

ACCADEMIA DEI GEORGOFILI

RAZIONALIZZAZIONE DEI SISTEMI COLTURALI E ZOOTECNICI PER
LA SALVAGUARDIA AMBIENTALE

Innovazione e sostenibilità nella produzione del latte bovino

14 novembre 2024

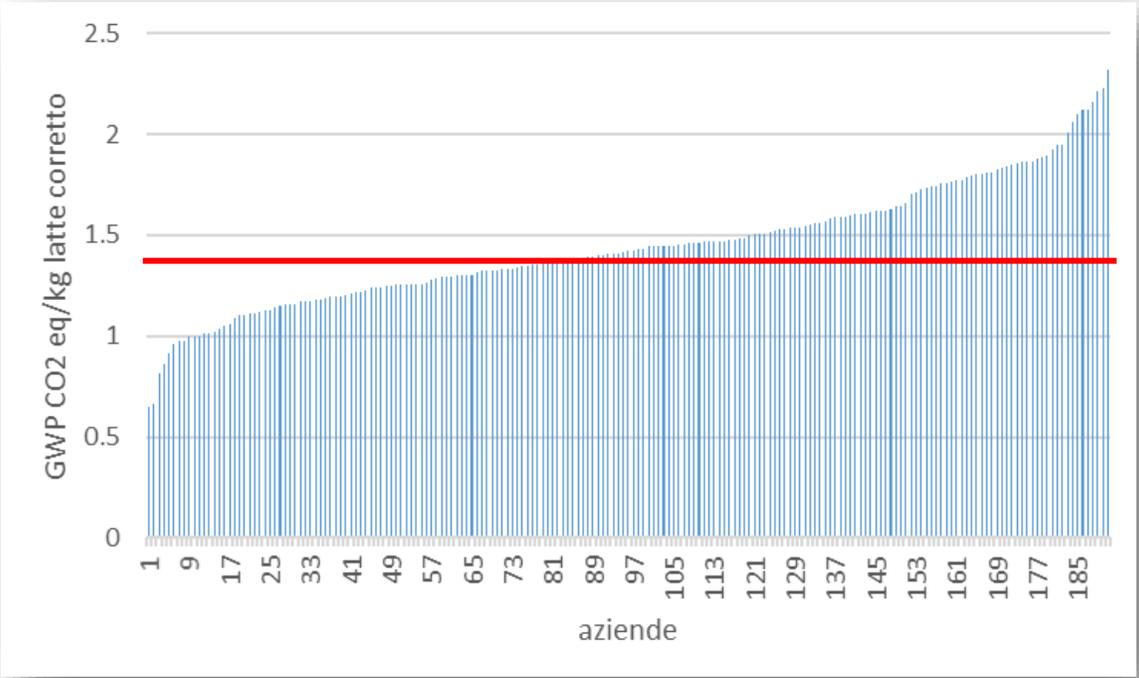
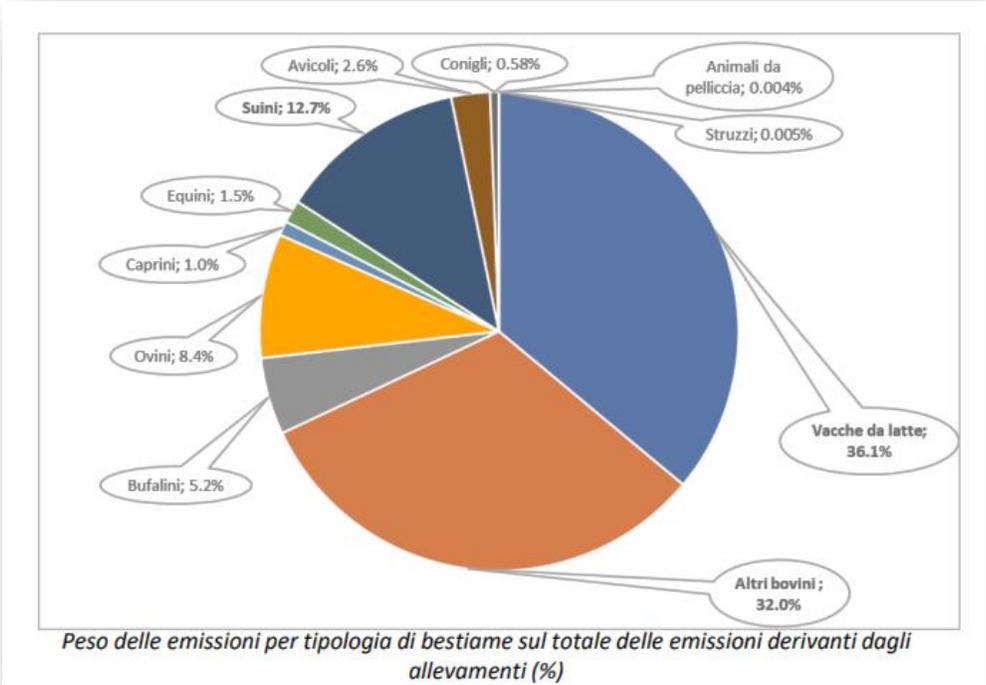
Anna Sandrucci

Università degli Studi di Milano

Emissione di gas serra

Nel 2022 in Italia, il comparto bovino da latte ha rilasciato il 2,1% delle emissioni nazionali di gas climalteranti (CO₂, CH₄, N₂O) (ISPRA, 2024)

La produzione di 1 kg di latte corretto comporta l'emissione di circa 1,4 kg di CO₂ eq. (0,96÷2,3)

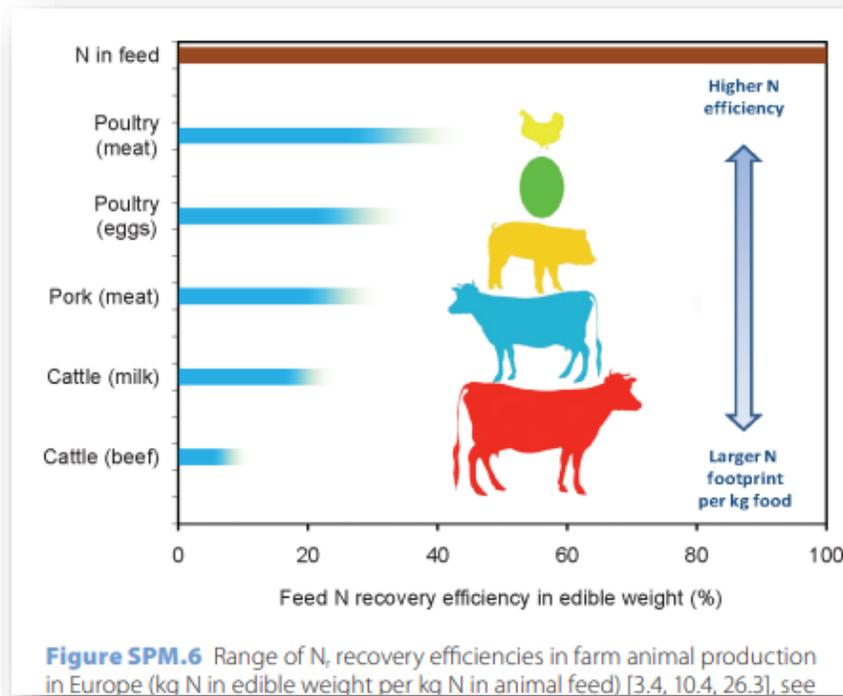


Rilascio di azoto nell'ambiente

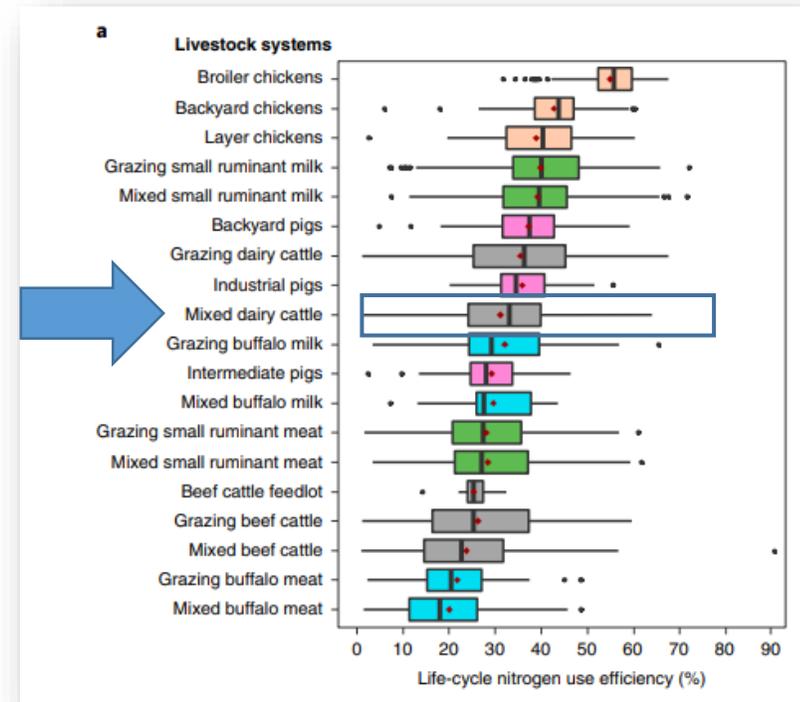
Bovini e bufali sono responsabili di circa il 6,5% del rilascio di N nell'ambiente a livello globale

Per la produzione del latte solo il 25-35% dell'N ingerito viene ritenuto

Il resto viene escreto attraverso urine e feci: in media 125 kg all'anno per capo, 15 g per kg latte

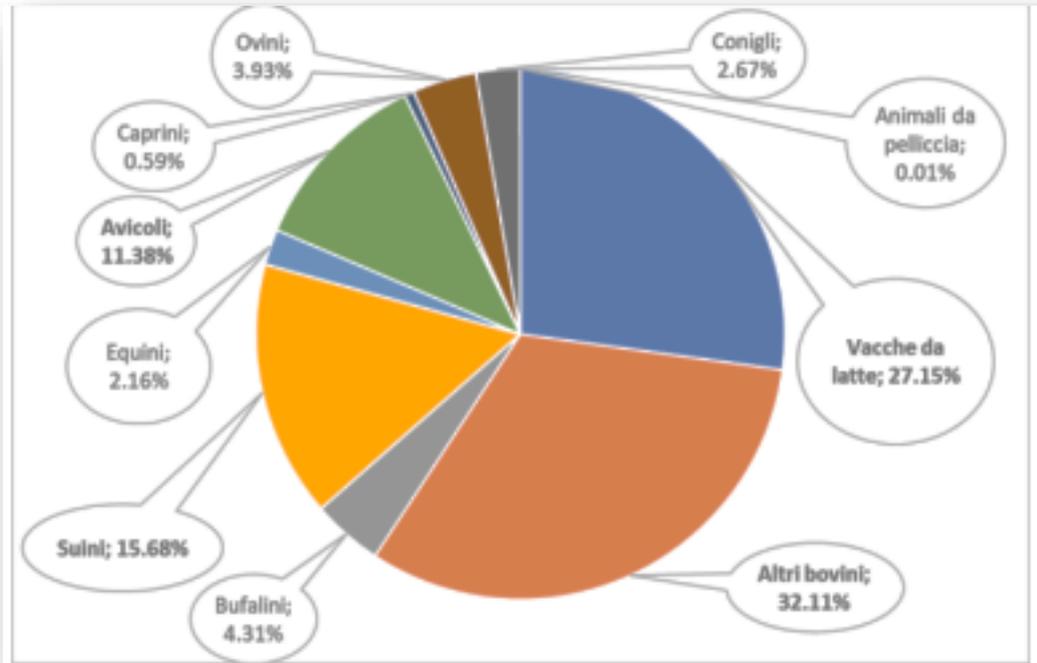


Sutton et al., 2011

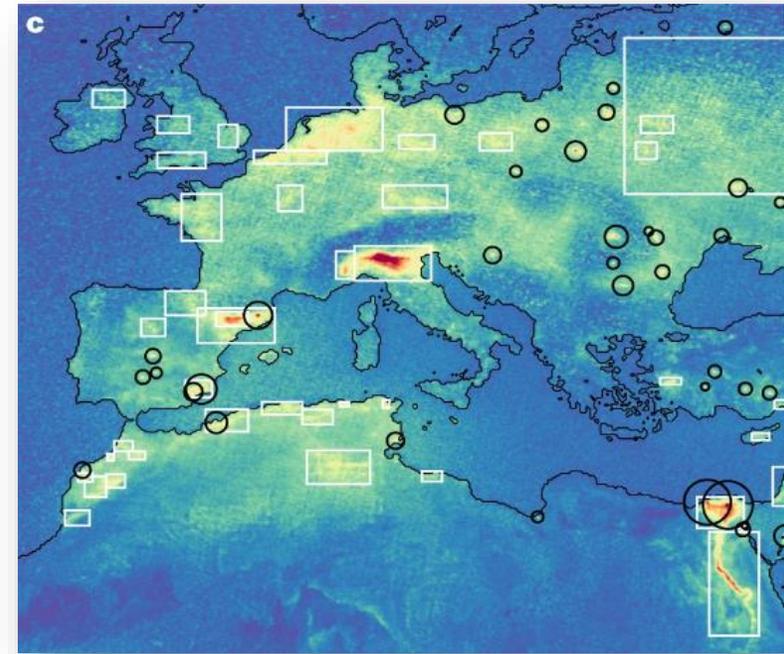


Uwizeye et al., 2020

Emissioni ammoniacali



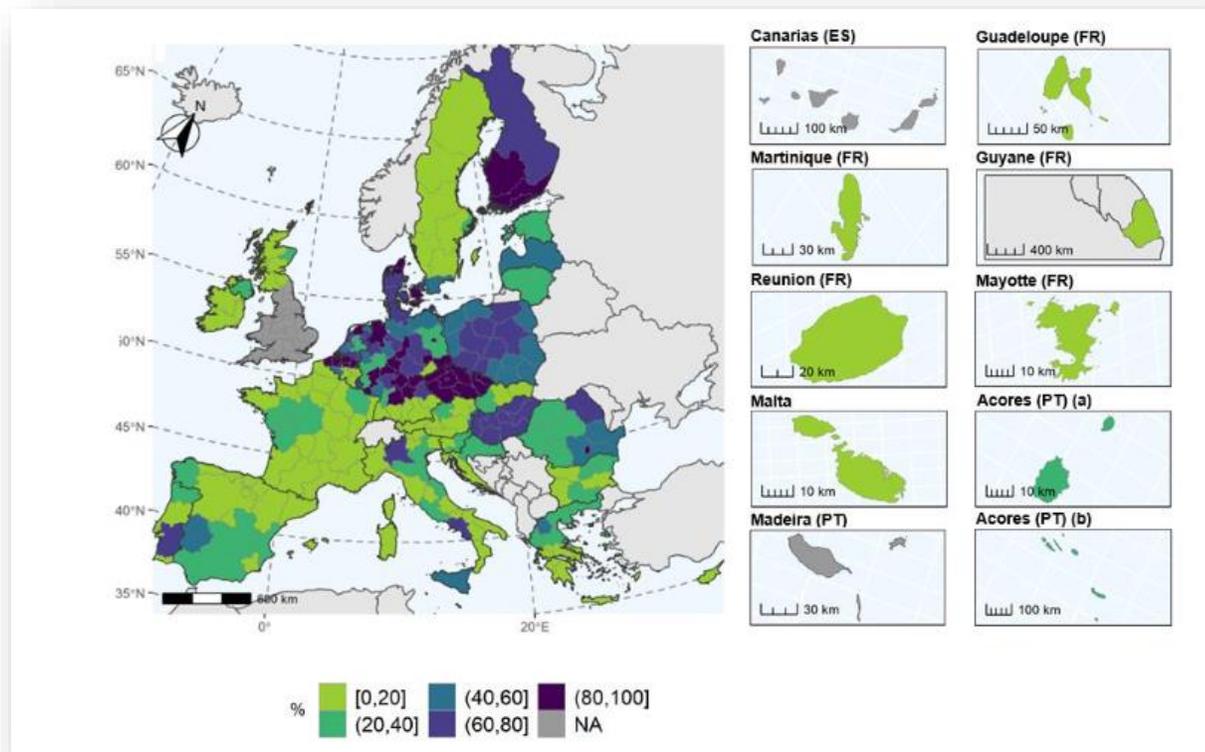
Emissioni di NH₃ dagli allevamenti per tipologia (%) - ISPRA, 2024



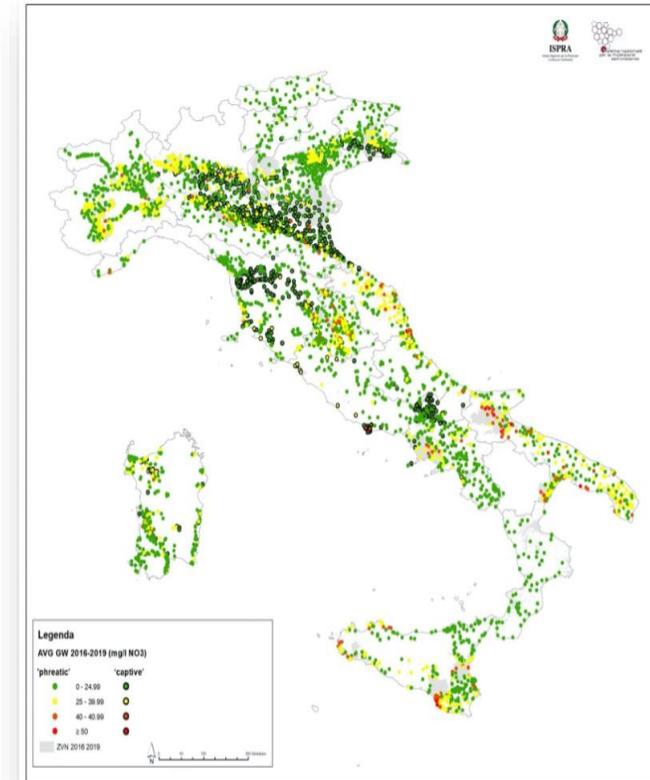
Emissioni di NH₃, media di 9 anni - Van Damme et al., 2018

In Italia, nel 2022, i bovini da latte hanno contribuito al 20% circa delle emissioni ammoniacali nazionali, L'NH₃ è responsabile dell'acidificazione dei suoli e corresponsabile della formazione di particolato PM_{2,5} e PM₁₀

Azoto nelle acque



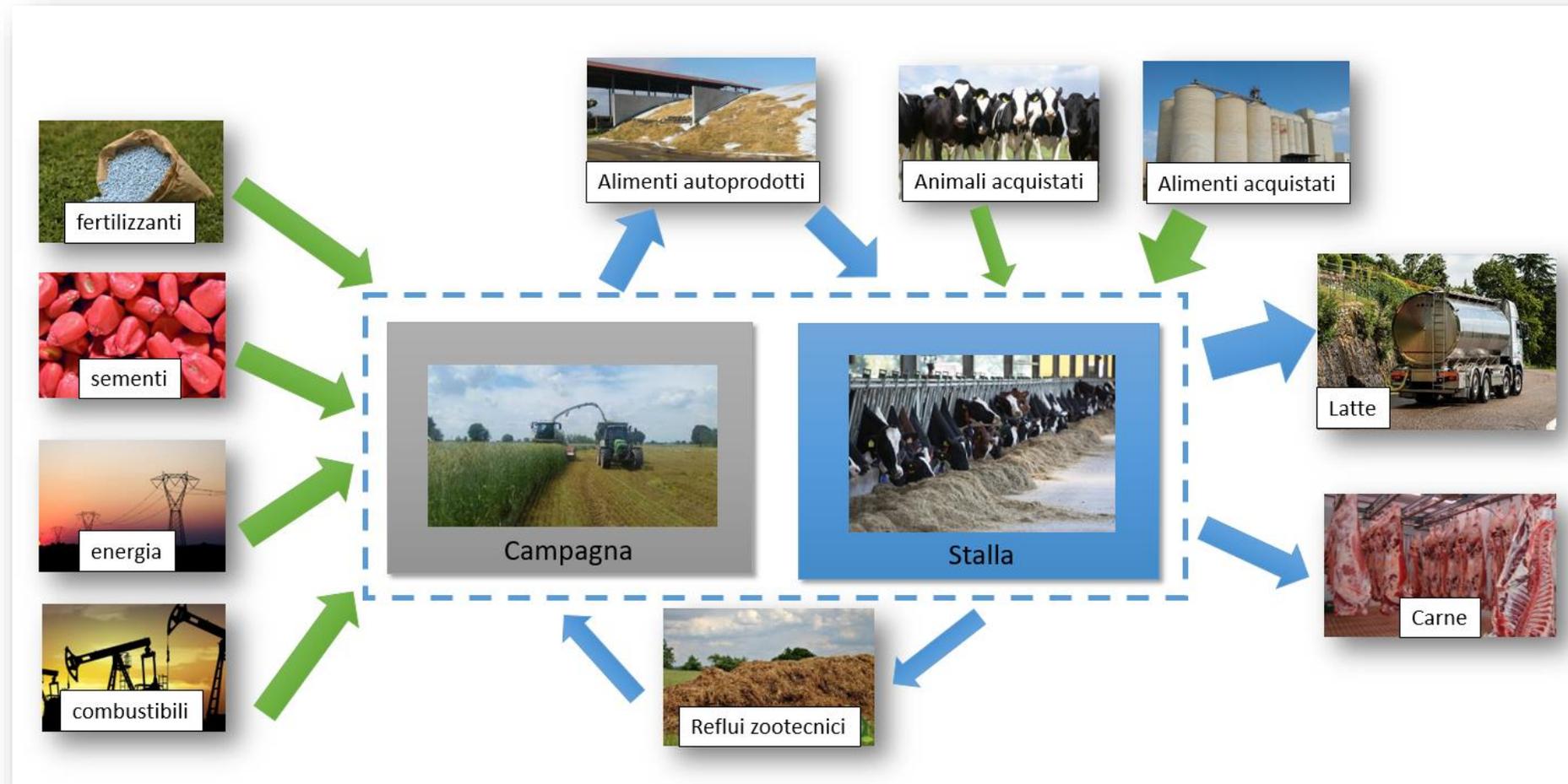
Percentuale delle stazioni di controllo delle acque superficiali in stato eutrofico a livello NUTS2 per il periodo di riferimento 2016-2019 - Commissione Europea 2019



Nitrati nelle acque sotterranee - ISPRA, 2023

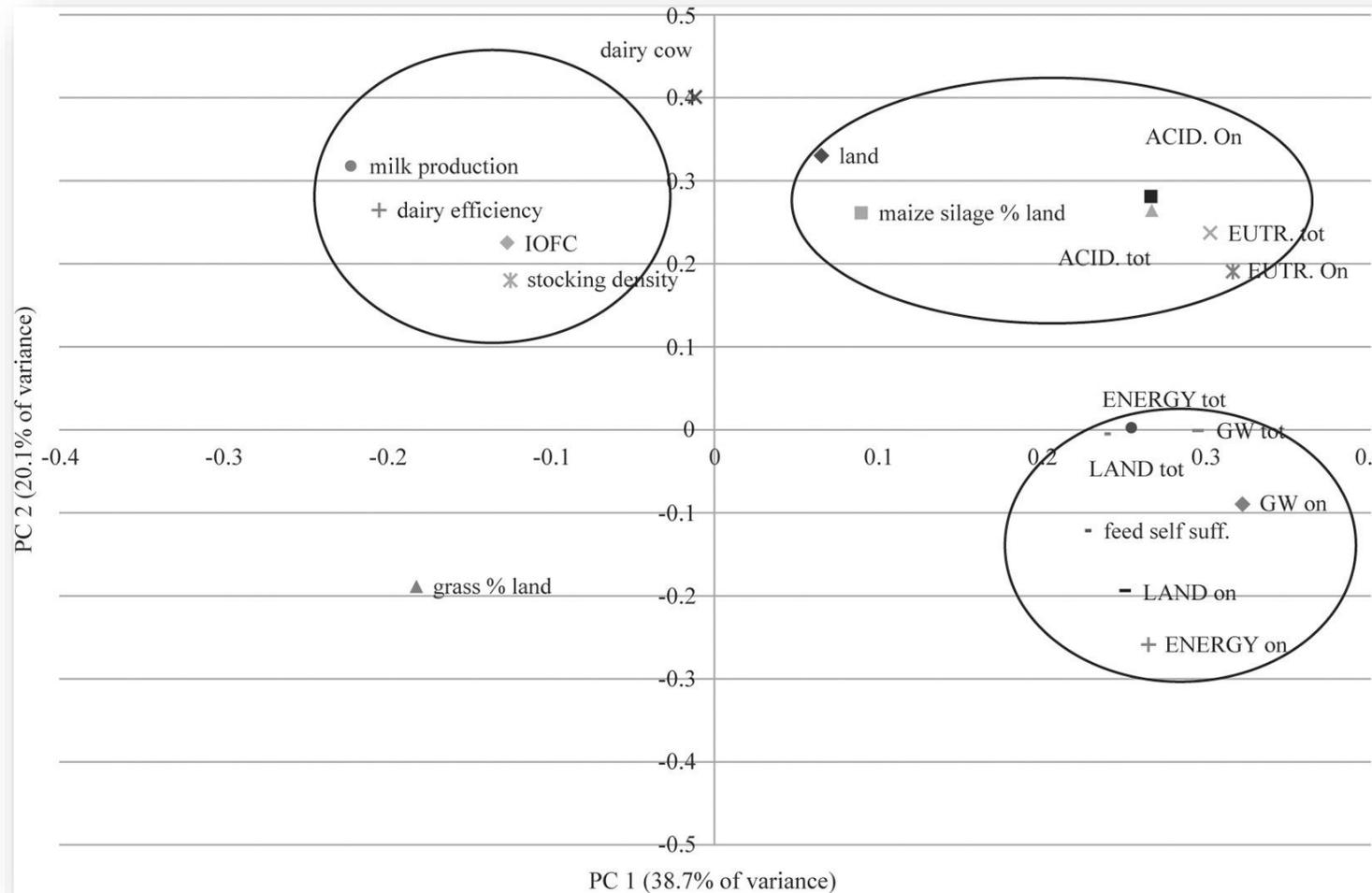
In Europa, la zootecnia è responsabile dell'81% dell'azoto agricolo immesso nei sistemi acquatici, con effetti di eutrofizzazione e inquinamento delle acque potabili (Commissione Europea, 2019)

Life Cycle Assessment



Il metodo Life Cycle Assessment (LCA) tiene conto non solo della fase di stalla ma anche delle emissioni e consumo di risorse legate alla produzione dei fattori produttivi (es. alimenti, fertilizzanti, ecc.)

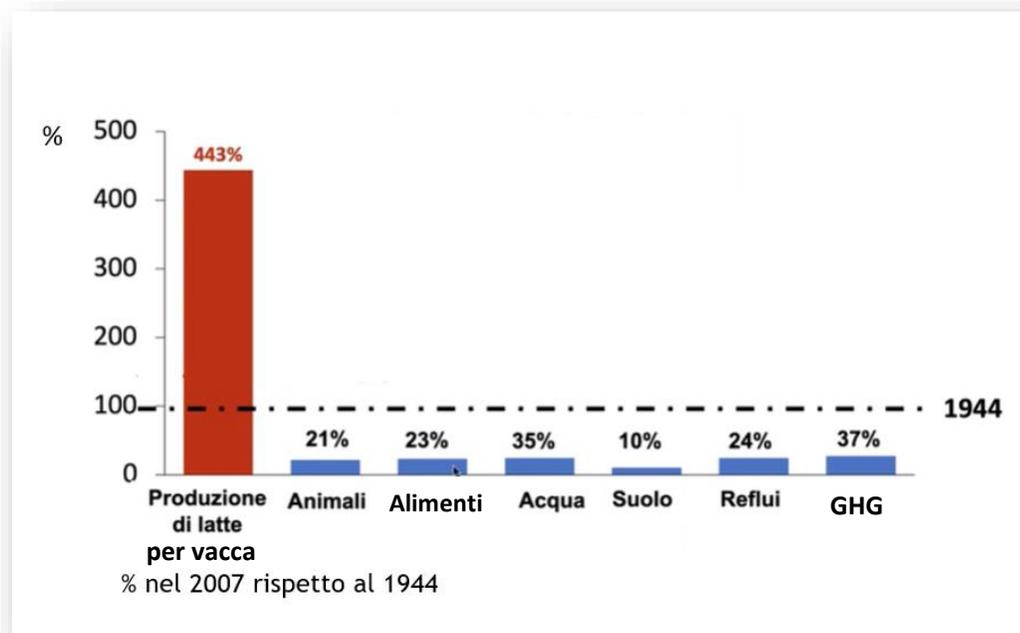
Relazioni tra le diverse categorie di impatto



Bava et al., 2014

Global warming, eutrofizzazione e acidificazione per kg di latte sono **inversamente correlati** con la produzione di latte per capo e la dairy efficiency

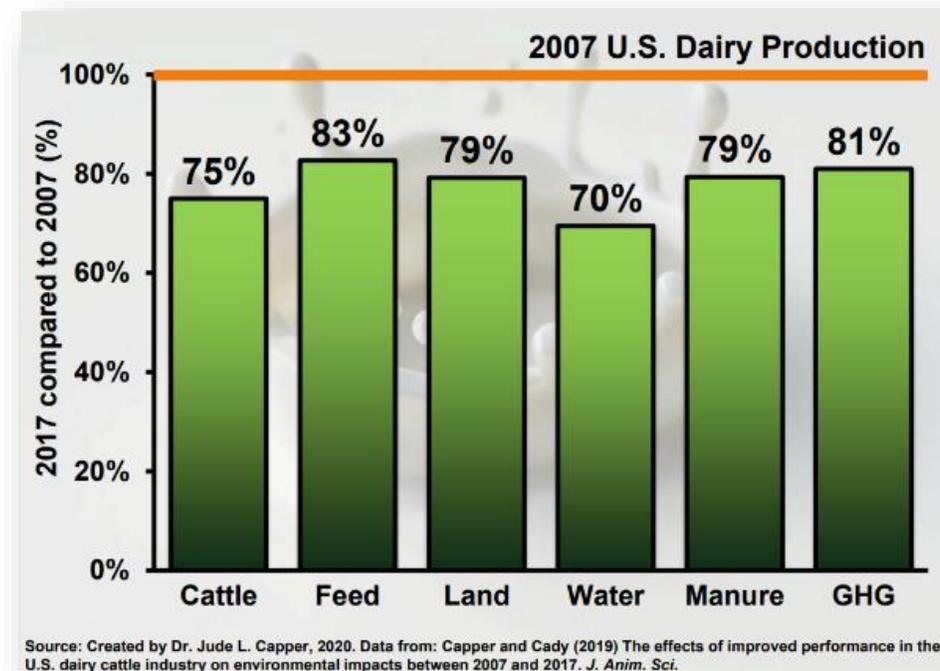
Evoluzione dell'impatto ambientale per kg di latte



Capper et al., 2009

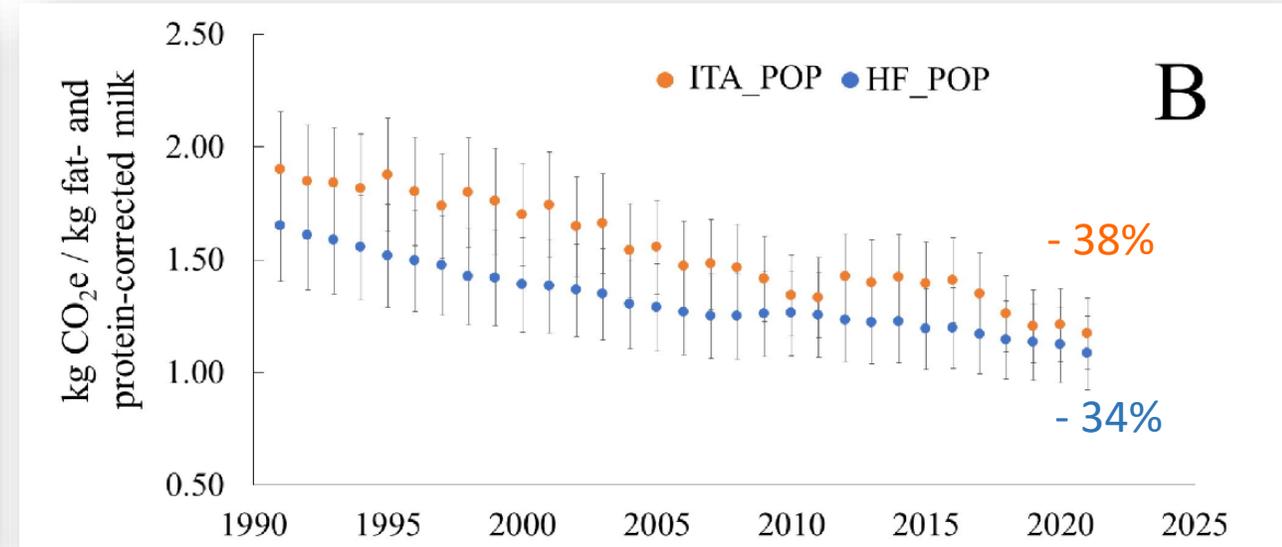
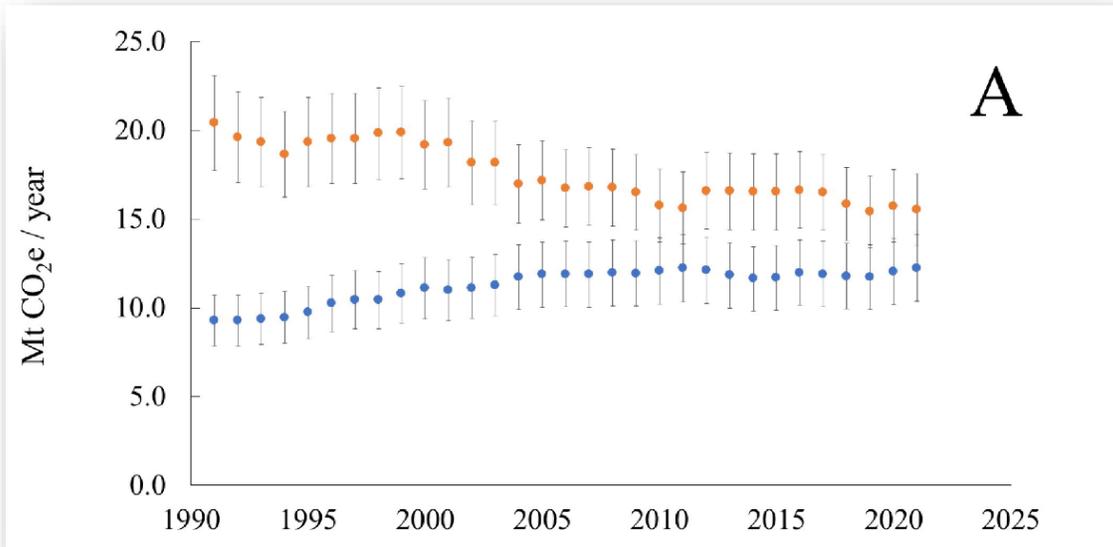
Gli impatti per kg di latte si sono ulteriormente ridotti tra il 2007 e il 2017

Negli Stati Uniti, in circa 60 anni il consumo di risorse (acqua, suolo) e l'emissione di gas serra si sono più che dimezzati per effetto del miglioramento dell'efficienza produttiva



Source: Created by Dr. Jude L. Capper, 2020. Data from: Capper and Cady (2019) The effects of improved performance in the U.S. dairy cattle industry on environmental impacts between 2007 and 2017. *J. Anim. Sci.*

Evoluzione dell'emissione di gas serra del comparto latte

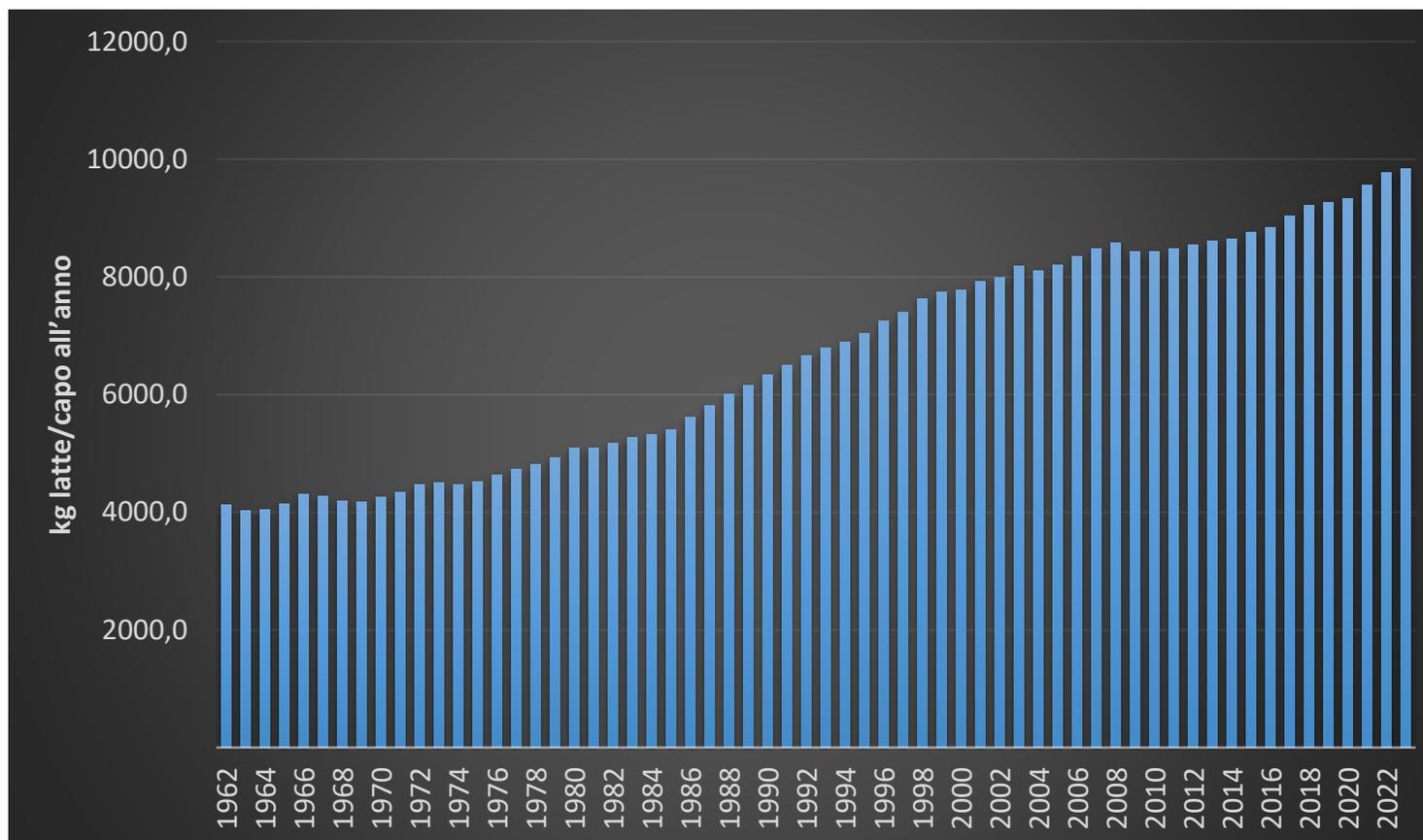


Berton et al., 2024

Valore medio annuo e deviazione standard (barre di errore) dei gas serra totali nazionali (A) e dell'intensità di emissione per kg di latte corretto per grassi e proteine (B) del settore italiano dei bovini da latte (ITA_POP) e della popolazione registrata di Frisone Italiana (HF_POP)

In Italia, in 30 anni l'emissione di gas serra per kg di latte (**intensità emissiva**) si è ridotta del **34-38%**

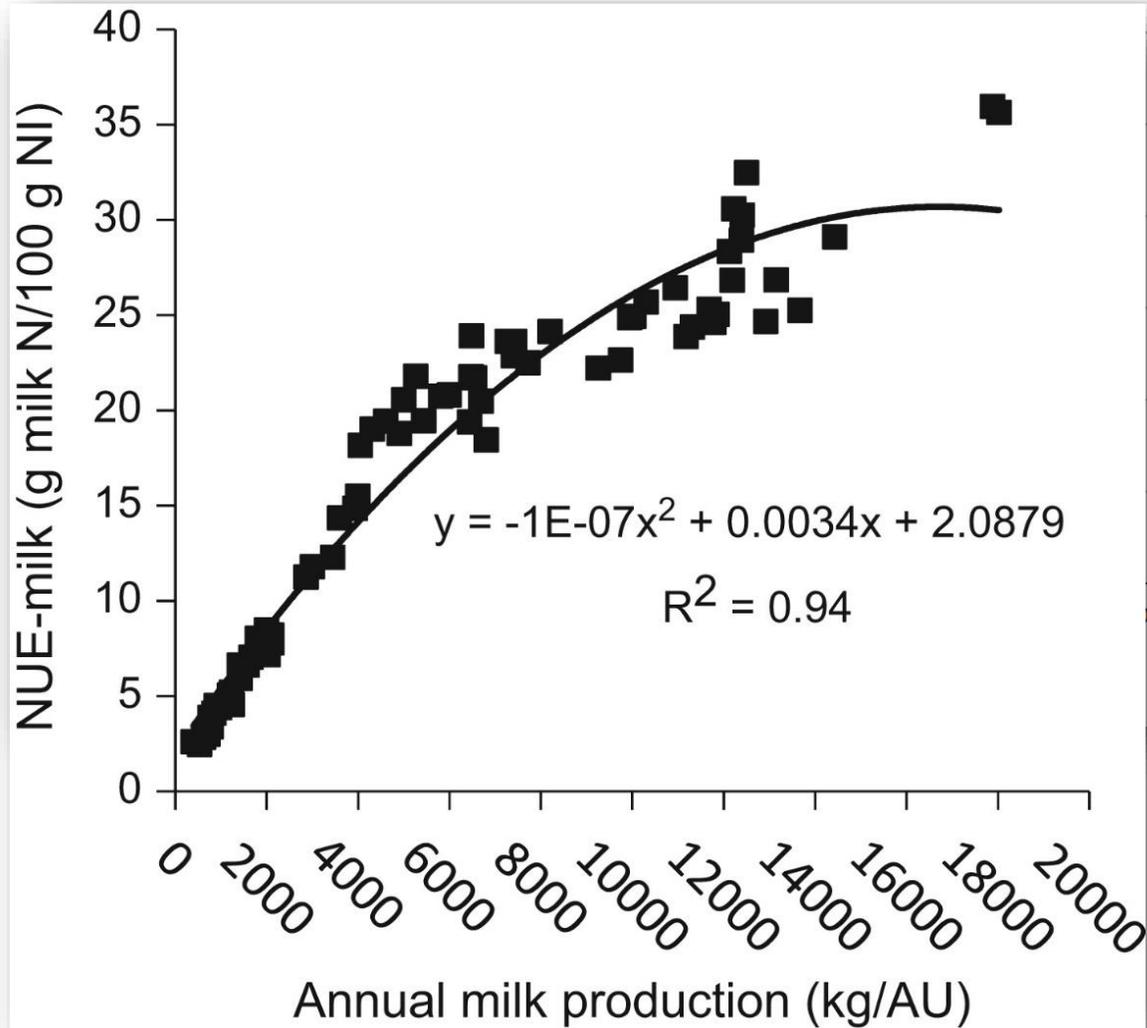
Produzione di latte per capo



AIA, 2024

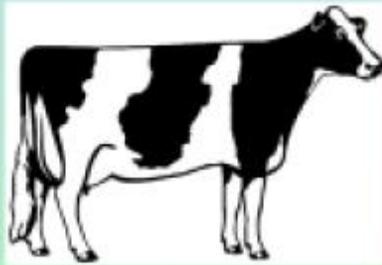
In Italia, in 60 anni la produzione di latte per capo è **più che raddoppiata**

Effetto diluizione dei costi ambientali fissi



Powell et al., 2013

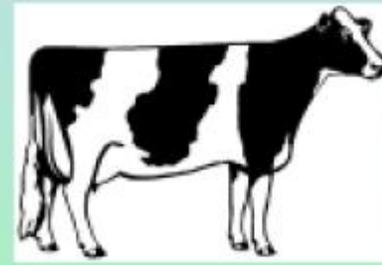
Gli animali più produttivi impattano meno per unità di prodotto conferito



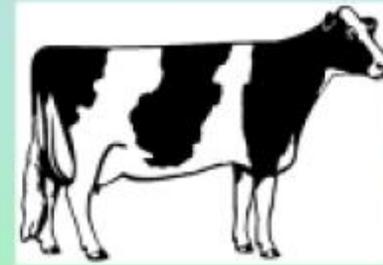
40 kg latte/d



99 kg di N al campo/anno
(7,8 g N al campo/kg latte)



20 kg latte/d



20 kg latte/d



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

Crovetto

Miglioramento dell'efficienza produttiva

...genetica...

...alimentazione...

- 1) Aumentare la produzione di latte per capo
- 2) Ridurre i periodi improduttivi e gli sprechi

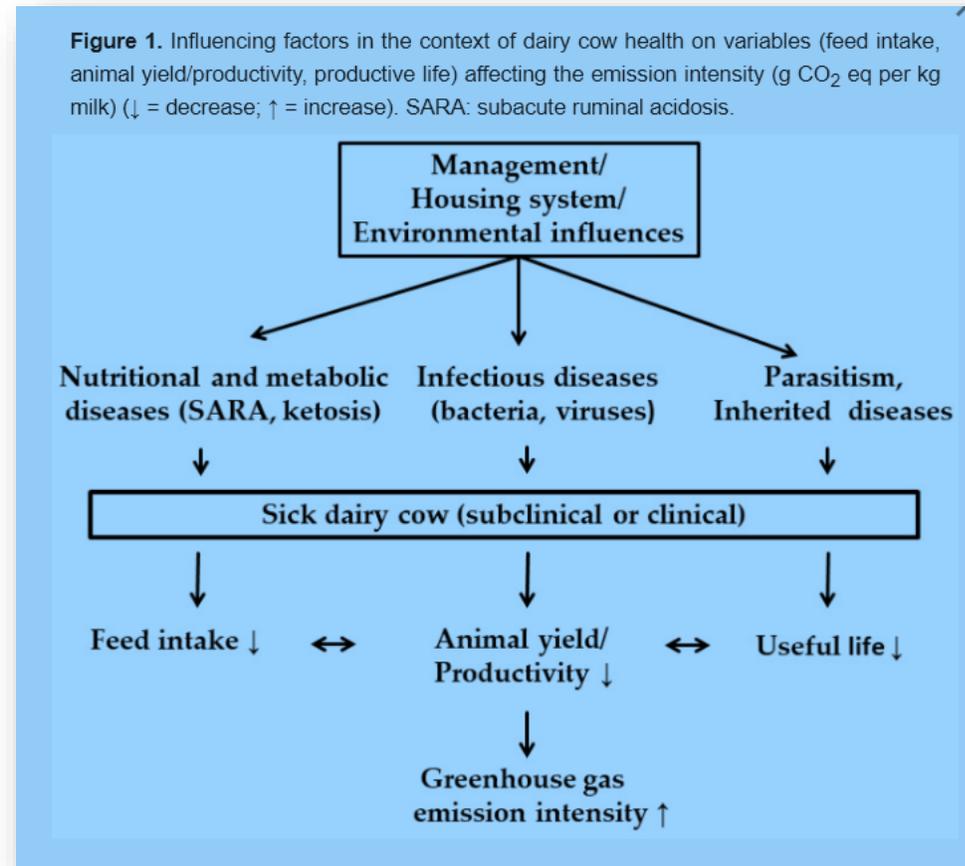
...salute...

...tecniche di allevamento...

...benessere...

Il miglioramento dell'efficienza produttiva è frutto del **miglioramento genetico**, della formulazione di *razioni più aderenti ai fabbisogni*, dei programmi di **prevenzione delle patologie**, del miglior **benessere** delle bovine e del miglioramento delle **tecniche di allevamento**

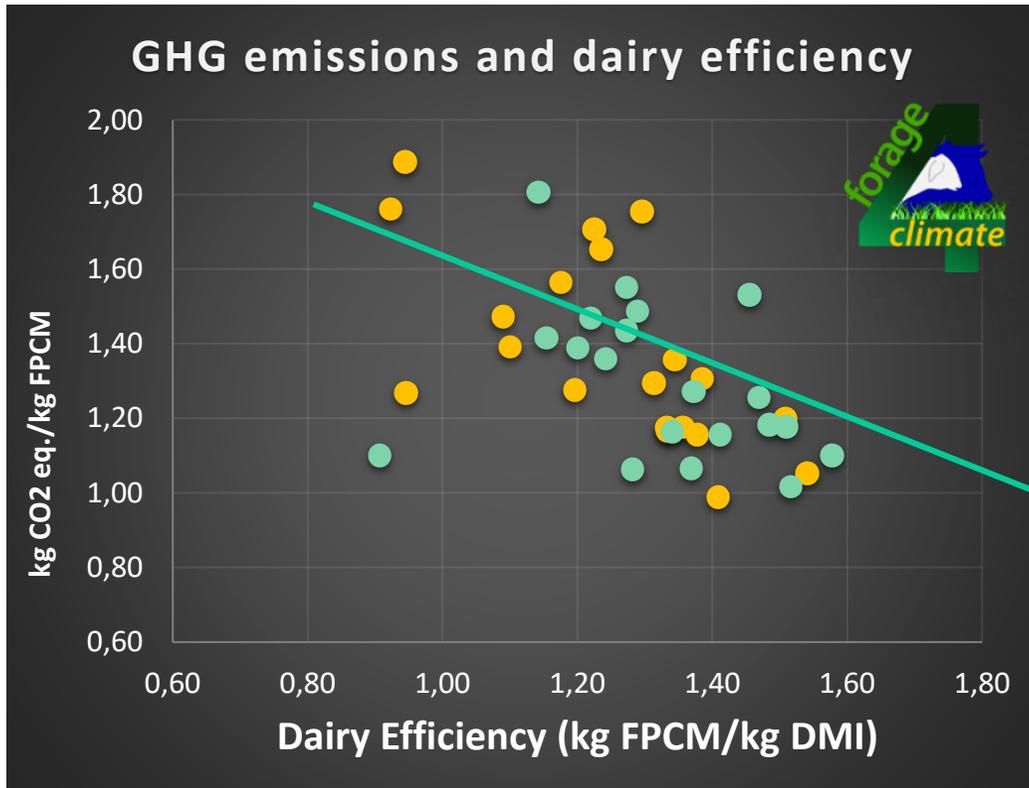
Benessere, salute animale e sostenibilità



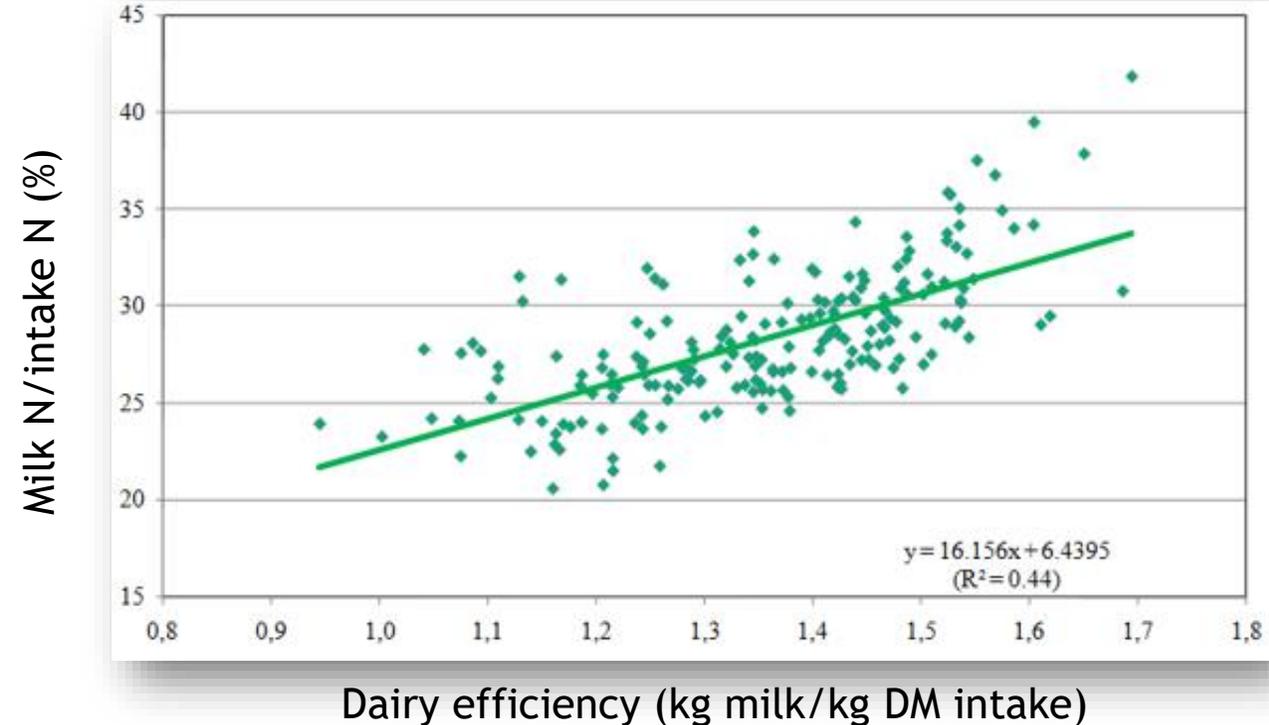
von Soosten et al., 2020

Condizioni di scarso benessere e malattie tendono a causare un aumento del consumo di risorse e di emissioni/escrezioni per kg di prodotto

Dairy efficiency



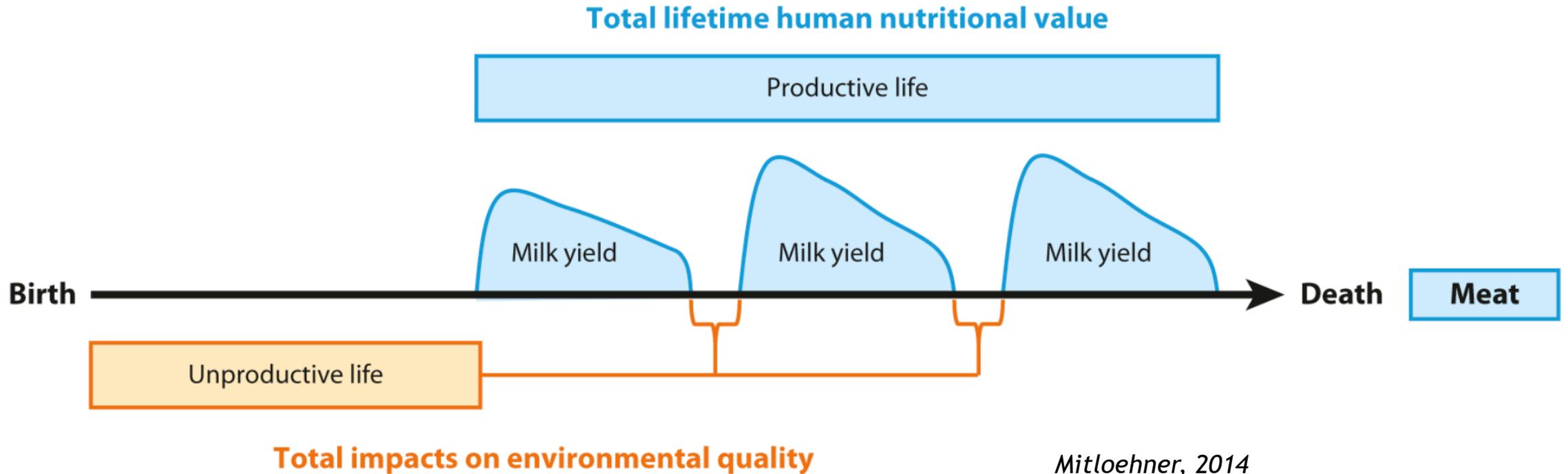
Progetto Life FORAGE4CLIMATE



Crovetto e Colombini, 2010

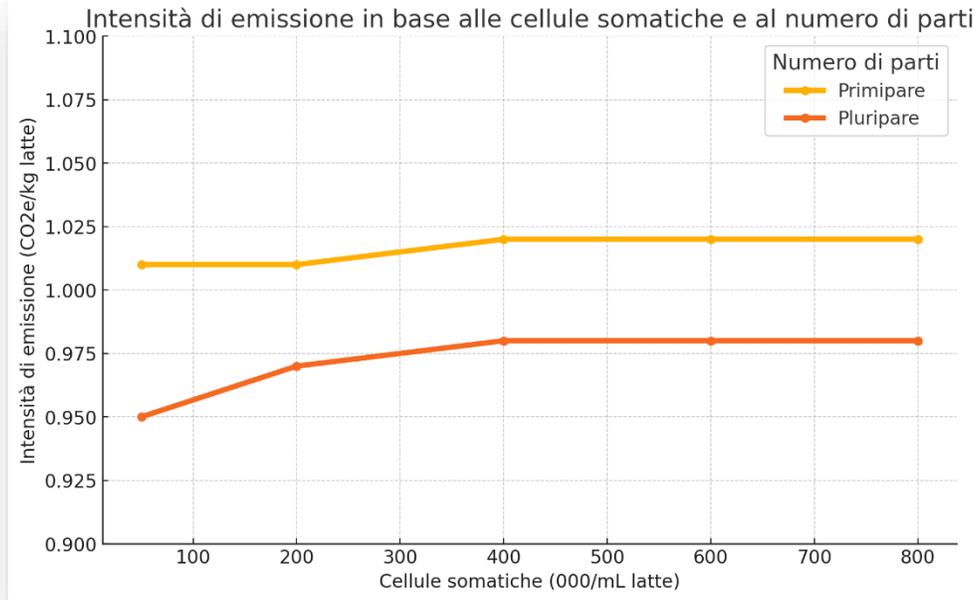
L'emissione di GHG per kg di latte e l'efficienza di utilizzazione dell'azoto sono in relazione con la Dairy Efficiency (kg di latte corretto per kg di sostanza secca ingerita)

Fasi produttive e improduttive



Le fasi improduttive e la mortalità causano consumo di risorse e di emissioni/escrezioni aumentando l'impatto ambientale del latte prodotto

Mastite



Özkan Gülzari et al., 2018

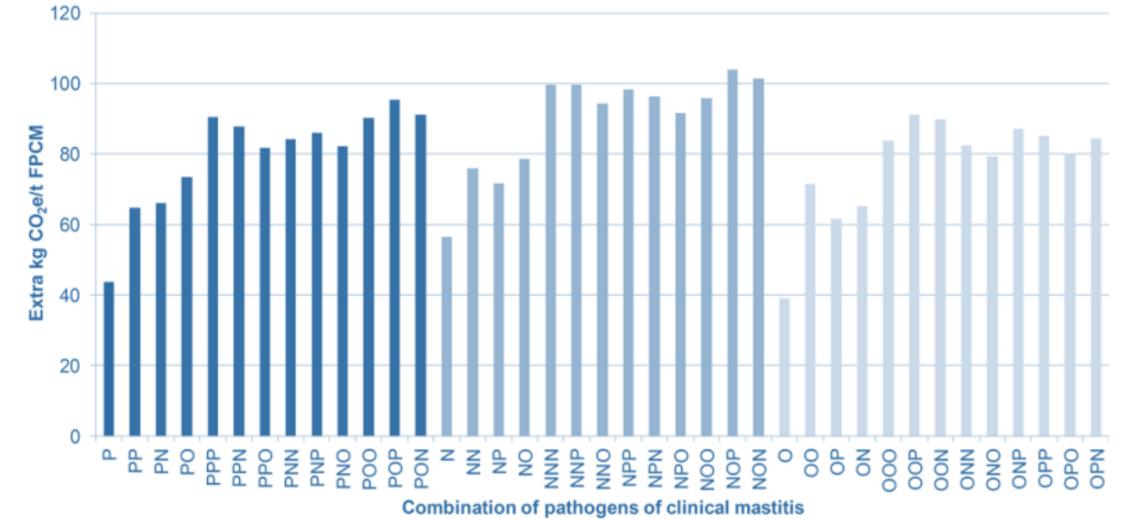
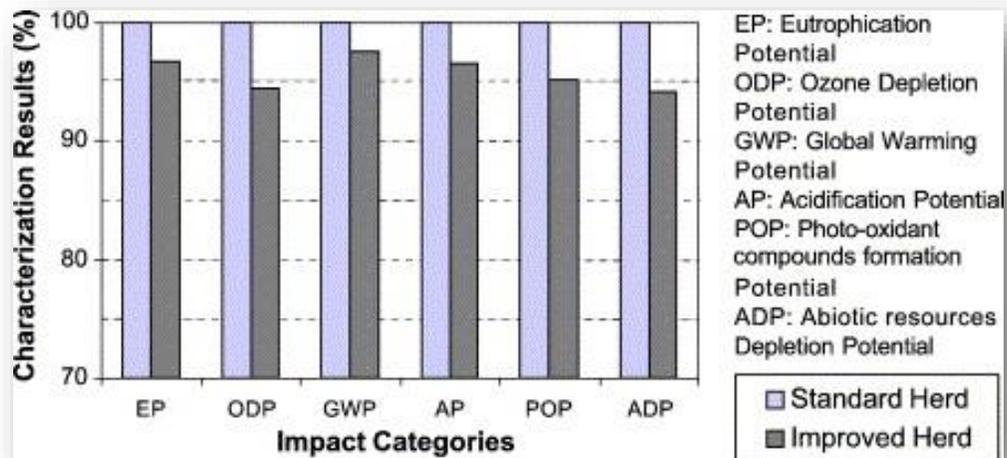


Figure 1 Average increase of GHG emissions per ton fat-and-protein-corrected milk (kg CO₂e/t FPCM) of CM in dairy cows per type of pathogen; gram-positive (P), gram-negative (N) or other (O), and the combinations up to three cases. GHG=greenhouse gas; CM=clinical mastitis.

Mostert et al., 2019



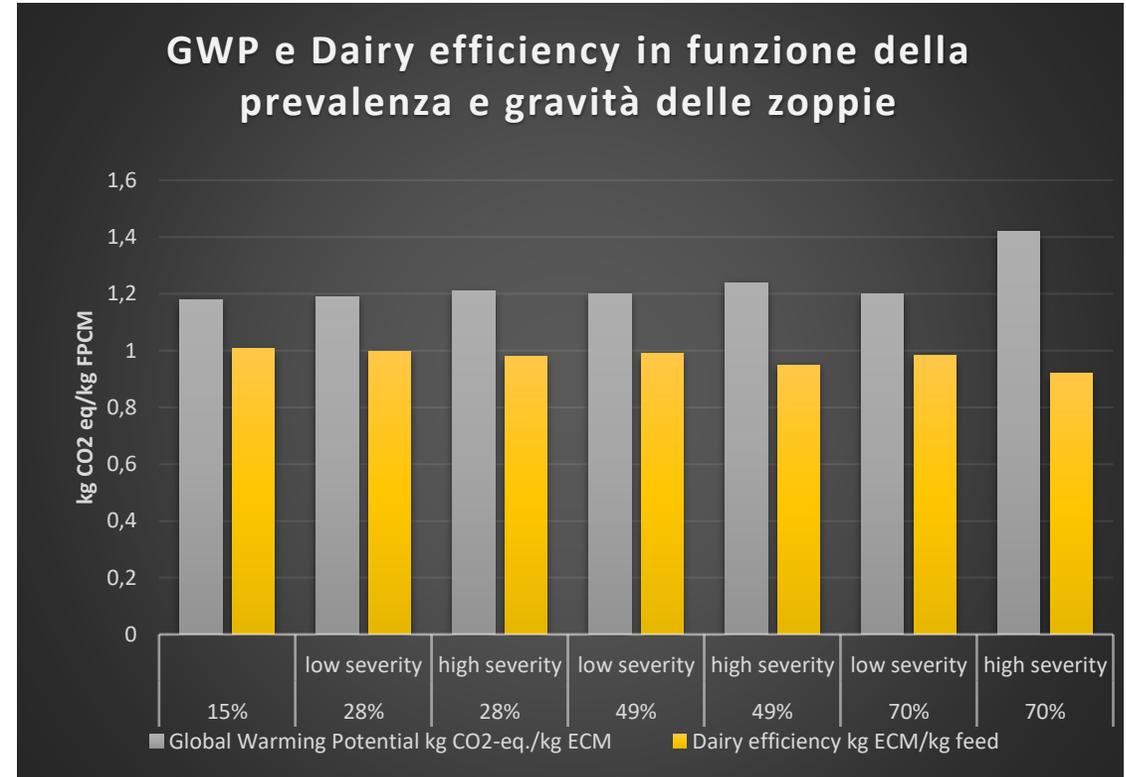
Hospido e Sonesson (2005)

> eliminazioni precoci, > latte scartato,
< produzione di latte > interparto

➤ Le mastiti causano un aumento dell'impatto ambientale per kg di latte compreso tra **il 2,5 e il 7%**

Zoppie

Secondo Chen et al. (2016), l'incremento della prevalenza e della gravità delle zoppie causa **un aumento dell'impatto ambientale del latte dal 7 a oltre il 9%** a seconda della categoria di impatto (riscaldamento globale, acidificazione, eutrofizzazione). Parallelamente si registra una **riduzione dell'efficienza alimentare variabile tra il 5% e il 9%**.

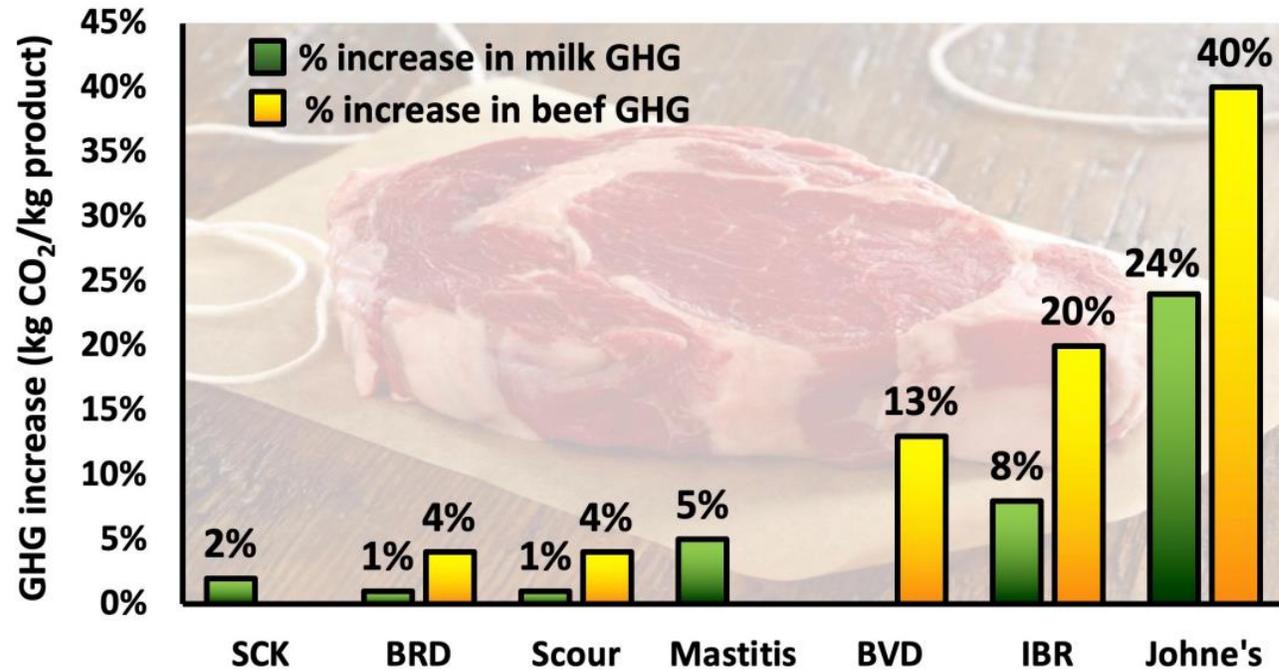


Chen et al., 2016

Secondo Mostert et al. (2018), **ogni caso di zoppia** comporta un aumento del GWP del latte **dell'1,5%**

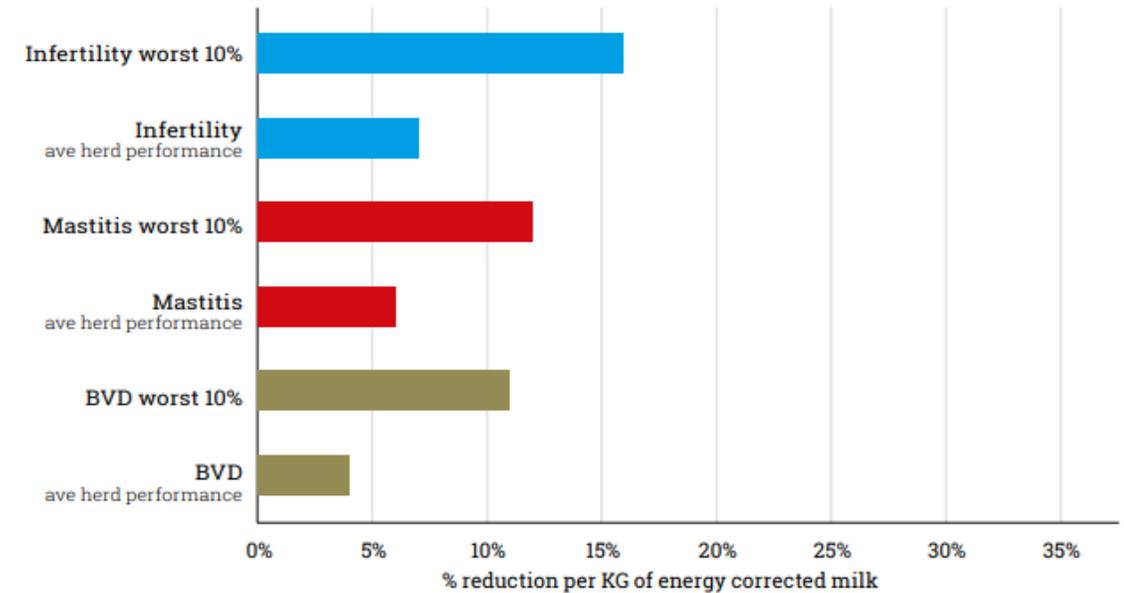
< ingestione; < produzione di latte; > eliminazioni precoci; > interparto

Salute ed emissioni di GHG



Capper et al., 2020

Potential reductions in GHG intensity of milk production in the UK



Statham et al., 2020

SCK: subacute cow ketosis

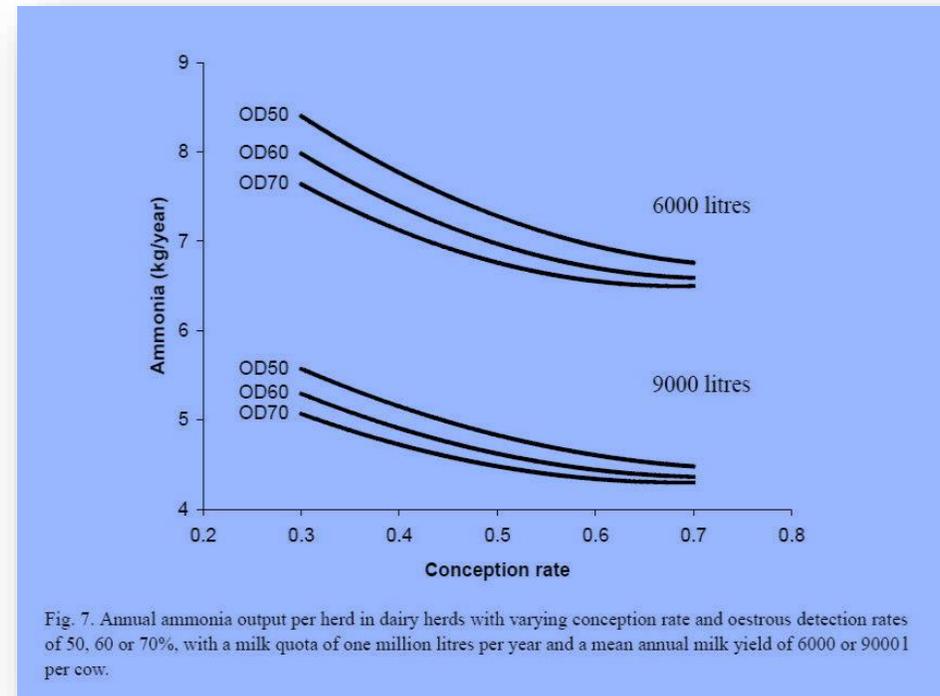
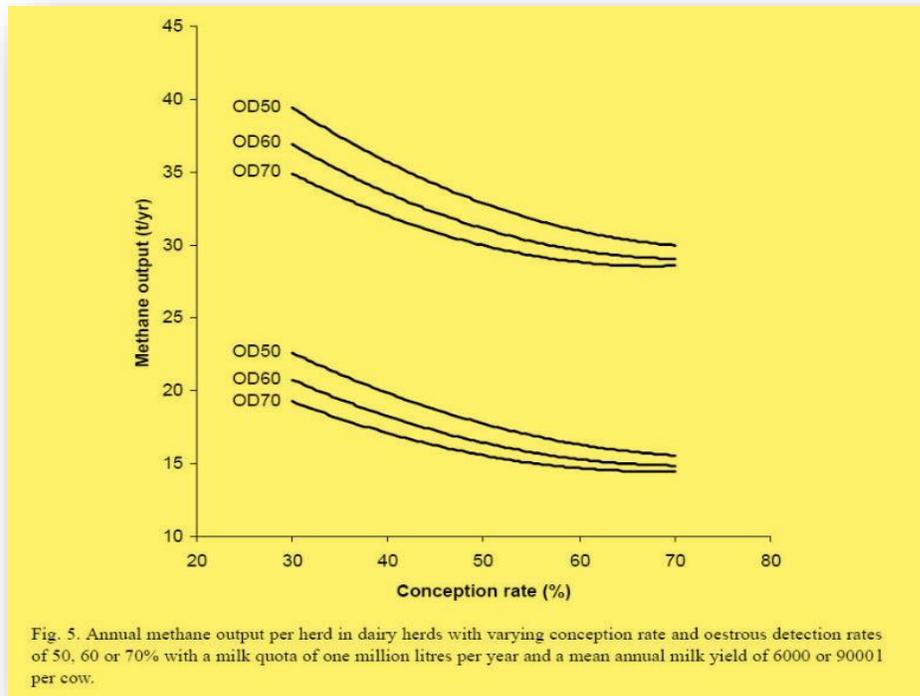
BRD: Malattia Respiratoria dei Bovini

BVD: Diarrea Virale Bovina

IBR: Rinotracheite Infettiva Bovina

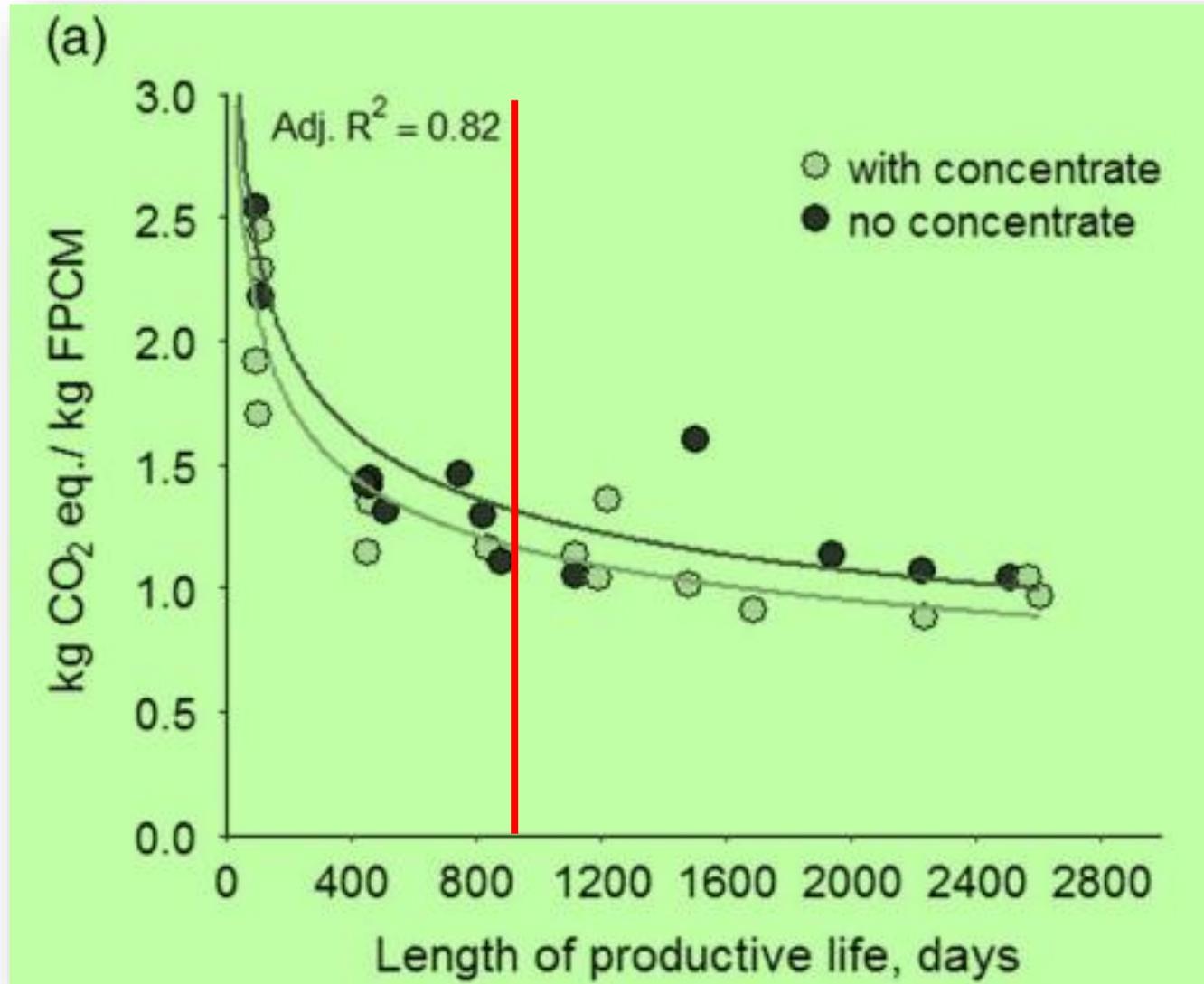
Fertilità

Il miglioramento della **fertilità** può portare ad una riduzione delle emissioni di **metano** e di **ammoniaca** delle mandrie stimabile rispettivamente nel **10-24** e nel **9-17%**



Garnsworthy, 2004

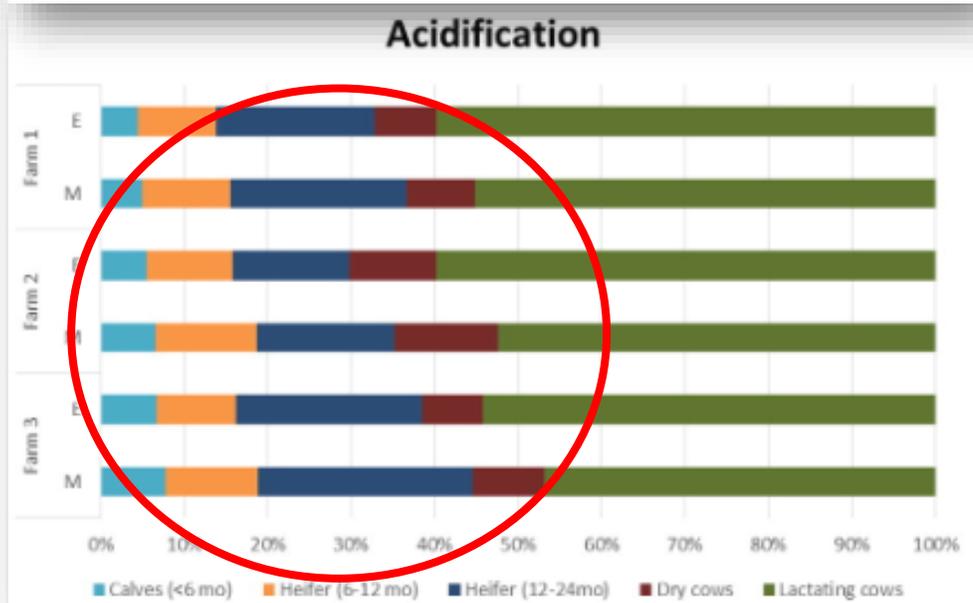
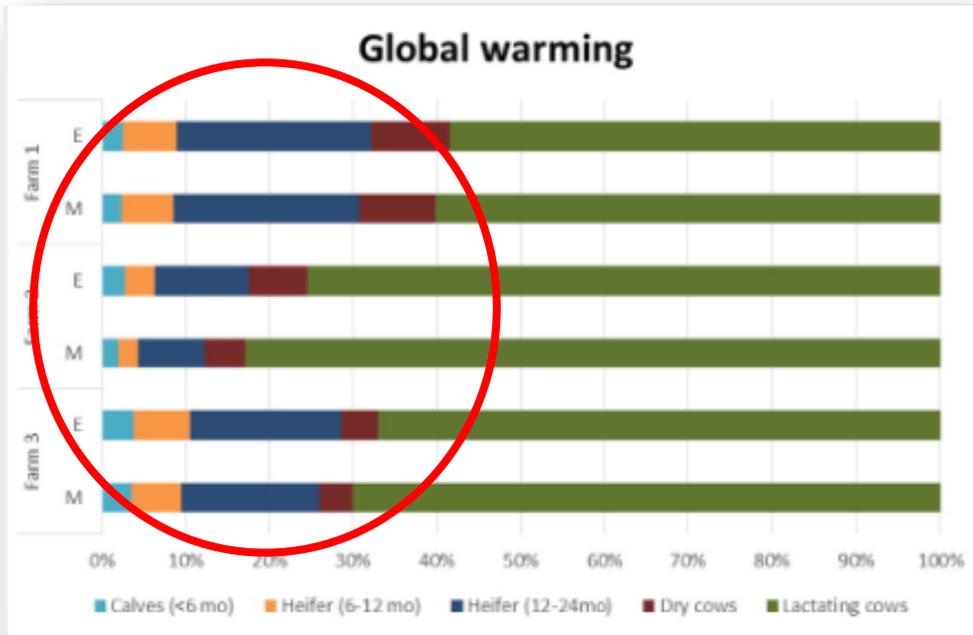
Longevità



Per carriere produttive molto brevi, il peso del costo ambientale dell'allevamento delle rimonte è molto significativo

Numero medio di lattazione in Italia 2,45 (AIA, 2023)

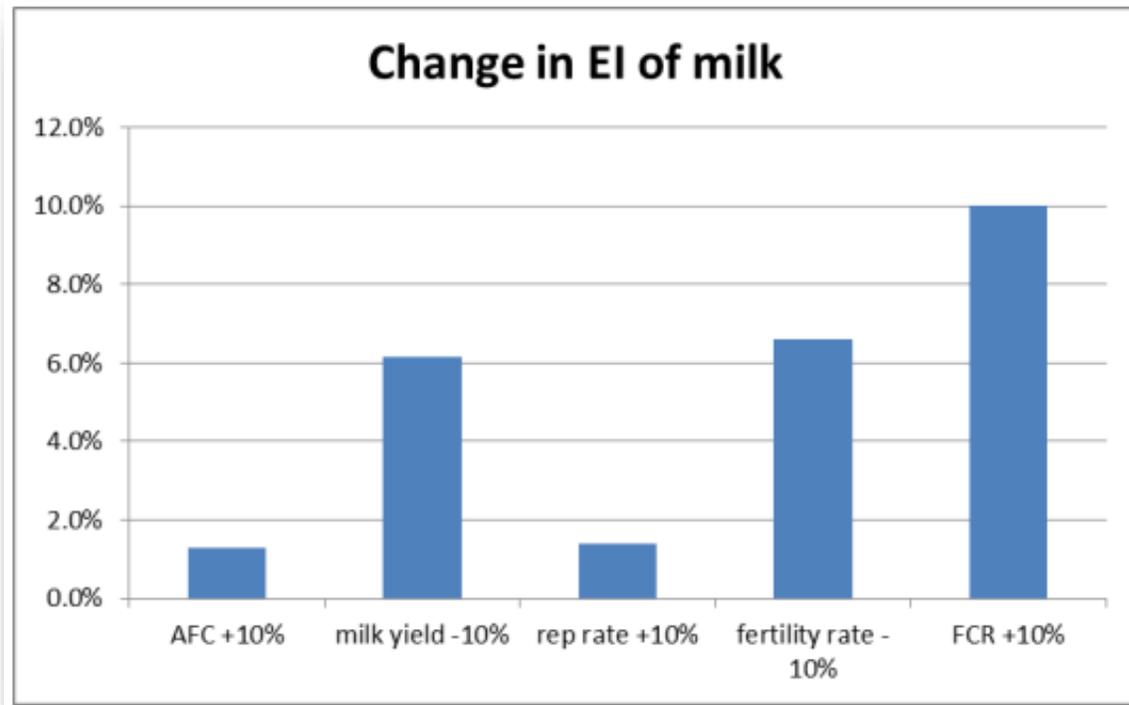
Contributo dei diversi comparti dell'allevamento



Gli animali da rimonta pesano per il **17-42%** sul GWP e per il **40-50%** sul potenziale di acidificazione del latte



Età al primo parto, fertilità, produzione di latte ed emissioni di GHG

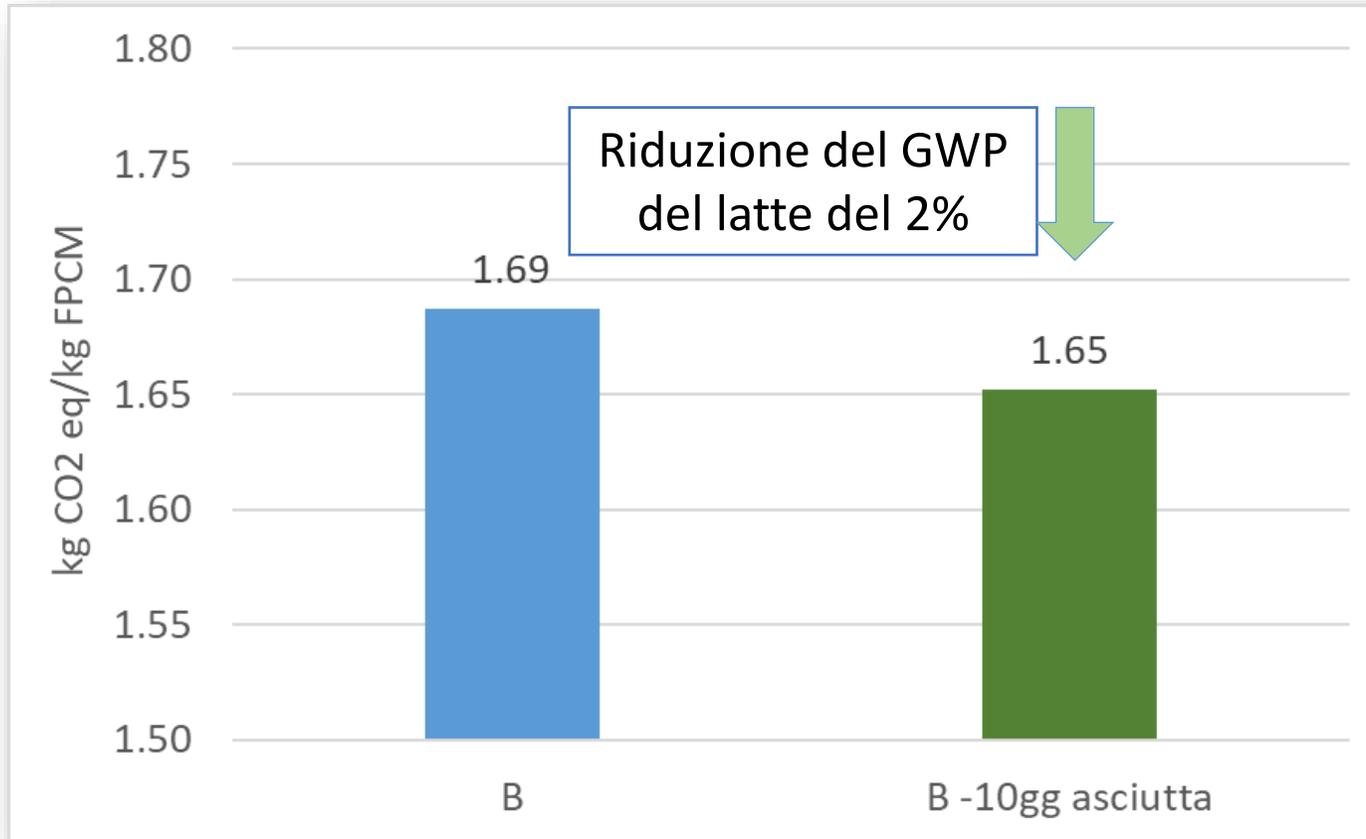


Skuce et al., 2016

Aumento dell'intensità di emissione del latte con la variazione del 10% di: età al primo parto (AFC); produzione di latte; tasso di rimonta; fertilità; indice di conversione alimentare (FCR)



Durata dell'asciutta

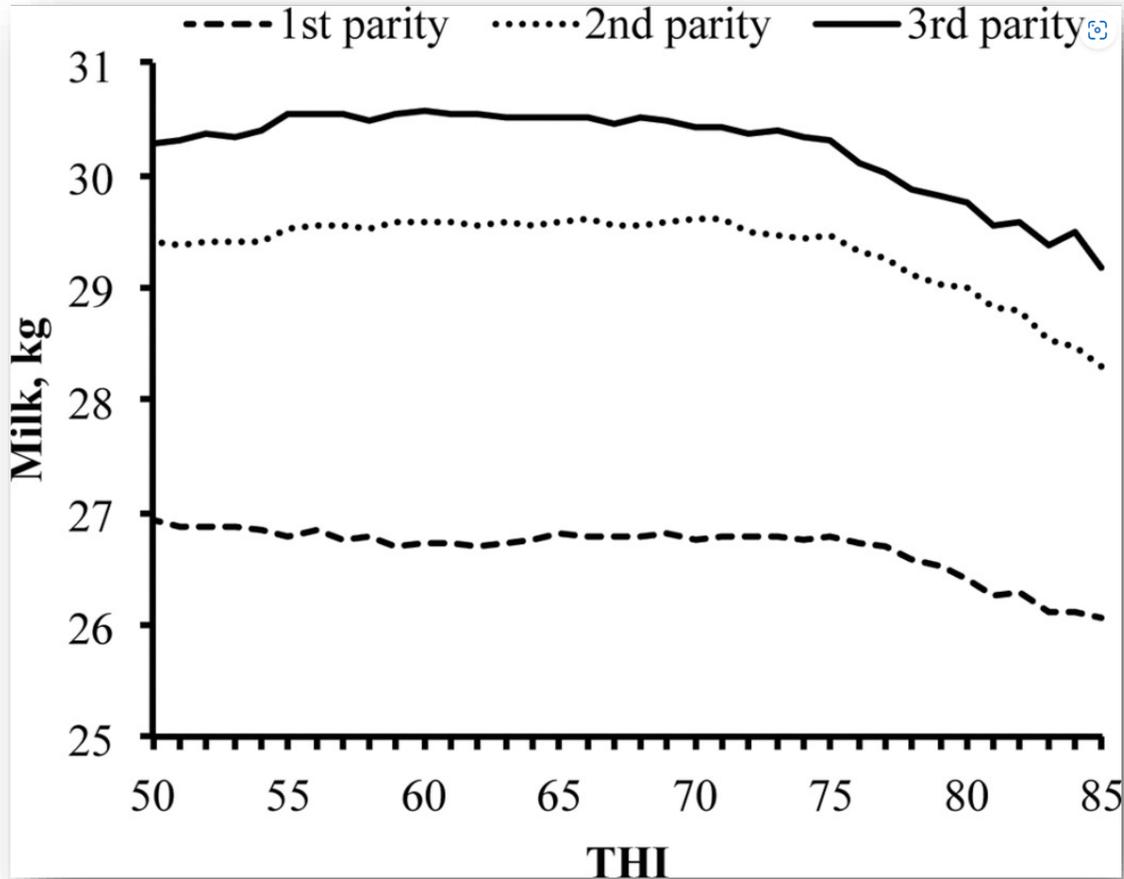


Progetto Vision

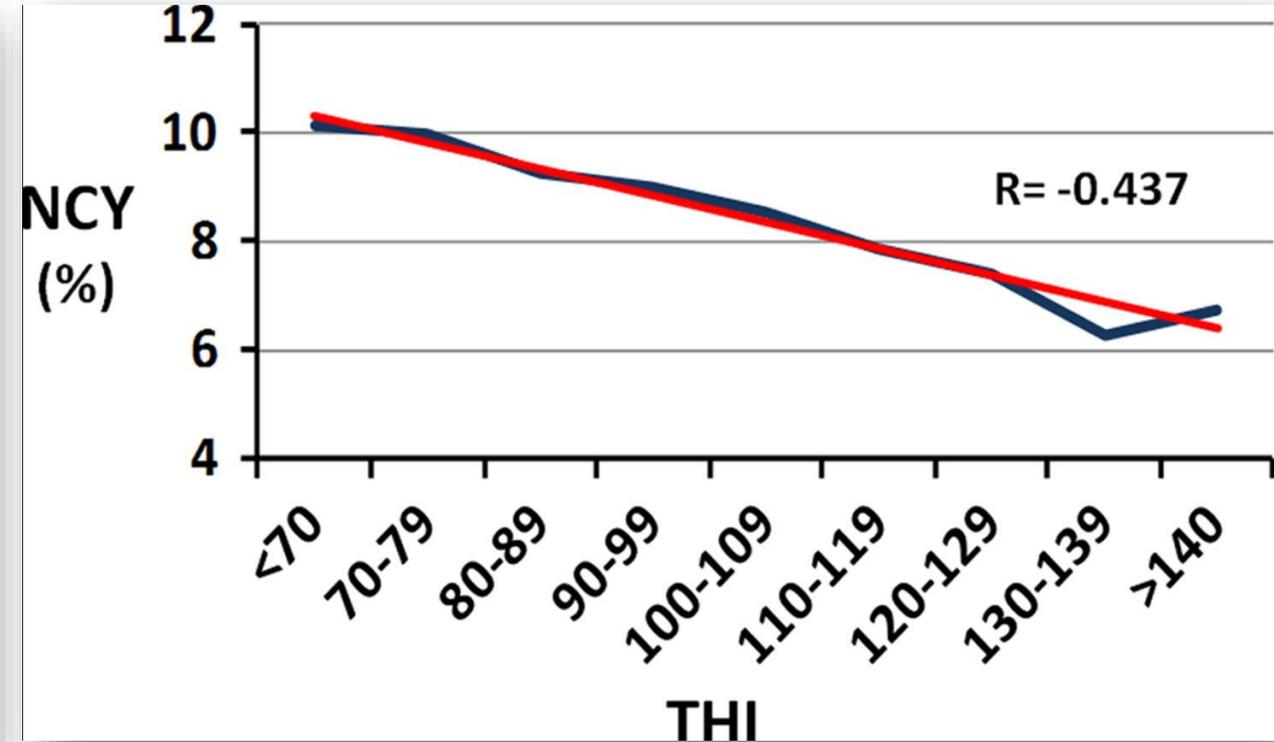


+10 gg di lattazione (e riduzione del periodo di
asciutta da 60 a 50 gg)

Stress da caldo



Bernabucci et al., 2014



Boni et al., 2014

NCY - numero di concepimenti valutati al mese su base annuale

Perdita di latte: - 0,27 kg di latte/d per ogni variazione incrementale dell'unità THI (Bernabucci et al., 2010)

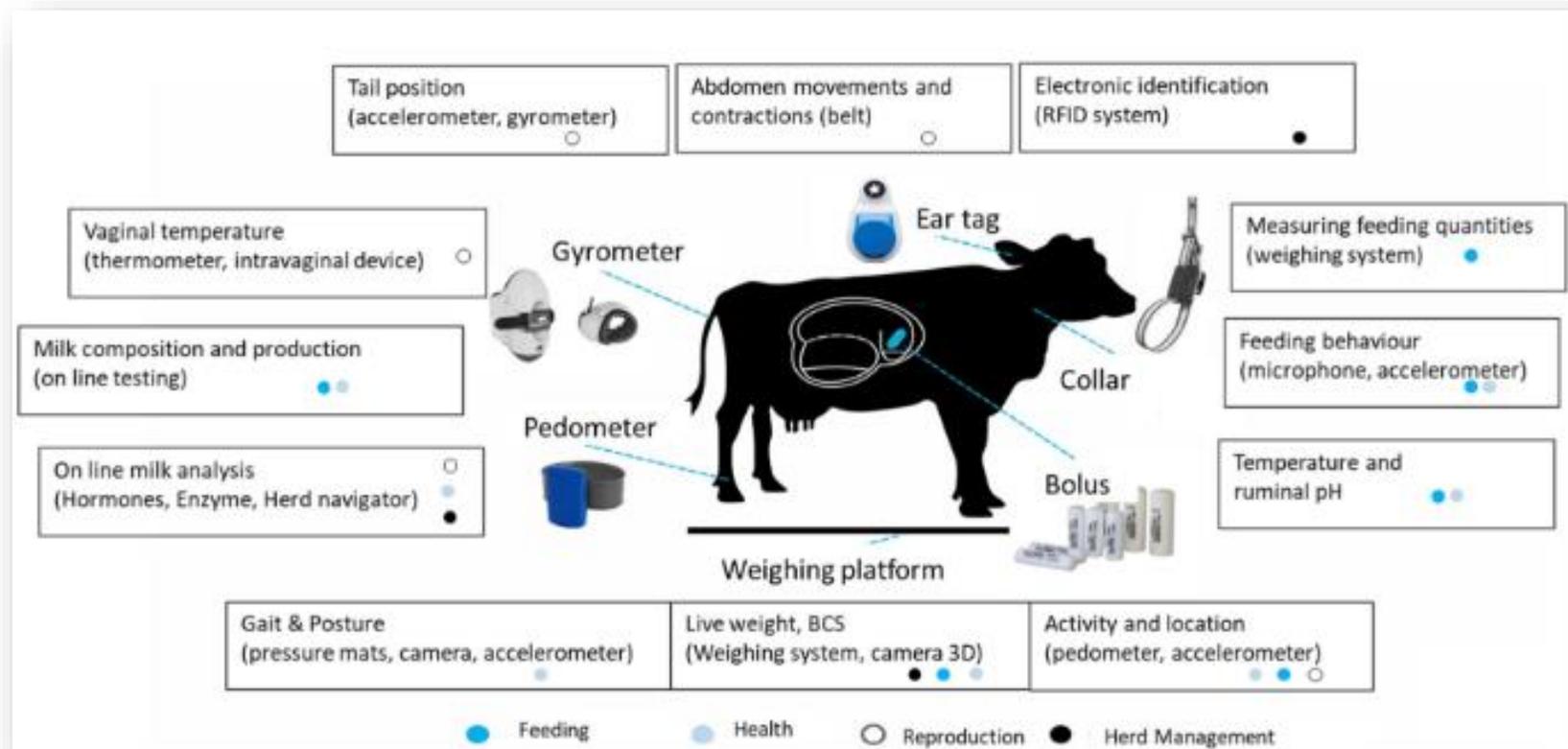
Precision livestock farming

Monitoraggio

- ✓ automatico
- ✓ individuale
- ✓ continuo
- ✓ oggettivo
- ✓ in tempo reale
- ✓ remoto

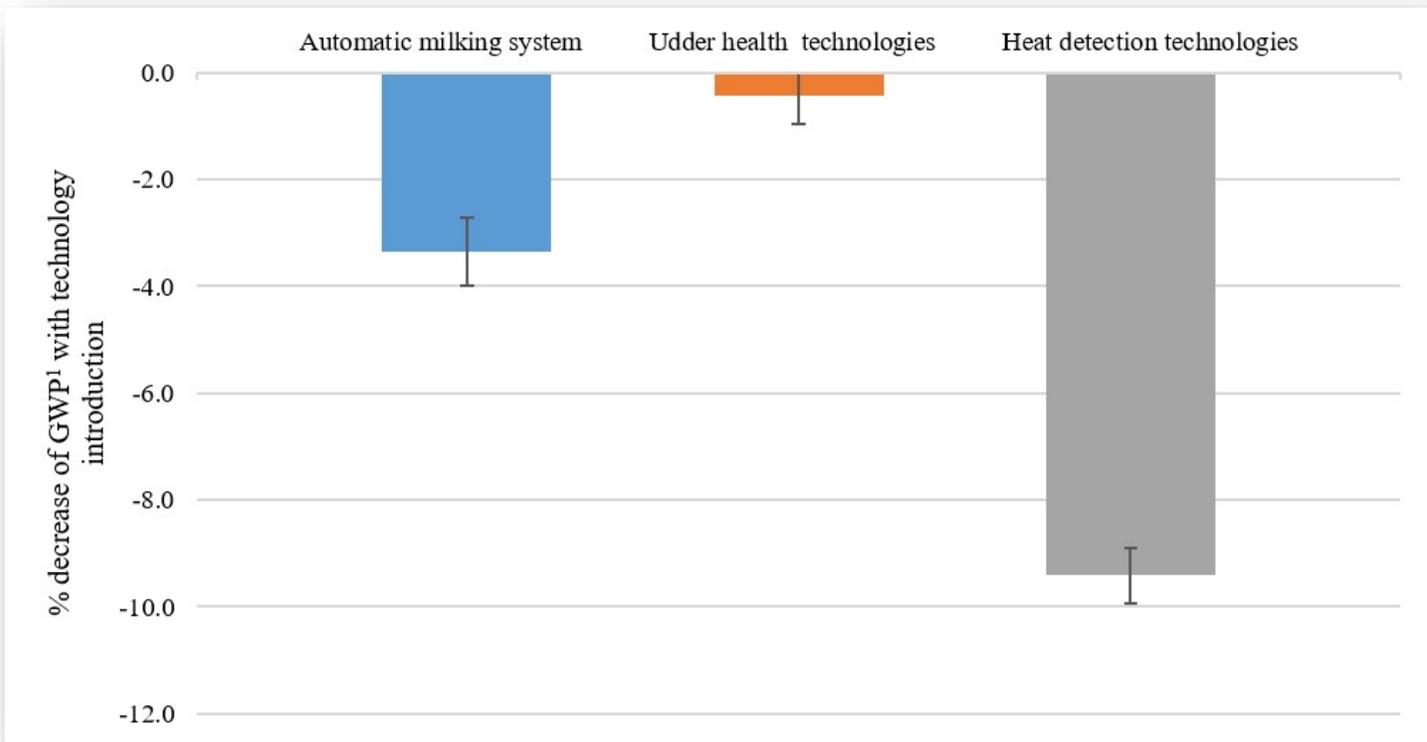
attraverso registrazione di:

- ✓ immagini
- ✓ suoni
- ✓ attività
- ✓ localizzazione
- ✓ peso
- ✓ condizioni corporee
- ✓ misure biologiche



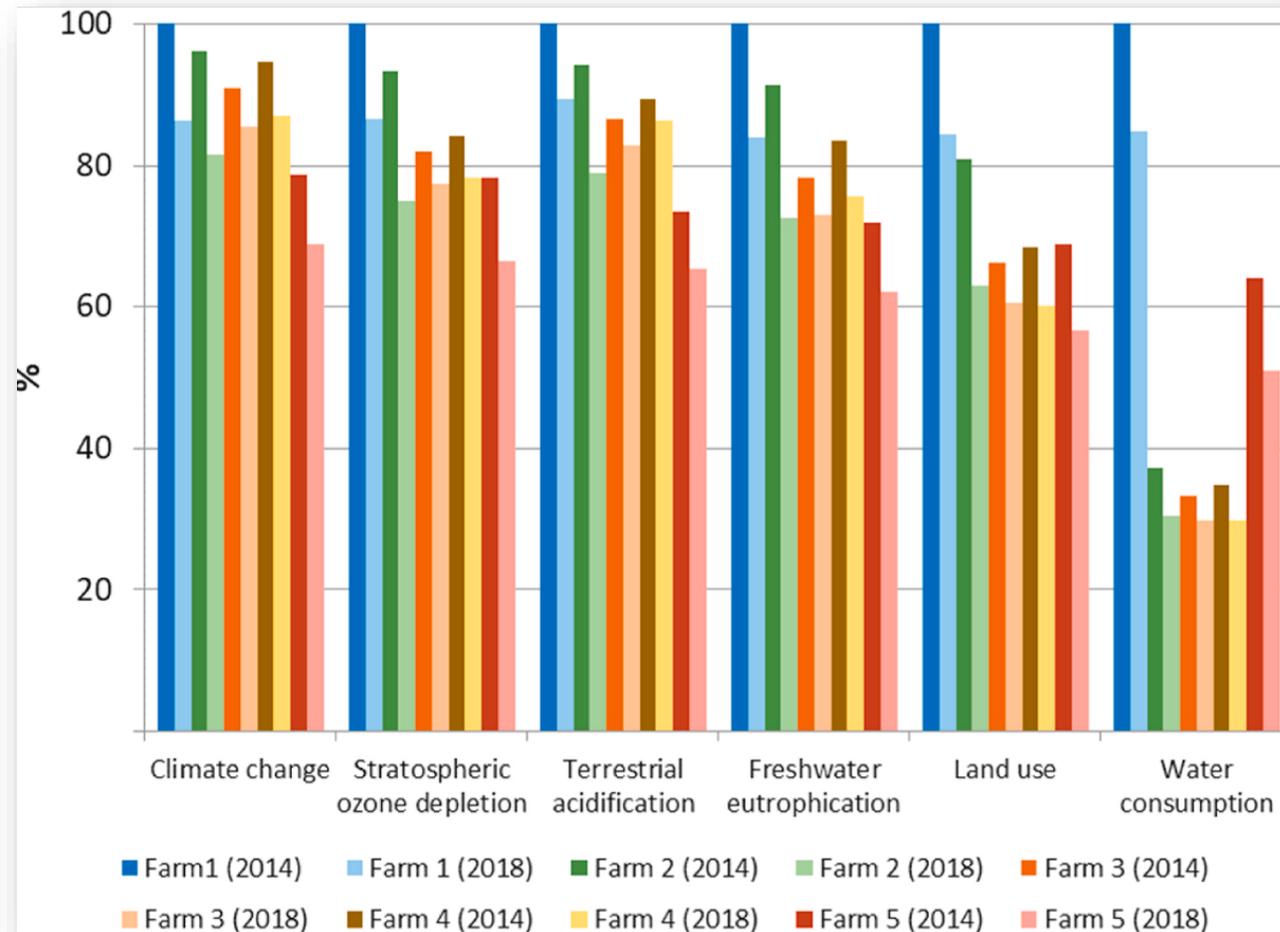
Kleen and Guatteo, 2023

Effetto dell'adozione di tecnologie in stalla sul GWP



Bianchi et al., 2023

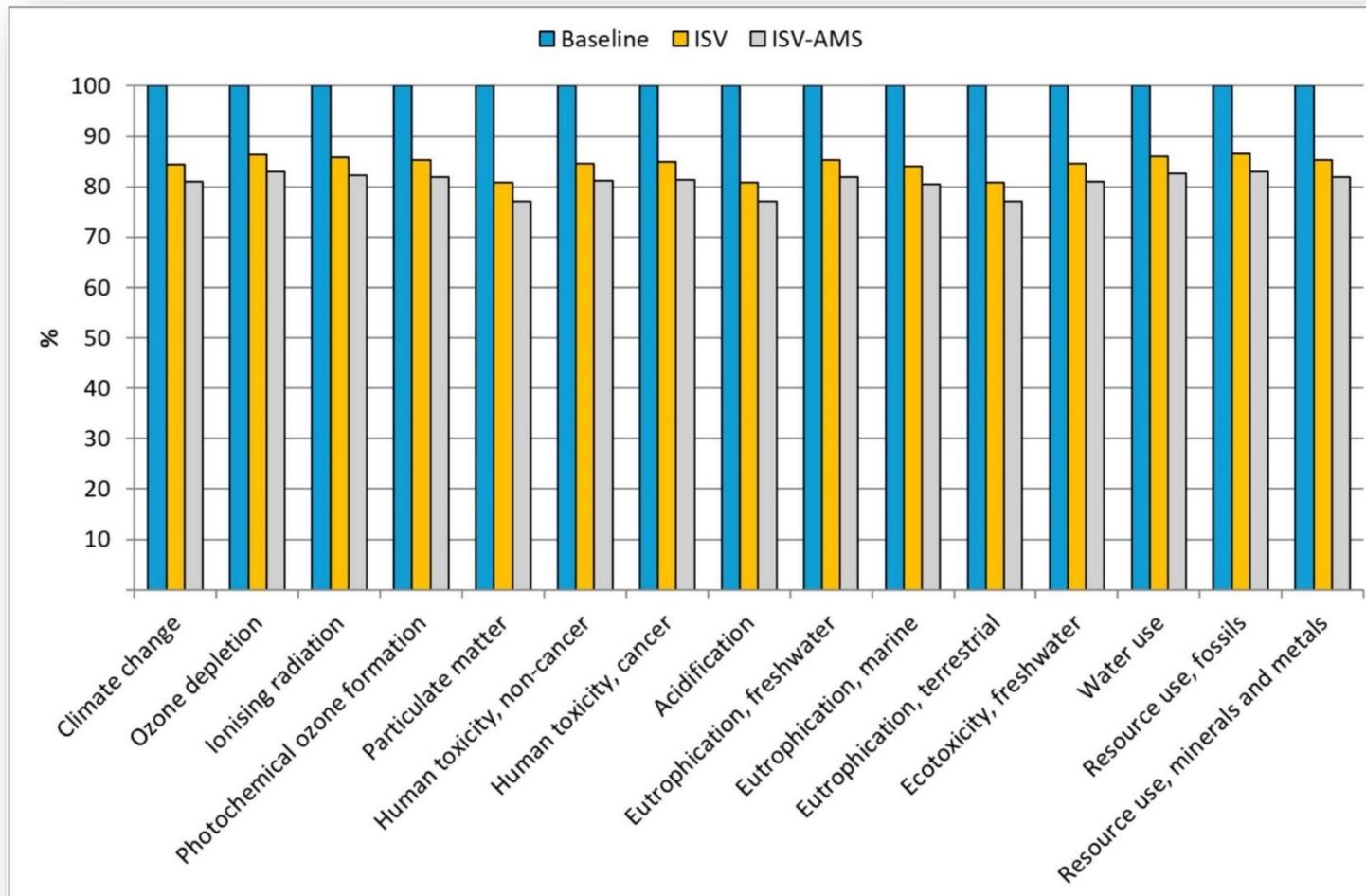
Effetti ambientali dell'implementazione di una piattaforma di zootecnia di precisione nell'allevamento caprino da latte



Variazione degli impatti per kg di latte con l'implementazione di una piattaforma di Precision Livestock Farming in allevamenti caprini da latte

Guillermo Pardo et al., 2022

Ventilazione



Lovarelli et al., 2024

Riduzione degli impatti del latte: del **15-20%** con la ventilazione e del **18-24%** con il robot di mungitura

ISV (Improved Scenario with Ventilation) and ISV-AMS (Improved Scenario with Ventilation and Automatic Milking System)

Tecnologia in stalla e lungo la filiera

Tabella 6. Riepilogo delle emissioni di energia e di anidride carbonica, in fase ex-ante ed ex-post, riportate per ogni principale fase produttiva (dall'allevamento al caseificio) espresse per 100 kg di latte.

Fasi	Ex-ante		Ex post	
	Energia (MJ)	kg di CO ₂	Energia (MJ)	kg di CO ₂
Azienda agricola lattiero-casearia	20.16	0,93	20.66	0,95
Raccolta e consegna	0,63	0,043	1.12	0,08
Caseificio	8.33	3.75	4.69	0,51
Catena totale	29.12	4.72	26.47	1.54

Todde et al., 2017

Emissioni di energia e di anidride carbonica, in fase ex-ante ed ex-post, riportate per ogni principale fase produttiva (dall'allevamento al caseificio) espresse per 100 kg di latte

AGRITECH



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



agritech

National Research Center for
Technology in Agriculture



01

RESILIENCE

Enhancing sustainable productivity and promoting resilience to climatic change



02

LOW IMPACT

Reducing wastage and environmental impact



03

CIRCULAR

Development of circular economy strategies



04

RECOVERY

Sustainable development of marginal areas



05

TRACEABILITY

Promoting safety, traceability and typical traits in agri-food chains

Technologies
for sustainable
agriculture

PNRR

Centro Nazionale per le Tecnologie dell'Agricoltura (AGRITECH)

Proponente: **Università degli studi di Napoli Federico II**

Soggetti partecipanti totali: 51

Numero Università partecipanti: **28**

Numero Enti pubblici di ricerca: **3**

Numero di Enti privati: **5**

Numero Imprese partecipanti: **15**

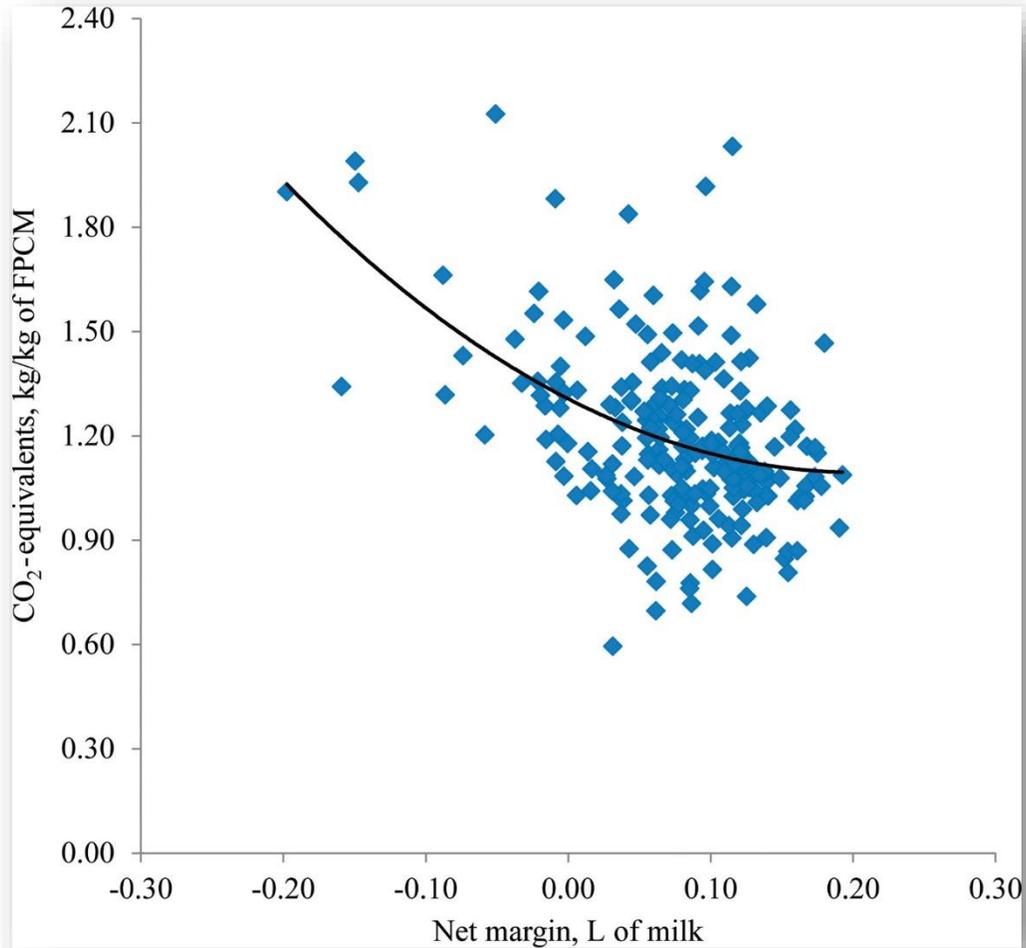
Finanziamento concesso: **320,070.095,50 euro di cui il 45% al Sud**

5 – Sustainable productivity and mitigation of environmental impact in livestock systems

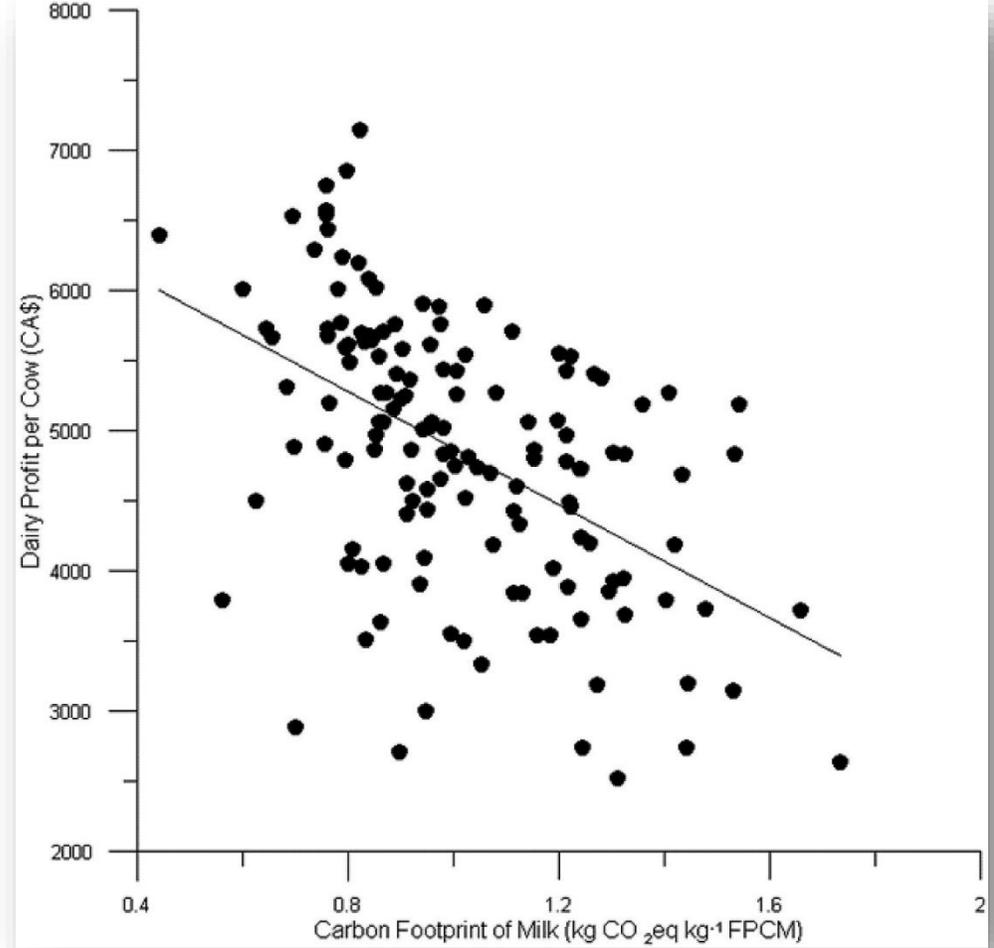
5.1 Livestock management for improving resilience to climate change

5.2 Smart livestock farming technologies to improve sustainability

Impatto ambientale e redditività



O'Brien, et al. (2015)



Jayasundara et al., 2019

Conclusioni

- C'è ampio spazio di **razionalizzazione** e di **miglioramento dell'efficienza** dei sistemi di allevamento per la riduzione degli impatti ambientali del kg di latte
- L'efficienza produttiva e riproduttiva degli animali dipende da molteplici fattori: la genetica, l'alimentazione, le tecniche di allevamento, il benessere e la salute degli animali
- Riduzioni significative degli impatti per kg di latte del 15-30% possono essere ottenute attraverso **combinazione di approcci genetici e gestionali**
- Molte delle strategie sono solo parzialmente additive

Conclusioni

- Il benessere e la salute animale sono gli elementi chiave oltre ad essere essi stessi degli obiettivi di sostenibilità
- La tecnologia offre un supporto per la gestione razionale e per la selezione
- Alcune strategie possono comportare svantaggi in termini di benessere animale, altre invece sono in grado di ridurre gli impatti migliorando al contempo il benessere degli animali
- Le strategie "win-win" dovrebbero essere fortemente promosse poiché rispondono sia alle esigenze di sostenibilità ambientale che a quelle etiche e di sostenibilità sociale

Conclusioni

Strategies	GHG emissions mitigation potential	Potential welfare consequences	
		Hazard	Benefit
Antimethanogens			
Chemical inhibitors	33% ¹ 50% ² 5% to 91% ³	Hepatotoxic and nephrotoxic* Carcinogen*	Improved energy efficiency ¹
Electron receptors (nitrates) ^(R)	16% ⁴ 27% ⁵ >30% ⁶ 17% ⁷	Toxicity	Improved energy efficiency ¹
Ionophores (monensin) ^(R)	3% to 5% ⁸ 8% to 9% ⁹ <10% ⁶	Toxicity	Lower risk of acidosis Lower risk of rumen bloat Lower risk of emphysema
Dietary lipids ^(R)	27% to 30% ¹⁰ 3.8% (1% fat increase) ¹¹ 5.4% (1% fat increase) ¹² 10% to 30% ⁶ up to 40% ¹³	Too high BCS Impaired digestive function	Improved energy efficiency ¹ Lower risk of NEB Improved energy efficiency ¹
Decrease emission intensity (Ei)			
Increase diet digestibility ^(A)	6.5% ¹⁴ 10% to 16% ¹⁵ 17% ¹⁶ 10% to 30% ⁶	Too high BCS Acidosis Higher risk of bloated rumen Laminitis	Lower risk of NEB
Intensive housing ^(A)	8% to 9% (increase stocking rate in pastures) ¹⁷ 10% to 30% ⁶	Higher social stress Inability to express natural behaviour Higher risk of disease spread	Lower parasite burdens
Improving health and welfare ^(A)	3% to 6% (by a 28% to 55% reduction of mastitis incidence in dairy cattle) ¹⁸		Better health Extended lifespan
Increasing reproductive efficiency ^(A)	4% (Improving offspring survival to 80% to 90%) ¹⁹ 17% to 24% ²⁰	Higher metabolic demand Poor body condition	Higher offspring survival
Intensive breeding ^(A)	10% to 20% ¹ 19% to 23% ²	Impaired health traits Metabolic disorders	

Conclusioni

- Un'azienda zootecnica è un **sistema complesso** costituito da un insieme di componenti che interagiscono tra loro: **suolo, colture, animali, reflui, strutture, attrezzature, componente umana**
- in ognuno di questi aspetti e sulla loro interazione c'è spazio per la razionalizzazione per migliorare l'efficienza, ridurre gli sprechi, riutilizzare gli scarti e chiudere ove possibile i cicli dei nutrienti e del carbonio

