



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE  
E AMBIENTALI - PRODUZIONE,  
TERRITORIO, AGROENERGIA

Milano, 26 febbraio 2025

*Incontro Fondazione Invernizzi «Cibo sufficiente e sostenibile: come fare?»*

**Tecniche di alimentazione e allevamento per  
ottimizzare le produzioni animali in modo  
ambientalmente sostenibile**

G. Matteo Crovetto

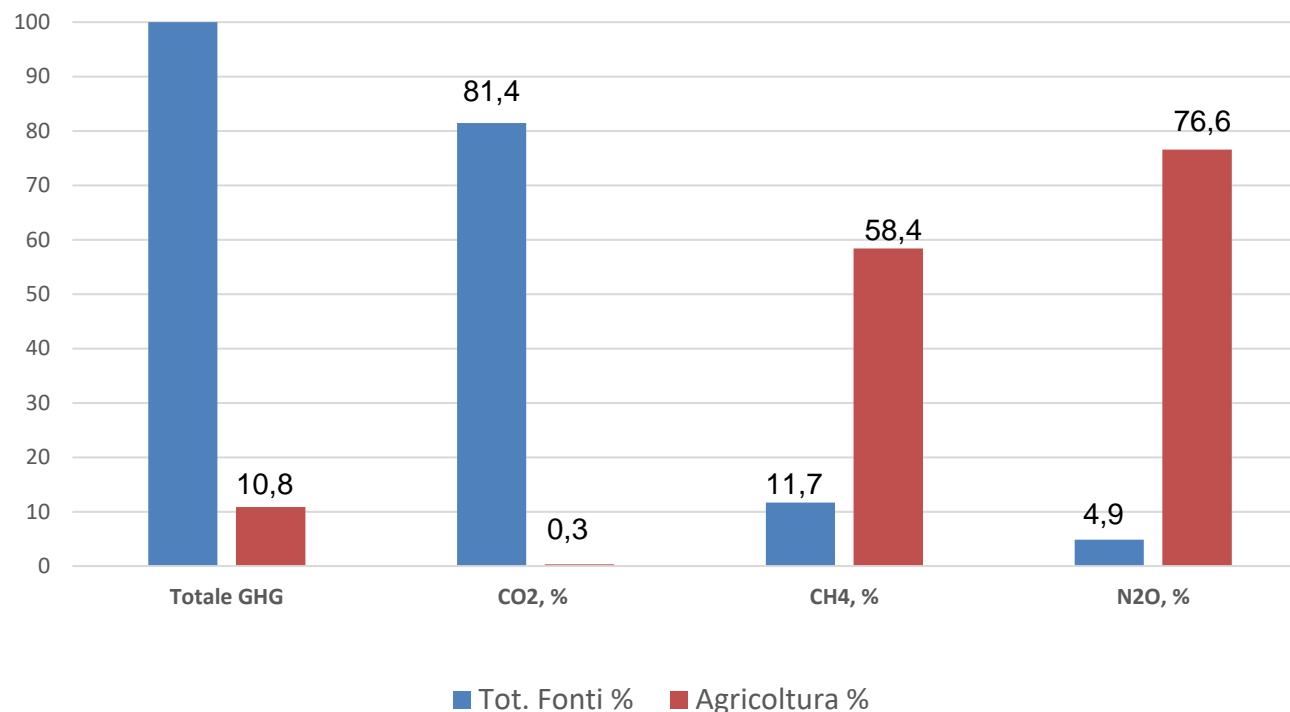
# Sostenibilità... ma quale?

- ❑ La sostenibilità ambientale ha senso solo se è associata alla sostenibilità ECONOMICA.
- ❑ **La zootecnia non è un hobby, è un'attività economica.** Quindi deve dare un reddito. L'agricoltore/allevatore è un imprenditore e senza un guadagno l'attività agricola/zootecnica cessa.
- ❑ per produrre cibo, agricoltura e zootecnia hanno bisogno di **acqua** e **suolo**: risorse limitate e in diminuzione.

# Principali categorie di impatto

- Cambiamento climatico (*Global warming*) -  $N_2O$ ,  $CH_4$  e  $CO_2$   
(espressi come  $kg CO_2eq$ )
- Eutrofizzazione -  $NO_3$  e  $PO_4$  (espressi come  $g PO_4eq$ )
- Acidificazione -  $NH_3$  e  $SO_2$  (espressi come  $g SO_2eq$ )
- Uso di suolo e cambio d'uso del suolo (LUC) ( $m^2$ )
- Uso di energia da fonti non rinnovabili (MJ)
- Utilizzo (non «Consumo»!) di acqua (L)
- Perdita di biodiversità

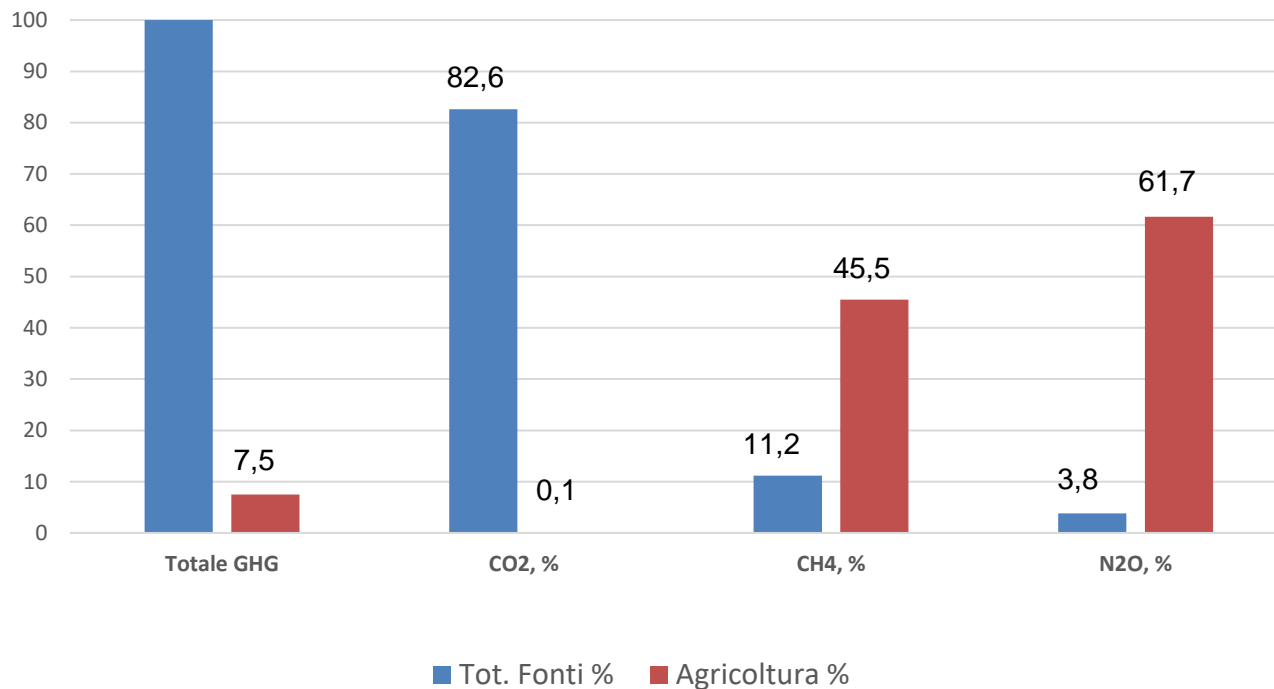
# EUROPA 2022 - % emissioni GHG totali e da agricoltura \*



\* European Environment Agency

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>

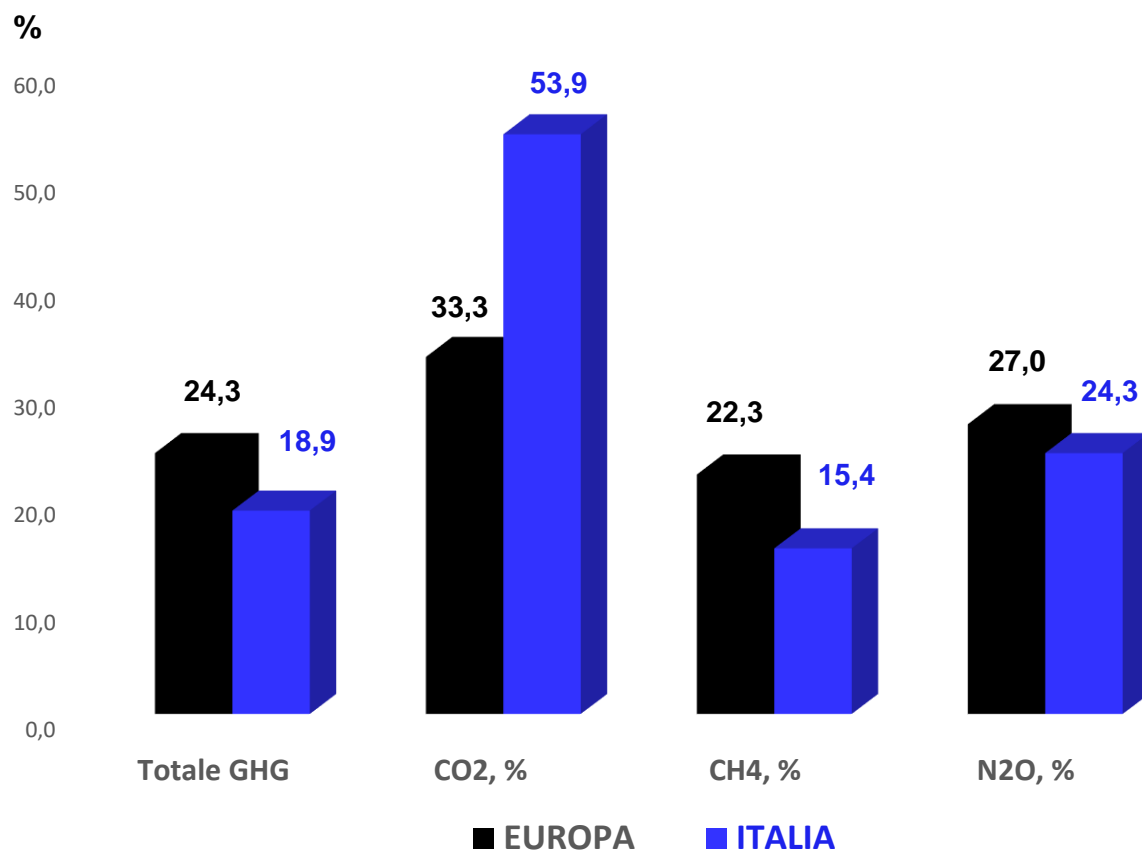
# ITALIA 2022 - % emissioni GHG totali e da agricoltura \*



\* European Environment Agency

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>

# Diminuzione % nel settore agricolo dal 1990 al 2022 \*




\* European Environment Agency

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>

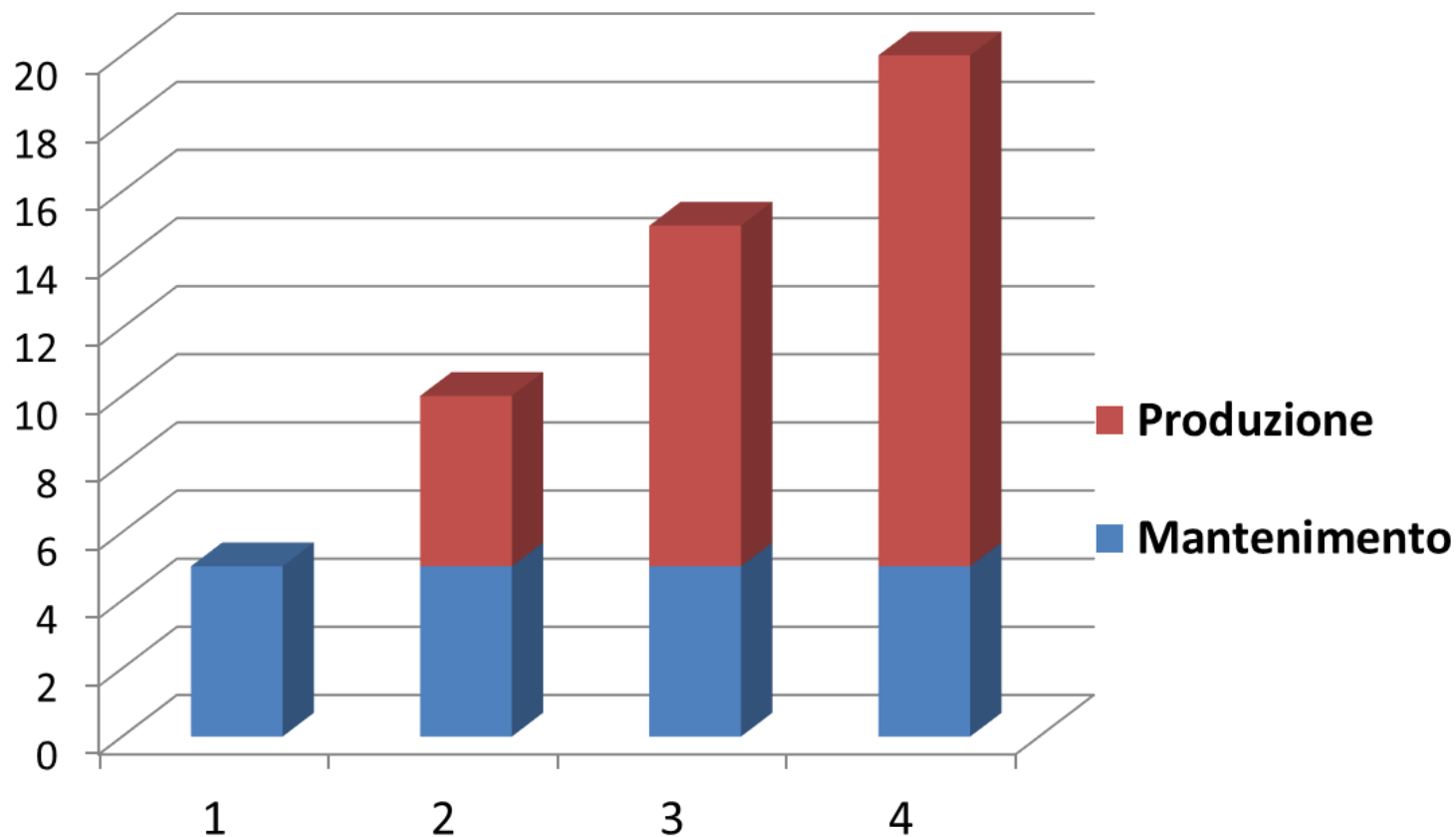
# Come esprimere l'impatto ambientale?

L'impatto ambientale deve essere calcolato ed espresso per kg di prodotto (carne, latte, uova, pesce) o per kg di proteina più che in valori assoluti.

Animali più produttivi  maggior impatto ambientale, legato alla maggiore ingestione e al territorio su cui insistono.

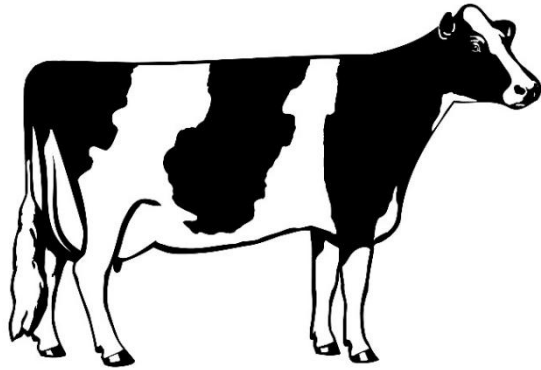
Ma se valutiamo per kg di latte o carne o uova o pesce... gli animali più produttivi sono quelli che impattano meno e sono più sostenibili, sia economicamente che ambientalmente.

# Mantenimento: un costo da ammortizzare





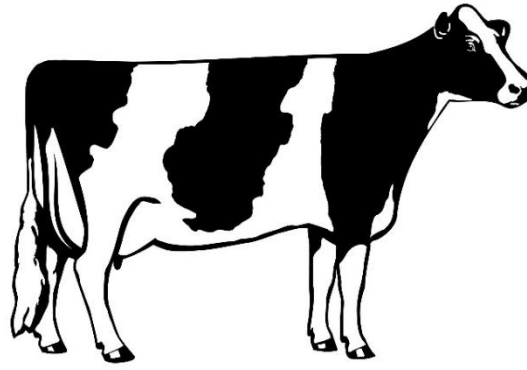
# Meno N al suolo per kg latte dalle vacche più produttive



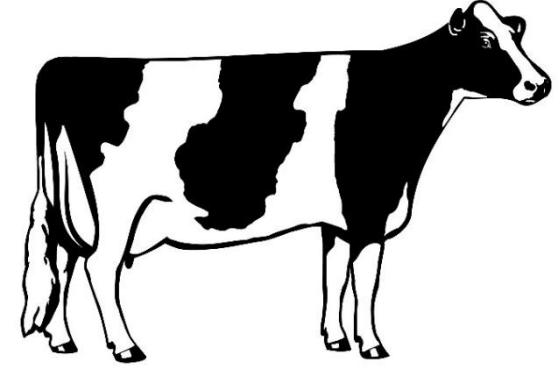
40 kg latte/d



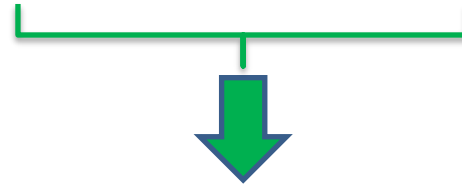
**99 kg N al suolo/anno**  
(7,8 g N al suolo/kg latte)



20 kg latte/d

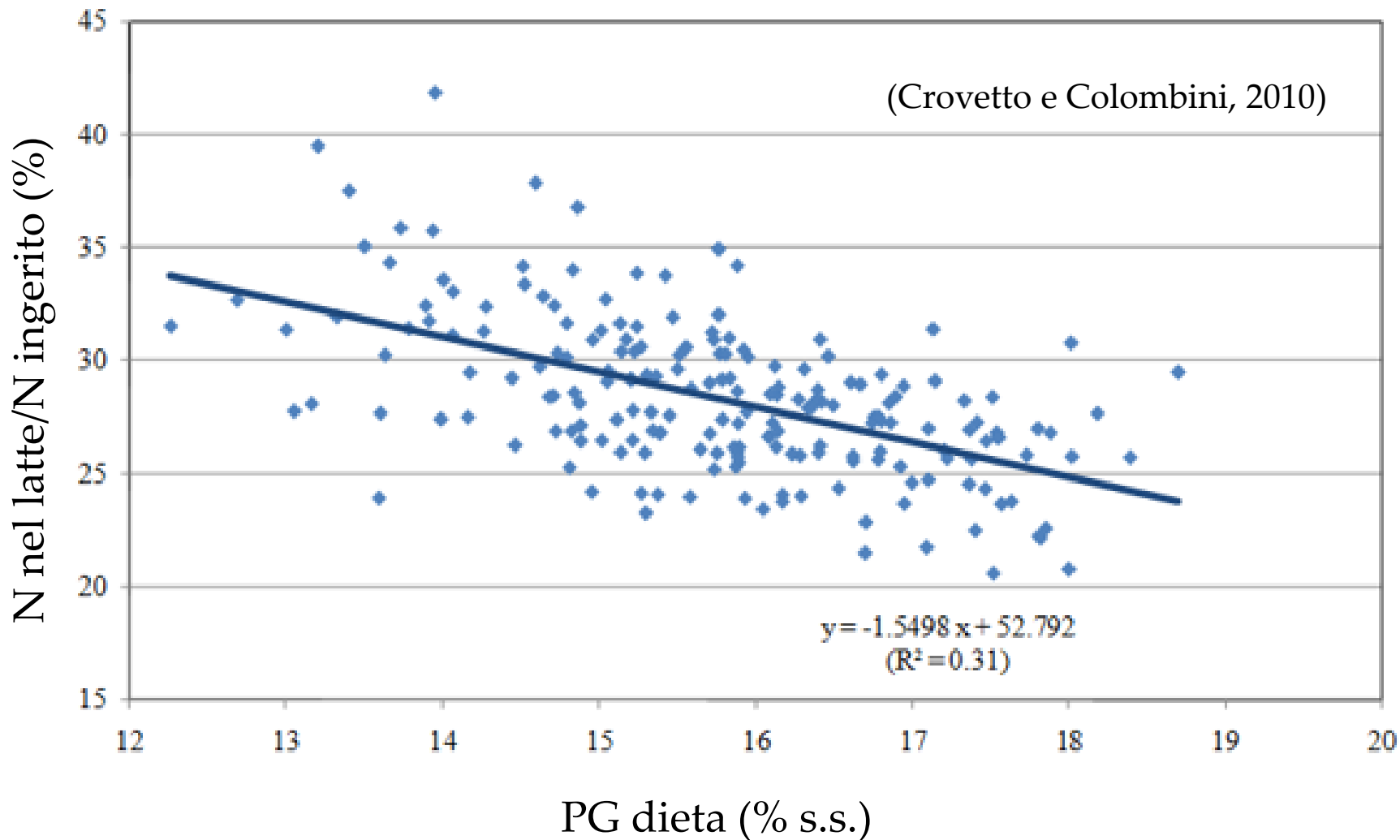


20 kg latte/d

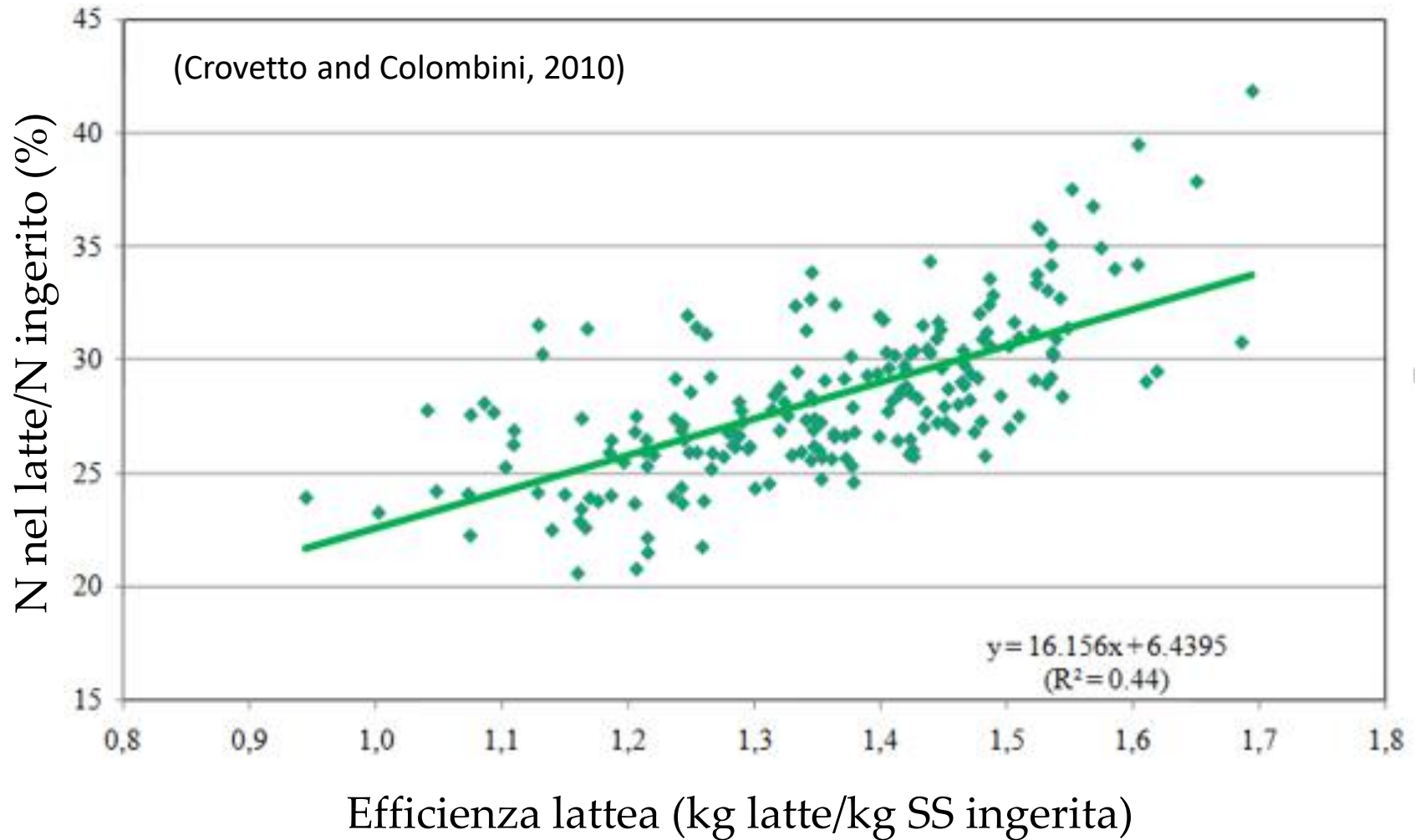


**157 kg N al suolo/anno (+59%)**  
(12,7 g N al suolo/kg latte)

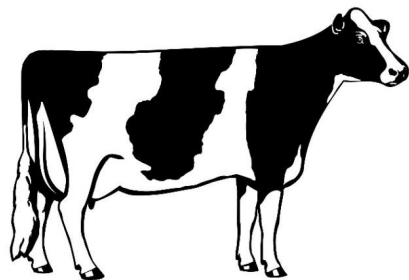
# Contenuto proteico della razione ed efficienza di utilizzazione dell'azoto nella bovina da latte



# Dairy efficiency ed efficienza di utilizzazione dell'azoto alimentare



# Le vacche più produttive sono le più sostenibili

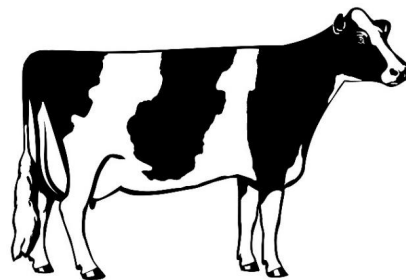


**20 kg  
latte/d**



**78 kg N al suolo/anno**  
(12,2 g N al suolo/kg latte)

1,08 kg latte/kg SS ing.  
25% effic. utilizz. dell'N

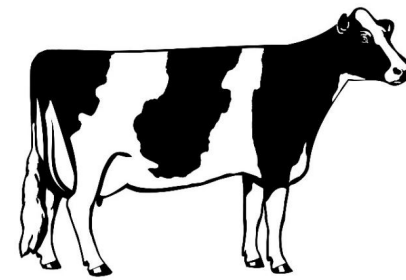


**40 kg  
latte/d**



**99 kg N al suolo/anno**  
(7,8 g N al suolo/kg latte)

1,67 kg latte/kg SS ing.  
34% effic. utilizz. dell'N



**60 kg  
latte/d**



**130 kg N al suolo/anno**  
(6,8 g N al suolo/kg latte)

1,94 kg latte/kg SS ing.  
37% effic. utilizz. dell'N

# Principali fattori che influenzano la sostenibilità zootecnica

- ❑ Adeguato/alto potenziale genetico.
- ❑ Buone strutture e condizioni ambientali (T, H, illuminazione, spazio, ...).
- ❑ Salute e benessere animale.
- ❑ Equilibrio tra superficie coltivata e animali allevati: se il carico di bestiame è troppo alto è necessario un trattamento dei liquami.
- ❑ **Alimentazione di precisione.** Fondamentalmente consiste nel fornire i nutrienti necessari per ottimizzare la produzione (carne, latte, uova, pesce) senza eccessi, ed implica:
  - conoscenza dei fabbisogni;
  - conoscenza accurata della composizione chimica e del valore nutritivo degli alimenti zootecnici (foraggi e concentrati);
  - disponibilità di alimenti di buona qualità e prodotti in modo ambientalmente sostenibile.

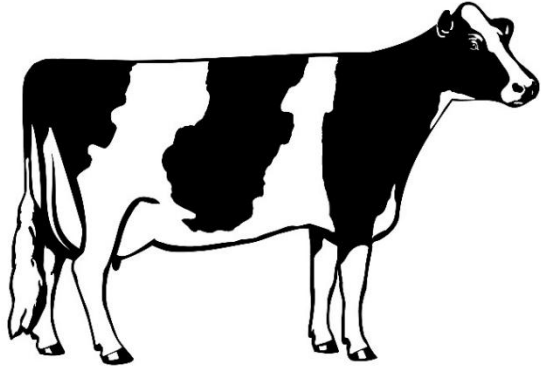
# Principali caratteristiche nutritive delle razioni per bovine da latte (dati indicativi espressi in % s.s.) (Crovetto, 2020)

	<20	20-30	31-40	>40	ASC.	TRANSIZ.	1-3 sett.	Manzette	Manze	Manze
	kg latte	kg latte	kg latte	kg latte		(preparto)	lattaz.	3-7 mesi	8-15 mesi	gravide
PG (% s.s.)	13-14	14-15	15-16	16-17	11-12	13-14	17-18	15-16	14-15	13-14
EE (% s.s.)	3,0	3,5	4,0	4,5	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,5
NDF (% s.s.)	40-45	35-40	32-35	30-32	60-70	45-50	35-40	40-45	40-50	50-60
peNDF* (% s.s.)	33-37	28-32	24-28	22-25	50-60	40-45	25-30	30-35	37-42	45-50
Amido (% s.s.)	15-20	20-25	25-28	28-30	5-10	15-20	20-25	20-25	15-20	10-15
NFC (% s.s.)	30-34	34-37	37-40	40-43	15-20	28-32	35-38	28-32	26-30	22-26
NE <sub>l</sub> (Mcal/kg SS)	1,36	1,50	1,62	1,70	1,19	1,45	1,53	1,53	1,36	1,28
UFL/kg SS	0,80	0,88	0,95	1,00	0,70	0,85	0,90	0,90	0,80	0,75
Ca (% s.s.)	0,60	0,65	0,70	0,75	0,40	0,45	0,70	0,70	0,50	0,45
P (% s.s.)	0,32	0,34	0,36	0,38	0,30	0,30	0,34	0,38	0,33	0,30

\* l'NDF fisicamente efficace (= con una lunghezza superiore ai 4 mm)

**SS ingerita (kg/d) = kg PV x 0,019 + kg latte/d x 0,33**

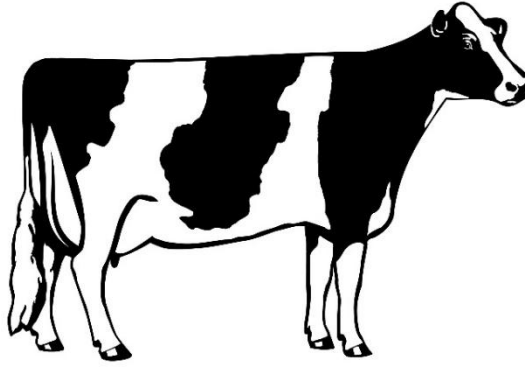
# Le vacche più produttive producono meno metano/kg latte



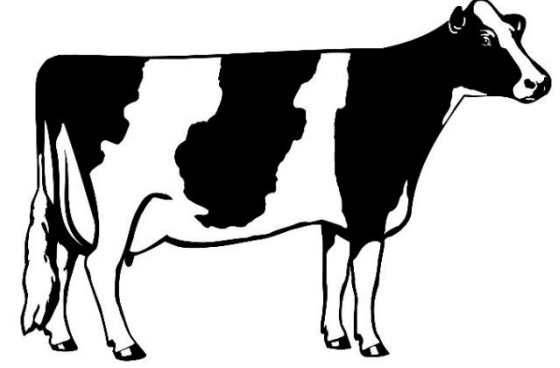
40 kg latte/d



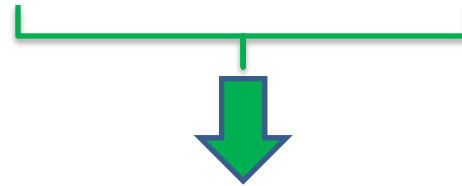
148 kg metano/anno  
(11,7 g CH<sub>4</sub>/kg latte)



20 kg latte/d

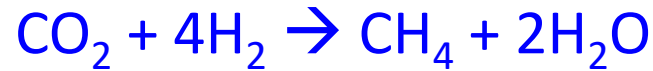


20 kg latte/d



234 kg metano/anno (+58%)  
(18,6 g CH<sub>4</sub>/kg latte)

# La metanogenesi



Per la produzione di metano servono quindi ioni idrogeno.

- Le vie metaboliche dell'acetato e del butirrato **producono** gli  $\text{H}^+$
- La via metabolica del propionato **rimuove** gli  $\text{H}^+$

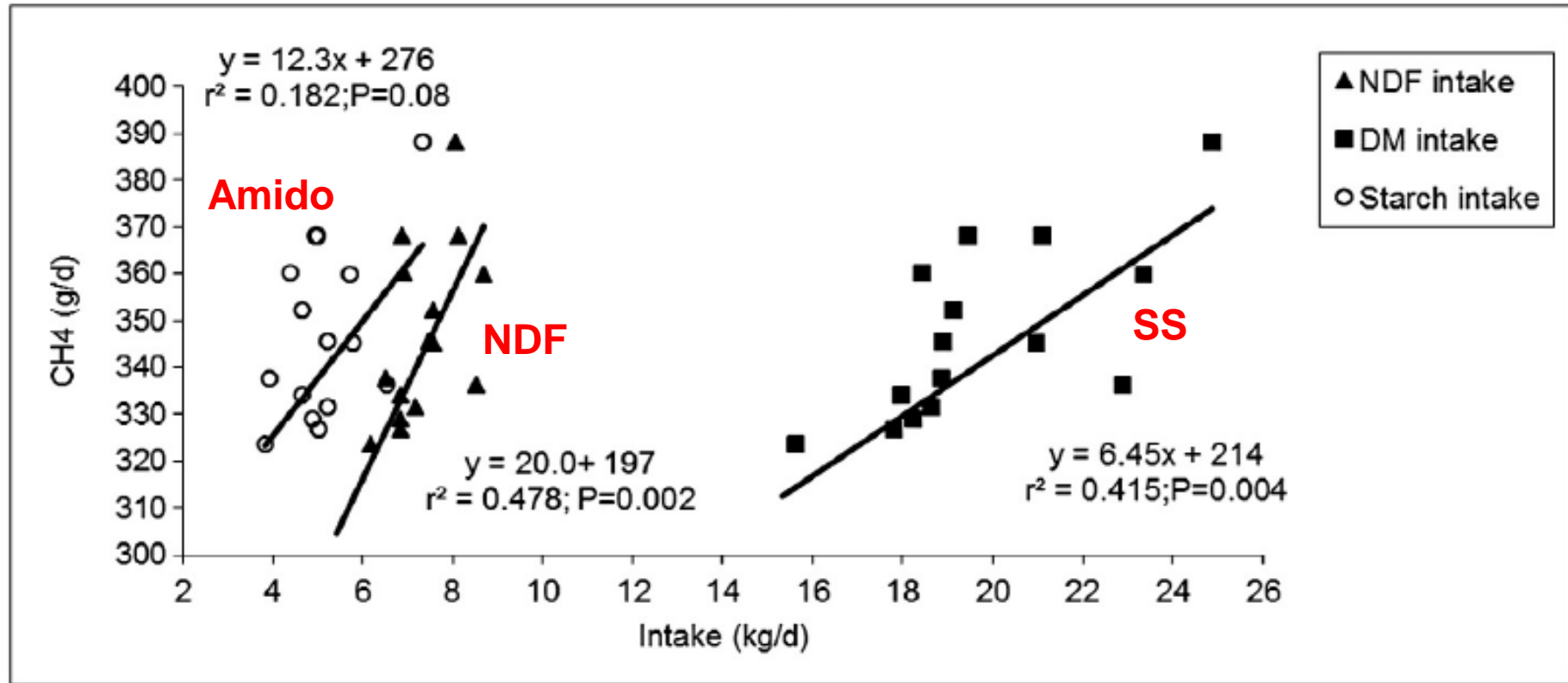


Fibre e zuccheri  $\rightarrow$  + metano  
Amido  $\rightarrow$  - metano

Non esistono però «bacchette magiche» per eliminarla o farla diminuire sostanzialmente: milioni d'anni di evoluzione non sono cambiabili a nostro piacimento in pochi anni.



# Ingestione di SS, NDF e amido e produzione di metano in bovine in lattazione (Colombini *et al.* 2015)

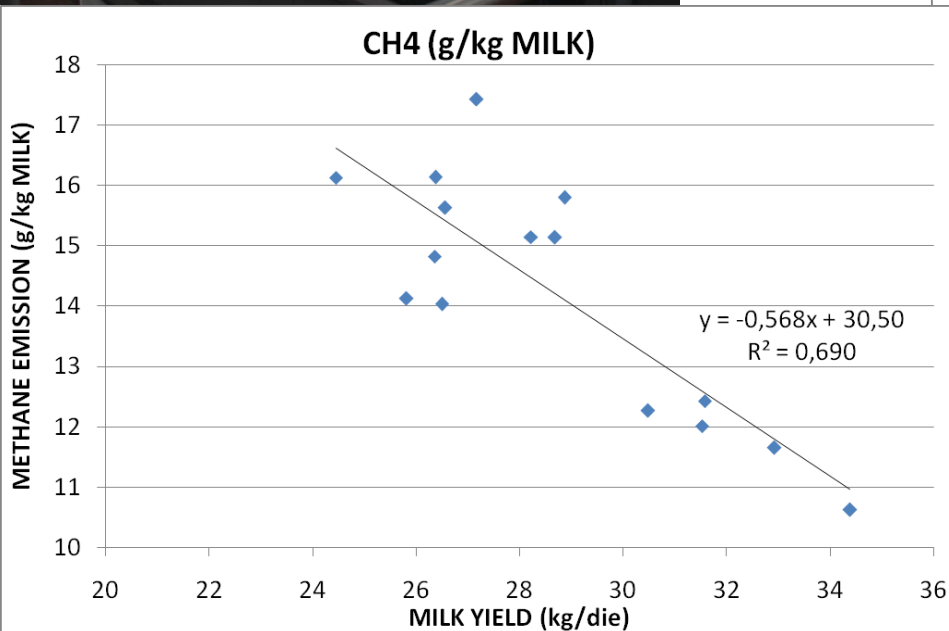
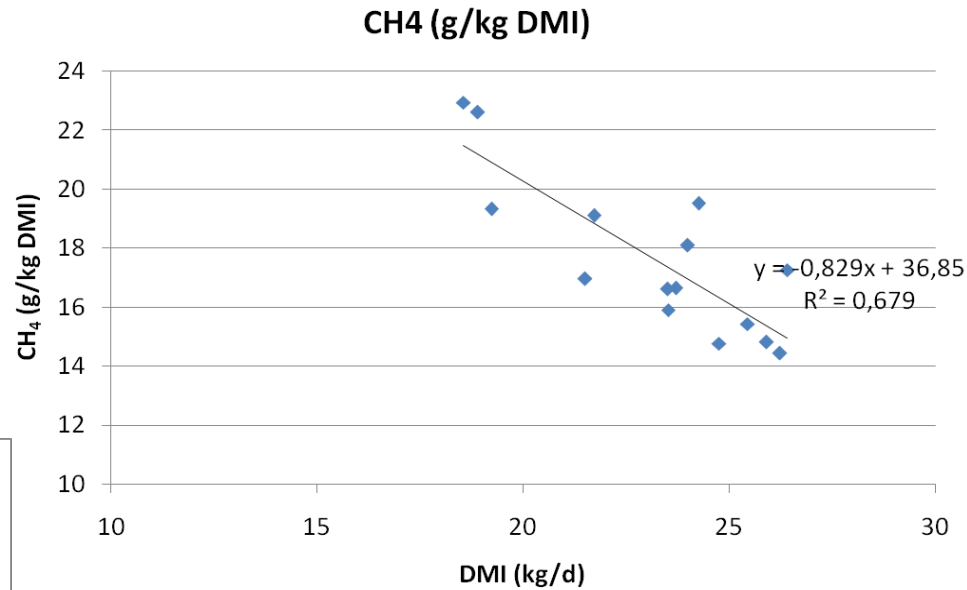


Maggiore metanogenesi con l'NDF che con l'amido

# Emissioni di metano per kg SS ingerita e per kg latte



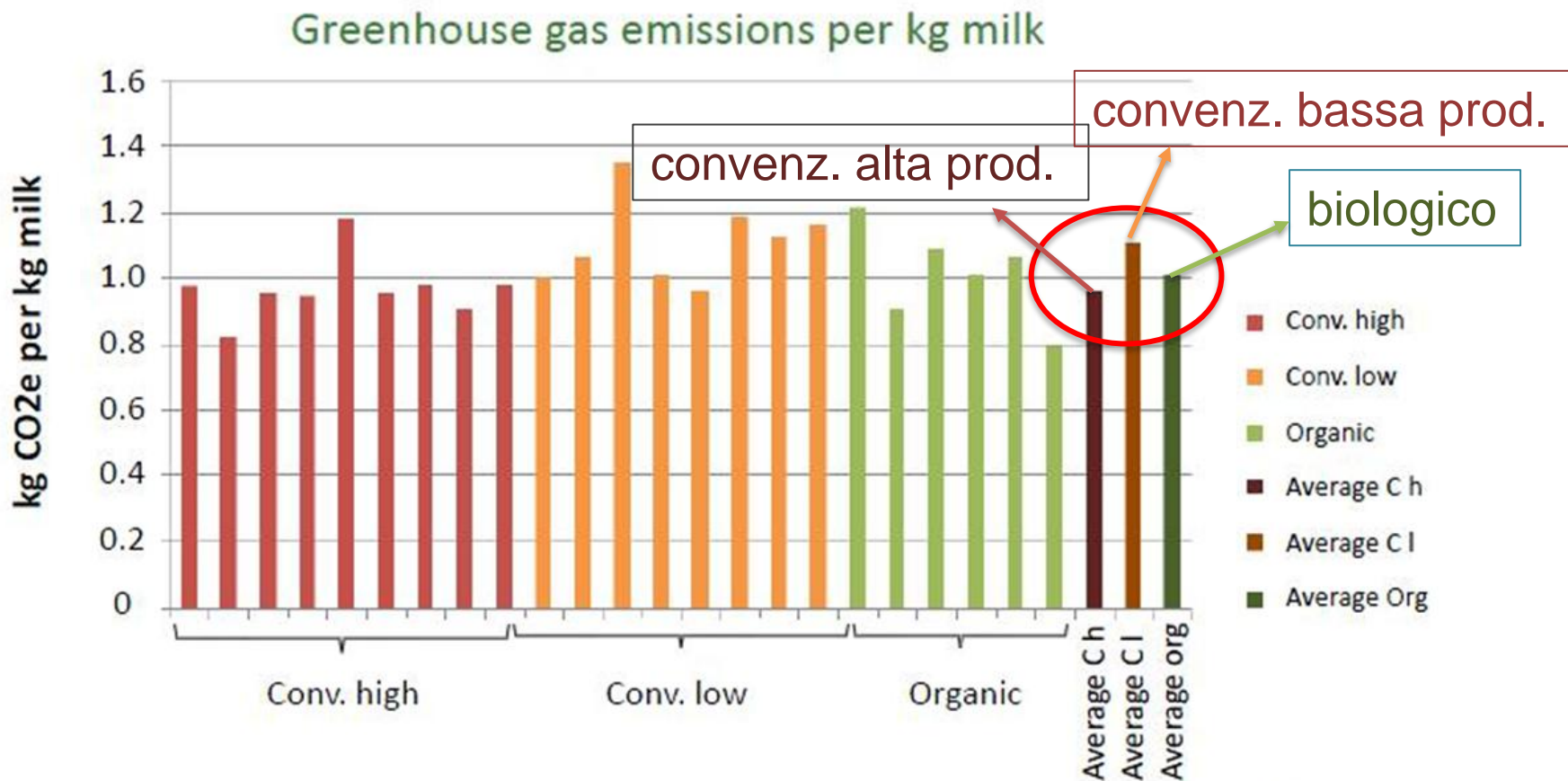
Camera respiratori  
a a  
circuito  
aperto



Pirondini et al., 2015.  
J. Dairy Sci. 98: 357–372



# Alta o bassa produzione di latte? Convenzionale o biologico?

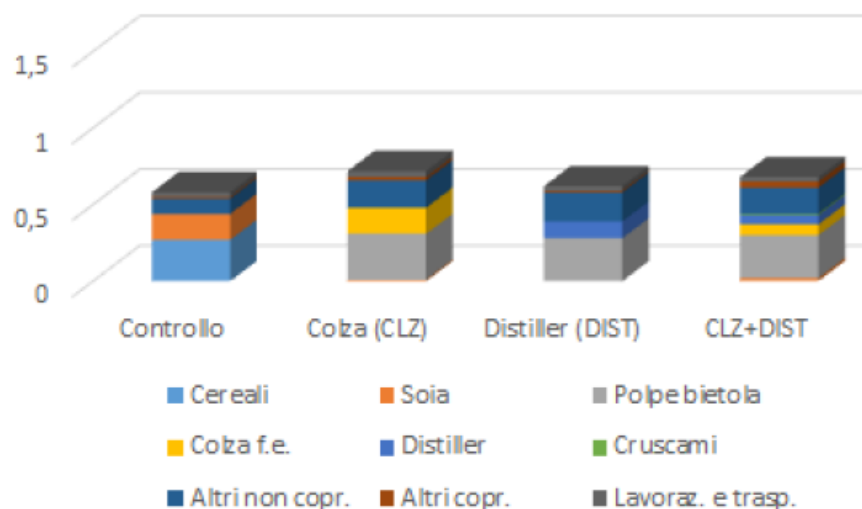


Cederberg and Flysjö, 2004

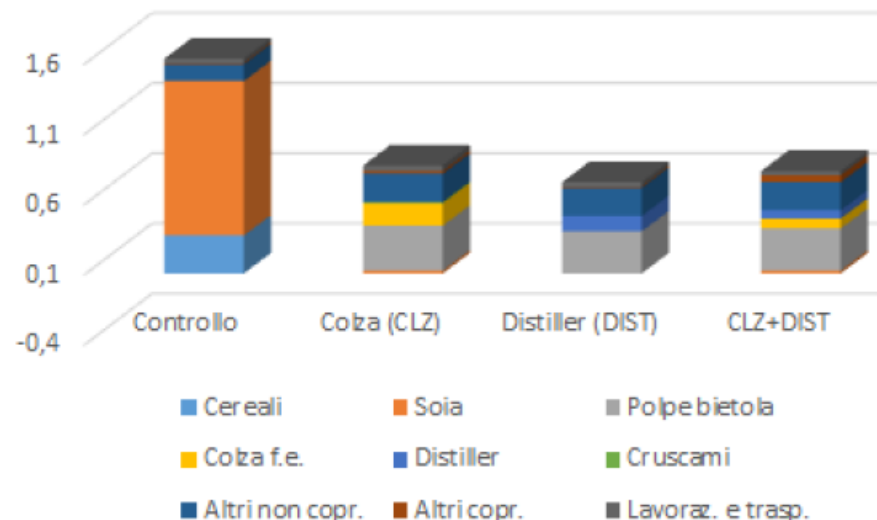
# Impronta di carbonio (kg CO<sub>2</sub>eq/kg mangime) dei componenti di mangimi per vacche da latte non considerando (a) o considerando (b) il cambio d'uso del suolo (LUC) (Lindberg et al., 2021)

- Control: mangime di controllo a base di cereali e soia f.e.
- Rapeseed: mangime a base di polpe di bietola e colza f.e.
- Distiller's grains: mangime a base di polpe di bietola e distillers di cereali
- RS+DG: mangime a base di polpe di bietola, colza f.e. e distillers di cereali

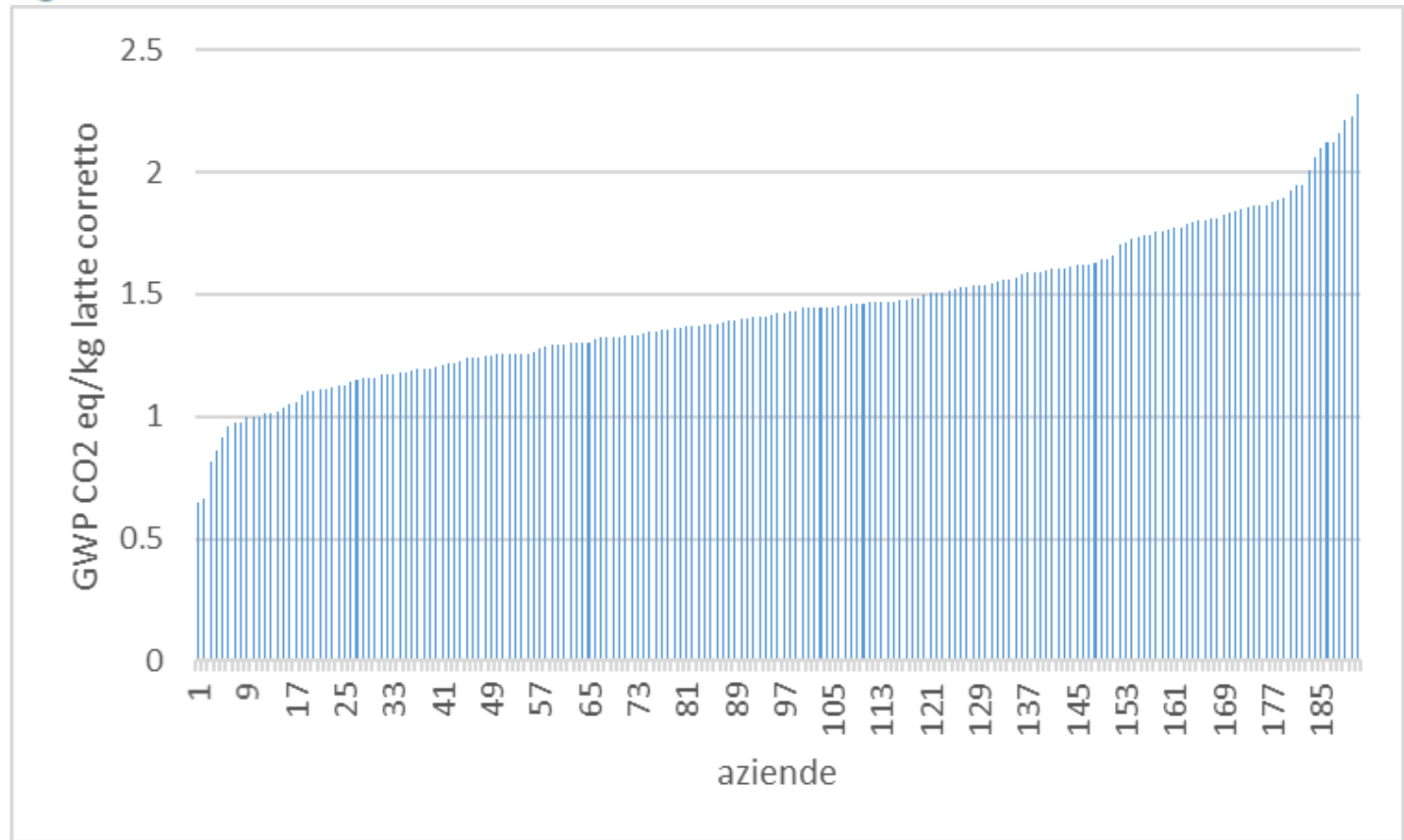
a) Senza considerare il LUC



b) Considerando il LUC

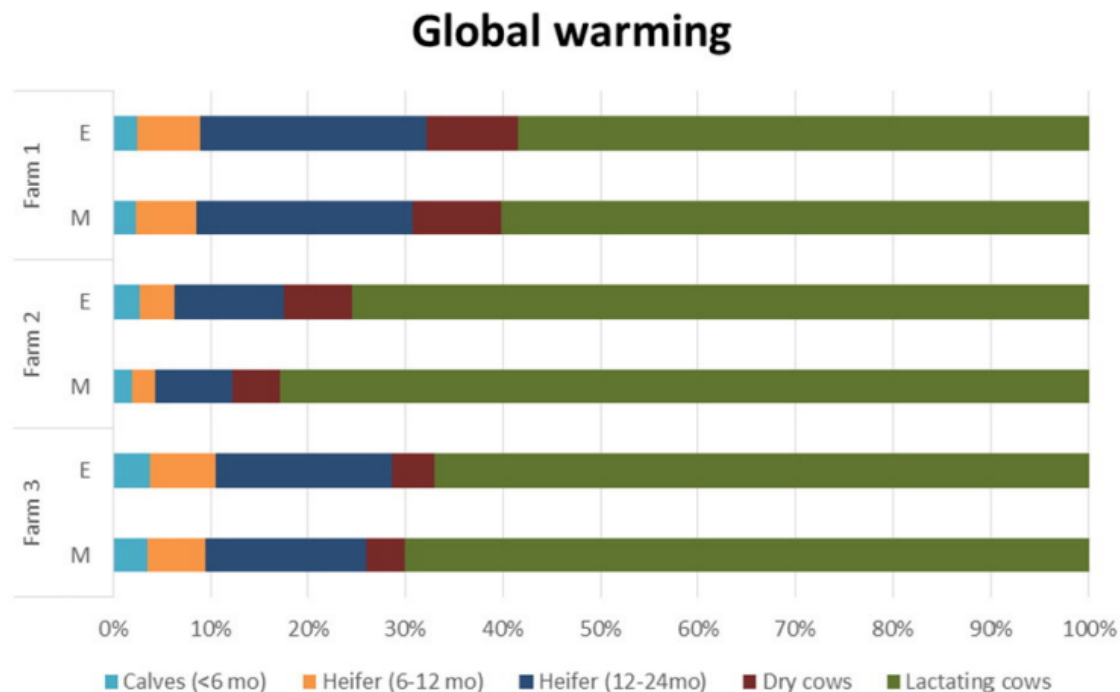


# CO<sub>2</sub> equivalenti per kg di latte: grande variabilità...



# Altri aspetti importanti per mitigare l'impatto ambientale

- Anche gli animali improduttivi (vitelle, manze, asciutte) hanno un impatto ambientale e non producono latte!
- Ridurre le inefficienze:
  - Buona sanità animale
  - Buoni livelli produttivi
  - Alimenti di buona qualità
  - Contenere la mortalità
- Valorizzare le colture foraggere per diminuire la dipendenza da acquisti (proteici-soia-LUC).



N.B.: E=estimated; M=measured (Baldini et al., 2018)

# Soia sostenibile!

G.M. Crovetto, Milano, 26-02-2025



## FEFAC SOY SOURCING GUIDELINES 2021

TOWARDS A  
MAINSTREAM MARKET  
TRANSITION FOR  
RESPONSIBLE SOY



FEBRUARY 2021



DEGLI STUDI DI MILANO  
DI SCIENZE AGRARIE  
- PRODUZIONE,  
AGROENERGIA



# Alimentazione di precisione per una sostenibilità economica e ambientale

- ❑ Conoscenza accurata dei fabbisogni nutritivi degli animali nelle diverse fasi fisiologiche e ai diversi livelli produttivi
- ❑ Conoscenza accurata e in tempo reale della composizione chimica e del valore biologico degli alimenti zootecnici (foraggi e mangimi) per adeguarne l'impiego nelle diete
- ❑ Tecniche di alimentazione (multifase, proteina ideale, sincronismo energia/proteolisi nel rumine, ecc..) che aumentino l'efficienza di utilizzazione dell'energia e dell'azoto ingeriti
- ❑ Verifica dell'effettivo livello di ingestione degli animali e della loro *dairy efficiency* (kg latte/kg SS ingerita)



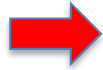
# La «proteina ideale» per i monogastrici

## SUINI

	%
LYS	100
MET	25
THR	62
TRP	20

	6-15	16-30	31-80	81-120	121-170	Scrofe	Scrofe
(g/kg)	kg PV	kg PV	kg PV	kg PV	kg PV	allatt.	gest.
LYS	15	13	11	8,5	6,0	10	7,0
MET	3,8	3,3	2,8	2,1	1,5	2,5	1,8
THR	9,3	8,1	6,8	5,3	3,7	6,2	4,3
TRP	3,0	2,6	2,2	1,7	1,2	2,0	1,4

# Fattori di sostenibilità per i quali è fondamentale l'alimentazione animale

- ❑ **Riduzione del periodo «nascita-1° parto»:** per es. da 27 a 22 mesi, fecondando le manze a 13 anziché a 18 mesi. E ciò significa che devo alimentare bene le manze, perché crescano 900 g/d  non rifilare alle manze tutti i foraggi di scarto!
- ❑ **Riduzione dell'intervallo «parto-concepimento»:** per es. da 160 a 120 giorni, per avere lattazioni più corte e produttive e una maggior carriera della vacca (>3 lattazioni in media). Fondamentale a tal fine l'alimentazione della vacca in asciutta e nel peri-parto («transizione»).
- ❑ **Avere animali più sani ed efficienti:** minor incidenza di patologie subcliniche, minor incidenza del mantenimento, maggiore longevità dell'animale con ammortamento migliore della fase di manza. A tal fine le diete devono essere salubri e bilanciate, senza carenze e senza eccessi di nutrienti.

# Per un'alimentazione animale sostenibile...

- ❑ Nei bovini massimizzare l'ingestione alimentare per aumentare la produzione di latte e di carne e l'efficienza (kg latte o carne/kg SS ingerita). Nei suini e pollame minimizzare l'indice di conversione alimentare (kg mangime/kg carne o uova).
- ❑ *Precision feeding*: diete adeguate ai fabbisogni effettivi in base al potenziale produttivo. Nei bovini attenzione ai rapporti amido/proteine (per l'escrezione azotata, puntare a 1,8) e amido/NDF (per l'emissione di metano, puntare a 0,85). Monogastrici: proteina ideale, con basse PG e aggiunta di amminoacidi; fitasi e poco P minerale nei mangimi.
- ❑ Adottare sistemi foraggeri che prevedano rotazioni e anche prati permanenti o avvicendati; praticare le buone pratiche agricole (es. minime lavorazioni del suolo) e impiegare le *cover crops*. L'interramento dei residui colturali (es. producendo pastone integrale anziché silomais) migliora la struttura del suolo e aumenta il suo C organico (>3% SO) e la sua fertilità.
- ❑ Nei limiti del possibile privilegiare alimenti autoprodotti e puntare su foraggi di alta qualità (basse ceneri e ADL, alta proteina e digeribilità).





# Per aspera ad astra!

G.M. Crovetto, Milano, 26-02-2025



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE  
E AMBIENTALI - PRODUZIONE,  
TERRITORIO, AGROENERGIA