5.4	1.4	

Bilanciamento Aminoacidi

Step #5: Non somministrare eccessi di RUP.

Tre fattori determinano i fabbisogni in RUP:

1. Fornitura intestinale di proteine microbiche
2. Digeribilità RUP
3. Composizione in AA delle RUP

Bilanciamento Aminoacidi

Step #6: Monitorare attentamente i livelli di Istidina (%MP)
His può essere limitante oltre a Lys e Met ?

	ADMP	DMP	DMPLM	DMPLMH	P value
DM intake, kg/d	24.5	23.0	23.7	24.3	0.06
Milk, kg/d	38.8[a]	35.2[b]	36.9[ab]	38.5[a]	**<0.01**
Milk protein, %	2.98	2.94	2.99	3.03	0.23
Milk protein, g/d	1130[a]	1010[b]	1100[a]	1140[a]	**<0.01**
Milk fat, %	3.50	3.51	3.32	3.30	0.44
Milk fat, g/d	1340	1200	1210	1230	0.10
MUN, mg/dl	13.0[a]	10.3[bc]	10.1[c]	11.1[b]	**<0.01**
BUN, mg/dl	11.5[a]	6.8[b]	7.6[b]	8.0[b]	**<0.01**

Lee et al. (2012) - J. Dairy Sci. 95 :6042–6056

Bilanciamento Aminoacidi

Contenuti di Lys e Met in tessuti, latte, batteri del rumine e alimenti (% CP), rispetto alle concentrazioni ottimali previste in MP

	Lys	Met	His		Lys	Met	His
Tissue	6.3	1.8	2.4	Brewer's grains	4.1	1.7	2.0
Milk	7.7	2.7	2.7	Canola meal	5.6	1.9	2.8
Bacteria	7.9	2.6	2.0	Corn DDGS	2.2	1.8	2.5
				Corn gluten feed	2.7	1.6	2.9
Ideal	7.0	2.6	2.4	Corn gluten meal	1.7	2.4	2.1
				Cotton seed	4.3	1.7	2.8
Alfalfa silage	4.4	1.4	1.7	Linseed meal	3.7	1.8	2.0
Corn silage	2.5	1.5	1.8	Soybean meal	6.3	1.4	2.8
Grass silage	3.3	1.2	1.7	Sunflower meal	3.5	2.2	2.5
				Blood meal	9.0	1.2	6.4
Barley	3.6	1.7	2.3	Feather meal	2.6	0.8	1.2
Corn	2.8	2.1	3.1	Fish meal	7.7	2.8	2.8
Wheat	2.8	1.6	2.4	Meat meal	5.4	1.4	2.1

NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

NDS PROFESSIONAL

Come utilizzare **NDS** per il bilanciamento degli AA

Possiamo seguire tre diverse modalità:

a. Step by step o iterativo

b. Inclusione ottimale delle fonti di AA

c. Ottimizzazione non lineare

NDS PROFESSIONAL

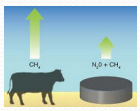
RU.M.&N.

Bilanciamento Aminoacidi

Take Home Messages

- Il metabolismo dell'N necessita di essere ben compreso
- MP e AA svolgono un ruolo nella regolazione delle produzioni
- Gli aggiornamenti al CNCPS hanno migliorato le previsioni legate alla fornitura di MP
- Il modello ha solide basi ed è in grado di prevedere accuratamente la fornitura di AA
- Attraverso **NDS** possiamo applicare direttamente in azienda le raccomandazioni relative agli AA

ESCREZIONI ED EMISSIONI DI GHG



Emissioni GHG

E‘ ben noto che i settori agricolo e zootecnico contribuiscono in modo significativo alle emissioni di gas serra e che sono richieste misure correttive in questi settori al fine di contenere i loro contributo al riscaldamento globale.

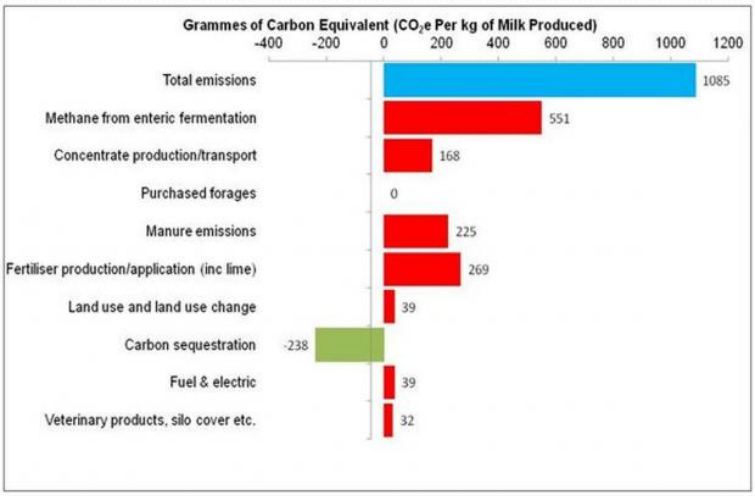
Emissioni GHG

Nelle produzioni animali la principale fonte di emissioni di GHG è rappresentata dal metano derivante dalle fermentazioni enteriche, mentre le emissioni di ossido nitroso provengono principalmente dal letame, e anche questa è una fonte significativa di gas serra.

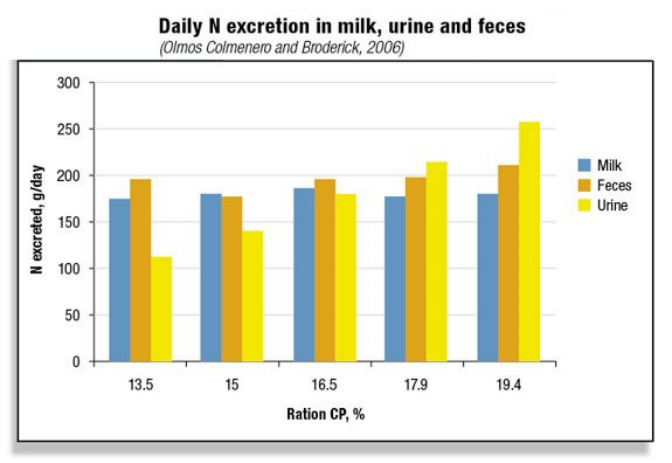
Emissioni GHG

I bovini sono una fonte importante di emissioni di gas serra in molti paesi a causa della loro grande popolazione e l'alto tasso di emissioni di CH4 a causa del loro sistema digestivo (ruminanti).

Emissioni GHG



Emissioni GHG



NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

RU.M.&N.

RUMINANTIA

Questions?

NDS PROFESSIONAL

RU.M.&N.

MALATTIE METABOLICHE

Il bilancio proteico nella bovina da latte: tra fertilità e mastite

Alessandro Fantini
Dairy Production Medicine Specialist
Fantini Professionale Advice srl, Anguillara Sabazia (Roma)

RIASSUNTO

Le carenze amminoacidiche nelle bovine di razza Frisona, nei primi mesi di lattazione, possono avere un effetto negativo sia sul sistema immunitario che sulla fertilità. In questo lavoro gli autori esaminano queste problematiche con alcune considerazioni preliminari che richiederanno però ulteriori approfondimenti scientifici per verificare l'effettiva correlazione tra proteina bassa del latte individuale delle bovine nei primi 100 giorni di lattazione e interparto.

Parolo chiave: metabolismo, bilancio proteico, fertilità, mastite, bovina da latte.

SUMMARY

Protein balance in dairy cows: between fertility and mastitis

Amino acid deficiencies in Friesian cattle, in the first months of lactation, may have a negative effect on both the immune system and fertility. In this paper the authors examine these issues with some preliminary considerations that, however, require further scientific studies to verify the correlation between low protein concentration in individual milk in the first 100 days of lactation and intercalving interval.

Key words: *metabolism, protein balance, fertility, mastitis, dairy cow.*

Esiste una profonda differenza tra la nutrizione dei ruminanti e quella dei monogastrici dovuta essenzialmente dalla presenza dei pre-stomaci. Milioni di anni fa si sono differenziati i ruminanti dalle numerose specie che popolavano il pianeta acquisendo un enorme vantaggio evolutivo in quanto capaci di utilizzare notevolmente meglio i nutrienti presenti nelle specie vegetali. Questo perché una serie di mutazioni anatomiche a monte dello stomaco ghiandolare crearono un habitat in grado di ospitare batteri, funghi e protozoi in grado di idrolizzare nutrienti inutilizzabili dalle molte specie animali che popolavano allora il pianeta. Questa sinergia o meglio simbiosi tra ruminante e microbiota ruminale diede un enorme e reciproco vantaggio completando e integrando la più antica simbiosi esistente in tutti gli animali con il microbiota intestinale.

Le differenze tra la fisiologia digestiva dei ruminanti con quella dei monogastrici

Un monogastrico si approvvigiona dei nutrienti necessari alle sue funzioni vitali attraverso gli alimenti ingeriti. I processi meccanici ed enzimatici che subiscono gli alimenti sono quelli che avvengono con la masticazione e il contatto con la saliva, la degradazione gastrica e quella intestinale. In poche parole nell'intestino vengono assorbiti gli amminoacidi, i carboidrati semplici, gli acidi grassi, i minerali e le vitamine contenuti negli alimenti ingeriti previo lo "sminuzzamento" della masticazione e la digestione enzimatica (amilasi, lipasi, proteasi, ecc.). Pertanto la nutrizione dei monogastrici è relativamente più semplice in quanto presuppone solo una precisa conoscenza dei fabbisogni dei singoli nutrienti e della composizione analitica degli alimenti. Quella dei ruminanti è invece alquanto complessa in quanto buona parte dei nutrienti necessari alle funzioni vitali di questi animali non deriva direttamente dagli alimenti ingeriti ma dal microbiota ruminale e dai prodotti secondari derivanti dalla sua attività fermentativa come gli acidi grassi volatili, le vitamine e quant'altro. Pertanto il nutrizionista che si occupa di ruminanti ha come primo obiettivo quello di modulare la produzione di microbiota ruminale in quanto per la bovina esso è l'alimento perfetto avendo una concentrazione proteica del 63%, di carboidrati del 21%, di grassi del 12% e di ceneri del 4%. Assumendo che il microbiota ruminale possa produrre 40 g di azoto per ogni kg di materia organica digeribile questo potrebbe garantire poco più del 65% dei fabbisogni proteici di una bovina al picco produttivo. Queste performance fermentative sono molto teoriche in quanto la cosi detta "razione per kg 48 di latte" può fornire al massimo circa gr 2800 di Proteina Metabolizzabile (MP) di cui solo il 53% derivante dalla biomassa ruminale. Per MP s'intende la sommatoria tra proteina microbica e proteina degli alimenti che passa indenne le idrolisi ruminali, al netto della digeribilità. Ossia è dalla MP che la bovina assorbe a livello intestinale gli amminoacidi di cui ha la necessità. Se la bovina potesse assumere, per soddisfare i suoi fabbisogni, solo MP di origine microbiotica vedrebbe perfettamente soddisfatti i suoi fabbisogni amminoacidici ma solo per il mantenimento e poco più. In natura i ruminanti si cibano di erba o meglio di essenze vegetali che garantiscono una quota aggiuntiva di nutrienti come gli zuccheri. Nel momento in cui la bovina è stata domesticata dai nostri antenati agricoltori si è cercato di aumentarne la produzione di latte ma anche di carne agendo sulla selezione genetica e apportando at-

traverso altri alimenti nutrienti supplementari che oggi raggruppiamo con il termine generico di concentrati. Cioè in pratica si è aggiunta una quota sempre più crescente di proteina metabolizzabile di origine non microbiotica, acidi grassi, zuccheri semplici, amidi, minerali e vitamine. Per il ruminante selvatico il nutrizionista serve a poco in quanto le essenze vegetali sono in grado di garantire tutti quei nutrienti di cui ha necessità ma con le razze bovine che l'uomo ha selezionato partendo dall'Uro questo apporto nutritivo non è più sufficiente. Da queste brevi puntualizzazione si intuisce facilmente che esiste una debole correlazione tra concentrazione proteica della razione e produzione di MP di origine microbiotica in quanto la biomassa ruminale per crescere ha si bisogno d'azoto ma anche di buona parte degli altri nutrienti presenti nella razione. Le 200 specie batteriche del rumine si suddividono in raggruppamenti a seconda del tipo di attività fermentativa che svolgono. Abbiamo ad esempio i cellulosolitici che idrolizzano le cellulose. Questi non sono in grado di idrolizzare le proteine e per loro crescita necessitano di azoto non-proteico (NPN), acidi grassi ramificati e cospicue concentrazioni di sodio. Un altro raggruppamento importante è quello degli amilolitici che idrolizzano gli amidi e producono un importante precursore del glucosio che è l'acido propionico. Queste ultime specie batteriche invece necessitano per crescere di "proteina vera" ossia amminoacidi essendo di fatto capaci di idrolizzare le proteine. I batteri proteolitici cioè in grado d'idrolizzare le fonti organiche d'azoto sono il 12-14% e appartengono alle specie saccarolitiche e amilolitiche. Abbiamo citato solo questi due raggruppamenti batterici ma ne esistono numerosi altri che prediligono altri substrati alimentari da fermentare ma un concetto importante è che tra le tante specie batteriche, protozoarie e fungine che soprattutto vivono organizzate nel biofilm ruminale esiste una profonda competizione ma al tempo stesso cooperazione in quanto in molti casi un prodotto della fermentazione serve alla crescita di un altro oppure esiste cooperazione nella degradazione degli alimenti come avviene tra funghi e i batteri cellulosolitici. Il nutrizionista specializzato nei ruminanti quando appronta una diete cerca di dare vantaggio alle specie batteriche più efficienti in modo da incrementare la produzione di MP e di alcuni acidi grassi più vantaggiosi ai fini energetici ma mai dimenticando che si allevano i ruminanti non tanto per la loro capacità di convertire azoto di provenienza vegetale in azoto presente nel latte e nella carne quanto di farlo partendo dalle fibre e dall'NPN in quanto alimenti a basso costo e non utilizzati dai monogastrici e quindi anche dall'uomo.

La selezione genetica

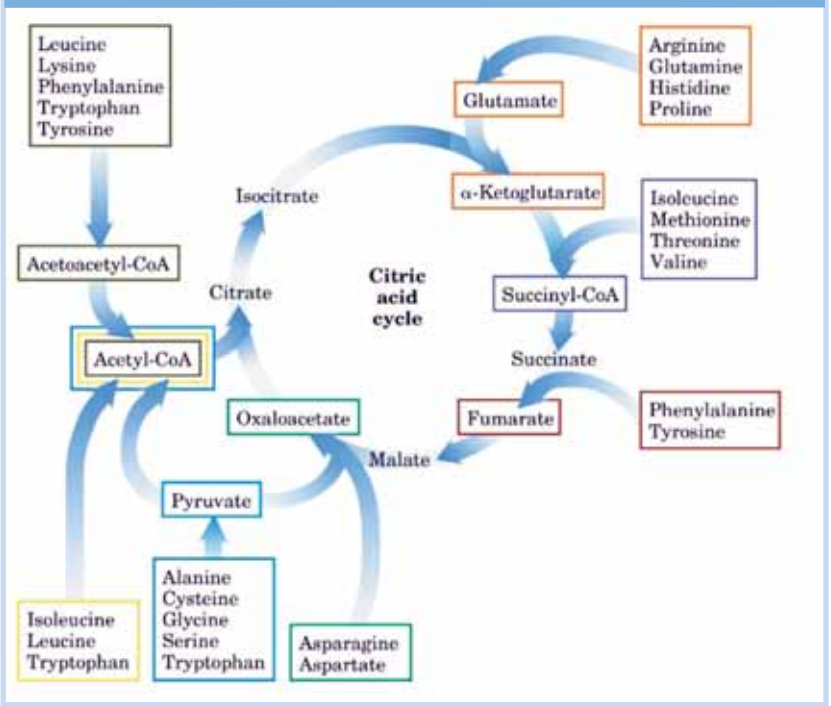
Da circa 10.000 anni, ossia da quando è iniziata la domesticazione dell'Uro (*Bos primigenius*), l'uomo ha allevato figlie di bovine sempre più produttive da far fecondare a maschi figli di madri con le medesime caratteristiche. Altro non ha fatto che premiare, conferendogli il vantaggio riproduttivo, l'attitudine materna ossia il produrre più latte possibile e per il maggior tempo possibile e dotato di sempre crescenti qualità nutrizionali come il grasso e le proteine. Oggi in allevamento alleviamo delle "super mamme" ossia bovine che quando non sono nuovamente gravide danno alla mammella, o meglio alla prole, la massima priorità metabolica. Queste "super mamme" però lo sono ancora quando diventano nuovamente gravide dove la priorità metabolica si sposta sull'utero gravido e sullo stoccaggio di grasso nel tessuto adiposo. Riserva fondamentale per assicurare latte al vitello che nascerà. È intuitivo quindi che alle bovine in lattazione e non ancora gravide le sole essenze vegetali come l'erba o le foglie degli alberi non possono essere sufficienti ne per la produzione ma soprattutto per le altre funzioni vitali. L'uomo del passato ha selezionato bovine la cui mammella, o meglio il suo epitelio alveolare mammario, è in grado di sottrarre dal sangue circolante una enorme quantità di nutrienti come glucosio, amminoacidi, acidi grassi e quant'altro. La priorità metabolica del produrre latte si è potuta "esasperare" grazie all'indipendenza della mammella da ormoni come l'insulina che hanno pochissimi recettori su questo tessuto. Sappiamo che questo ormone è fortemente coinvolto nel metabolismo in quanto consente il mantenimento dell'omeostasi glicemica. Negli ormai 10.000 anni di selezione genetica e nei ultimi pochi anni di selezione genomica l'uomo ha avvantaggiato le bovine con una maggiore produzione di latte e una maggiore quantità di grasso e proteine modificando, e spesso inconsapevolmente, l'assetto ormonale metabolico delle bovine da latte. È solo da pochi anni che sono stati inseriti i cosi detti caratteri funzionali dopo che si è constatato che selezionare solo per i caratteri produttivi si era ottenuta una bovina sicuramente pro-

duttiva ma potenzialmente poco fertile e molto suscettibile alle patologie specialmente metaboliche. Per incrementare la produzione di latte, di grasso e proteine le nostre "super mamme" sono state riprogrammate per mobilizzare grandi quantità di grasso di deposito nei primi mesi di lattazione, ossia quando non sono ancora gravide, e di aumentare il flusso di sangue alla mammella per apportarvi amminoacidi e grandi quantità di glucosio per la sintesi del lattosio. Per ottenere tutto questo i genetisti hanno dovuto selezionare bovine con alti livelli di GH e bassa produzione d'insulina o meglio con capacità di risposta ai carichi di glucosio inferiore. La grave colpa che oggi sta scontando la zootecnia del latte bovino è stata, e per certi versi è ancora, che quando i genetisti modificano gli indici di selezione non si consultano con i fisiologi bovini per soppesare attentamente gli effetti collaterali che possono derivare dai riassetti ormonali e metabolici. I problemi che abbiamo ora negli allevamenti derivano in buona parte da questo mancato dialogo.

La nutrizione azotata

La bovina da latte, come del resto tutti i ruminanti, non è un sistema efficiente di valorizzazione dell'azoto alimentare ma riesce a esserlo proprio perché può utilizzare l'azoto non-proteico. Fatto cento, l'azoto ingerito la bovina riesce a convertirne poco meno del 30% in latte mentre il 32.8% verrà disperso con le feci e il resto con le urine.
La complessità della nutrizione dei ruminanti, o meglio del debole legame tra nutrienti apportati e nutrienti assorbiti nell'intestino, obbliga i nutrizionisti a utilizzare complessi software per la gestione dei modelli matematici all'interno dei quali le principali funzioni metaboliche della bovina da latte vengono modellizzate. C'è stato nel corso degli ultimi anni una evoluzione dal sistema di calcolo così detto "statico", fatto di medie ponderate degli apporti nutrizionali da soddisfare per il mantenimento, la crescita, la produzione e la riproduzione, ai più efficienti "modelli dinamici" tra cui spicca il *Cornell Net Carbohydrate and Protein System* (CNCPS). Il CNCPS non rappresenta il punto di vista o meglio la "scuola di pensiero" americana ma la sintesi di sterminate ricerche effettuate in tutto il mondo sulla nutrizione della bovina da latte. Nella nutrizione di questo animale il CNCPS a fronte della disponibilità di alimenti di cui si conosce l'esatta composizione chimica, il tasso di degradazione ruminale delle frazioni delle proteine e dei carboidrati e la velocità di transito ruminale riesce con un buon grado di approssimazione a prevedere il tasso di crescita del microbiota ruminale, la quota di nutrienti che sfugge indenne alle idrolisi o meglio le fermentazioni ruminali, la composizione amminoacidica della MP, il livello di produzione ruminale dei principali acidi grassi volatili (acido acetico, acido propionico e acido butirrico) e molte altre informazioni. Volendo rimanere nell'ambito della nutrizione azotata le proteine vengono tradizionalmente determinata con il metodo Kjeldahl la cui definizione è "come somma dell'azoto ammoniacale e dell'azoto organico che vengono trasformati in solfato d'ammonio nelle condizioni di mineralizzazione adottate dal metodo". L'azoto organico Kjeldahl è dato dalla differenza tra il valore dell'azoto totale Kjeldahl e quello dell'azoto ammoniacale eventualmente presente nel campione. Una volta determinato l'azoto totale esso viene moltiplicato per la costante 6,25 e da cui il valore di proteina grezza di un alimento. Agli obiettivi del nutrizionista questa informazione serve a poco in quanto l'azoto estratto con questo metodo comprende sia quello non proteico che quello organico che come abbiamo visto viene utilizzato differentemente dai microrganismi che costituiscono il microbiota ruminale. Lo stesso dicasi per l'assorbimento intestinale. Quando si parla di livello energetico di una razione, concetto molto diverso dal livello energetico di un alimento, è bene sempre ricordare quale via utilizza la bovina per produrla. Innanzitutto per energia s'intende la quantità di ATP (energia chimica) prodotta dal ciclo di Krebs a partire da alcune molecole. Il substrato più importante è il glucosio che nei monogastrici deriva principalmente dall'assorbimento intestinale e dalle riserve di glicogene essenzialmente epatiche. La bovina da latte ha con il glucosio un rapporto diverso rispetto ai monogastrici. Innanzitutto essa lo utilizza preferenzialmente come precursore del lattosio e il suo uptake mammario abbiamo visto essere indipendente dall'insulina. Un altro aspetto da considerare è che la digestione enzimatica dell'amido a livello intestinale (amilasi) è nella bovina limitata e quindi la capacità di assorbimento del glucosio. Buona parte del pool del glucosio deriva dalla gluconeogenesi. Nelle bovine al picco produttivo è l'acido propionico la fonte principale di glucosio superando il 60% del totale. L'acido propionico poi interviene direttamente nel ciclo di Krebs. Importanti sono i lattati e il glicerolo. Di grande importanza sia nella gluconeogenesi che direttamente nel ciclo di Krebs sono alcuni ami-

Figura 1. Gli aminoacidi nel ciclo di Krebs



noacidi che la bovina assume dalla MP e dalle scorte prevalentemente muscolari. Gli aminoacidi possono rappresentare fino al 30% dei precursori del glucosio. Si stima che da g 100 di amminoacidi vengono prodotti g 58 di glucosio (figura 1).

Nel ciclo di Krebs, quindi. Il glucosio è il substrato principale. Tuttavia altre fonti importanti sono gli acidi grassi derivanti dalla dieta o dalle riserve lipidiche e direttamente gli amminoacidi. Pertanto gli amminoacidi nella bovina da latte hanno un ruolo sensibilmente superiore rispetto ai monogastrici su molte altre funzioni metaboliche. Nei monogastrici un eventuale bilancio energetico negativo si contrasta con molta facilità aumentando nella dieta la presenza di fonti di acidi grassi, amido e zuccheri. Nella bovina invece un ruolo fondamentale lo ha sia la MP di origine microbiotica che quella alimentare pertanto si preferisce utilizzare una più completa definizione di bilancio energetico e proteico negativo.

Gli amminoacidi sono 20 e suddivisi in 10 essenziali (EAA), ossia che la bovina non può produrre in quantità sufficiente, e 10 non essenziali (NEAA) che la bovina può produrre in quantità sufficiente rispetto ai fabbisogni. Questa ripartizione ovviamente nella moderna bovina da latte specialmente al picco produttivo non è poi così rigida. Il latte della bovina contiene una concentrazione proteica che può variare dal 2,9 al 3.8%. Ciò dipende dalla razza e dalla fase della lattazione in cui si trova. Il 77-78% della proteina del latte è costituito dalle caseine. Il resto sono proteine sieriche. Le caseine sono a sua volta suddivise nelle frazioni alfa, beta, kappa e gamma all'interno delle quali esistono ulteriori varianti. Nelle caseine sono rappresentati buona parte degli amminoacidi in un rapporto diverso a secondo del tipo di caseine. L'aminoacido più presente è l'acido glutammico (~ 20%), la leucina (6-12%) e la prolina (8-17%). Un concetto fondamentale e propedeutico alla valutazione degli effetti negativi di carenze assolute e relative di amminoacidi sulla salute e la fertilità della bovina da latte è che la carenza anche di uno solo degli amminoacidi che costituiscono le caseine ne impedisce la sintesi mammaria. Pertanto una bassa concentrazione di caseina nel latte collettivo o individuale sott'intende la carenza di uno o più amminoacidi appartenenti sia al raggruppamento degli essenziali che dei non essenziali. Si ritiene che da cinque amminoacidi essenziali dipende la piena sintesi della caseina e questi sono la metionina, la lisina, l'istidina, la fenilalanina e la treonina. Tra gli amminoacidi esiste un profondo rapporto per cui alcuni permettono la sintesi degli altri. Inoltre, e questo anche è propedeutico al verificare l'impatto negativo su salute e fertilità del bilancio azotato, gli amminoacidi oltre alle funzioni plastiche partecipano a importanti funzioni metaboliche. Si è osservato che la mammella capta in eccesso la isoleucina, la leucina, la lisina e la valina e da alcuni di questi riesce a sintetizzare alcuni NEAA. Può succedere come avviene per la lisina che l'utilizzo da parte della mammella per sintetizzare gli NEAA ne causi una carenza. Sembrerebbe, ma il condizionale è d'obbligo" che l'uptake mammario di EAA come l'istidina, la metionina, la fenilalanina e il triptofano sia sufficiente. L'estrazione di prolina, acido glutammico e acido aspartico è bassa rispetto alla quantità richiesta dalla mammella. La prolina e l'acido glutammico, anche se sintetizzati nella mammella, sono spesso limitanti la sintesi della proteina del latte. L'arginina viene estratta dalle 2 alle 4 volte quella secreta nel latte ma si deve considerare che unitamente all'ornitina vengono utilizzati come precursori della prolina e dell'acido glutammico. Medesima situazione quella della fenilalanina e della metionina che troviamo nella mammella il 20-30% in più di quella che viene estratta dal sangue. Ci sono poi amminoacidi come la fenilalanina e la metionina la cui

quantità che troviamo nel latte è dal 20 al 30% superiore di quella estratta dalla mammella. Altra informazione importante è che 5 amminoacidi essenziali come la fenilalanina, la metionina, la lisina, l'istidina e la treonina vengono utilizzati per lo sviluppo e la crescita del parenchima mammario. Gli EAA estratti in eccesso dalla mammella forniscono azoto e carbonio per la sintesi dei NEAA e come fonte energetica.

Il bilancio proteico negativo (NPB)

Negli ultimi giorni di gravidanza e nelle prime settimane di lattazione le bovine si trovano in una condizione para-fisiologica di bilancio energetico negativo ossia i nutrienti che ingeriscono non riescono a contribuire completamente ai fabbisogni di ATP di questo periodo. Ciò appunto avviene perché la mammella, e in via prioritaria, sottrae per la produzione di latte, grasso e proteine enormi quantità di glucosio, amminoacidi e acidi grassi. La bovina per far fronte alle necessità metaboliche degli altri tessuti ricorre ad altri nutrienti sempre che gli vengano messi a disposizione. Vedremo successivamente la fondamentale importanza diagnostica del latte individuale delle prime settimane di lattazione al fine di valutare sia il bilancio energetico che proteico. Un principio propedeutico a tutto è quello che "se la bovina non ha amminoacidi sufficienti per completare la sintesi delle caseine non ne avrà a disposizione per altre funzioni metaboliche importanti come la riproduzione e l'immunità" proprio perché la mammella della bovina non gravida in lattazione ha l'assoluta priorità su molte funzioni metaboliche non ritenute essenziali. Questo sia per gli EAA che gli NEAA. La bovina durante la fase di transizione e nelle settimane successive è soggetta a un profondo riassetto ormonale e metabolico. Durante le ultime settimane di gravidanza inizia la riduzione ematica degli ormoni IGF-1 e insulina che raggiungeranno il nadir alla fine del puerperio. Diversamente il GH inizierà a crescere già prima del parto e progressivamente nelle settimane successive. Fenomeno collaterale sarà una riduzione della concentrazione di insulina o meglio di capacità di sua secrezione a seguito dello stimolo glicemico e l'aumento dell'insulino resistenza. A livello metabolico osserveremo crescere sia i NEFA che il BHBA. Questo profondo riassetto del metabolismo ha l'obiettivo di far convergere alla mammella una maggiore quantità di sangue circolante e quindi di nutrienti (effetto del GH), ridurne l'utilizzazione da parte degli altri tessuti e favorire la mobilizzazione delle riserve glucidiche (glicogene), amminoacidiche (proteine labili), lipidiche (tessuto muscolare) e minerali (tessuto osseo). Le riserve lipidiche non sono quasi mai un problema per la bovina se non come fattore di rischio o meglio eziologico della lipidosi epatica. Un basso livello d'insulina nella fase di transizione e nelle prime settimane di lattazione è indice di una profonda lipomobilizzazione di cui ne trae giovamento anche la concentrazione di grassi del latte. Infatti la selezione genetica per questo carattere ha "premiato" l'attitudine a dimagrire nella prima metà della lattazione. Importante è anche il ricorso alle proteine labili ossia quelle stoccate generalmente nel tessuto muscolare. Secondo alcuni autori le bovine nelle ultime due settimane di gravidanza e nelle prime 5 settimane di lattazione mobilitano kg 21 di proteine il che corrisponde a kg 119 di tessuto muscolare. Questa mobilizzazione del tessuto muscolare può essere misurata ecograficamente sul muscolo longissimus dorsii a livello del processo trasverso della quarta vertebra lombare. Il catabolismo delle proteine muscolari actina e miosina comporta il rilascio di 3-metilistidina che può essere utilizzata come biomarker per quantificare l'entità del fenomeno essendo stabile nel sangue perché non viene metabolizzata. Un amminoacido che viene mobilizzato in

Figura 2. Consumo di glucosio, produzione di lattato, consumo di glutamina e produzione di glutamato da parte dei neutrofili (nø) monociti (mø) e linfociti (ly) in coltura per 48 ore

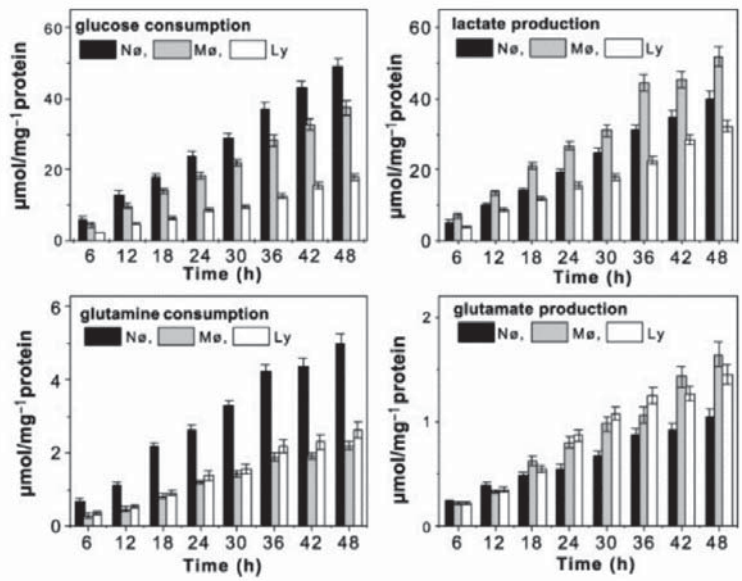
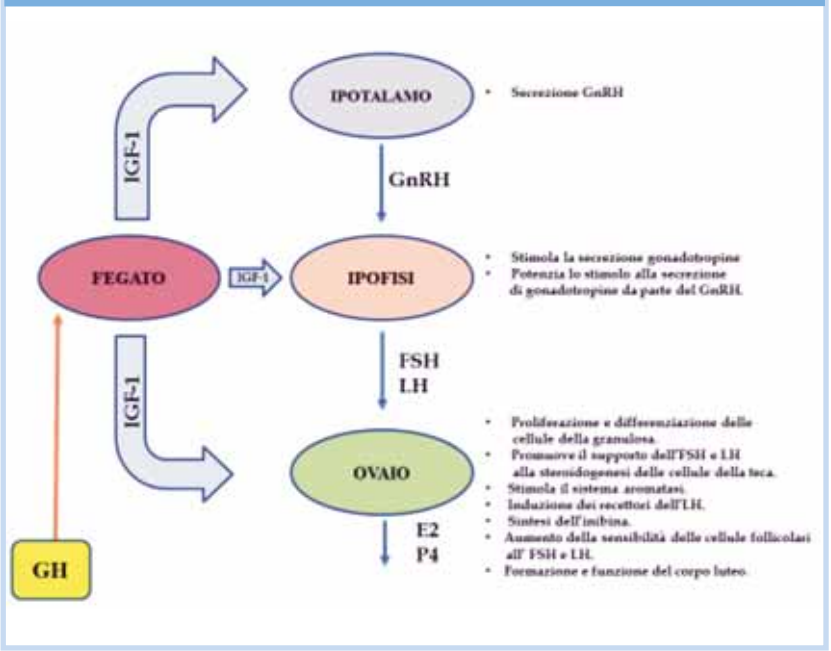


Figura 3. Effetti dell'IGF-1 sull'asse riproduttivo della bovina da latte



grandi quantità è la glutammina. Appartiene al gruppo dei NEAA in quanto può essere sintetizzata nei tessuti. Insieme all'acido glutammico, di cui è né l'ammide, rappresenta circa il 20% degli amminoacidi del latte. Inoltre è un importante fonte energetica per l'intestino soprattutto durante il puerperio quando il deficit di glucosio può abbondantemente superare i gr 500 al giorno. La glutammina ha un ruolo importante nella gluconeogenesi epatica. Inoltre apporta azoto per la sintesi degli acidi nucleici durante la proliferazione intestinale ed epatica durante le prime settimane dopo il parto. È stato osservato che la glutammina limita la sintesi delle proteine del latte.

Gli effetti di una carenza di amminoacidi sul sistema immunitario

Durante il periparto e nelle settimane successive la bovina si trova pertanto in una situazione di bilancio proteico negativo oltre a quello energetico. Durante una risposta immunitaria si è osservato un aumento del catabolismo proteico dei tessuti, un incremento dell'*uptake* epatico di amminoacidi e una maggiore sintesi proteica e questo soprattutto per l'aumentata sintesi epatica delle proteine della fase acuta. Inoltre i leucociti utilizzano come fonte energetica oltre che il glucosio anche la glutammina. L'arginina ha un ruolo nello sviluppo dei linfociti B e regola i segnali di abilità dei linfociti T. Durante i challenge con le endotossine (LPS), che ricordiamo essere prodotte dalla morte anche e soprattutto ruminale dei batteri gram-negativi, si osserva una riduzione ematica sia di glutammina che di treonina. I linfociti ematici rispondono a un challenge di LPS con un incremento nella concentrazione di glutammato intracellulare. Si è anche osservato che in caso di deficit energetico e proteico si osserva un'atrofia diffusa del tessuto linfoide con un declino del 50% delle cellule T circolanti e una ridotta capacità fagocitaria dei leucociti.

Effetti della carenza di amminoacidi sulla fertilità

1. Le interferenze con la sintesi dell'iGF-1

L'IGF-1 è il più potente fattore di crescita follicolare oggi conosciuto accompagnando il follicolo ovarico dalla fase primordiale fino a quella ovulatoria anche se dalla fase antrale giocano un ruolo importante anche le gonadotropine ipofisarie (FSH e LH). Quest' ormone è prodotto dal fegato sotto la stimolazione del GH ipofisario. In teoria le bovine di alto potenziale genetico dovrebbero essere quindi anche più fertili ma la produzione di questo ormone è insulino-dipendente, condizionata dalla piena efficienza delle cellule epatiche e dalla concentrazione ematica di nutrienti come gli amminoacidi. Dopo il parto la ripresa dei una concentrazione ematica di IGF-1 avviene lentamente e ciò condiziona la ripresa dell'attività ovarica dopo il parto. L'IGF-1 stimola la proliferazione e la capacità steroidogenica delle cellule della teca e della granulosa e aumenta il numero di recettori per l'LH e quindi la produzione di estradiolo. Esiste una correlazione tra IGF-1 ematico e IGF-1 nel fluido follicolare.
Una carenza amminoacidica riduce la risposta recettoriale al GH oltre che diminuire il numero di recettori. Si è osservata una riduzione dell'IGF-1 nel diabete umano condizione metabolica fisiologica nella bovina a inizio lattazione.

La nutrizione proteica e il comportamento estrale

È stato osservato che una dieta che provoca una ridotta produzione di MP induce un riduzione del comportamento estrale. Un legame sicuramente c'è per l'azione di stimolo delle proteine sulla produzione di latte ma anche per una ridotta produzione di estradiolo dovute alle ragioni prima esposte.

Gli amminoacidi e sopravvivenza dell'embrione

Molta dell'infertilità della bovina da latte è dovuta alla morte embrionale prima della fase d'impianto sulla mucosa uterina che solitamente avviene al 35° giorno. L'embrione in questa fase si nutre delle sostanze presenti nell'istotrofo anche chiamato fluido uterino. Il segnale metabolico dell'IFN-τ è importante per bloccare la luteolisi e quindi garantire un'adeguata produzione di progesterone almeno fino a placentazione avvenuta. La disponibilità di nutrienti condiziona la crescita dell'embrione e quindi la possibilità di produrre adeguate quantità di questa proteina. Gli amminoacidi e in particolare la leucina sono una componente importante del valore nutritivo del fluido uterino. Una carenza amminoacidica induce una sottoregolazione dei geni che codificano l' IFN-τ. L'arginina, la glutammina, la leucina, la glicina e la metionina hanno effetti benefici sulla sopravvivenza e la crescita dell'embrione. In particolare la disponibilità di metionina condiziona la trascrittomica dell'embrione nella fase di pre-impianto. La metilazione del DNA è un meccanismo importante nella regolazione dell'espressione e del silenziamento dei geni. Questa dipende dalla disponibilità di gruppi metilici apportata da amminoacidi come la metionina oppure molecole come la colina. La metionina si converte in s-adenosinmetionina che è il più importante donatore di gruppi metilici oggi conosciuto.

Effetti della carenza di amminoacidi sul sistema immunitario

Le cellule del tessuto immunitario hanno un tasso di crescita elevatissimo, dovuto anche all'elevato tasso di apopotosi, per cui i loro fabbisogni nutritivi molto importanti, specialmente dei linfociti. Inoltre la sintesi epatica di proteine della fase acuta sottrae risorse nutritive alle altre funzioni metaboliche. Nell'ambito delle priorità metaboliche il sistema immunitario, specialmente delle bovine in piena lattazione e non ancora gravide è di difficile collocazione. Presumibilmente potrebbe essere collocato tra le funzioni prioritarie con il metabolismo basale, l'attività neurale e la produzione di latte ma considerando "la prepotenza metabolica" della mammella non ne possiamo essere graniticamente sicuri. Di fondamentale importanza per il metabolismo energetico è il glucosio ma la bovina è un animale tendenzialmente ipoglicemico è l'*uptake* mammario molto elevato. La glutammina alla stessa stregua che dagli enterociti è utilizzata dai leucociti. L'arginina, classificata tra gli EAA, ha nei mammiferi un ruolo importante nello sviluppo dei linfociti B e nella regolazione dei segnali di abilità dei linfociti T. È stato osservato che l'aggiunta nella dieta di metionina rumino-protetta (g 30/capo) determina una maggiore proliferazione dei linfociti T e la loro capacità di risposta agli stimoli antigenici. L'aggiunta di questo amminoacido nella fase di transizione aumenta le capacità fagocitarie dei neutrofili, il loro "respiratory burst"e la risposta ai LPS. Per cui una carenza relativa di amminoacidi come la glutammina, la metionina e l'arginina può interferire negativamente sulla piena efficienza del sistema immunitario e creare le condizioni di aumento della prevalenza delle metriti puerperali e delle mastiti e in generale delle malattie infettive.

La misurazione del bilancio proteico

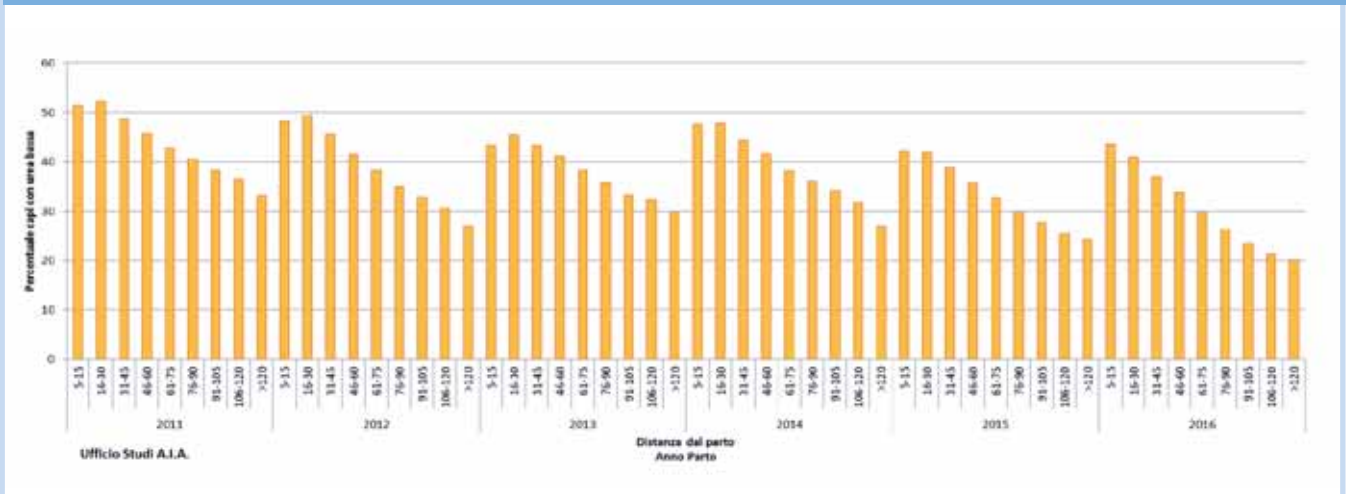
1. La misurazione della mobilizzazione delle proteine labili

Nelle primissime settimane dopo il parto la bovine ricorre alle riserve amminoacidiche accumulate nel tessuto muscolare che rappresentano il maggior deposito di glutammina e ciò rappresenta il 60% del pool intracellulare di amminoacidi liberi per far fronte al deficit energetico degli ultimi giorni di gravidanza e delle prime settimane di lattazione. Ci sono sostanzialmente due metodi per la misurazione del ricorso alle proteine labili come espressione di un grave deficit amminoacidico/energetico. Il primo è quello ecografico e consiste nella misurazione dello spessore del muscolo longissimus dorsii prima e dopo il parto per apprezzarne le eventuali differenze. Si cerca l'area muscolare del processo trasverso della quarta vertebra lombare e se ne misura ecograficamente lo spessore. A livello biochimico si dosa nel sangue la 3-metilistidina che deriva dal catabolismo muscolare delle proteine e quindi dell'actina e della miosina. Questo metabolita non viene metabolizzato per cui è stabile nel sangue. È stato osservato essere molto elevata nel periparto per poi tornare a valori basali durante la quarta settimana di lattazione.

2. L'urea

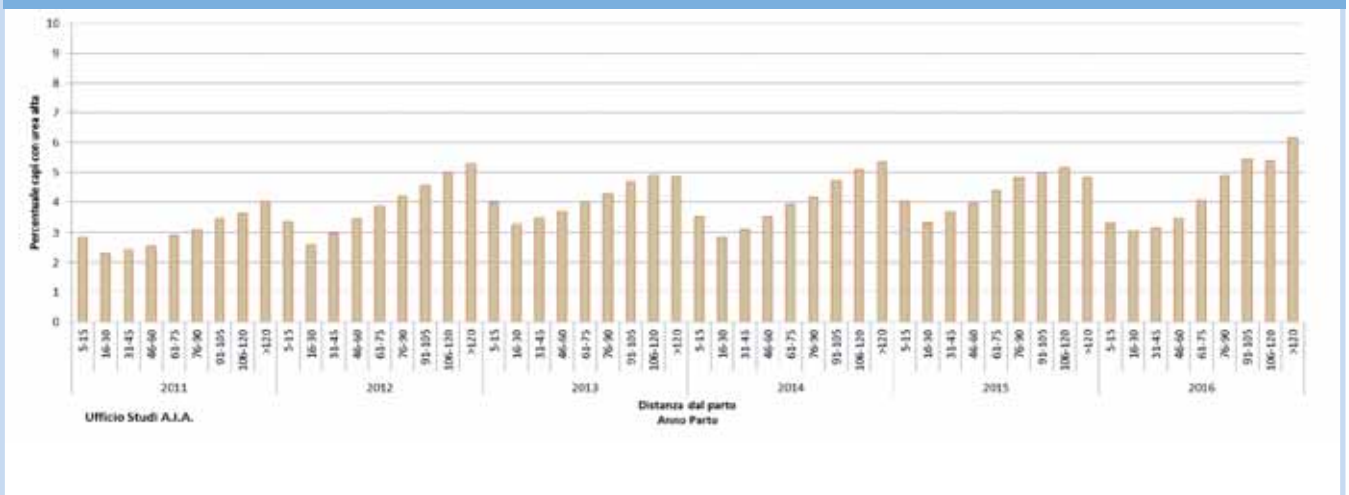
Il sistema più conosciuto è quello dell'urea nel latte. L'urea è il prodotto terminale della trasformazione dell'ammoniaca ruminale in eccesso a livello epatico oppure dal catabolismo degli amminoacidi endogeni o derivanti

Figura 4. Percentuale di capi con urea bassa per anno di parto e classi di distanza dal parto



Frisona italiana - urea < 20 mg/dl

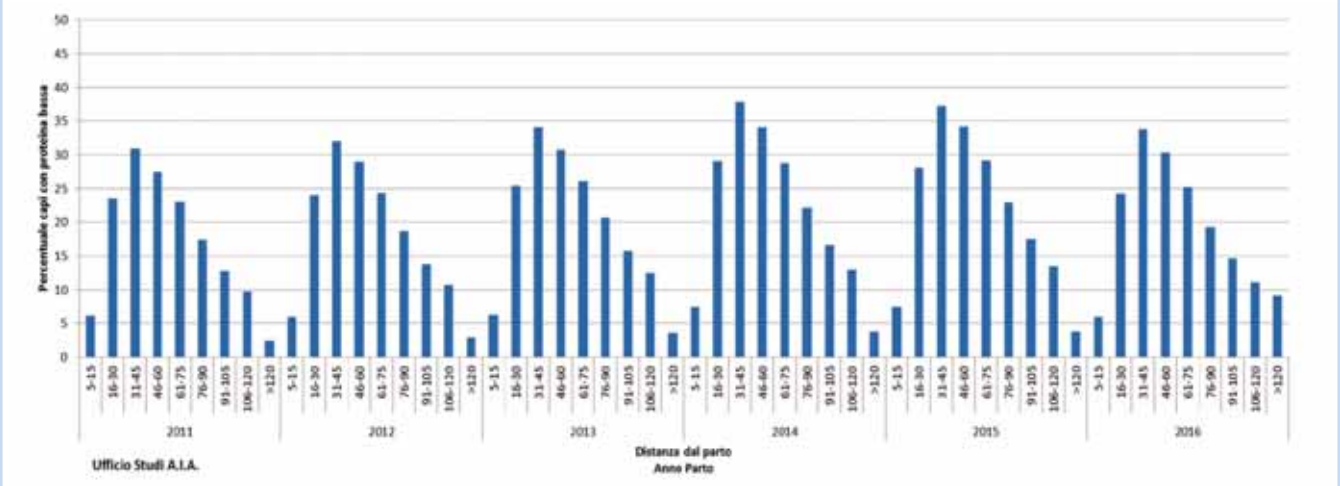
Figura 5. Percentuale di capi con urea alta per anno di parto e classi di distanza dal parto



Frisona italiana - urea > 36 mg/dl

dalla dieta. Sono moltissimi anni che essa viene determinata nel latte massa o nelle prove di funzionalità epatica nel sangue. È stata data molta enfasi al fatto che una elevata concentrazione di urea nel latte potesse essere un fattore di rischio per la sopravvivenza dell'embrione nella fase pre-attecchimento. Molte ricerche dimostrano questo. Dai lavori presentati da molti autori si evidenza che rischioso per l'embrione è un valore di urea plasmatica superiore a 40 mg/dl (PUN 19mg/dl) e nel latte superiore a 33 mg/dl (MUN 15.4 mg/dl). Questi dati fanno riferimento alle singole bovine e poco hanno a che fare con i valori riscontrabili nel latte di massa. L'urea del latte di massa di medio-lungo periodo fornisce indicazioni utili al nutrizionista per valorizzare l'efficiente uso dell'azoto della razione ma alcuna indicazione di rischio per la sindrome della sub-fertilità. Da uno studio fatto dall'autore di questa revisione narrativa con Alessia Tondo dell'Ufficio Studi di AIA a partire dalle analisi individuali dell'urea del latte delle frisone che partecipano ai controlli funzionali in Italia, e quindi alcuni milioni di dati, si evidenzia che la per-

Figura 6. Percentuale di capi con proteina bassa per anno di parto e classi di distanza dal parto



Frisona italiana - %pr < 2,9

centuale di bovine che nelle prime settimane ha un valore di urea nel latte < 20 mg/dl è piuttosto elevato e soprattutto rispetto alla percentuale di campioni con un livello di urea > 36 mg/dl (figura 4 e 5).
Sono stati presi questi due cut-off in quanto si ritiene il valore di 20 mg/dl di urea nel latte individuale di bovine nelle prime settimane di lattazione è espressione di una probabile carenza di azoto oppure di una incapacità del fegato di trasformare l'ammoniaca proveniente dal rumine o dal catabolismo degli amminoacidi. Di converso un valore di urea bassa del latte individuale nelle bovine "fresche" un cattivo utilizzo dell'azoto della razione e un rischio per la sopravvivenza dell'embrione prima dell'attecchimento.

3. La concentrazione della proteina nel latte individuale

Il presupposto che ci ha spinto a elaborare i dati relativi alla concentrazione di proteine del latte individuale delle bovine nelle prime settimane di lattazione è stato che è un importante biomarker per valutare una generica carenza amminoacidica se la proteina del latte è < 2,90% nella Frisona. Ci ha anche indirizzato verso un sospetto di una grave carenza amminoacidica nei primi mesi di lattazione la constatazione che esiste una differenza tra potenziale genetico ed espressione fenotipica nel produrre la proteina del latte di ben - 0.32% nel 2015 nella Frisona italiana secondo quanto riportato nel Profilo Genetico Italia dell'ANAFI. Trend negativo ormai presente da molti anni (figura 6).

Conclusioni

Dai dati scientifici e le elaborazioni fornite dall'Ufficio Studi di AIA è ragionevole sospettare che esiste una carenza amminoacidica nelle bovine, almeno di razza Frisona, nei primi mesi di lattazione. Queste carenze possono avere un effetto negativo sia sul sistema immunitario che sulla fertilità oltre che a non permettere di "mungere" tutto il potenziale genetico per la proteina del latte (percentuale e quantità). L'avere seguito troppo attentamente l'urea del latte di massa e avere continuato a selezionare bovine sempre più geneticamente predisposte a produrre proteina del latte potrebbe avere innescato un cortocircuito negativo per la salute e la fertilità delle bovine. Queste preliminari considerazioni richiedono però ulteriori approfondimenti scientifici per verificare l'effettiva correlazione tra proteina bassa del latte individuale delle bovine nei primi 100 giorni di lattazione e interparto.

Bibliografia

1-A. Madousse, L.N. Huxley, W. J. Brownw, A.J. Bradley, I.L. Dryden, M.J. Green. Use of individual cow milk recording data at the start of lactation to predict the calving to coneception interval. J. Dairy Sci. (2010) 93: 4677-4690
2-M. Douglas, L. C. Merett, K. L. Macmillan, J.M. Morton, M.C. Hannah, A.D. Fisher, M.J. Auldist. Associations of high and low milk protein concentrations with energy allocation, milk production, and concentrations

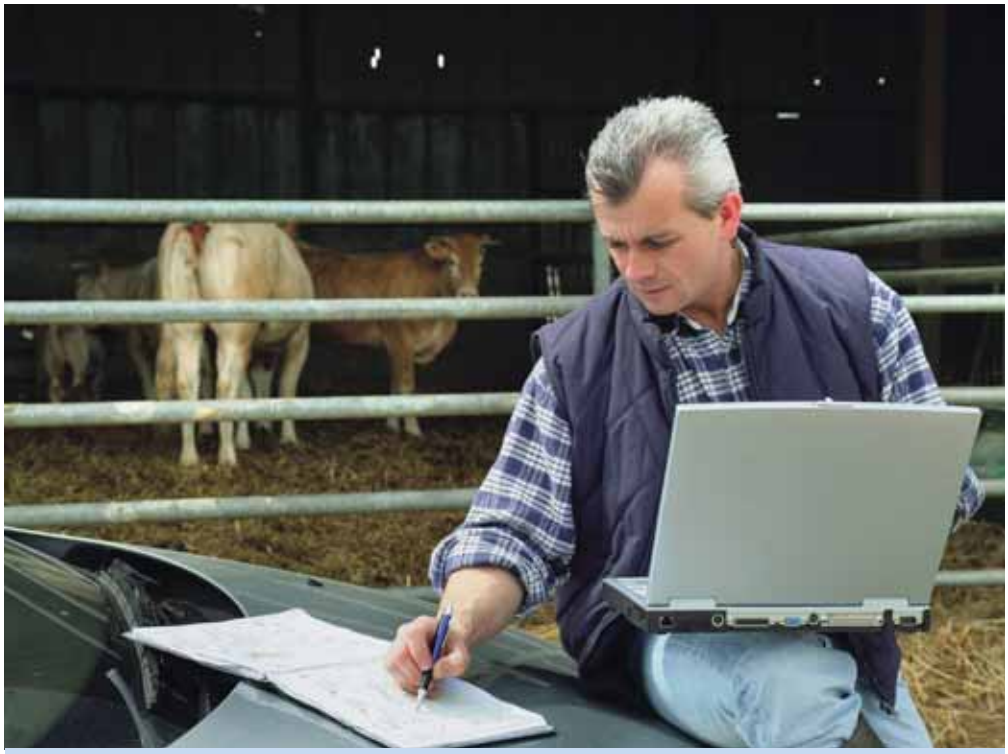


Foto 1. La complessità della nutrizione dei ruminanti obbliga i nutrizionisti a utilizzare complessi software per la gestione dei modelli matematici all'interno dei quali le principali funzioni metaboliche della bovina da latte vengono modellizzate.

of blood plasma metabolites and hormones in Holstein-Frisian cows. J. Dairy Sci. (2016) 99: 10057-10066
3-D.A.V. Costa, A.C. Denicol, P. Tribulo, M.I. Rivelli, C. Skenandore, Z. Zhou, D. Luchini, M.N. Correa, P.J. Hansen, F.J. Hansen, F.C. Cardoso. Effects of rumen-protected methionine and choline supplementation on the preimplantation embryo in Holstein cows. Theriogenology (2016) 85: 1169-167
4-C.Y. Lin, A.J. McAllister, K.F. Ng-Kwai-Hang, T.R. Batra, A.J. Lee, G.L. Roy, J.A. Vesely, J.M. Wauthy, K.A. Winter. Association of milk protein types with growth and reproductive performance of dairy heifers. J. Dairy Sci. (1987) 70: 29.30
5-R.W. Swick, N.J. Benevenga. Labile protein reserves and protein turnover. J. Dairy Sci. (1976) 60: 505-515
6-M.D. Hanigan, L.A. Crompton, B.J. Bequette, J.A.N. Mills, J. France. Modelling mammary metabolism in Dairy Cow to predict milk constituent yield with emphasis on amino acid metabolism and milk protein production: model evaluation. J. Theor. Biol. (2002) 217: 311-330