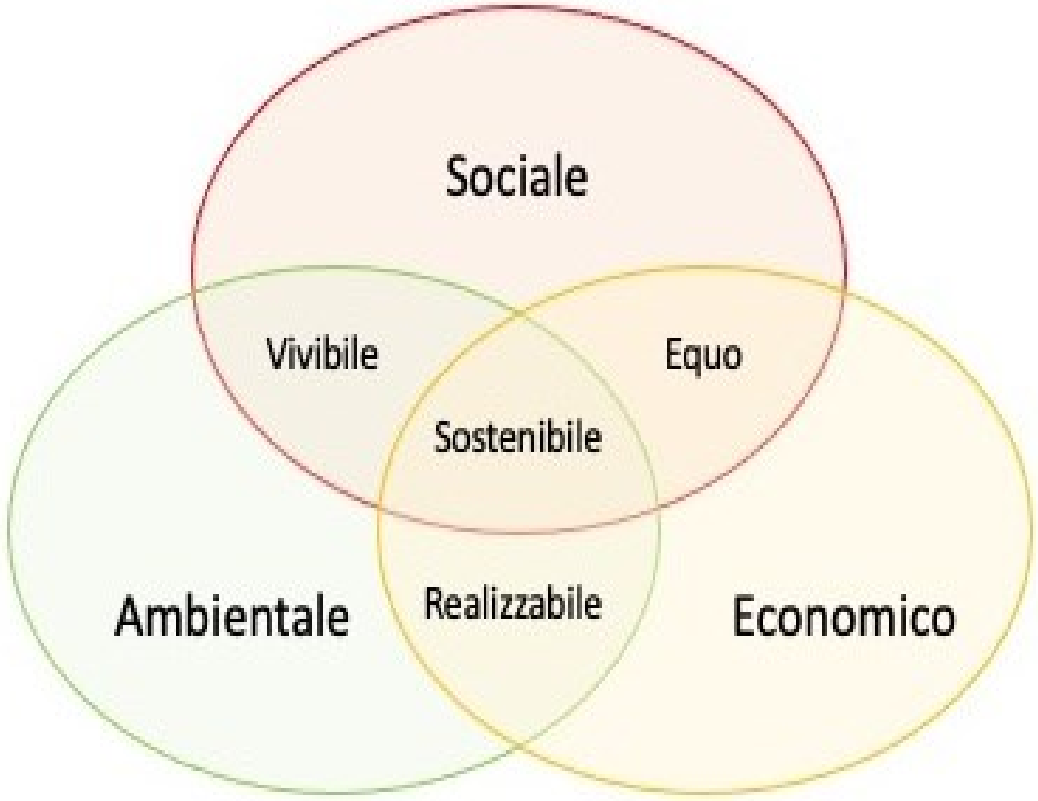
La stalla come strumento di mitigazione dei gas climalteranti e opportunità della carbon sequestration

Giuseppe Pulina Dipartimento di Agraria, Università di Sassari

UNISS
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI

Bilanci di Sostenibilità (scope 3)



16.12.2022 IT Gazzetta ufficiale dell'Unione europea

DIRETTIVE

DIRETTIVA (UE) 2022/2464 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 14 dicembre 2022

che modifica il regolamento (UE) n. 537/2014, la direttiva 2004/109/CE, la direttiva 2006/43/CE e la direttiva 2013/34/UE per quanto riguarda la rendicontazione societaria di sostenibilità

(Testo rilevante ai fini del SEE)

Rendicontazione annuale degli elementi di governance che hanno un impatto economico, ambientale e sociale.

Dal 1 gennaio 2024
Aziende > 250 dipendenti e 50 M fatturato

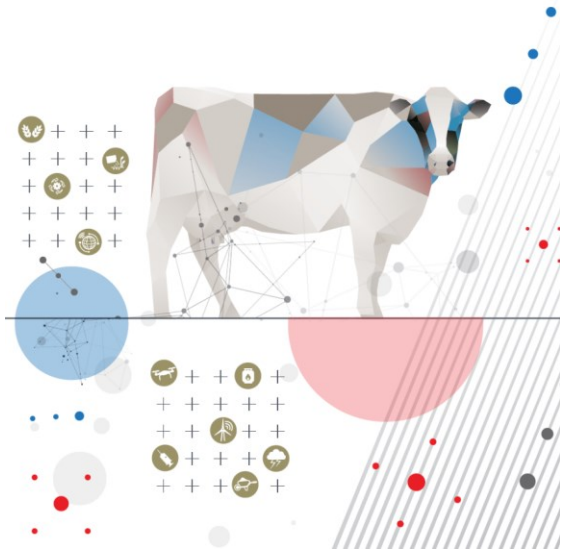
Dal 1 gennaio 2026
Piccole e medie imprese
devono presentare un bilancio di sostenibilità

Road map FAO verso la neutralità climatica dei sistemi zootecnici

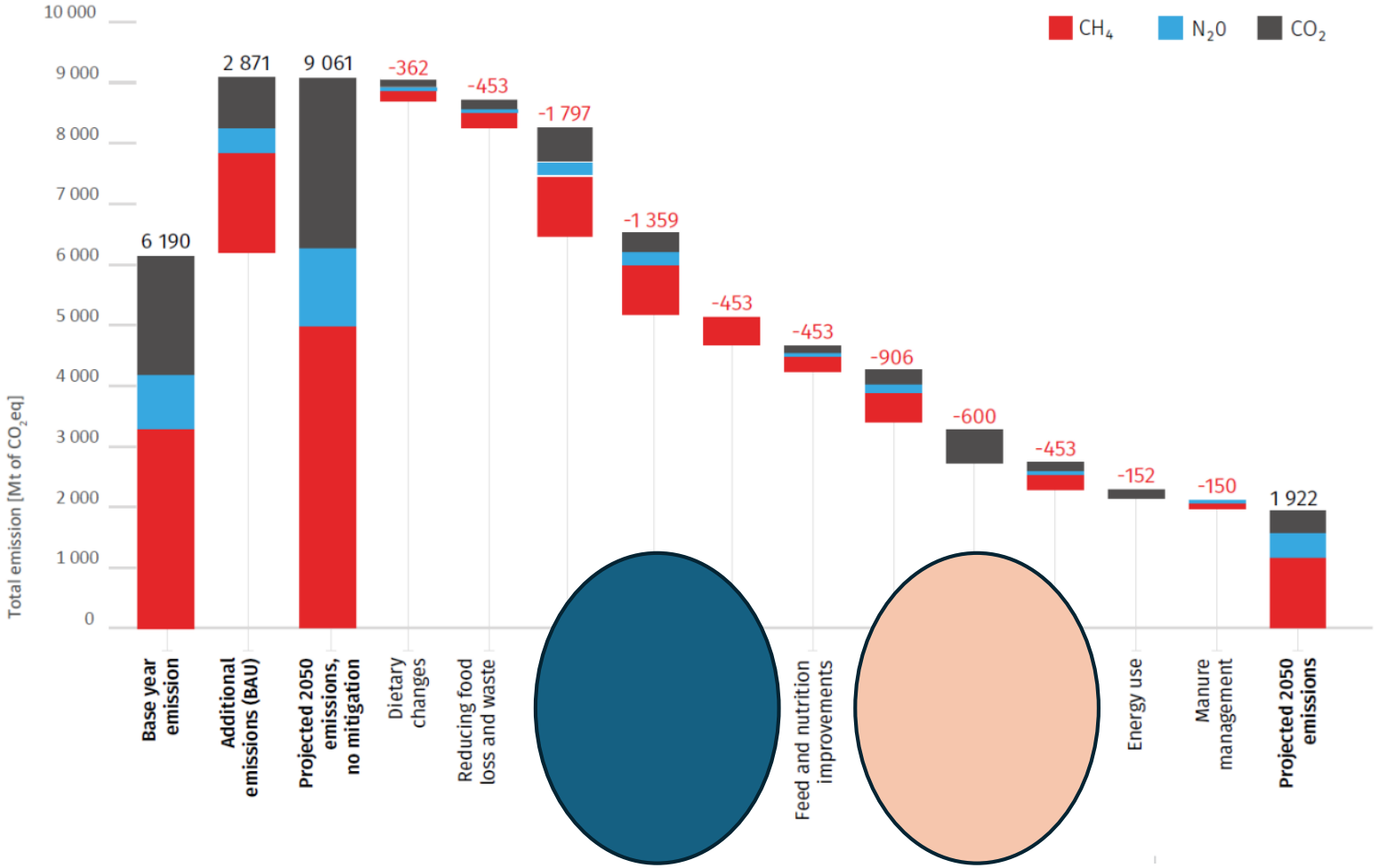
Food and Agriculture Organization of the United Nations

Pathways towards lower emissions

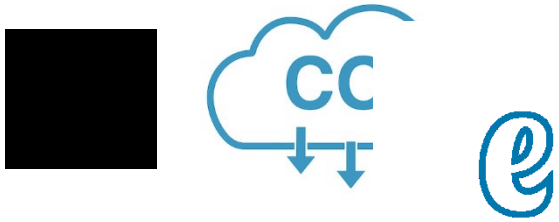
A global assessment of the greenhouse gas emissions and mitigation options from livestock agrifood systems



Low-emission pathways to 2050



Carbon Footprint (CFP) e Nitrogen Footprint (NFP)



$$\frac{\text{[redacted]}}{\text{[redacted]}} = \text{CFP}$$

$$\frac{\text{[redacted]}}{\text{[redacted]}} = \text{NFP}$$

L'impatto climalterante degli allevamenti zootecnici è dato da CO_2, CH_4 e N_2O.

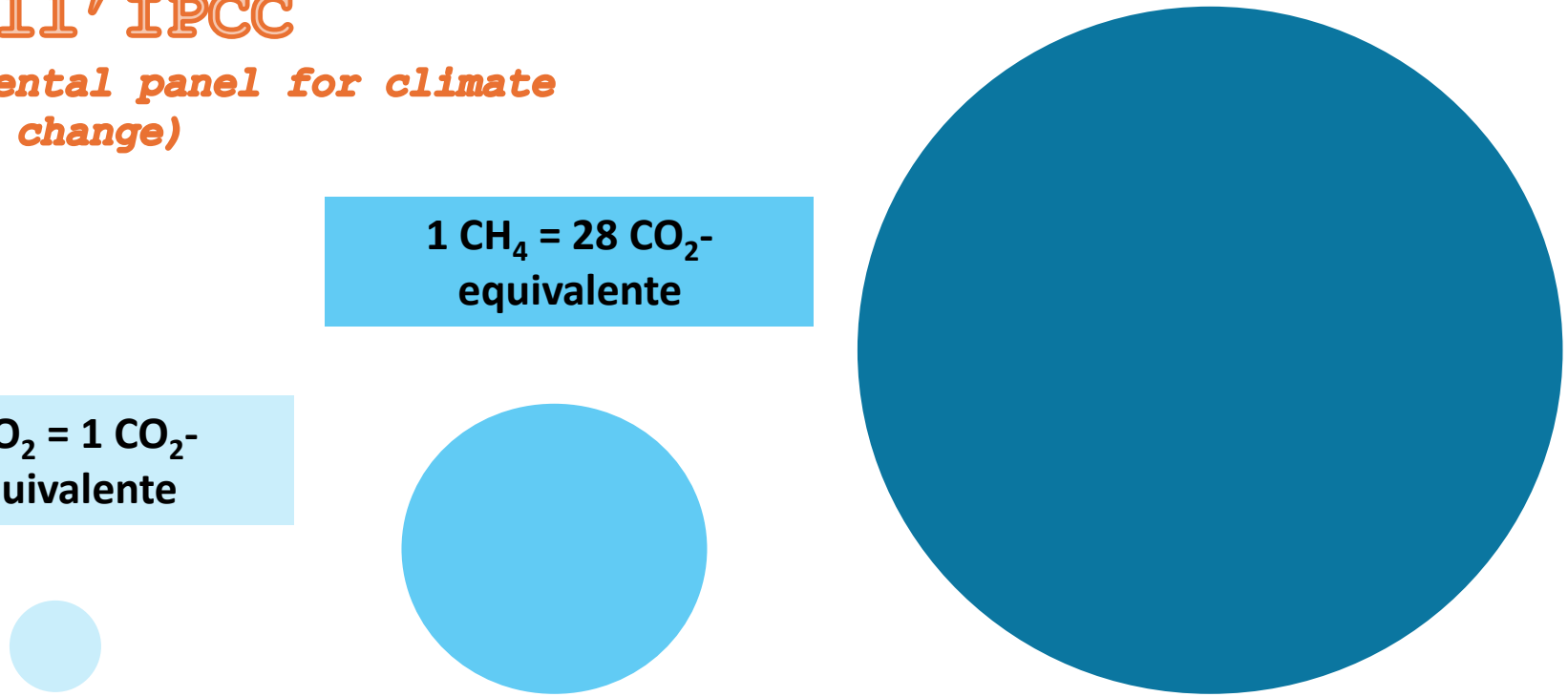
Le equivalenze climalteranti dell'IPCC

(intergovernamental panel for climate change)

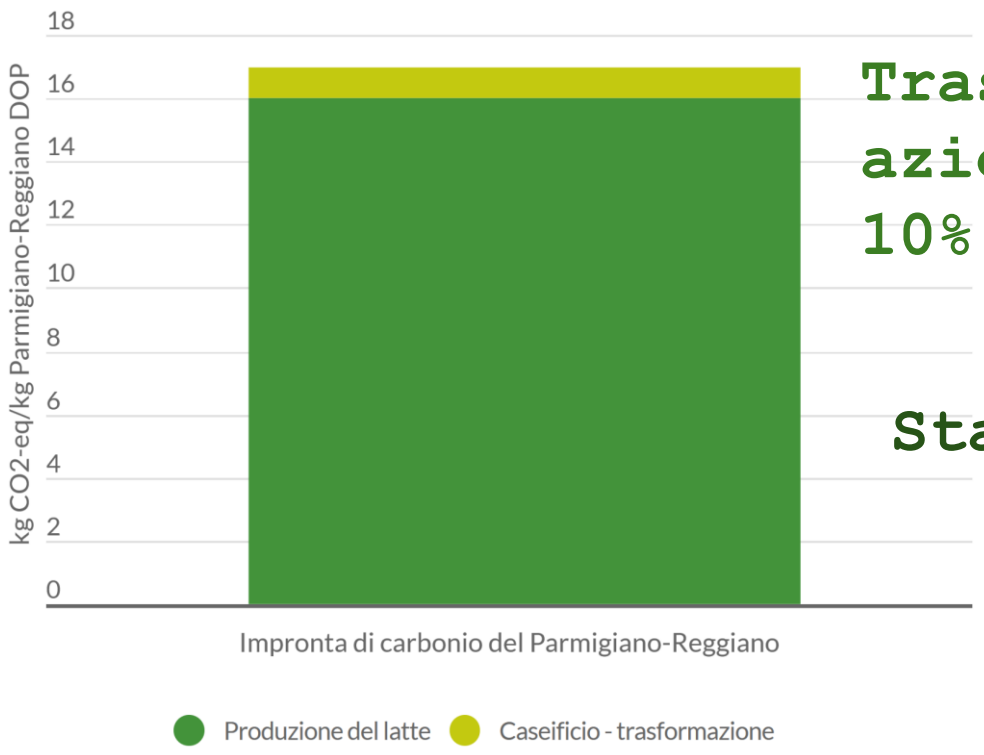
1 N_2O = 267 CO_2-equivalente

1 CH_4 = 28 CO_2-equivalente

1 CO_2 = 1 CO_2-equivalente



Dove di origina la CFP del formaggio?



Trasformazione 10%

Stalla 9

(CRPA, 2020)

DE GRUYTER Journal of Agricultural & Food Industrial Organization 2021; 19(2): 113–126

Valentin Bellassen*, Marion Drut, Federico Antonioli, Ružica Brečić, Michele Donati, Hugo Ferrer-Pérez, Lisa Gauvrit, Viet Hoang, Kamilla Knutsen Steinnes, Apichaya Lilavanichakul, Edward Majewski, Agata Malak-Rawlikowska, Konstadinos Mattas, An Nguyen, Ioannis Papadopoulos, Jack Peerlings, Bojan Ristic, Marina Tomić Maksan, Áron Török, Gunnar Vittersø and Abdoul Diallo

The Carbon and Land Footprint of Certified Food Products

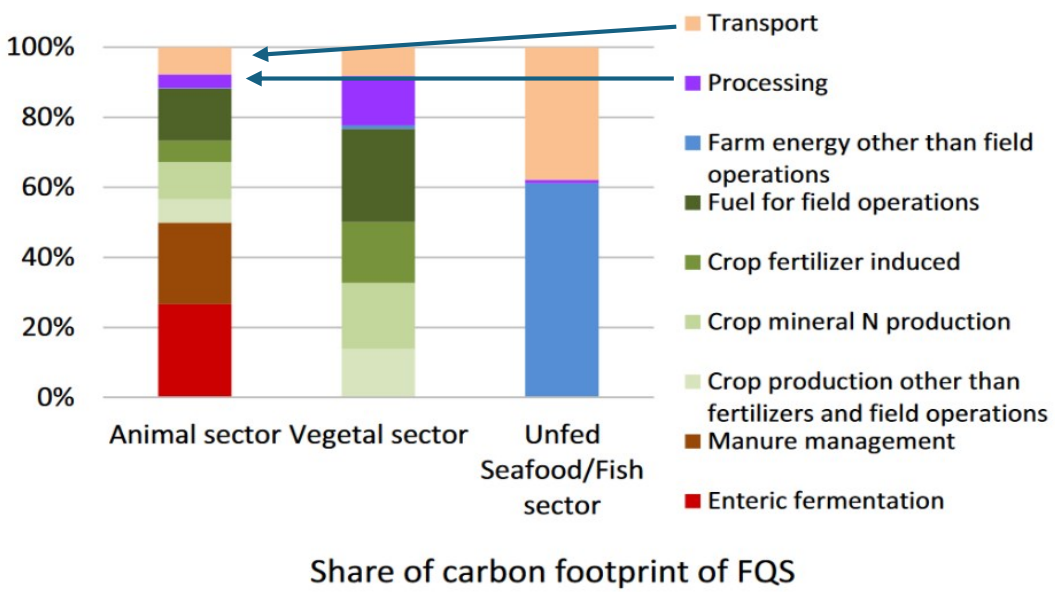
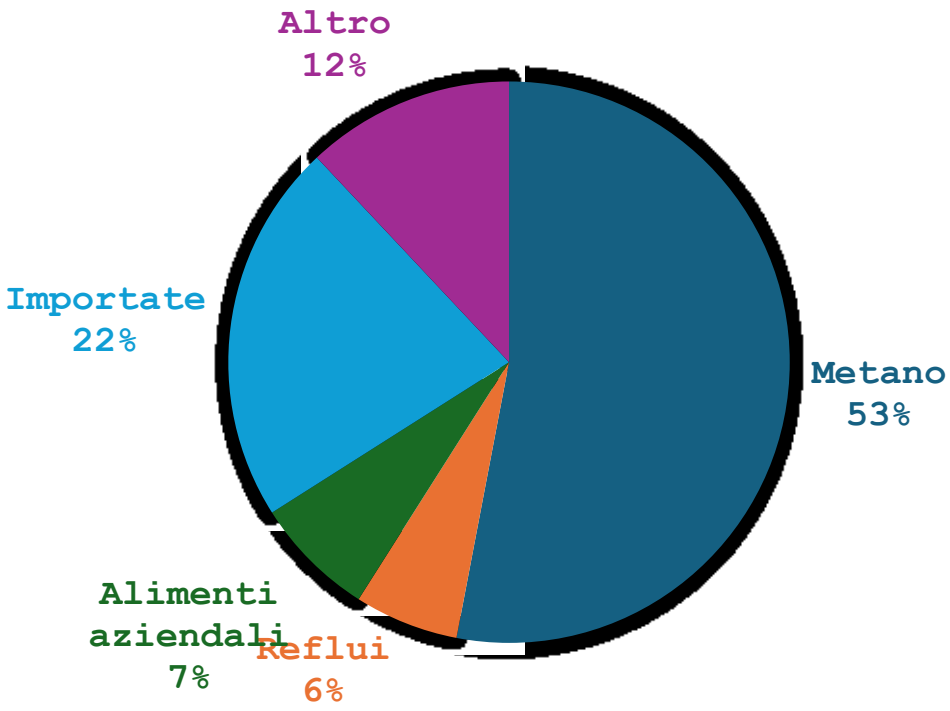


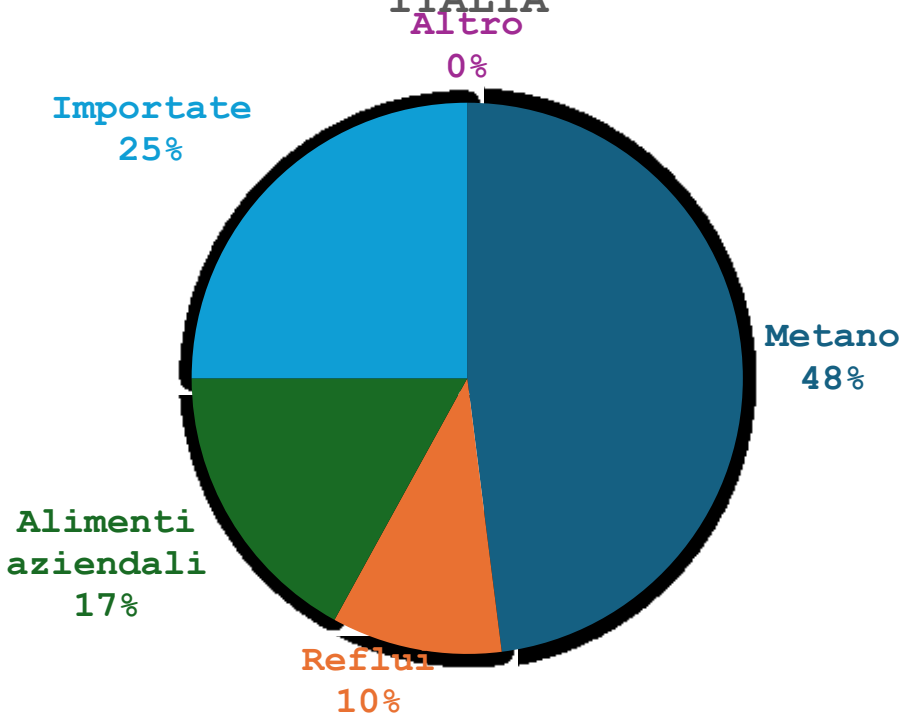
Figure 1: Average composition of the carbon footprint of FQS products (per ton of finished product).

Ripartizione media delle emissioni di CO_2e negli allevamenti da latte italiani

LOVARELLI ET AL. 82 AZIENDE PARMIGIANO REGGIANO



BERTON ET AL 2021 SISTEMI ALPINI EST ITALIA

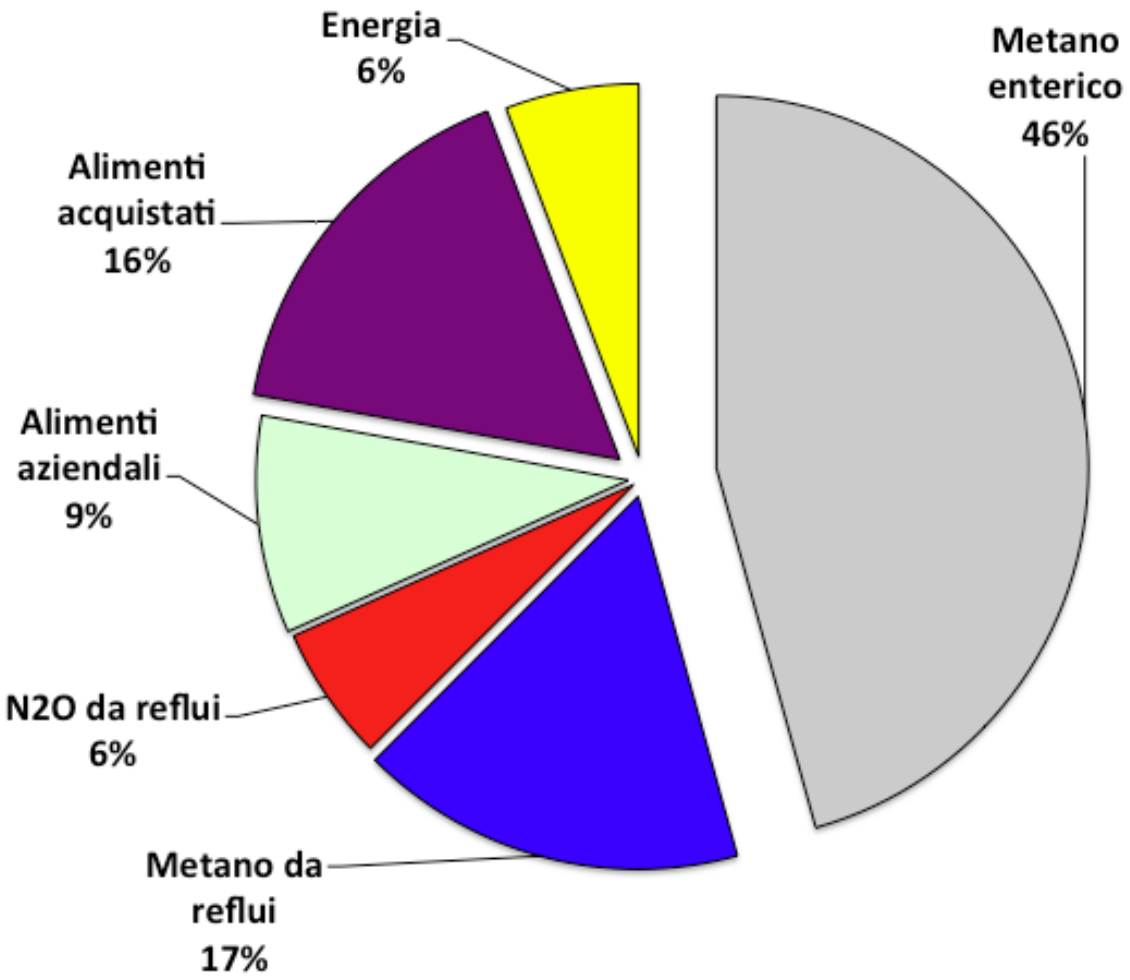


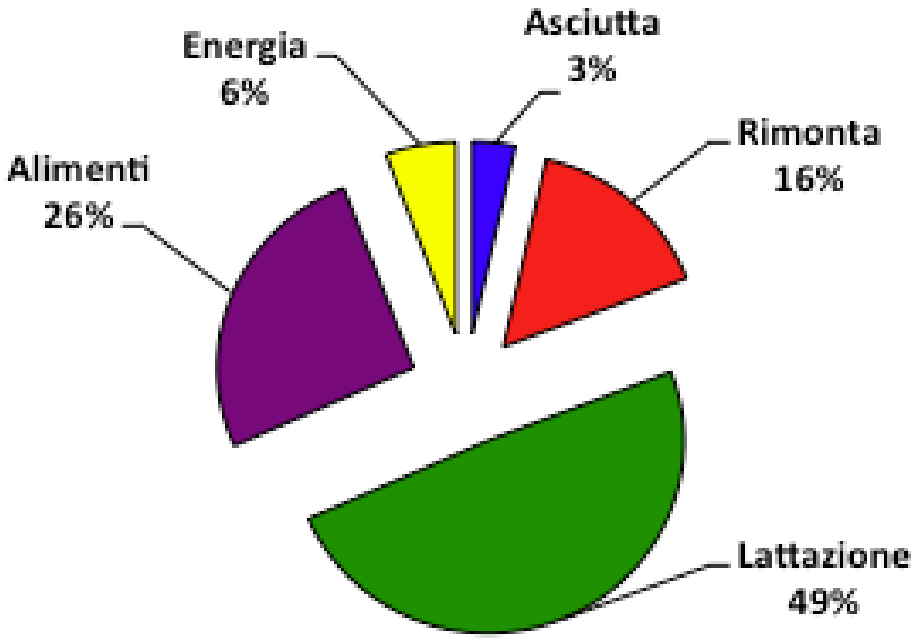
CPF = 1,42 kg CO2e/kg FPCM

CPF = 1,31 kg CO2e/kg FPCM

Emissioni Arborea

Stalle	72
Carbon footprint (CFP) media del campione, kg CO_2eq/kg di latte	**1.36 (4.5 – 1.02)**





Atzori et al., 2013; 2023

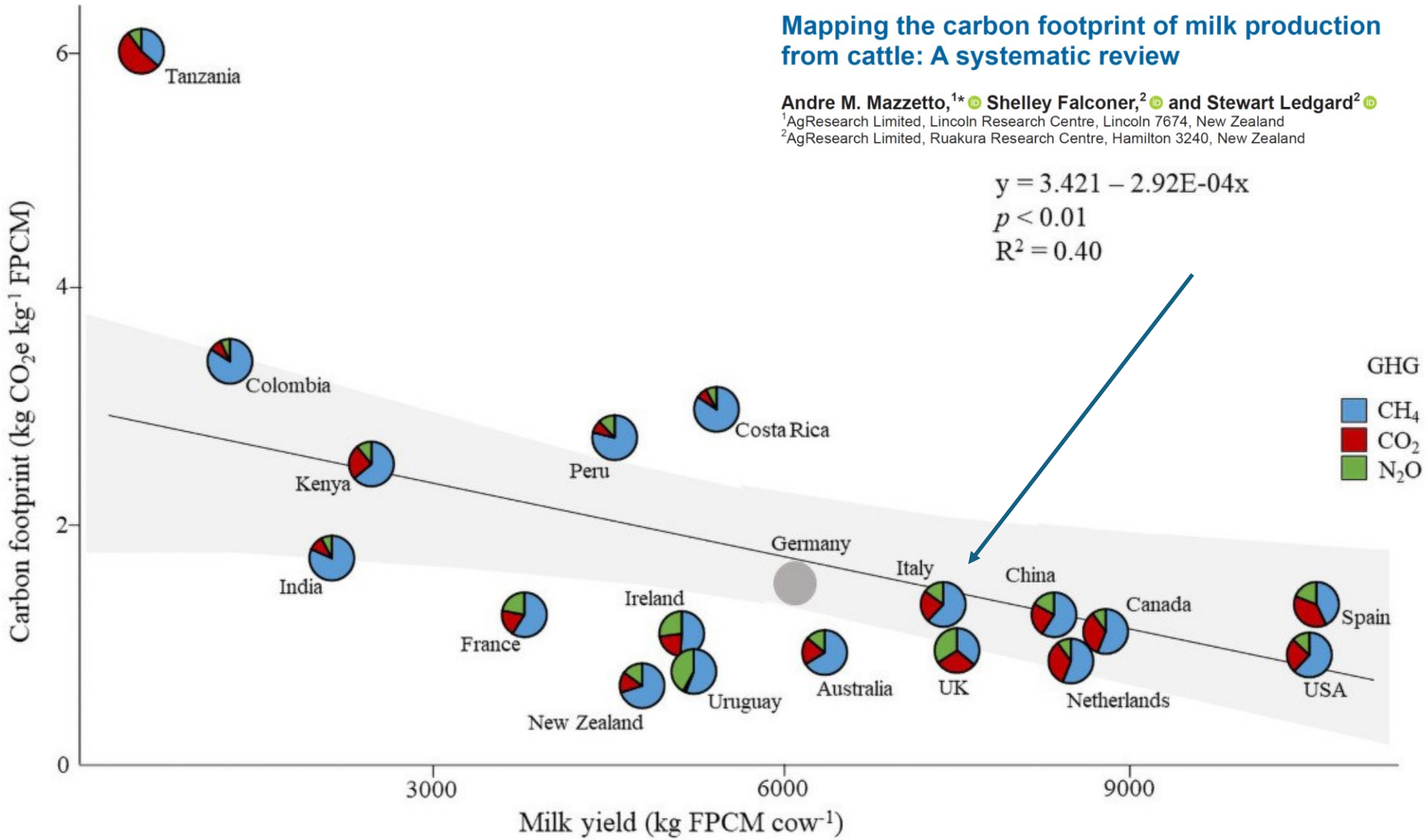
1. Ridurre indirettamente le emissioni: Produrre di più!

a) Più si produce, meno si impatta per unità [funzionale] di prodotto

J. Dairy Sci. 105:9713–9725
https://doi.org/10.3168/jds.2022-22117
© 2022, The Authors. Published by Elsevier Inc. and Fass Inc. on behalf of the American Dairy Science Association®.
This is an open access article under the CC BY license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Mapping the carbon footprint of milk production from cattle: A systematic review

Andre M. Mazzetto,[1]* Shelley Falconer,[2] and Stewart Ledgard[2]
[1]AgResearch Limited, Lincoln Research Centre, Lincoln 7674, New Zealand
[2]AgResearch Limited, Ruakura Research Centre, Hamilton 3240, New Zealand



Emissioni CO_2e sistema bovino da latte italiano

ITALIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE
2020, VOL. 19, NO. 1, 865–879
https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1805370

Taylor & Francis
Taylor & Francis Group

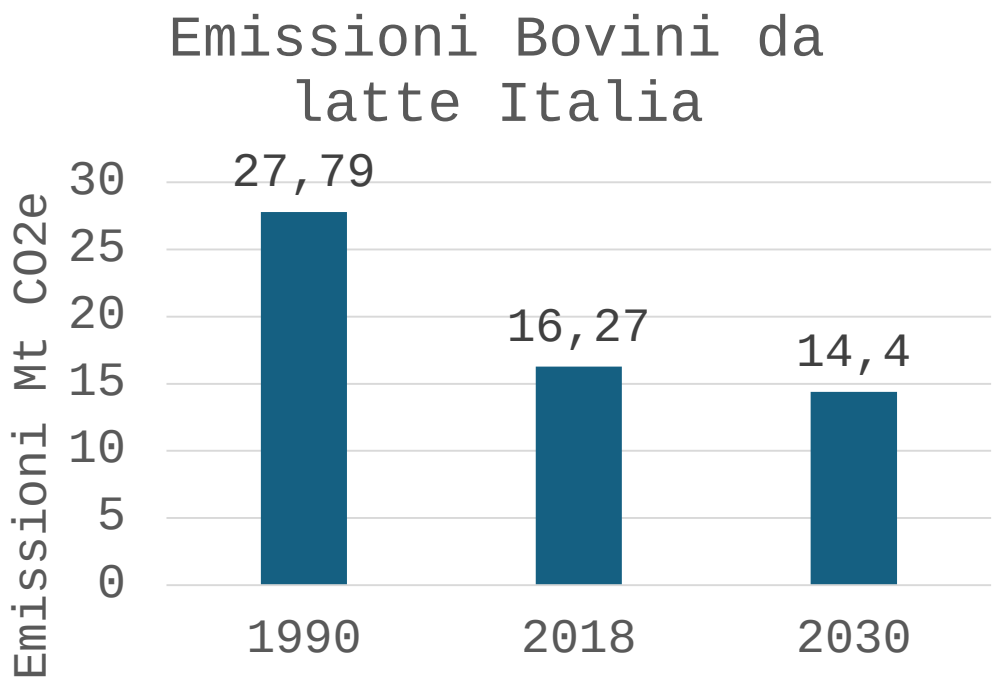
PAPER

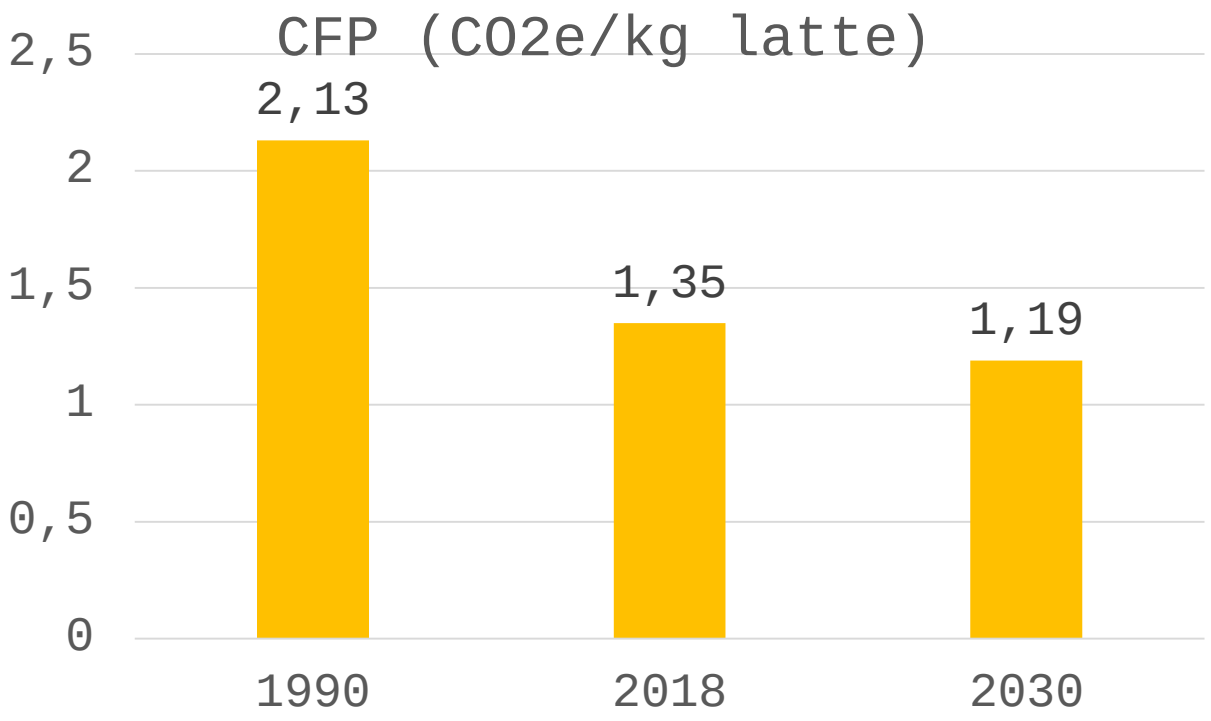
OPEN ACCESS Check for updates

How to manage cows yielding 20,000 kg of milk: technical challenges and environmental implications

Giuseppe Pulina[a], Alessia Tondo[b], Pier Paolo Danieli[c], Riccardo Primi[c], Gianni Matteo Crovetto[d], Alessandro Fantini[e], Nicolò Pietro Paolo Macciotta[a] and Alberto Stanislao Atzori[a]

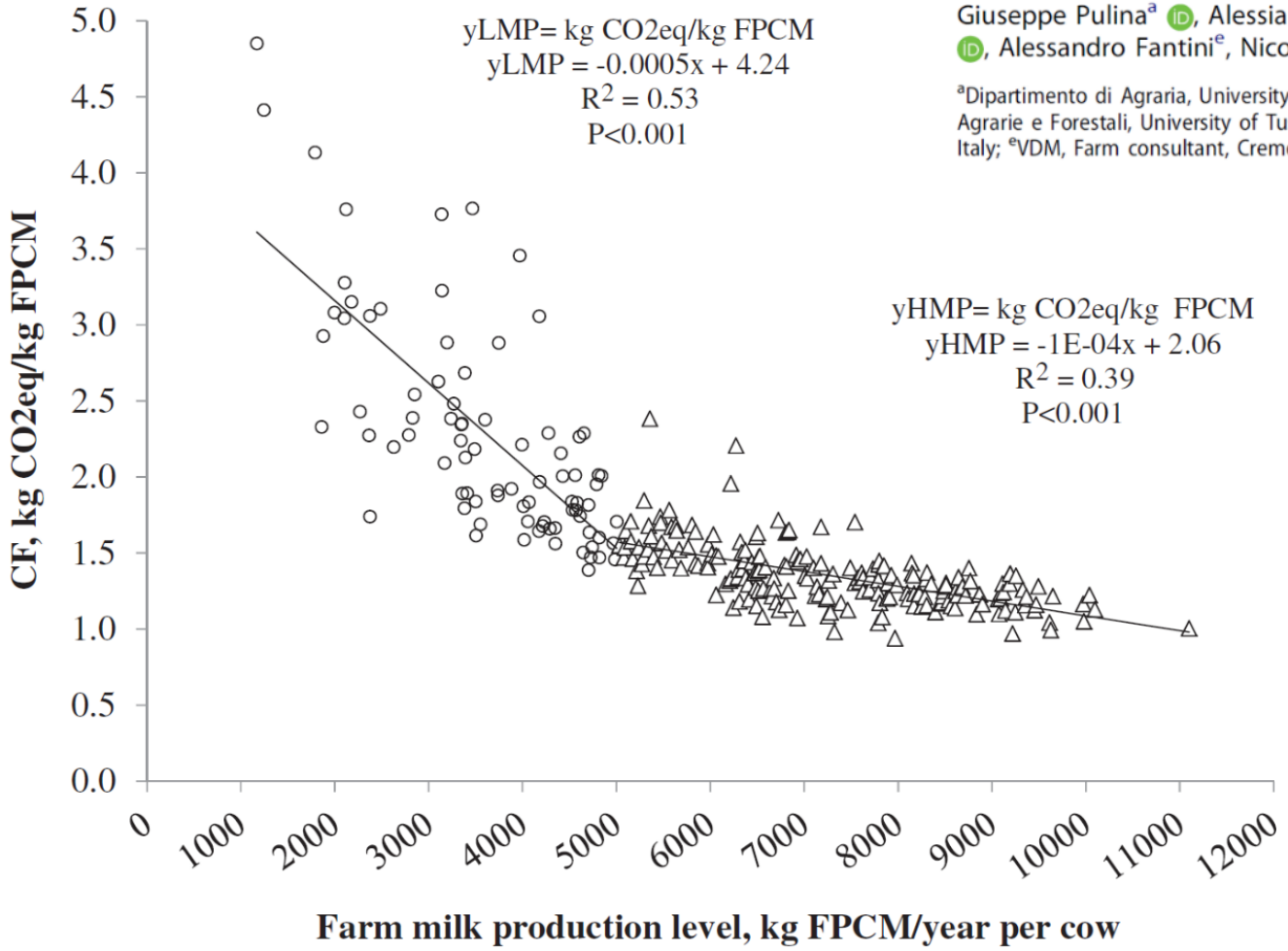
[a]Dipartimento di Agraria, University of Sassari, Sassari, Italy; [b]Associazione Italiana Allevatori, Roma, Italy; [c]Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, University of Tuscia, Viterbo, Italy; [d]Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, University of Milano, Milano, Italy; [e]VDM, Farm consultant, Cremona, Italy





Più produzione, meno impatto

874 G. PULINA ET AL.



ITALIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE
2020, VOL. 19, NO. 1, 865–879
https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1805370

Taylor & Francis
Taylor & Francis Group

PAPER

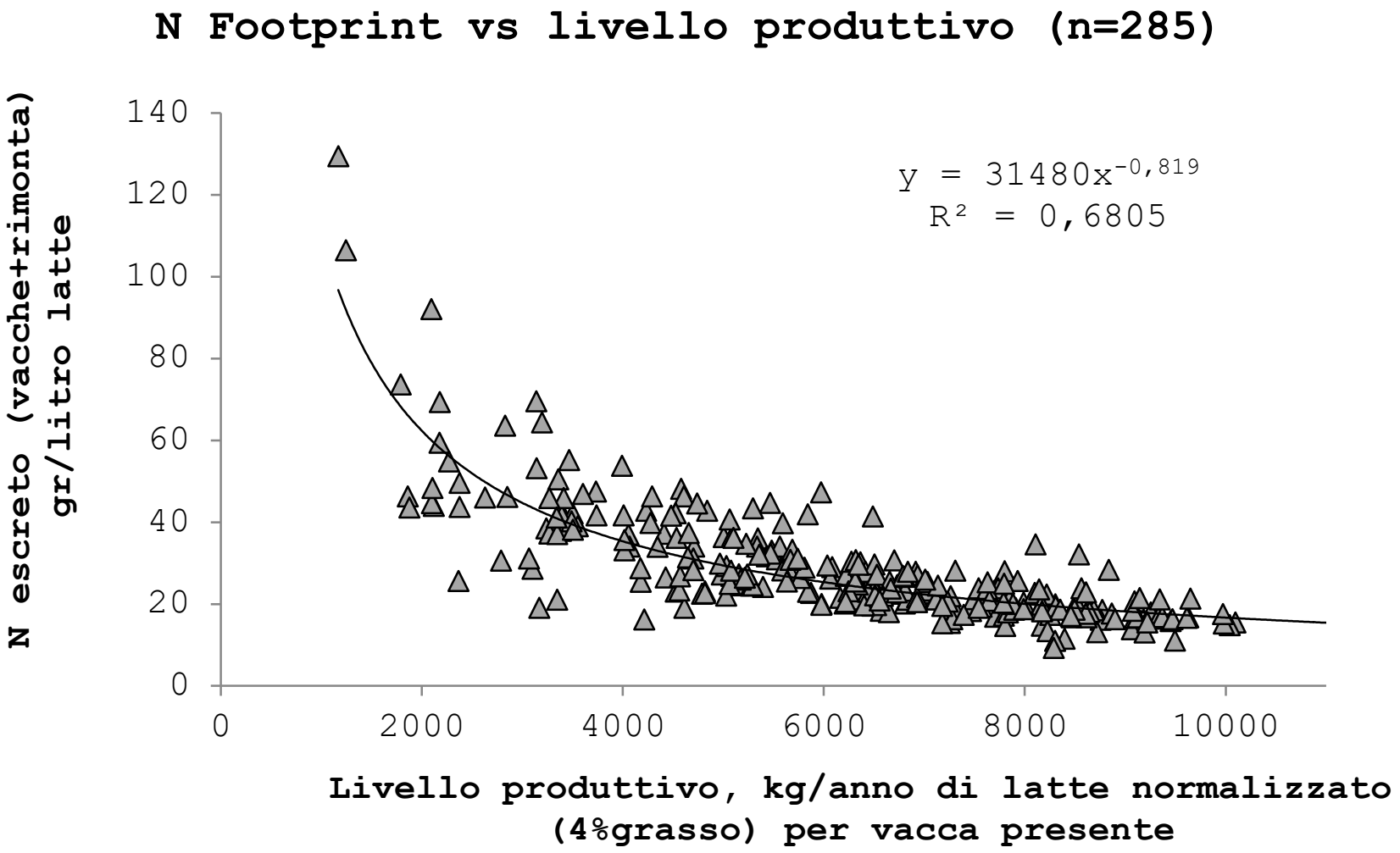
OPEN ACCESS Check for updates

How to manage cows yielding 20,000 kg of milk: technical challenges and environmental implications

Giuseppe Pulina[a], Alessia Tondo[b], Pier Paolo Danieli[c], Riccardo Primi[c], Gianni Matteo Crovetto[d], Alessandro Fantini[e], Nicolò Pietro Paolo Macciotta[a] and Alberto Stanislao Atzori[a]

[a]Dipartimento di Agraria, University of Sassari, Sassari, Italy; [b]Associazione Italiana Allevatori, Roma, Italy; [c]Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, University of Tuscia, Viterbo, Italy; [d]Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, University of Milano, Milano, Italy; [e]VDM, Farm consultant, Cremona, Italy

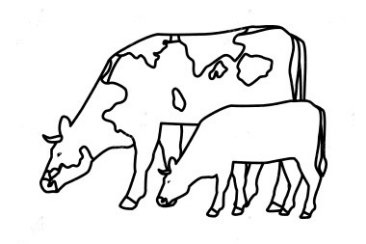
La N-Footprint decresce con il crescere del livello produttivo delle aziende bovine da latte (circa 1/3 volatilizzato, il resto «a terra»)



Progetto Dairy Carbon-footprint

Atzori e Cannas, 2019

Il problema dell'allocazione



200 kg/a PV

+

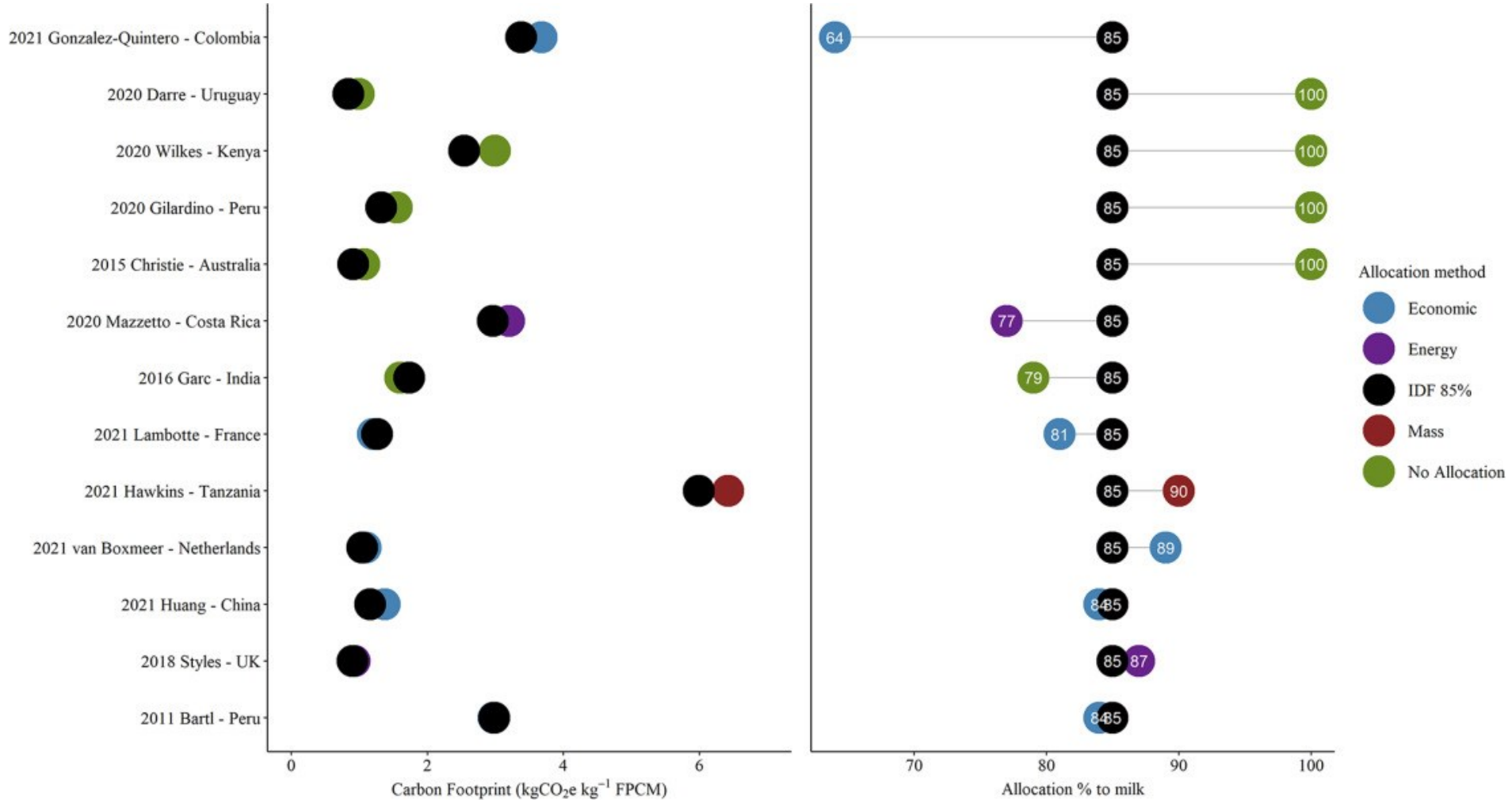
10.000 L/a

= 13,800 kg CO_2e

1,22 kg CO_2e/litro

8,0 kg CO_2e/kg PV

Diversa allocazione rispetto allo standard FIL-IDF della CFP fra latte e carne non cambia di molto i valori (Mazzetto et al., 2022)



Anche la CFP della carne da allevamenti da latte dipende dalla produzione

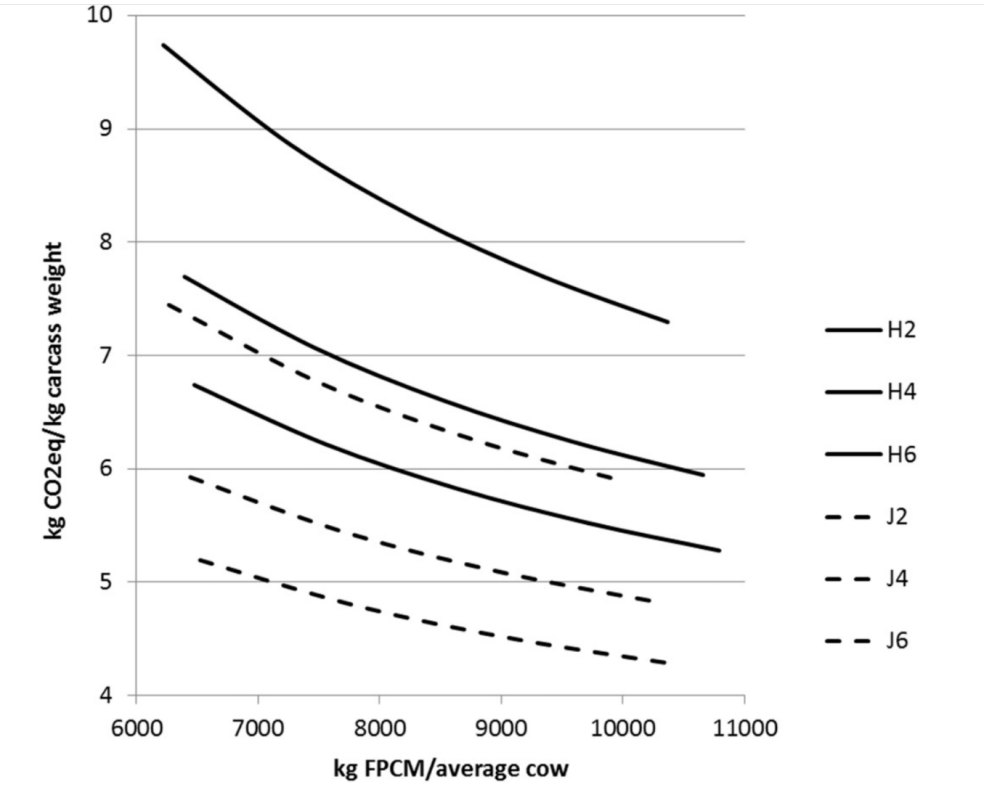


Fig. 4. Greenhouse gas emissions per kg carcass weight of culled animals for Holstein (H) and Jersey (J) breeds and life spans of 2, 4 and 6 years for a range of fat and protein corrected milk (FPCM) production from 6300 to 10,700 kg.

Contents lists available at ScienceDirect

Agricultural Systems

journal homepage: www.elsevier.com/locate/agsy

Effectiveness of climate change mitigation options considering the amount of meat produced in dairy systems

T.V. Vellinga*, M. de Vries

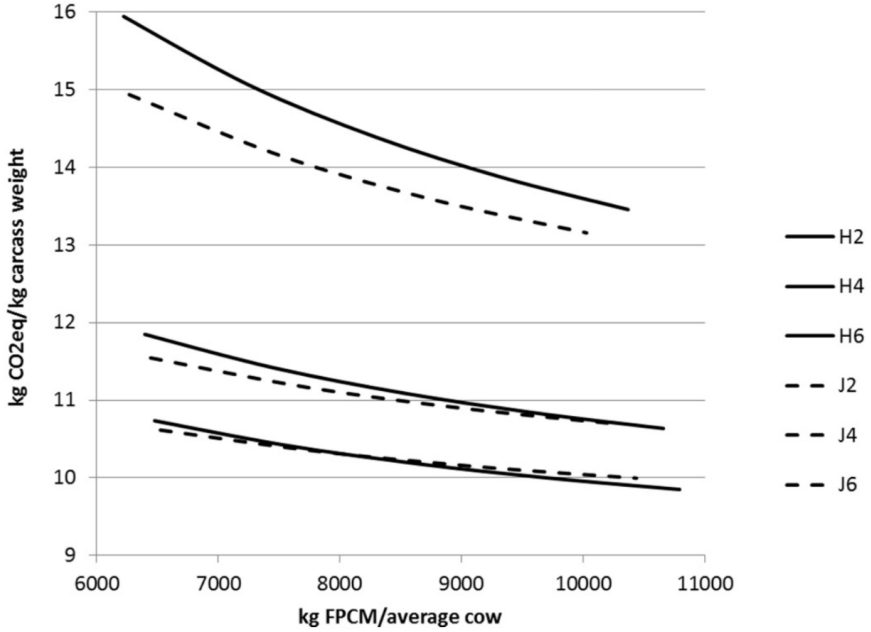


Fig. 5. Greenhouse gas emissions per kg of carcass weight for fattening dairy calves for Holstein (H) and Jersey (J) breeds and life spans of 2, 4 and 6 years for a range of fat and protein corrected milk (FPCM) production from 6300 to 10,700 kg.

b) Meno si impatta, più si guadagna

Emissioni ed efficienza economica
IOFC Vs. Carbon footprint

Italian Journal of Animal Science

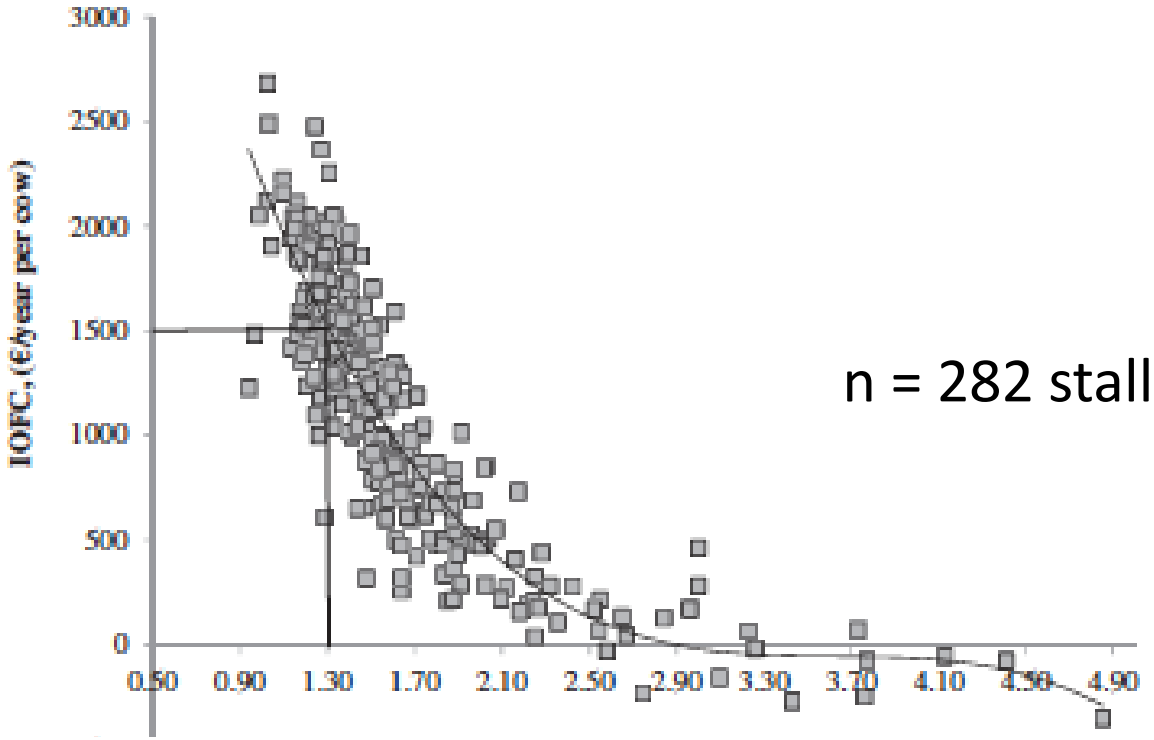
ISSN: (Print) (Online) Journal homepage: https://www.tandfonline.com/loi/tjas20

How to manage cows yielding 20,000 kg of milk: technical challenges and environmental implications

Giuseppe Pulina , Alessia Tondo , Pier Paolo Danieli , Riccardo Primi , Gianni Matteo Crovetto , Alessandro Fantini , Nicolò Pietro Paolo Macciotta & Alberto Stanislao Atzori

IOFC = Ricavi – Costi alimentazione

€/anno per vacca

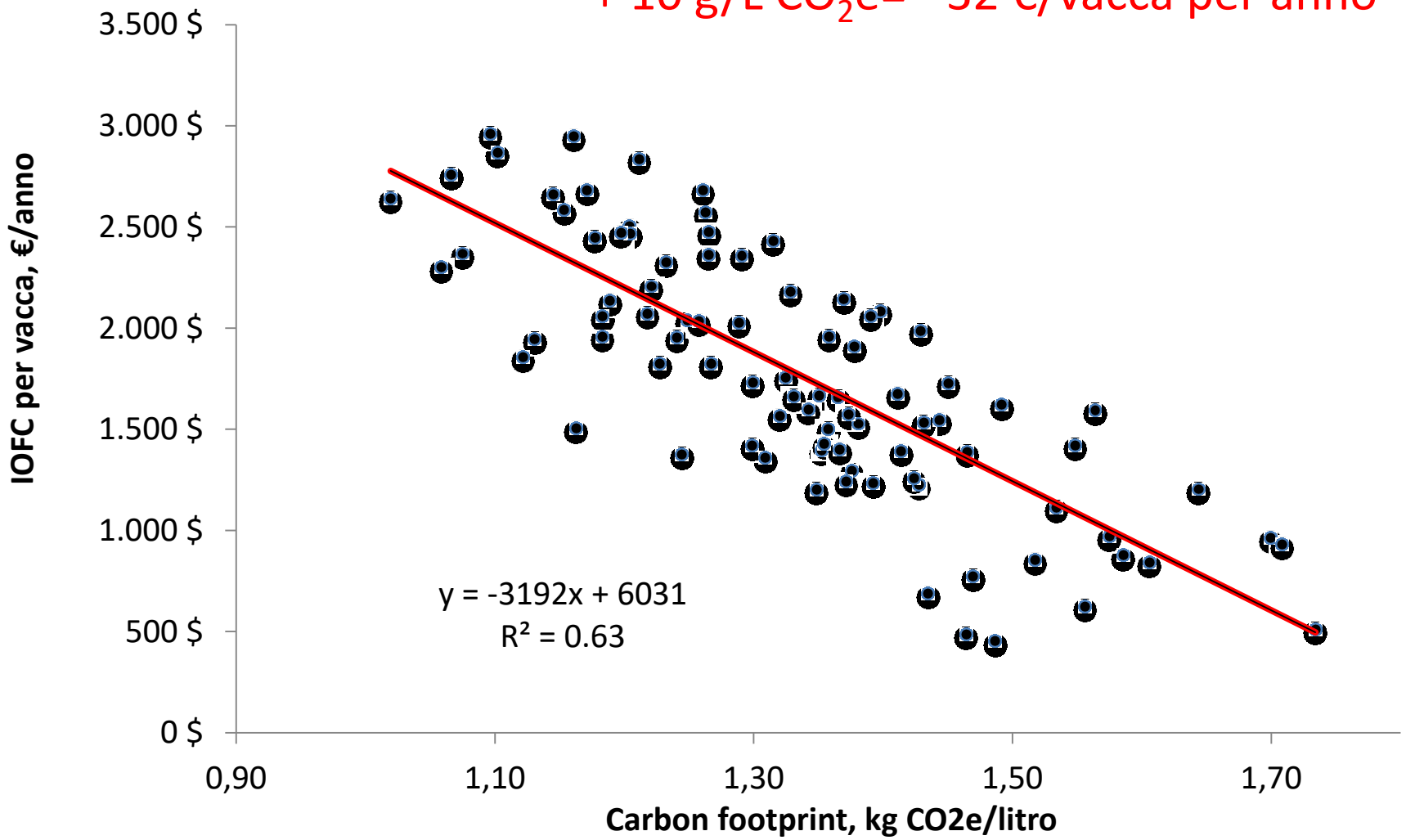


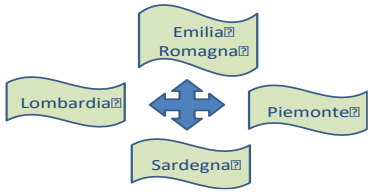
n = 282 stalle sud Italia

Carbon footprint (kg CO_2e/Litro latte)

Quanti € vale ridurre la CO_2e?

+ 10 g/L CO_2e= - 32 €/vacca per anno

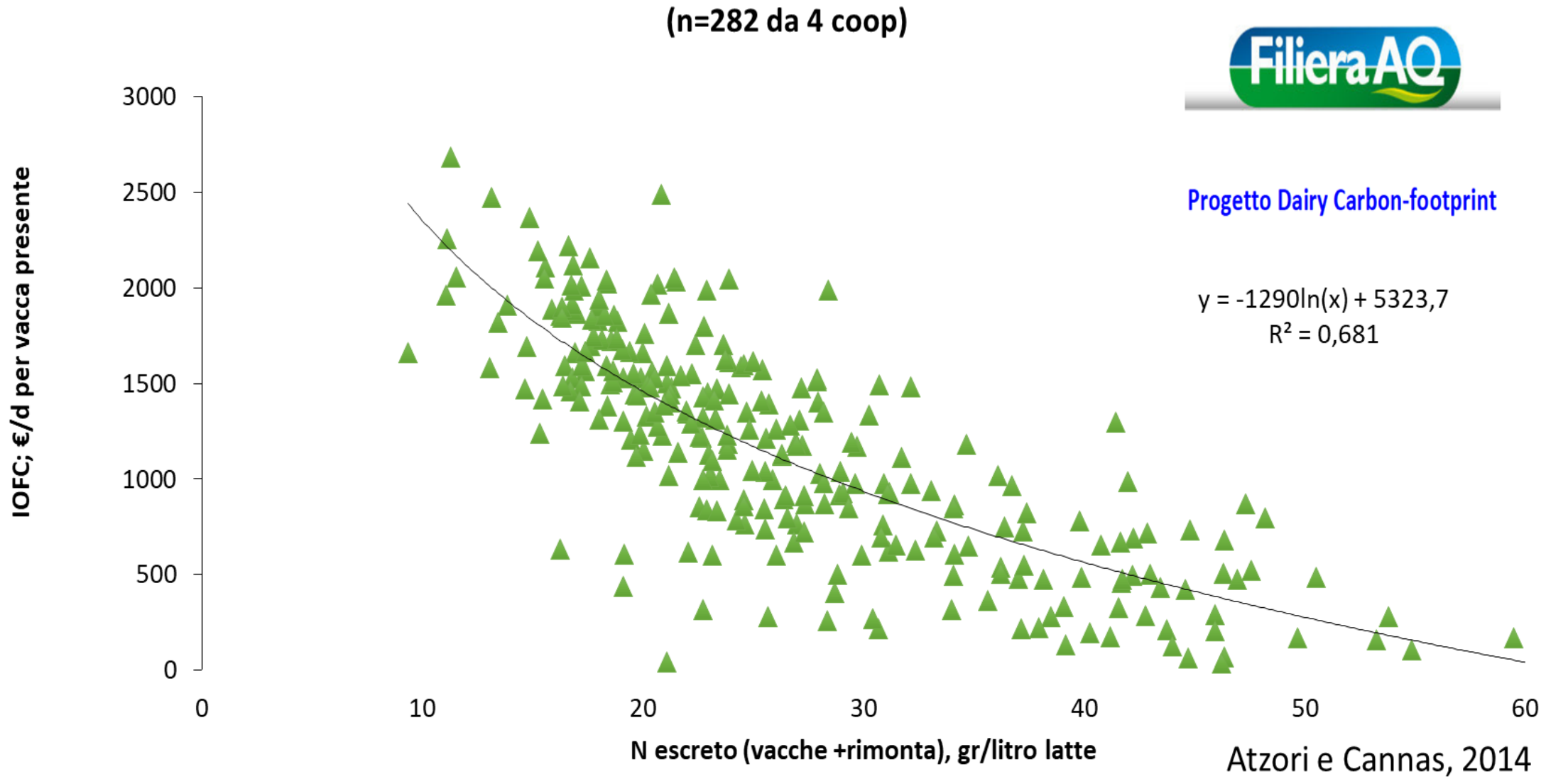




Ecosost N = 90 stalle Nord+Sardegna (Latte 25-45 kg/d)

Atzori e Gallo 2022

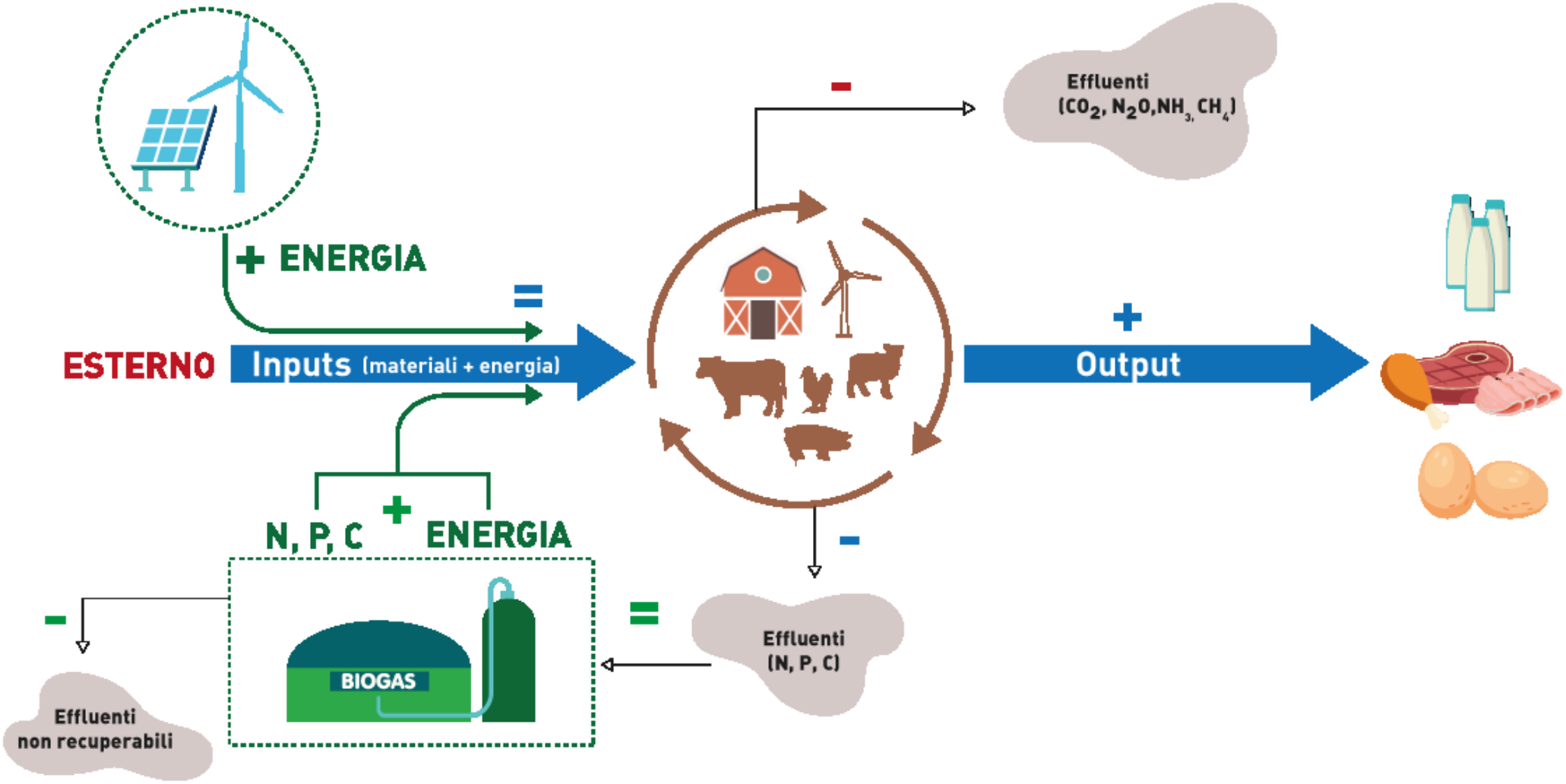
Chi impatta meno guadagna di più: ***N-escreto/L*** e IOFC (ricavi meno costi alimentari) vacca da latte



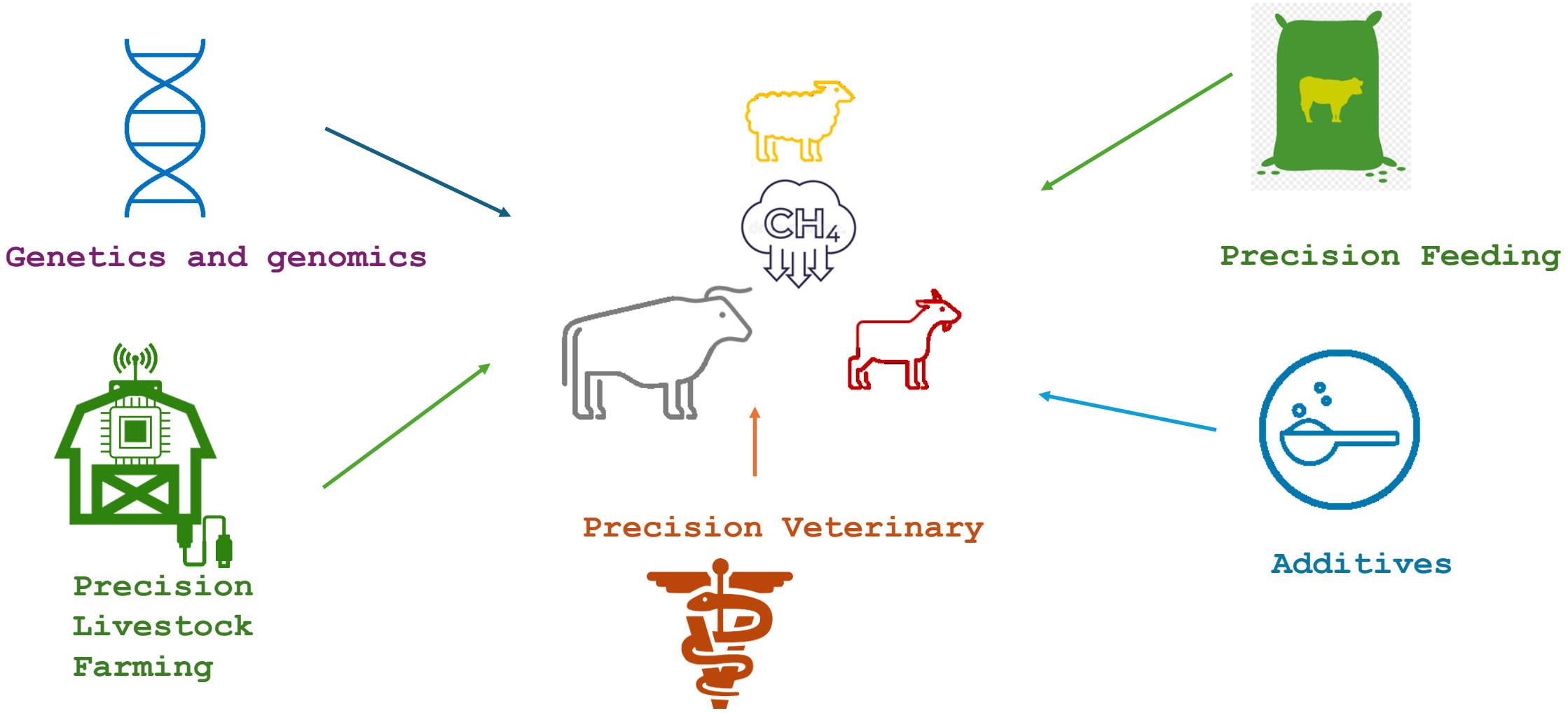
Atzori e Cannas, 2014

2. Ridurre direttamente le emissioni: l’intensivizzazione ecologica degli allevamenti

INTENSIFICAZIONE ECOLOGICA E DELLA CONOSCENZA DEI



La Smart Farming, intesa come ***knowledge and ecological intensive*** è in grado di ridurre le emissioni complessive e unitarie.



La produzione di metano ha una ereditabilità di circa il 20% ed è correlata negativamente con la produzione di latte (+ latte, - metano)

Genetics and genomics

www.nature.com/scientificreports

scientific reports

Check for updates

OPEN **Estimates of the genetic contribution to methane emission in dairy cows: a meta-analysis**

Navid Ghavi Hossein-Zadeh

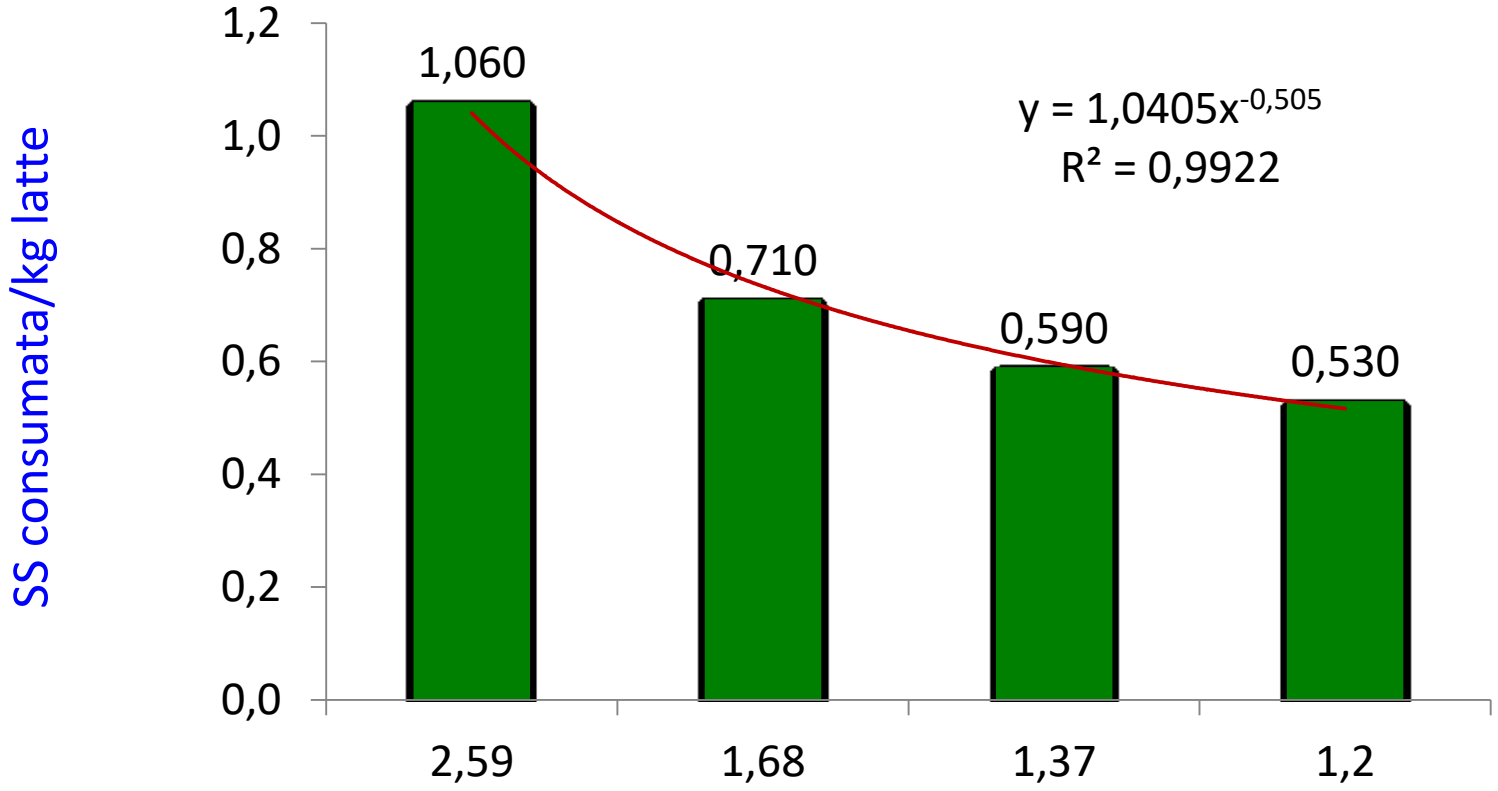
- Le stime di ereditabilità **produzione di metano per kg di sostanza secca assunta** (METY, in g/kg), **intensità di metano per kg di latte corretto** per grasso e proteine prodotto (METINT, in g/kg) e produzione di metano come **produzione giornaliera di metano per vacca** (METP, in g/giorno).sono state rispettivamente di ***0,244, 0,180 e 0,211.***
- Le stime di correlazione genetica tra METY e METINT e la produzione di latte corretta per grasso, proteine o energia (CMY) sono risultate negative **(- 0,433 e - 0,262**, rispettivamente).

+ Efficienza alimentare = - Emissioni

Progetto Dairy Carbon-footprint

Precision Feeding

Indice
Conversione vacche
(lattaz+asciutte)



Carbon footprint
kg di CO_2/kg di latte venduto

(n= 282 aziende)

Nei ruminanti

Additives

- **108 papers** (dal 2000 al 2020)
- Additivi testati in pecore e **bovini da latte** e da carne

Animal Nutrition 7 (2021) 1219–1230

Contents lists available at ScienceDirect

Animal Nutrition

journal homepage: http://www.keaipublishing.com/en/journals/aninu/

Original Research Article

Meta-analysis quantifying the potential of dietary additives and rumen modifiers for methane mitigation in ruminant production systems

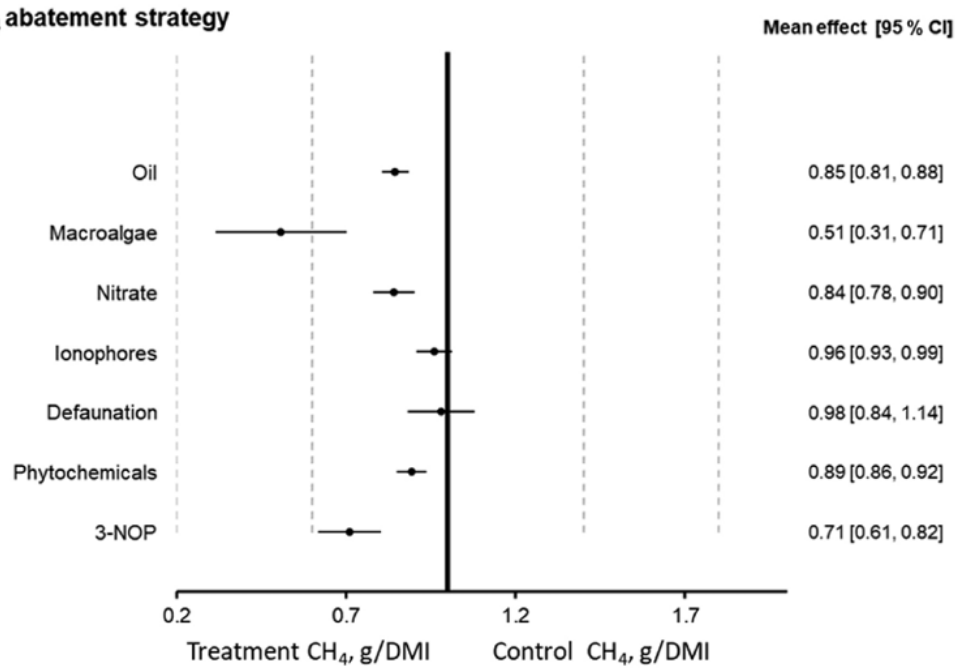
Amelia K. Almeida [a,*], Roger S. Hegarty [a], Annette Cowie [a,b]

[a] School of Environmental and Rural Science, University of New England, Armidale, NSW, 2351, Australia
[b] NSW Department of Primary Industries, Trevenna Rd, Armidale, NSW, 2351, Australia

- ✓ Oils
- ✓ Macroalgae
- ✓ Nitrate
- ✓ Ionophores
- ✓ Protozoal control
- ✓ Phytochemicals (tannin-rich feeds, essential oils, and saponins)
- ✓ Nitrooxypropanol (3-NOP)

Media riduzione CH_4

Oil: -15%
Macroalgae: -49%
Nitrate: -15.7%
Ionophores: -4%
Defaunation: -2%
Phytochemicals: -10%
3-NOP: -23%



Macroalgae e **3-NOP** **hanno mostrato la maggiore efficacia nel ridurre la produzione di CH_4** (g CH4/kg of DMI)

Riduzione delle emissioni per via alimentare: peggiore scenario con adattamento ruminale

J. Dairy Sci. 106:7336–7340
https://doi.org/10.3168/jds.2023-23461
© 2023, The Authors. Published by Elsevier Inc. and Fass Inc. on behalf of the American Dairy Science Association®.
This is an open access article under the CC BY license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

***Perspective:* Could dairy cow nutrition meaningfully reduce the carbon footprint of milk production?**

Alexander N. Hristov*
Department of Animal Science, The Pennsylvania State University, University Park, PA 16802

Precision Feeding

0 % miglioramento foraggi e razione

Dal 10% al 20

Additives

10 – 15 % primo additivo +
0 – 5 % secondo additivo
= 10 – 20%

Riduzione delle emissioni di metano per via alimentare: migliore scenario senza adattamento ruminale

J. Dairy Sci. 106:7336–7340
https://doi.org/10.3168/jds.2023-23461
© 2023, The Authors. Published by Elsevier Inc. and Fass Inc. on behalf of the American Dairy Science Association®.
This is an open access article under the CC BY license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

***Perspective:* Could dairy cow nutrition meaningfully reduce the carbon footprint of milk production?**

Alexander N. Hristov*
Department of Animal Science, The Pennsylvania State University, University Park, PA 16802

Precision

10% miglioramento foraggi e
one

Dal 35% al 60 %

Additives

30% primo additivo +
20% secondo additivo
– 50%

Precision Veterinary

Migliorare la salute: produrre di più e scartare di meno.

Advances in Animal Biosciences (2015), **6:1**, pp 24–25 © The Animal Consortium 2015
doi:10.1017/S2040470014000454

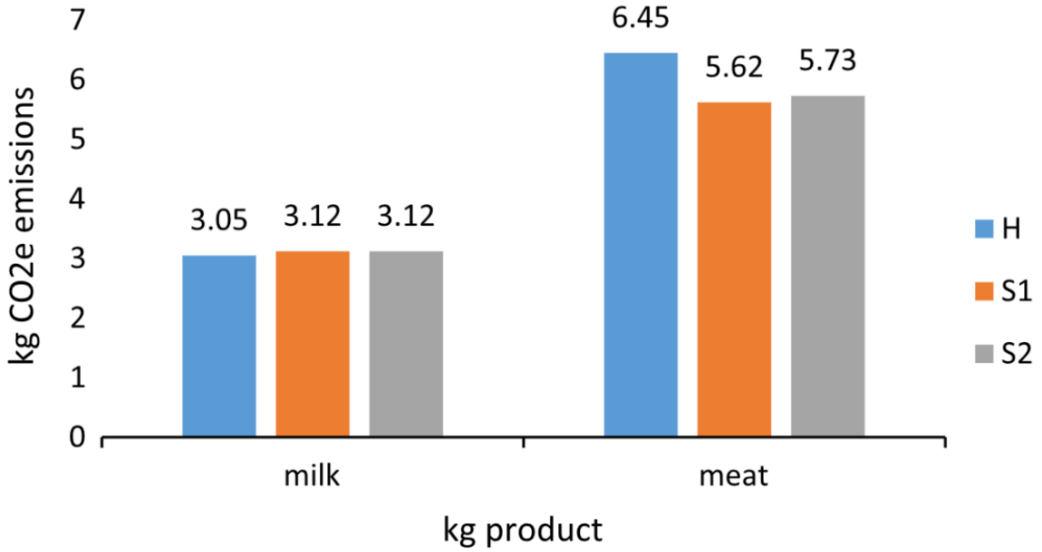
advances in animal biosciences

Impact of animal health on greenhouse gas emissions

Ş. Özkan[1,2†], B. V. Ahmadi[3], H. Bonesmo[4], O. Østerås[5], A. Stott[3] and O. M. Harstad[1]

[1]*Department of Animal and Aquacultural Sciences, Norwegian University of Life Sciences, PO Box 5003, 1432 Ås, Norway;* [2]*Department of Animal Health Economics and Management, Faculty of Veterinary Medicine, Mehmet Akif Ersoy University, Burdur 15030 Turkey;* [3]*SRUC, West Mains Road, Edinburgh EH9 3JG, UK;* [4]*Norwegian Agricultural Economics Research Institute, Statens Hus, PO Box 4718 Sluppen, NO-7468 Trondheim, Norway;* [5]*TINE Rådgiving, PO Box 58, 1431 Ås Norway*

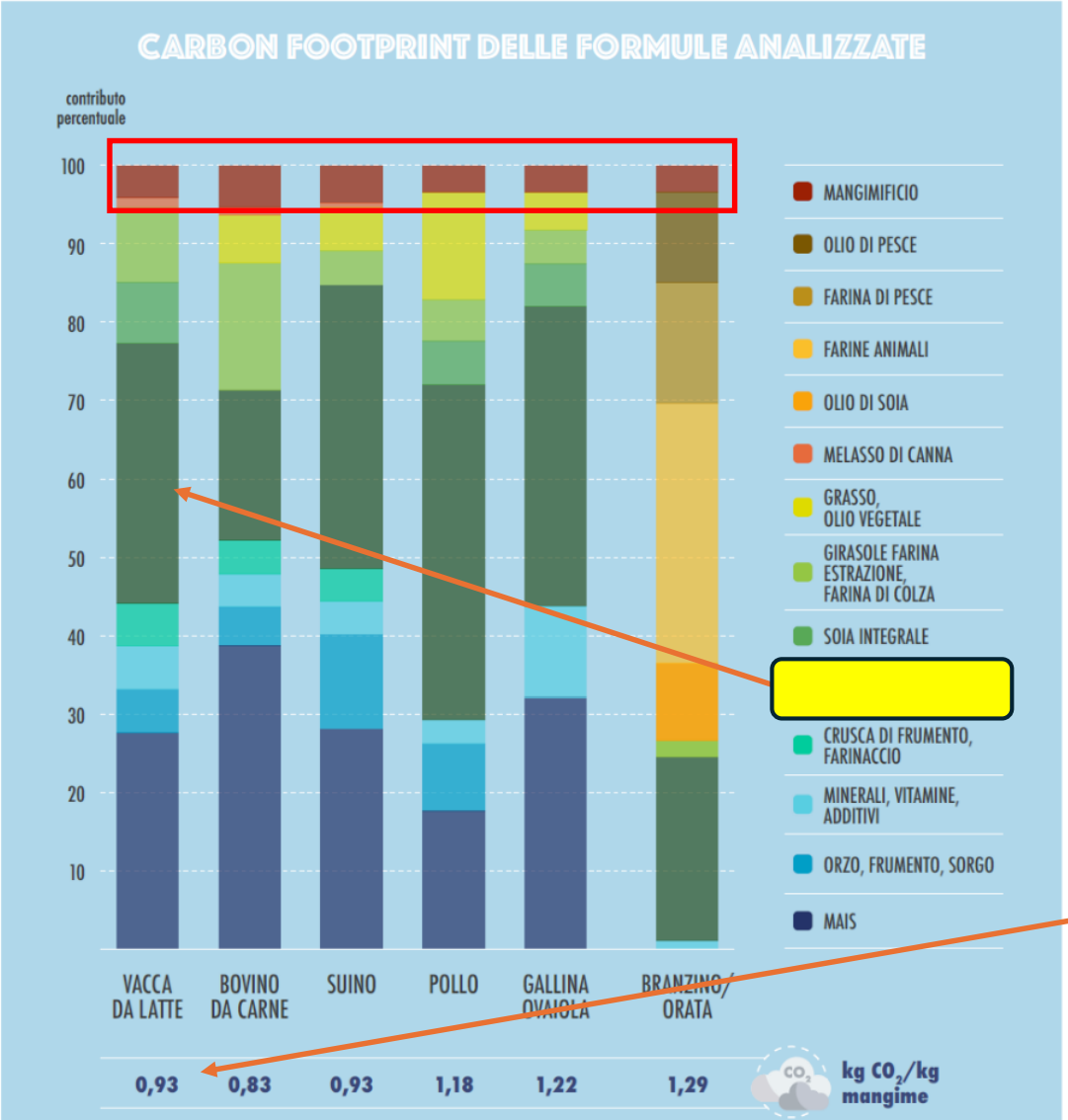
Keywords: dairy, GHG emissions, cull rate, health, HolosNor



igure 1 The greenhouse gas emissions produced for kg milk and meat nder three scenarios examined.

Maggiore longevità, minore rimonta
Minore riforma involontaria
Maggiore produzione per capo
Maggiore fertilità

3. Ridurre la CO_2e importata



Per quanto riguarda le emissioni di gas serra, spiccano **mais e soia**: il primo per le quantità utilizzate, la seconda per l'impatto unitario alto. Il controllo degli approvvigionamenti può essere un buon modo per mantenere il controllo su questi valori.

Il processo di produzione in mangimificio è poco rilevante sull'impatto totale.

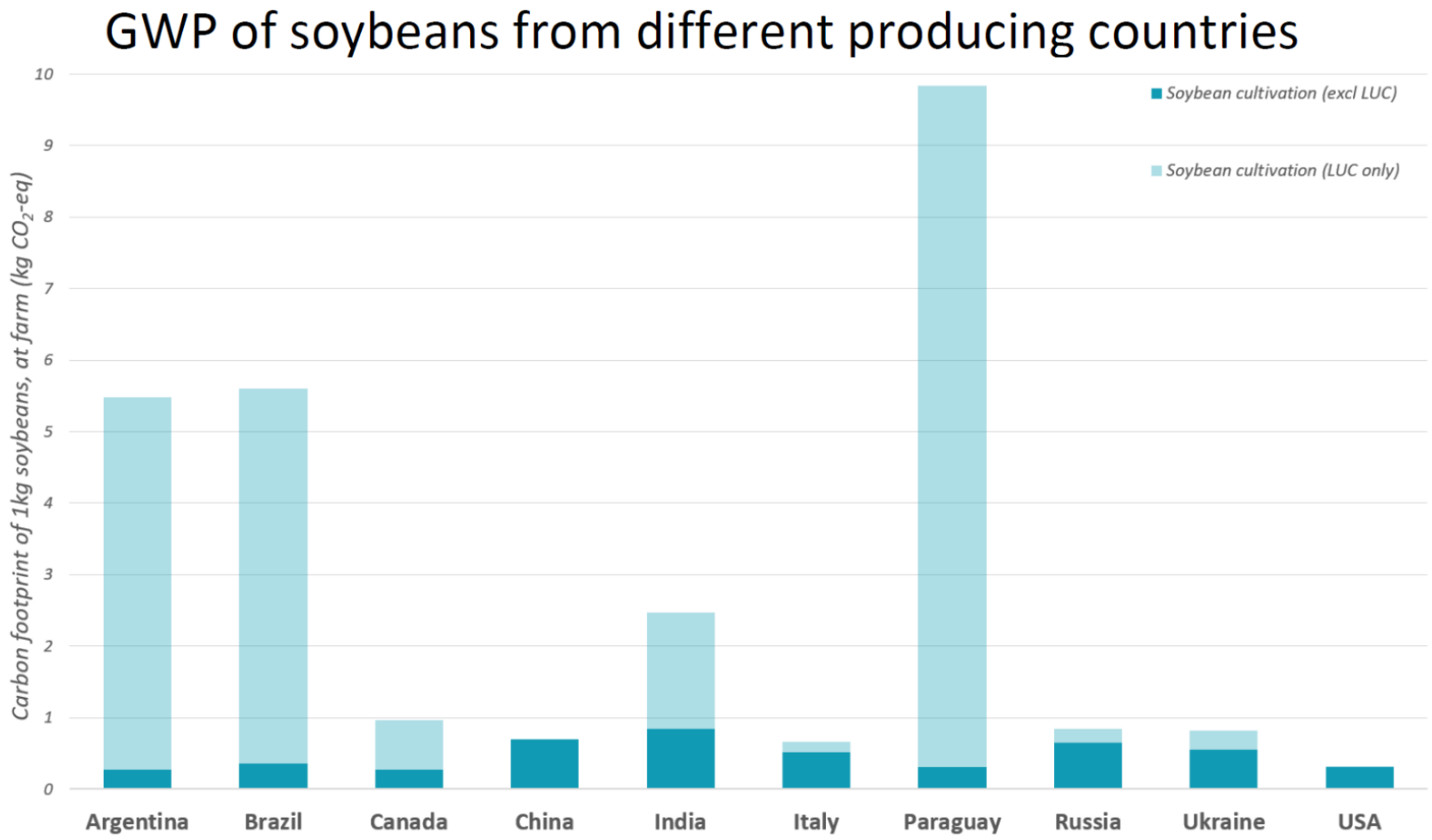
La CFP media del mangime è stimata da ASSALZOO intorno a 1 kg CO_2e per kg di mangime

Per la vacca da latte la media è di 0,93 kg

La soia (integrale o f.e.) è il problema principale…

Nutritional approaches towards sustainability in animal production

Oct. 26, 2021 / CJ webinar / David Torrallardona



Source: Agri-footprint 5.0

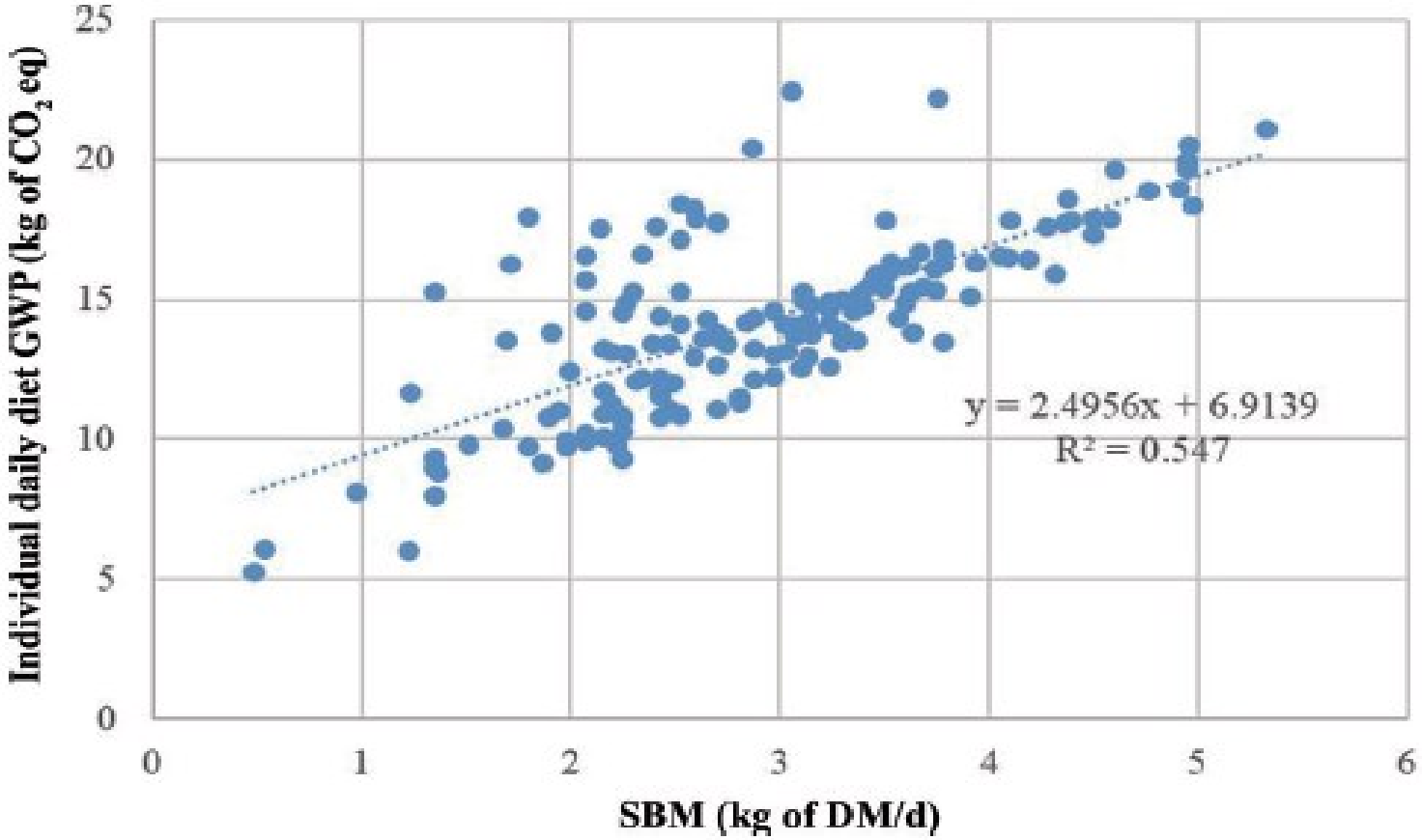
of Agrifood Research and Technology

J. Dairy Sci. 103:4863–4873
https://doi.org/10.3168/jds.2019-17177
© American Dairy Science Association®, 2020.

Looking for high-production and sustainable diets for lactating cows: A survey in Italy

G. Gislon, L. Bava, S. Colombini,* M. Zucali, G. M. Crovetto, and A. Sandrucci
Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali-Produzione, Territorio, Agroenergia, Università degli Studi di Milano, via Celoria 2 20133 Milan, Italy

Il consumo di soia guida gli impatti



Soia in razione

Dal 30 dicembre 2024 sara obbligatorio utilizzare soia certificata ***no-deforest*** in EU

9.6.2023 IT Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 150/206

REGOLAMENTO (UE) 2023/1115 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 31 maggio 2023

relativo alla messa a disposizione sul mercato dell'Unione e all'esportazione dall'Unione di determinate materie prime e determinati prodotti associati alla deforestazione e al degrado forestale e che abroga il regolamento (UE) n. 995/2010

Articolo 1

Oggetto e ambito di applicazione

1. Il presente regolamento stabilisce norme relative all'immissione e alla messa a disposizione sul mercato dell'Unione nonché all'esportazione dall'Unione di prodotti interessati, elencati nell'allegato I, che contengono o che sono stati nutriti o fabbricati usando materie prime interessate, vale a dire [redacted] al fine di:

4. Il bilanciamento delle emissioni (rimozione CO_2 e N_2O, sequestro del carbonio e bioenergie)

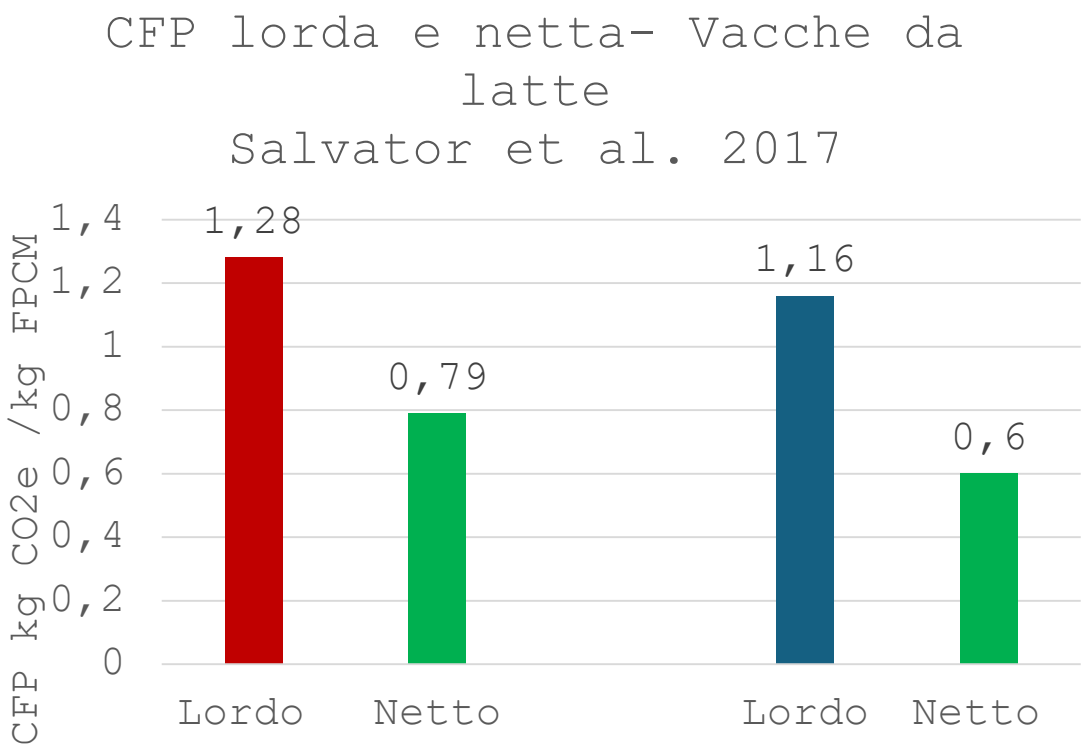
La transizione digitale può ridurre le emissioni in campo e in stalla

Precision Livestock Farming

- Riduzione dei consumi di carburante
- Riduzione dell’uso dei fertilizzanti
- Riduzione delle emissioni di N2O
- Riduzione delle emissioni di CH4 dai reflui e riduzione dell’import di energia

Riduzioni stimabili 2 – 10% annuo.

Aumentare il sequestro di CO_2 nei suoli e nella vegetazione riduce la CFP



- L'agricoltura conservativa e rigenerativa può consentire importanti riduzioni nelle emissioni nette (cover-crops, ammendanti [biochar], minimum o no-tillage, agroforestry, ecc)

- I sequestri di CO_2 possono anche raggiungere il 50% delle emissioni lorde dell'allevamento.

Ottimizzare il Sistema colturale per l'azienda con indirizzo latte (cortesia prof. A. Reynieri di Lagnasco)

Valorizzazione erba medica

Tecniche di lavorazione conservativa del terreno

Macchinari interramento reflui/precision farming

Valorizzazione reflui aziendali

Impianto biogas/biometano

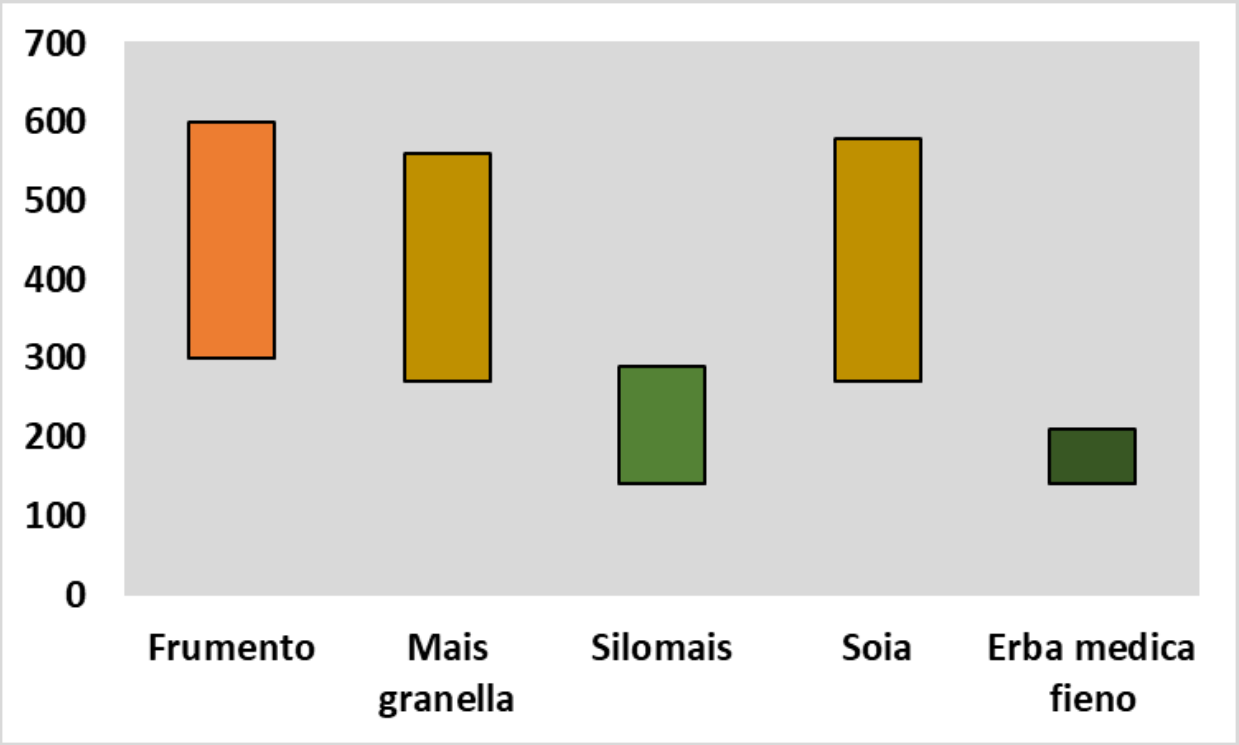
Piano di fertilizzazione avanzato e analisi suolo

Irrigazione efficiente

Ottimizzare la tecnica colturale: scelta della coltura (cortesia Prof. A. Reynieri di Lagnasco)

Confronto tra fonti foraggere (USA)

Emissione di kg CO_2e/t

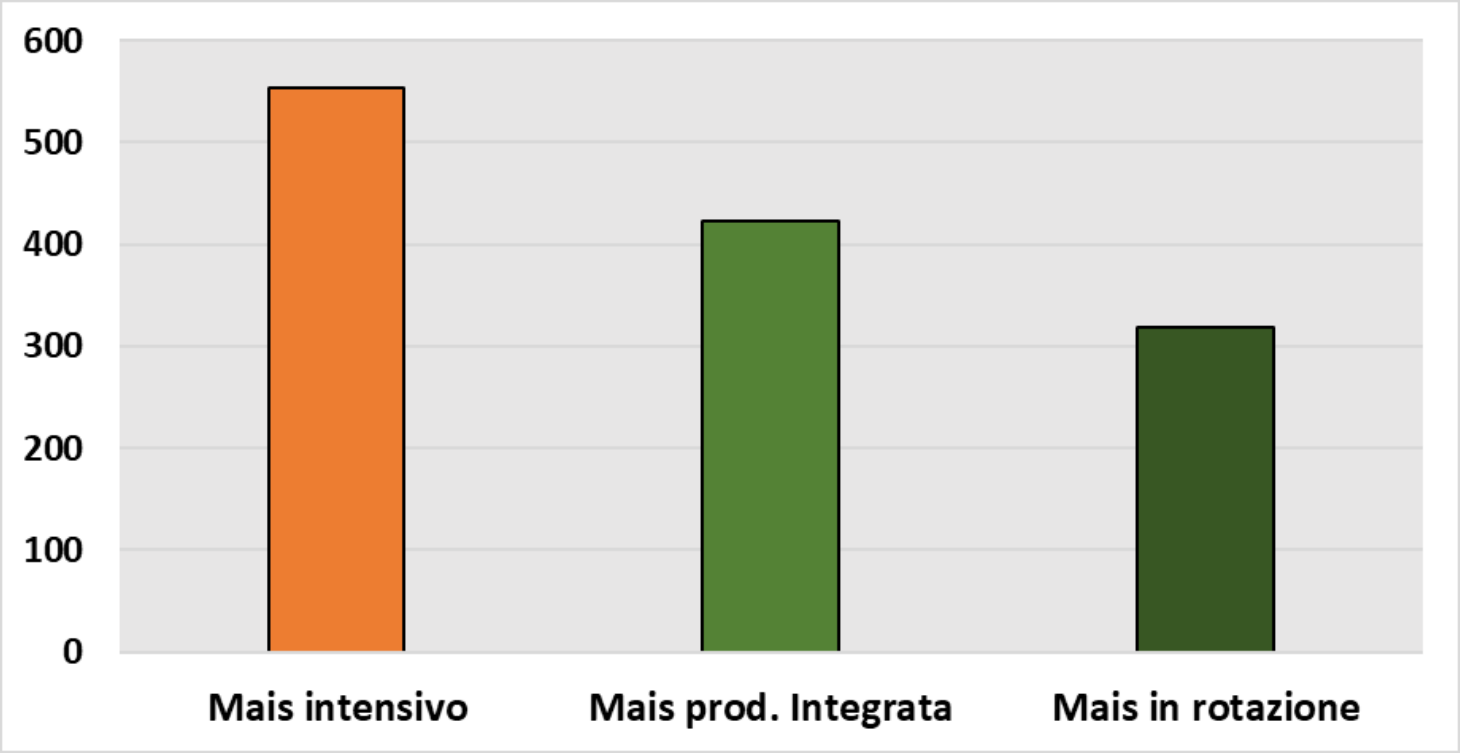


Adom et al., 2012. Int. J. Life cycle Assess., 17: 520-534

Impatto del Sistema aziendale: mais granella (cortesia prof. A. Reynieri di Lagnasco)

Il ruolo della rotazione (Lombardia)

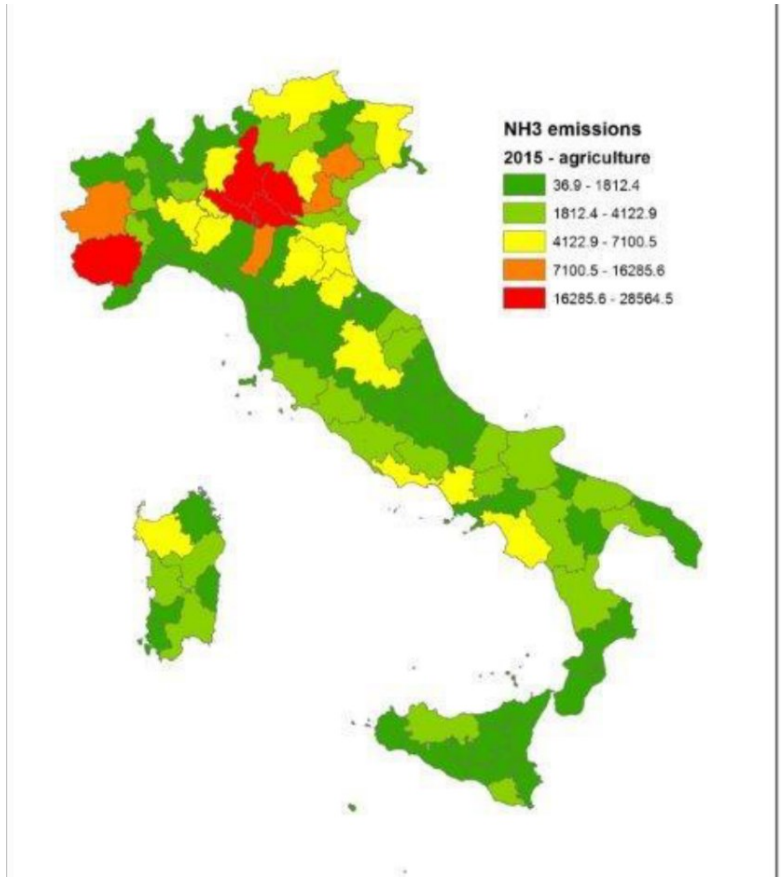
Emissione di kg CO_2e/t granella

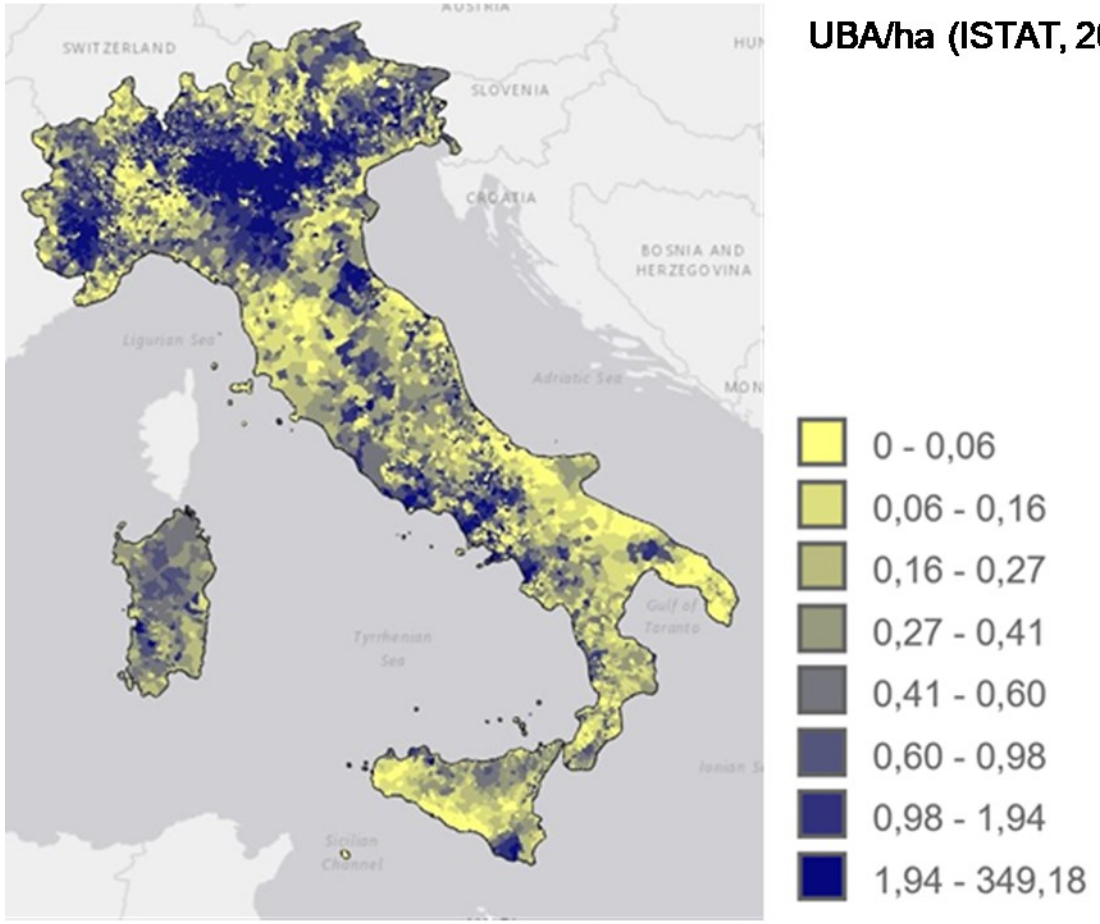


Tabacco et al., 2023. European J. of agronomy, 145: 126777

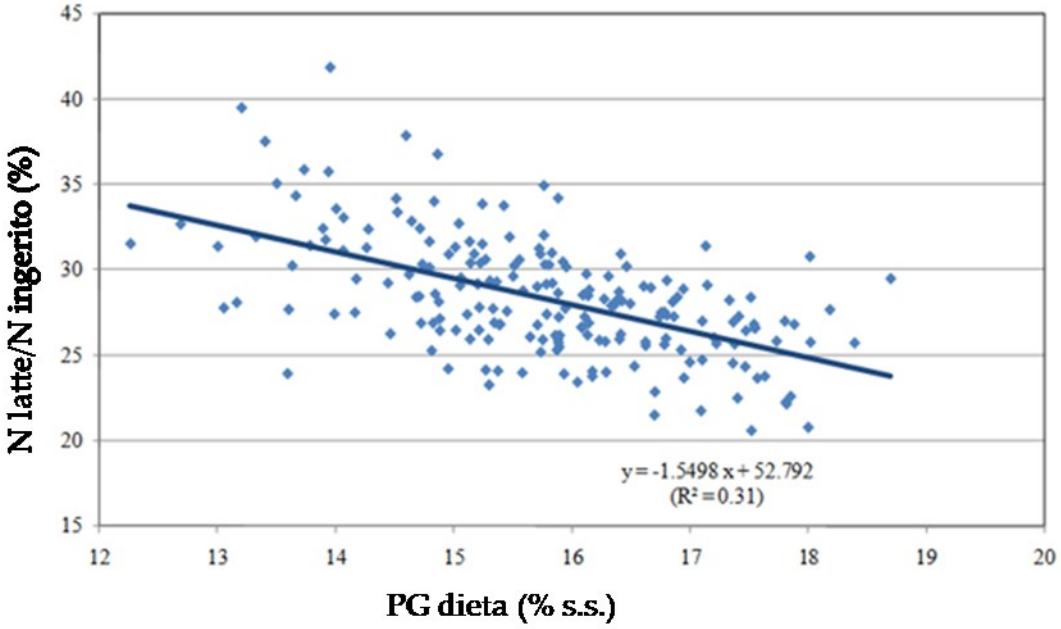
Emissioni di NH_4 dell'agricoltura italiana (ISPRA, 2019)

Le emissioni di NH_4 sono concentrate nelle aree della Lombardia e del Piemonte occidentale dove maggiori sono i carichi animali



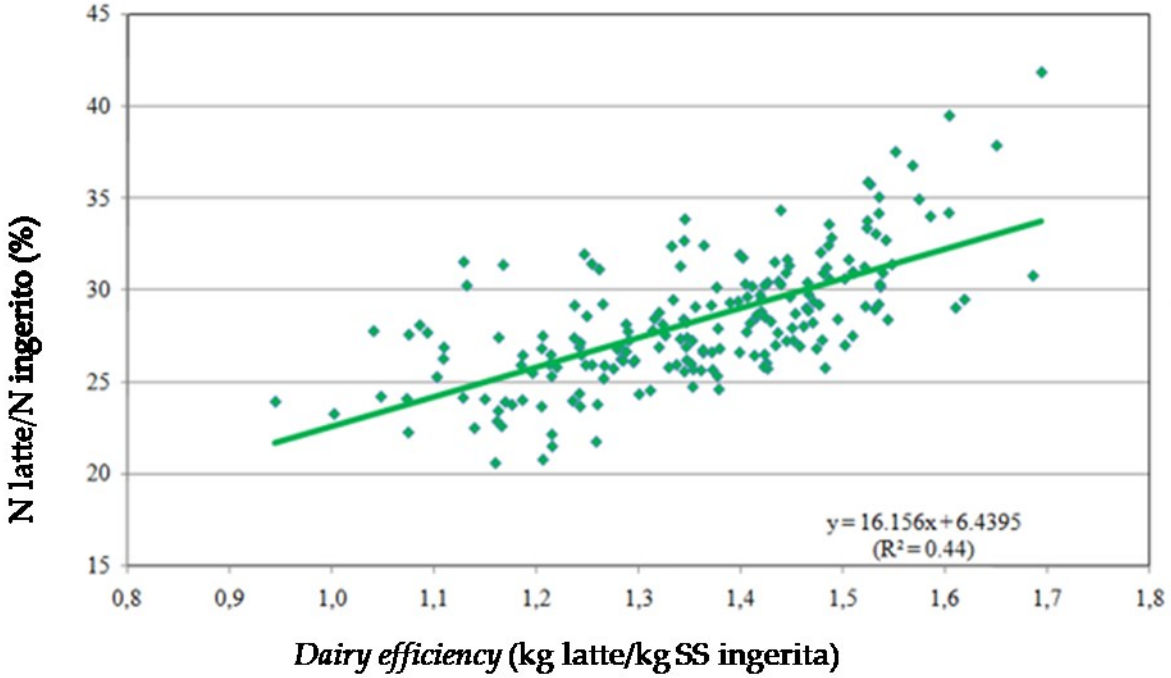


Efficienza di utilizzazione dell'N in funzione del contenuto proteico della dieta e dell'efficienza produttiva (*Crovetto, 2019*)



Più proteine nella dieta → minore efficienza di utilizzo dell'N alimentare → più N escreto dall'animale

Maggiore efficienza di produzione → maggiore efficienza di utilizzo dell'N alimentare → meno N escreto dall'animale.



Ridurre le emissioni di NH_3 e conseguentemente di N_2O

AZOTO ESCRETO

DEIEZIONI

EMISSIONI

NH_3 (37%)

Trattamento lettiere (fino 30%)

NH_3 (38%)

Copertura e/o biogas (fino al 100%)

NH_3 (25%)

Interramento reflui o digestato (fino al 50%)

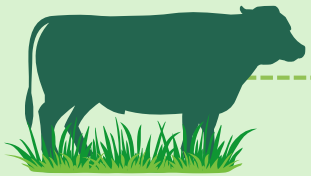
(Regione Del Veneto Direzione Agroambiente, Programmazione e Gestione ittica e faunistica-venatoria Roberto Salvò – Eva Depiera)

Stime personali

La sfida climatica della zootecnia Italiana

PIÙ RIGENERAZIONE, MINORE IMPATTO

CIRCOLARITÀ



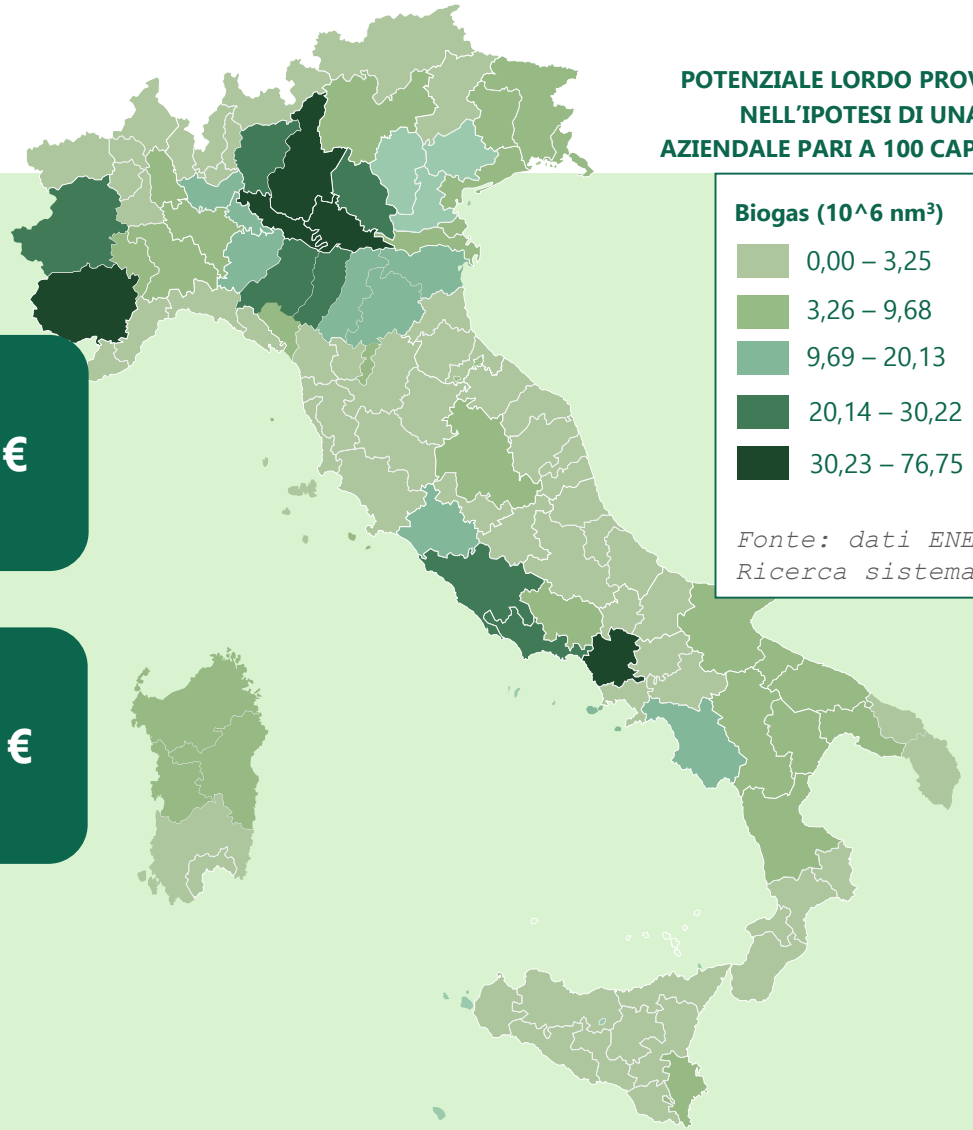
BIODIGESTORE

AZOTO
(93 kg = 2 q urea) = +€
-NH3/N2O

BIOGAS
(150-200mc/capo) = +€
- GHG

Nr. Biogas ITALIA
1.734
agrozootecnici

POTENZIALE LORDO PROVINCIALE NELL'IPOTESI DI UNA SOGLIA AZIENDALE PARI A 100 CAPI BOVINI



Biogas (10^6 nm³)

- 0,00 – 3,25
- 3,26 – 9,68
- 9,69 – 20,13
- 20,14 – 30,22
- 30,23 – 76,75

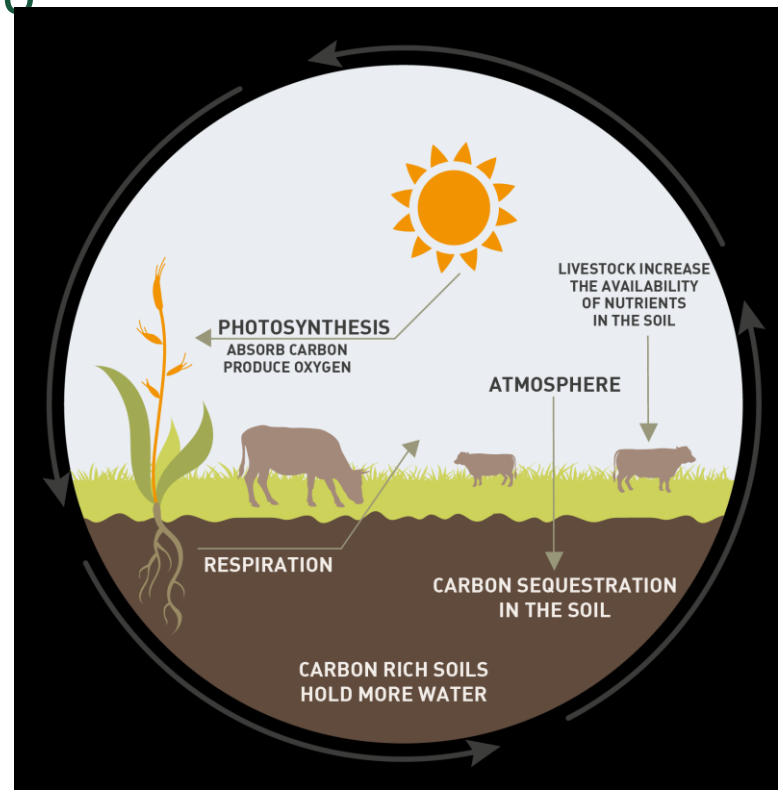
Fonte: dati ENEA, 2009
Ricerca sistema elettri

Aumento del sequestro di carbonio

Carbon farming: la nuova frontiera della mitigazione

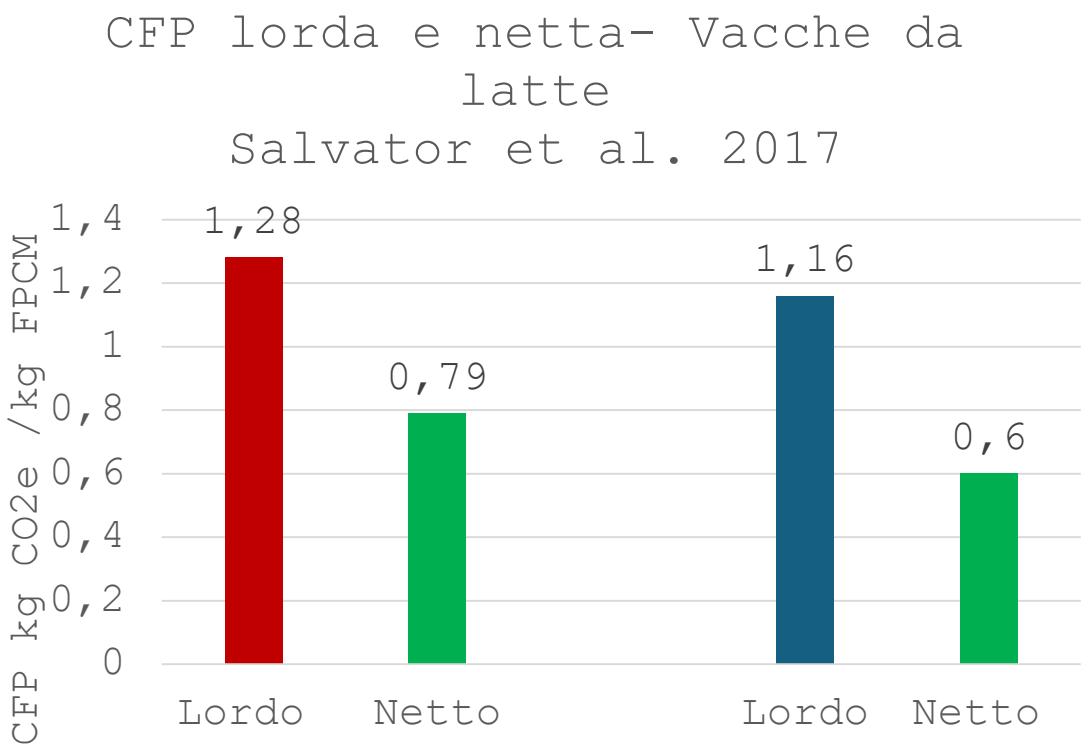
Agrotecniche e sequestro del carbonio

1. **Rimozione del carbonio**, ovvero sequestro e stoccaggio del carbonio nel suolo,nella vegetazione e nelle colture
2. **Limitare le emissioni** prevenendo le perdite di carbonio già immagazzinato nel suolo e nella vegetazione.
3. **Riduzione delle emissioni** generate dalle attività agricole



La capacità del suolo di catturare la CO2 atmosferica può rappresentare il **25%** della mitigazione naturale (EU, F2F).

Aumentare il sequestro di CO2 nei suoli e nella vegetazione riduce la CFP



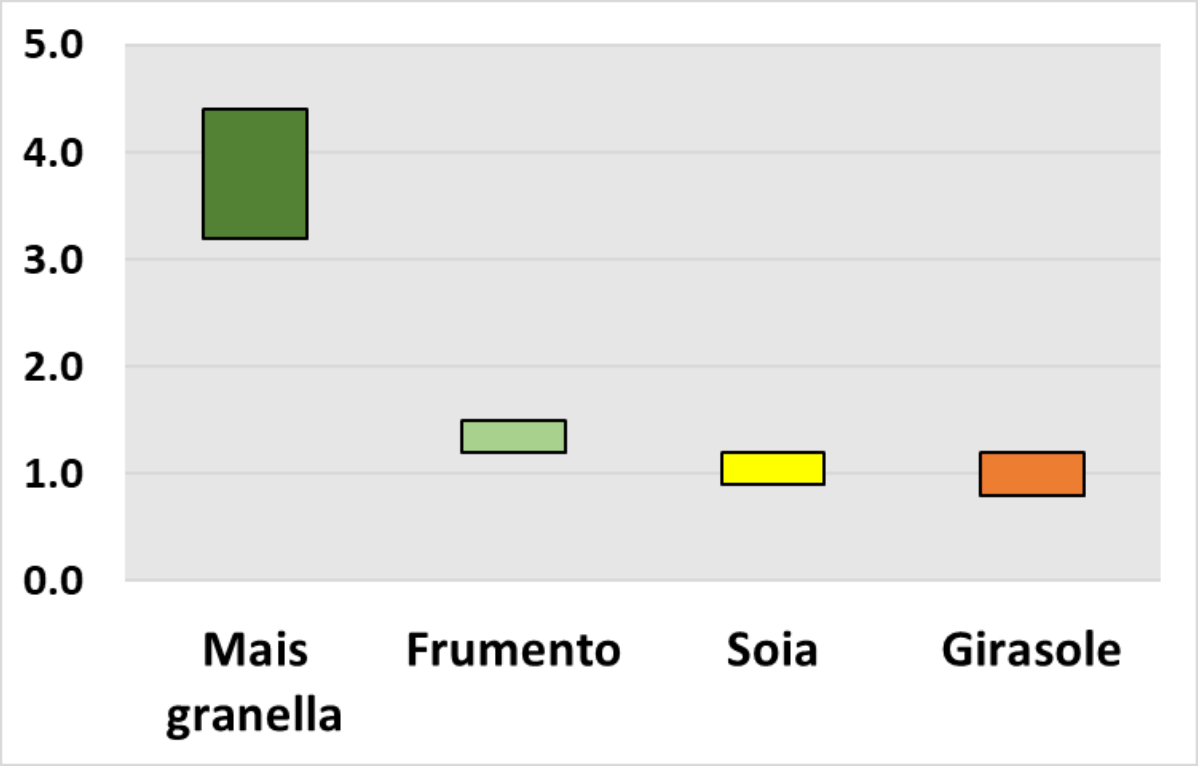
- L'agricoltura conservativa e rigenerativa può consentire importanti riduzioni nelle emissioni nette (cover crops, ammendanti [biochar], minimum o no tillage, agroforesstry, ecc)

- I sequestri possono anche raggiungere il 50% delle emissioni lorde dell'allevamento.

Dare importanza ai residui colturali (cortesia prof. A. Reynieri di Lagnasco

Assorbimento netto di CO_2: confronto tra colture

Sequestro di gas serra



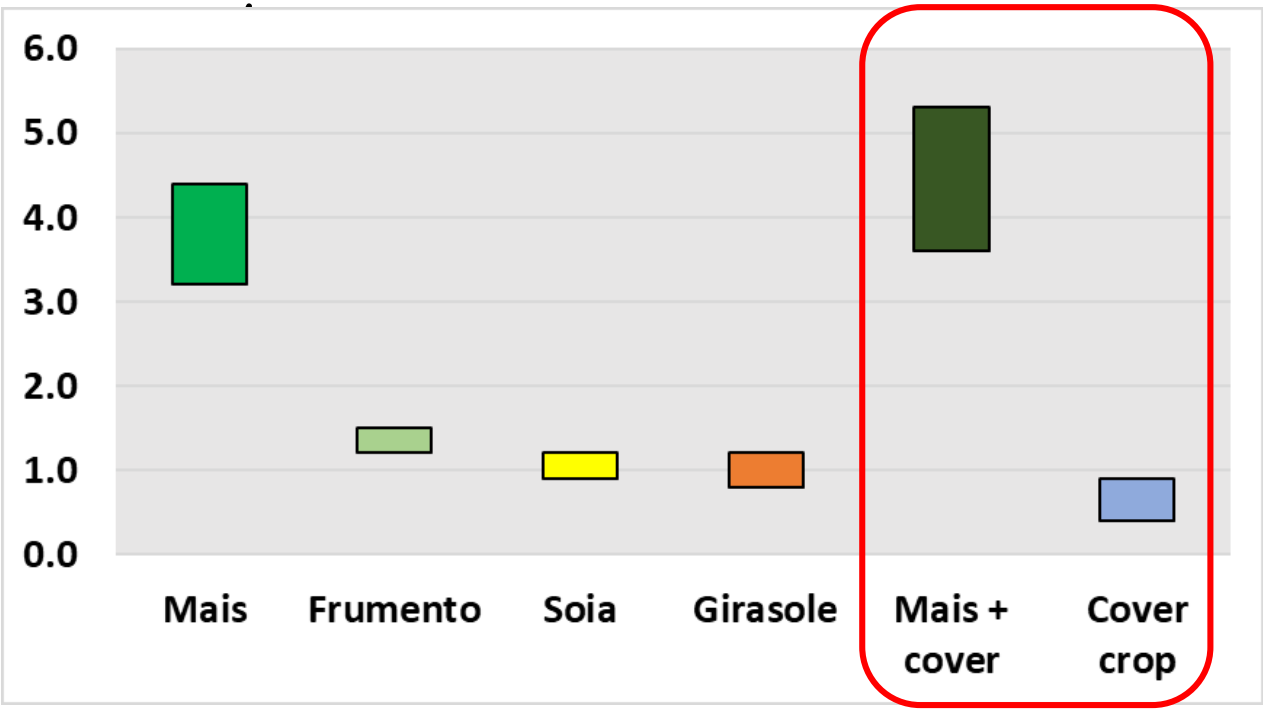
Reyneri e Scapino: Modello SIMAPRO rel. 2022

Dare importanza ai residui colturali

(cortesia prof. A. Reynieri di Lagnasco)

Assorbimento netto di CO_2: confronto tra colture

Sequestro di gas serra



Mais granella + cover crop +20 %

Diversi sistemi foraggeri, diverso stock di carbonio nel suolo

Journal of Cleaner Production 260 (2020) 121012

Contents lists available at ScienceDirect

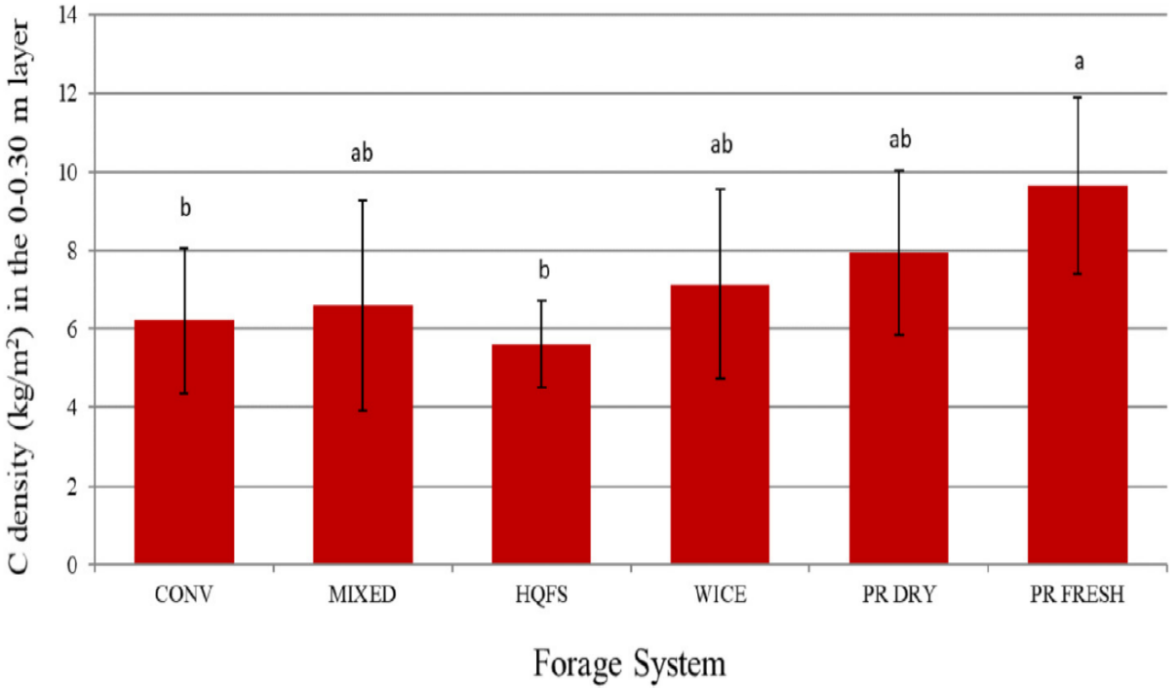
Journal of Cleaner Production

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jclepro

Forage systems and sustainability of milk production: Feed efficiency, environmental impacts and soil carbon stocks

G. Gislon [a], F. Ferrero [b], L. Bava [a,*], G. Borreani [b], A. Dal Prà [c], M.T. Pacchioli [c], A. Sandrucci [a], M. Zucali [a], E. Tabacco [b]

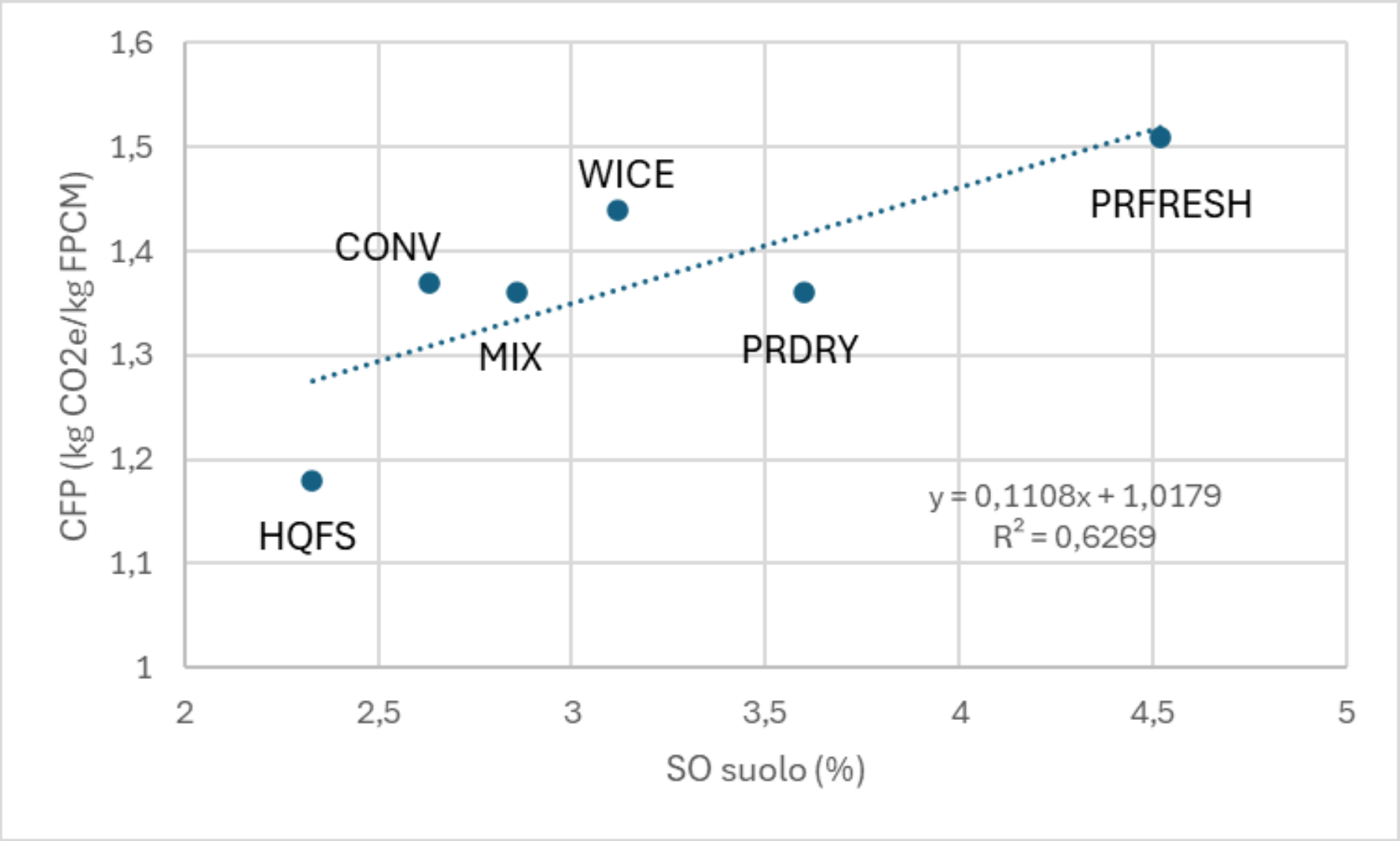
[a] Università Degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, 20133, Milano, Italy
[b] Università Degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, 10095, Grugliasco, Italy
[c] Centro Ricerche Produzioni Animali, 42121, Reggio Emilia, Italy



HQFS= Alta Qualità Foraggi
CONV = Convenzionale
MIX = Bassa intensità
WICE = Insilati invernali
PRDRY = Foraggi secchi PermRegg
PRFRESH = Foraggi freschi ParmRegg

Fig. 6. Average organic carbon density observed in the soils (0–30 cm layer) of the studied forage systems.
Abbreviations: CONV: Conventional corn silage system; MIXED: low intensity mixed system; HFQS: High quality forage system; WICE: Winter cereal silage system; PR DRY: Hay system for Parmigiano Reggiano PDO cheese production; PR-FRESH: Hay and fresh forage system for Parmigiano Reggiano PDO cheese production.

Purtroppo, maggiore stock, maggiori emissioni (elab. Dati Gislon et al. 2020)



L’UE sta regolando la materia del sequestro di C e della certificazione

Parlamento europeo

2019-2024

TESTI APPROVATI

P9_TA(2023)0402

Quadro di certificazione dell'Unione per gli assorbimenti di carbonio

Emendamenti del Parlamento europeo, approvati il 21 novembre 2023, alla proposta di regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio che istituisce un quadro di certificazione dell'Unione per gli assorbimenti di carbonio (COM(2022)0672 – C9-0399/2022 – 2022/0394(COD))[1]

(Procedura legislativa ordinaria: prima lettura)

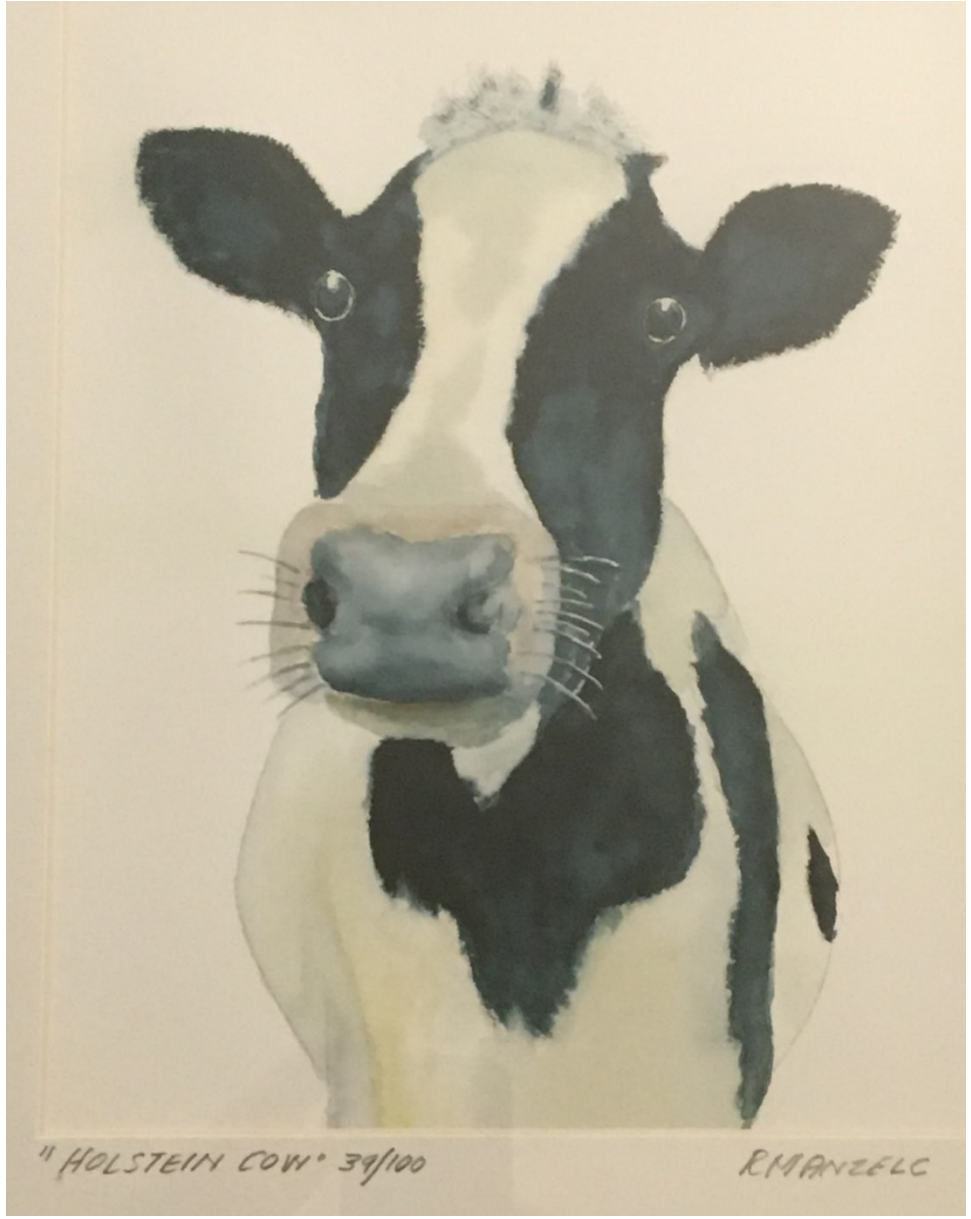
Riassumendo….

La CFP e la NFP possono essere ridotti agendo su tutti i fattori zootecnici, agricoli e organizzativi dell’azienda

Ridurre gli impatti ambientali conviene = l’azienda meno impattante è anche quella che margina di più (gli indicatori possono essere utilizzati per l’anamnesi aziendale [Atzori & Gallo])

Aumentare i sequestri di carbonio non solo riduce gli impatti netti, ma può rappresentare una risorsa economica per l’azienda multifunzionale

La transizione ambientale nella vacca da latte non è un costo, ma un’opportunità



Grazie per l’attenzione

UNISS
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI SASSARI