

Sustainability and Animal Agriculture

Dati, Contesti e Malintesi sulle Produzioni Animali

L'obiettivo di questo incontro è fare chiarezza su **alcuni** aspetti salienti relativi all'impatto ambientale delle produzioni animali.



Non tutti i dati sono uguali

I dati più diffusi sono spesso **macro-aggregati**: mostrano **tendenze generali**, non analisi puntuale o contestualizzate



Contesti diversi, impatti diversi

I sistemi produttivi e i territori sono molto eterogenei: a condizioni diverse corrispondono **esternalità ambientali diverse**, con vantaggi e svantaggi che variano caso per caso.

Aspetti introduttivi

Sostenibilità e conflitti tra dimensioni della sostenibilità



Qualche definizione

Produzioni sostenibili

Produzione che soddisfi le esigenze del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie esigenze



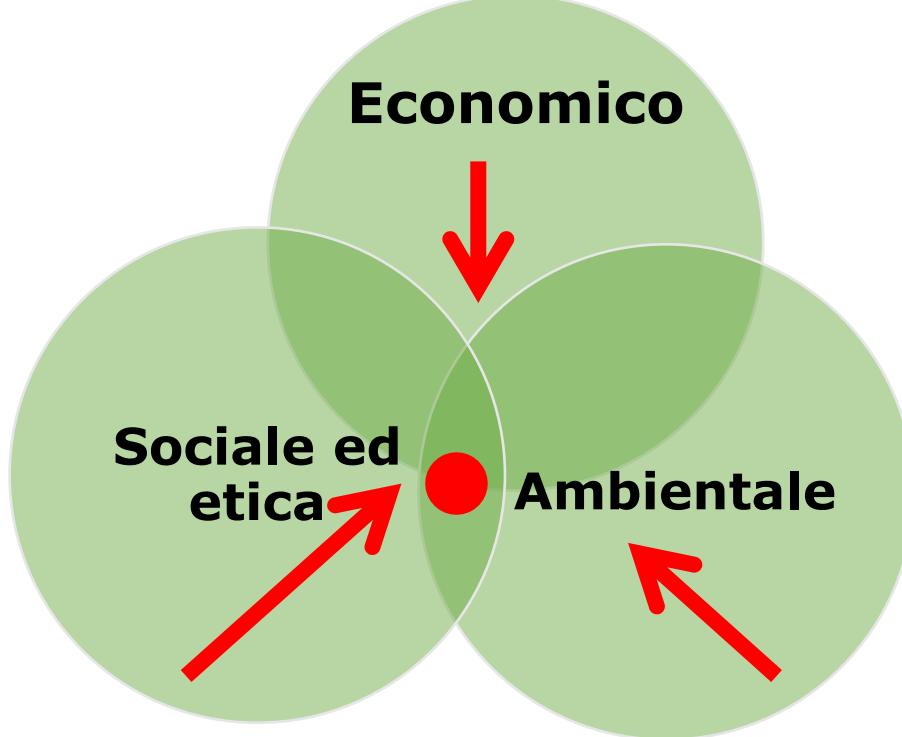
Produrre alimenti con elevato utilizzo di input produttivi che immettono gas climalteranti può incrementare la produzione presente ma compromettere la produzione agricola per le generazioni future

Qualche definizione

Produzioni sostenibili

Produzione che soddisfi le esigenze del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie esigenze

Dimensioni della sostenibilità



Quando si sente parlare di sostenibilità si pensa innanzitutto alla **tutela dell'ambiente, ma** il concetto deve includere una serie di significati - tra loro interconnessi - a partire dagli aspetti **sociali** ed **economici** .

Conflitti tra dimensioni della sostenibilità

Soddisfare tutte le dimensioni della sostenibilità (ambientale, sociale ed economica) contemporaneamente è complesso, spesso impossibile, perché spesso gli obiettivi in conflitto tra loro

Esempio.

Parco solare su terreni agricoli

Dimensione



- **Ambientale:** Minore dipendenza dai combustibili fossili ✓
- **Economico:** Costi di produzione dell'energia più alti e necessità di sussidi che potrebbero essere allocati diversamente ✗
- Riduzione della superficie agricola disponibile, con potenziali impatti negativi sull'economia locale ✗
- **Sociale/etico:** Cambiamenti nel paesaggio riduzione della disponibilità di alimenti ✗

Preliminary Warning

In questo incontro

Ci concentreremo principalmente sulla dimensione ambientale della sostenibilità, con un focus specifico, ma non esclusivo, sull'impatto dell'alimentazione animale in termini di emissioni di gas serra (Greenhouse Gases, GHG).

I gas serra sono diversi (principali CH_4 , NO_2 , CO_2) e hanno impatti diversi sul cambiamento climatico. Per confrontarli, useremo l'unità CO_2 equivalente (CO_2 eq), che esprime l'effetto di ciascun gas serra in termini di CO_2

Sustainability and Animal Agriculture:

Sostenibilità e Agricoltura Animale: Qual è il Problema

L'importanza del problema



Su scala globale, la produzione primaria evidenzia un forte squilibrio tra il limitato contributo economico che offre e il rilevante impatto ambientale che produce

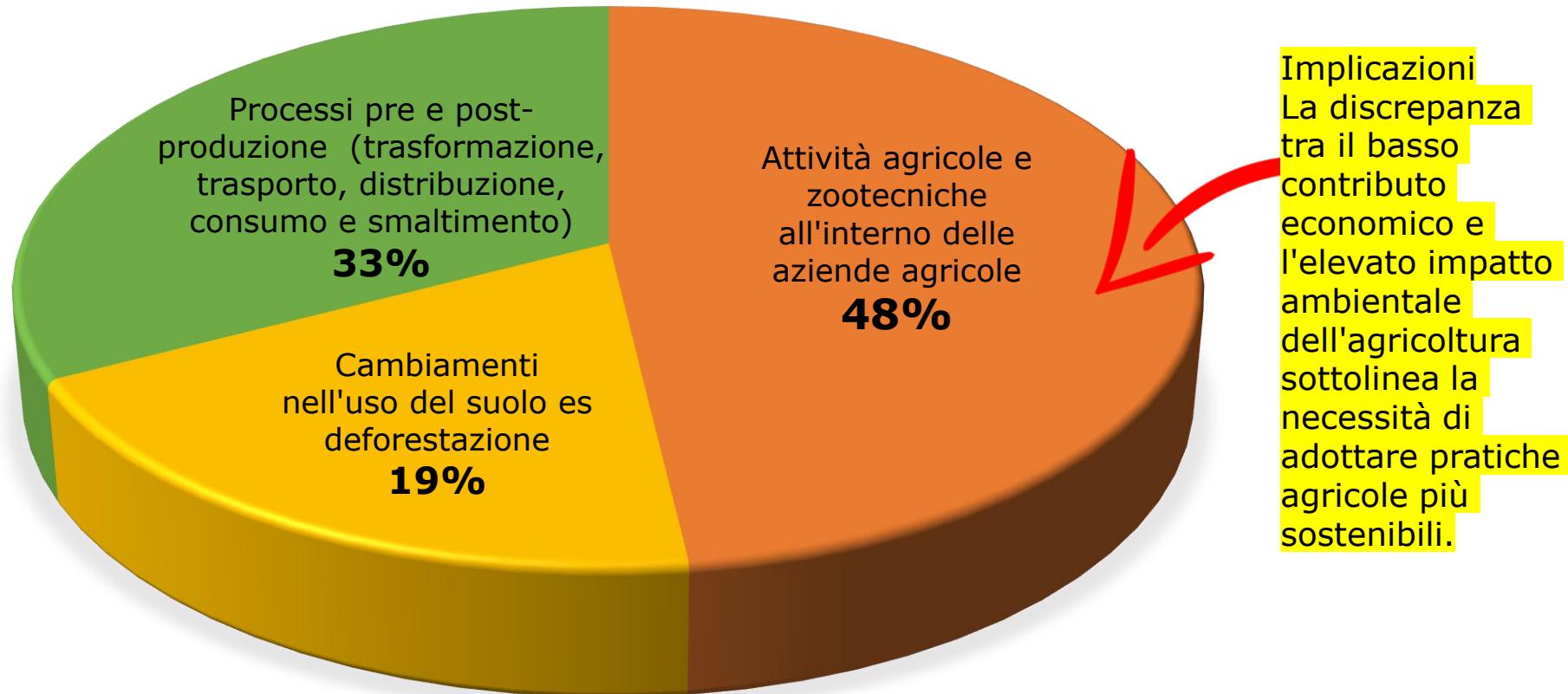
Settore agricolo	Percentuale globale
*Contributo al PIL	5.9%
**Contributo alle emissioni gas climalteranti - GHG	~15%

*Banca Mondiale (World Bank): Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP)
<https://tradingeconomics.com/world/agriculture-value-added-percent-of-gdp-wb-data.html>

**FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations):
Greenhouse gas emissions from agrifood systems: Global, regional and country trends (2000–2022)

Emissioni gas serra (GHG) dal sistema agroalimentare sistemi agricoli: 16,2 miliardi di tonnellate di CO₂ eq (29,7%)

Distribuzione delle emissioni agroalimentari globali (2022)



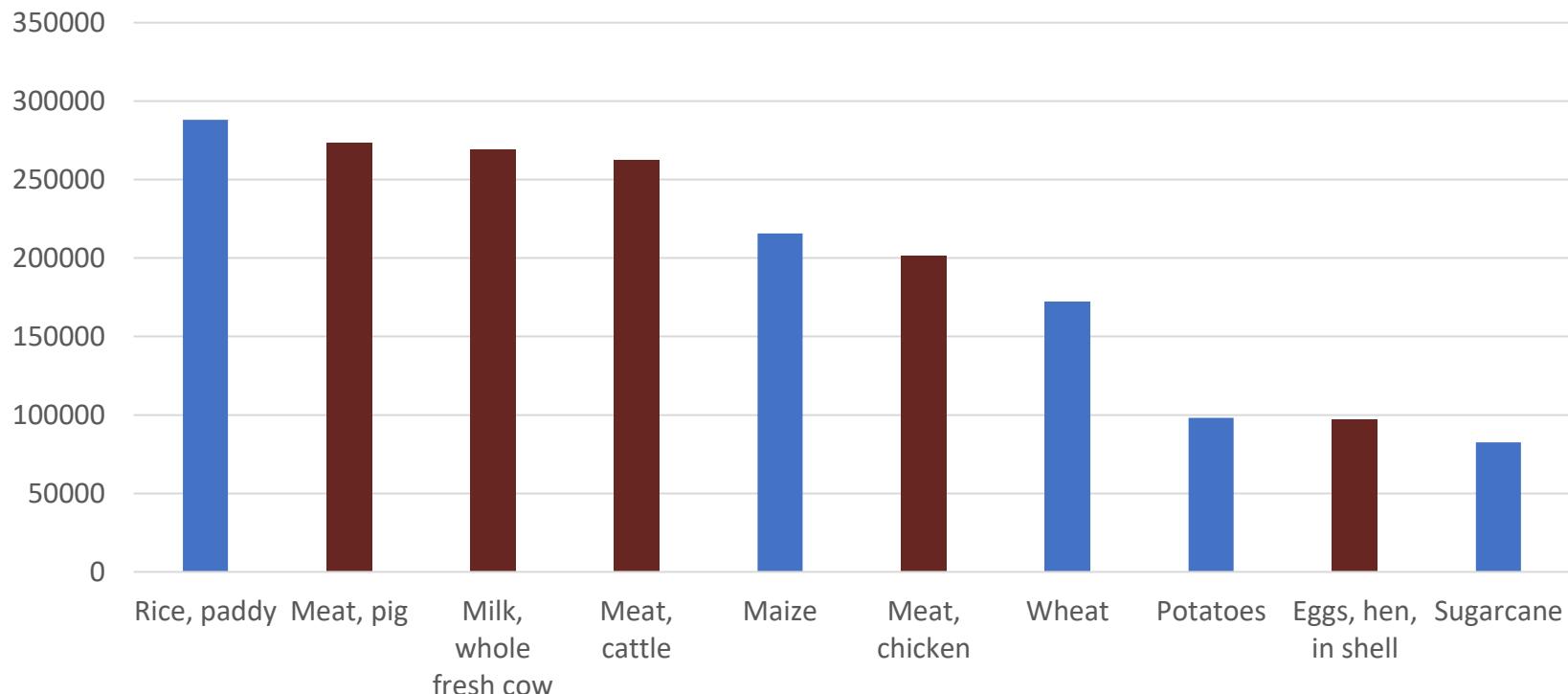
FAO. "Greenhouse gas emissions from agrifood systems. Global, regional and country trends, 2000–2020." FAOSTAT Anal. Br. Ser. 50 (2022): 1-12

**CO₂ eq (anidride carbonica equivalente) è un'unità di misura usata per esprimere l'impatto dei diversi gas serra sul cambiamento climatico come se fossero tutti CO₂. Permette di sommare gas diversi (es. metano, protossido di azoto) in un'unica metrica comparabile

I prodotti animali rappresentano il 40% del PIL agricolo a livello globale – 2.36% del PIL mondiale

Valori delle maggiori produzioni Agricole globali in million USD

(average 2007-2016; animal source foods: USD 830 billion)



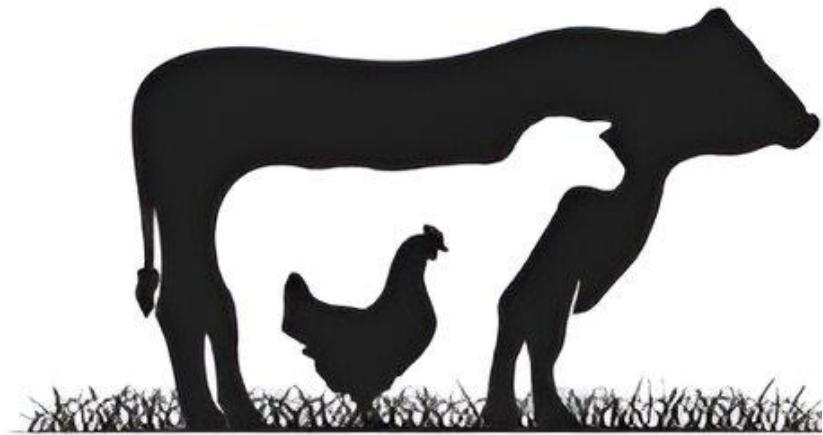
USD – Dollaro US.

Problemi di sostenibilità delle produzioni animali

Impatto globale. L'allevamento è responsabile di circa il 14.5% delle emissioni totali di gas serra secondo la FAO (più dell'intero settore dei trasporti) a fronte di una incidenza sul PIL dell'2.36%

– Problematiche

- **Inefficienza nella produzione**
(conversione di alimenti zootecnici in latte , carne, ecc.)
- **Emissioni di gas serra** (metano)
- **Deforestazione** e perdita di biodiversità
- **Consumo e inquinamento delle risorse idriche**



Fonte: FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2013. *Tackling Climate Change Through Livestock: A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities*

PROBLEATICHE_1

Inefficienza nella produzione (conversione di alimenti zootecnici in latte , carne, ecc.)

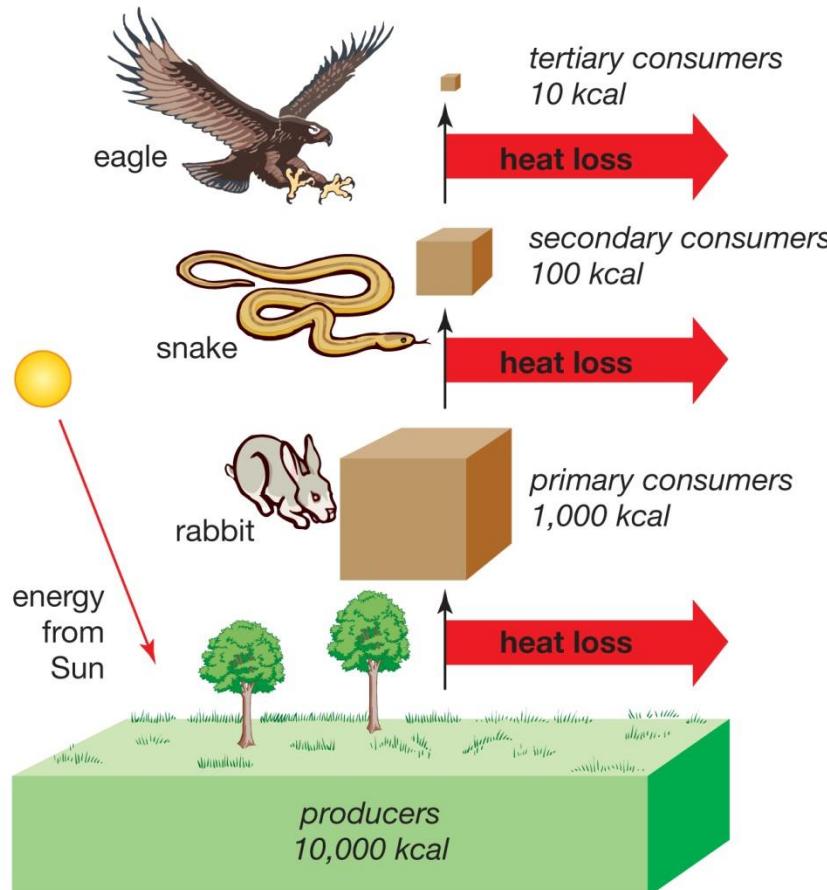
Le Produzioni animali sono un processo di trasformazione per cui dagli alimenti zootecnici (livestock feeds) produciamo alimenti di origine animale (animal foods)



Ambiente Agricolo

Trophic levels

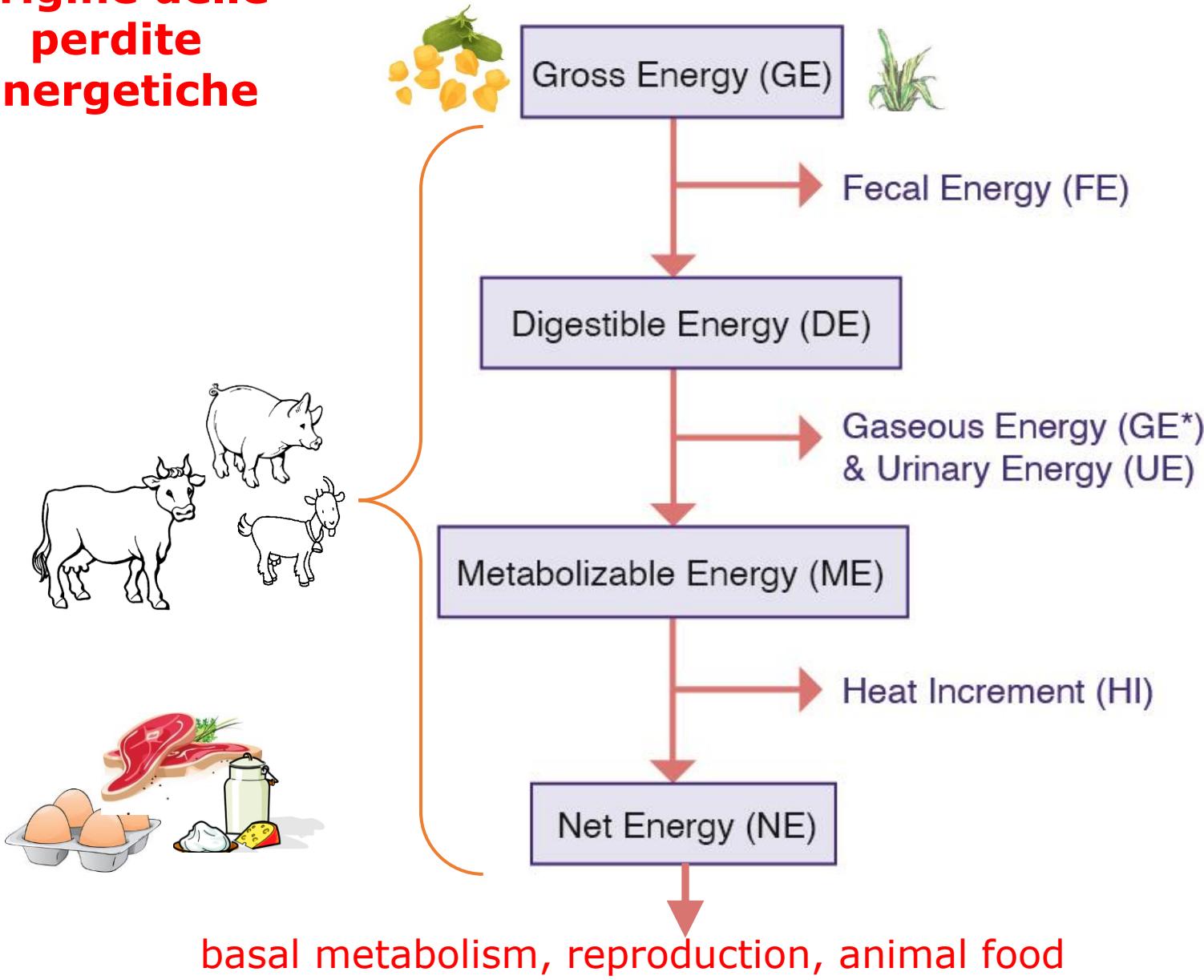
Energy flow and trophic levels



© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

Energy Flow Diagram

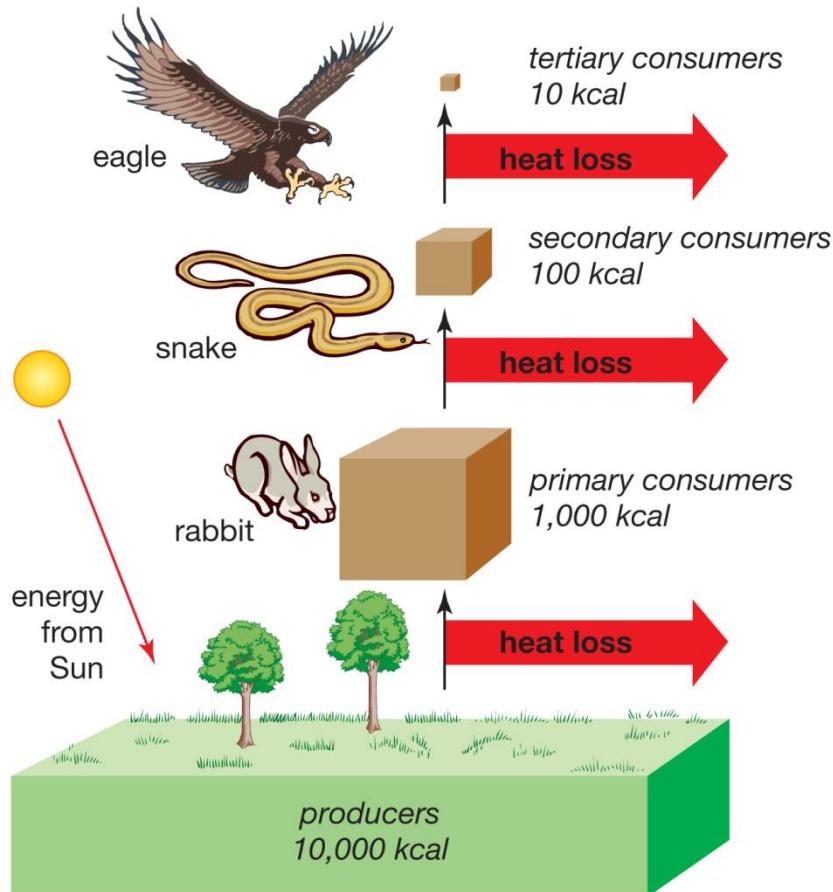
Origine delle perdite energetiche



The lower the metabolic losses, the higher the transformation efficiency ¹⁷

Trophic levels

Energy flow and trophic levels



© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

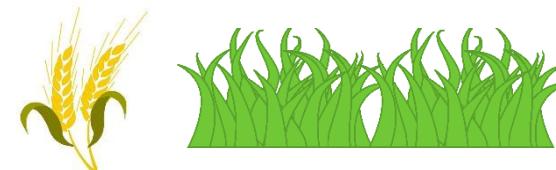
Animal agriculture



Animal based foods



Energy loss



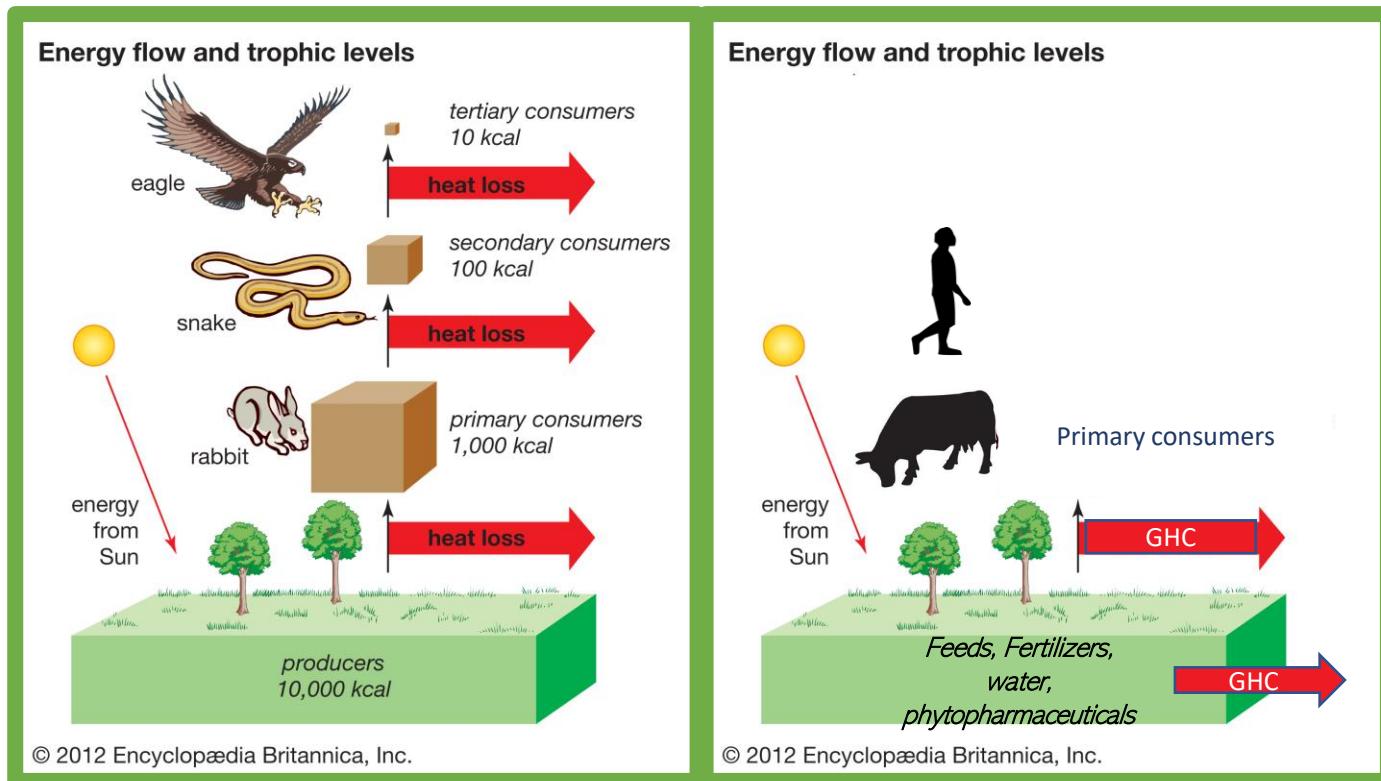
Feeds, Fertilizers, water, phytopharmaceuticals

GHG

GHG

La trasformazione delle piante in prodotti animali comporta il passaggio a un livello trofico superiore e una perdita di energia

TAKE HOME MESSAGE: Le produzioni animali presentano un'efficienza energetica inferiore rispetto a quelle vegetali, in quanto implicano il passaggio a un livello trofico superiore, con conseguente dispersione di energia secondo le leggi della termodinamica applicate agli ecosistemi



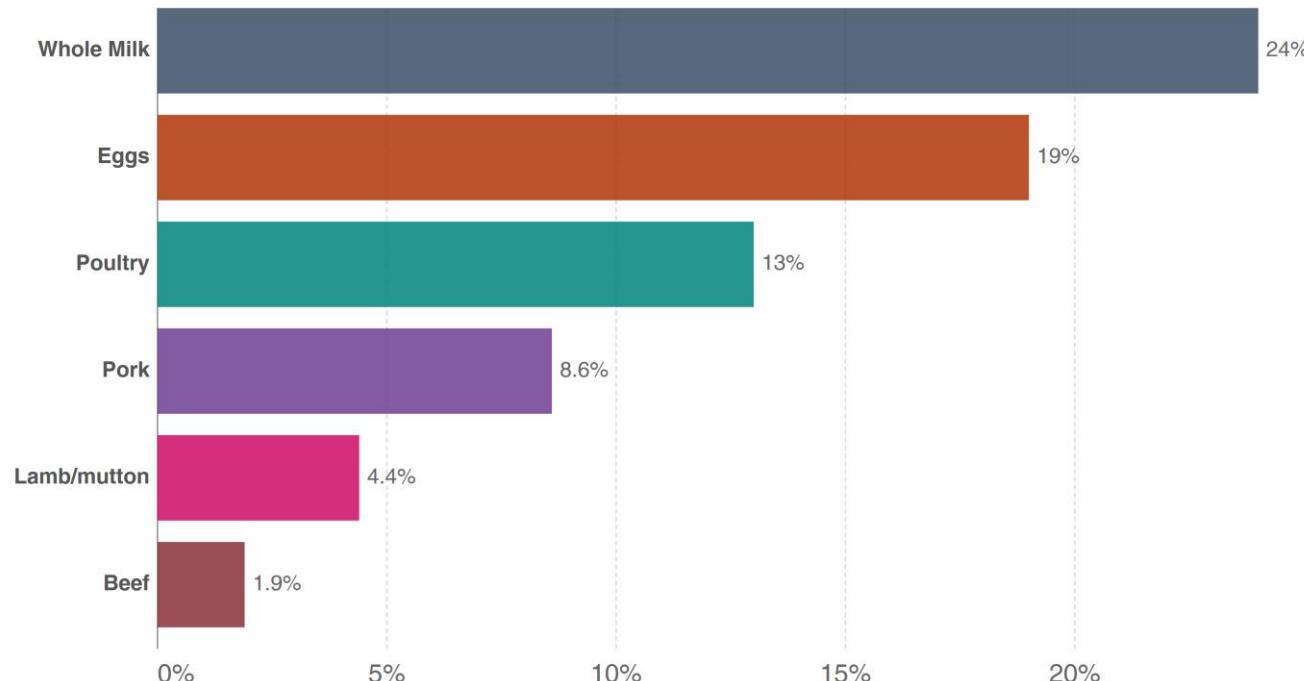
PERDITA DI ENERGIA DURANTE I PROCESSI DI TRASFORMAZIONE



Energy efficiency of meat and dairy production

Our World
in Data

The energy efficiency of meat and dairy production is defined as the percentage of energy (caloric) inputs as feed effectively converted to animal product. An efficiency of 25% would mean 25% of calories in animal feed inputs were effectively converted to animal product; the remaining 75% would be lost during conversion.



Source: Alexander et al. (2016). Human appropriation of land for food: the role of diet. Global Environmental Change.
OurWorldInData.org/meat-production • CC BY

Losses 76 - 98/%

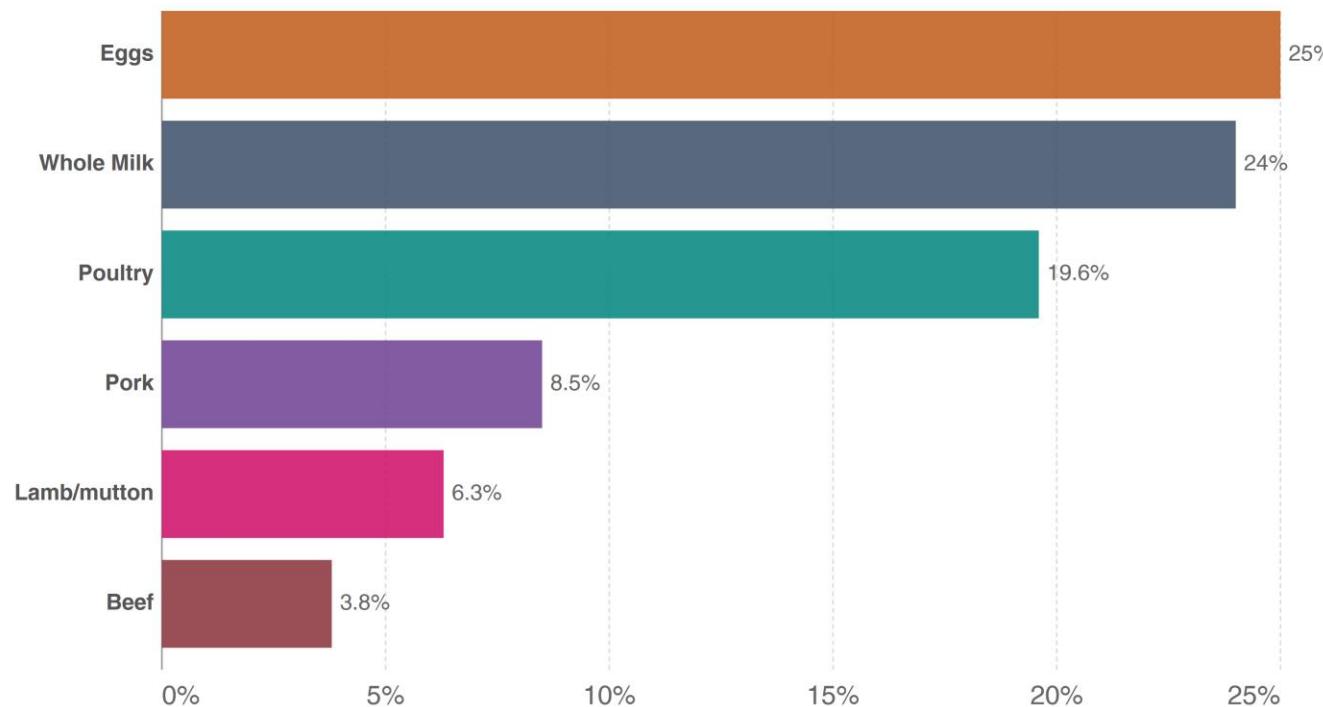
PERDITA DI PROTEINA DURANTE I PROCESSI DI TRASFORMAZIONE



Protein efficiency of meat and dairy production

The protein efficiency of meat and dairy production is defined as the percentage of protein inputs as feed effectively converted to animal product. An efficiency of 25% would mean 25% of protein in animal feed inputs were effectively converted to animal product; the remaining 75% would be lost during conversion.

Our World
in Data

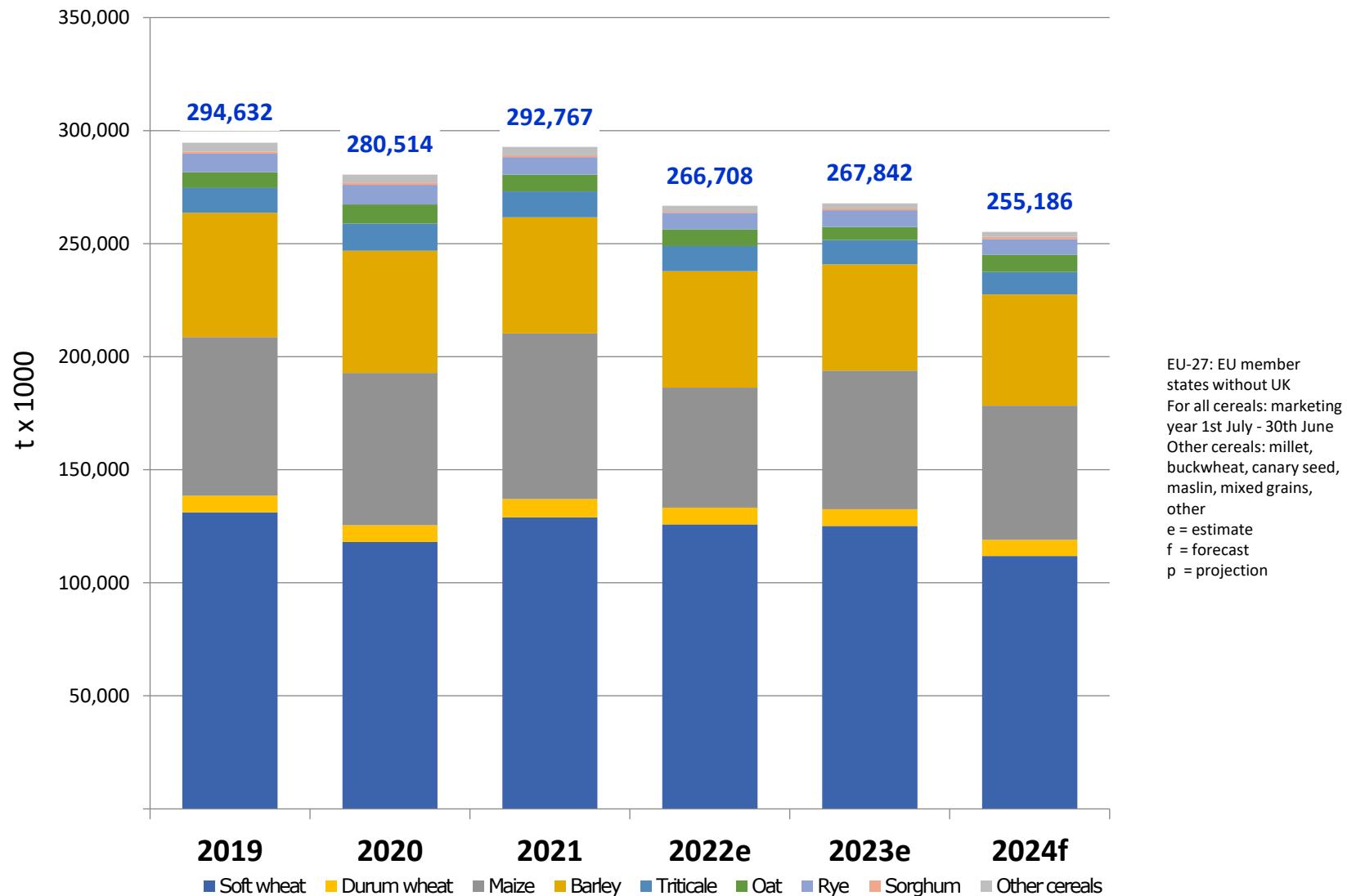


Source: Alexander et al. (2016). Human appropriation of land for food: the role of diet. *Global Environmental Change*.
OurWorldInData.org/meat-production • CC BY

Perdite comprese tra il 70 e il 99%

Official Data from UE. Nearly two-thirds of the EU's cereals are used for animal feed and around one-third for human consumption

EU-27: usable production by selected crops (thousand tonnes)



Uso dei cereali in Europa

- Circa 2/3 dei cereali coltivati in Europa viene destinato all'alimentazione animale
- L'impiego diretto dei cereali per l'alimentazione umana permetterebbe di nutrire fino a 3-4 volte più persone rispetto al loro utilizzo come mangimi (Cassidy et al., 2013), riducendo al contempo le emissioni e gli impatti ambientali legati alla gestione delle deiezioni zootecniche (FAO, 2006; Gerber et al., 2013).



Meat production in Etiophia

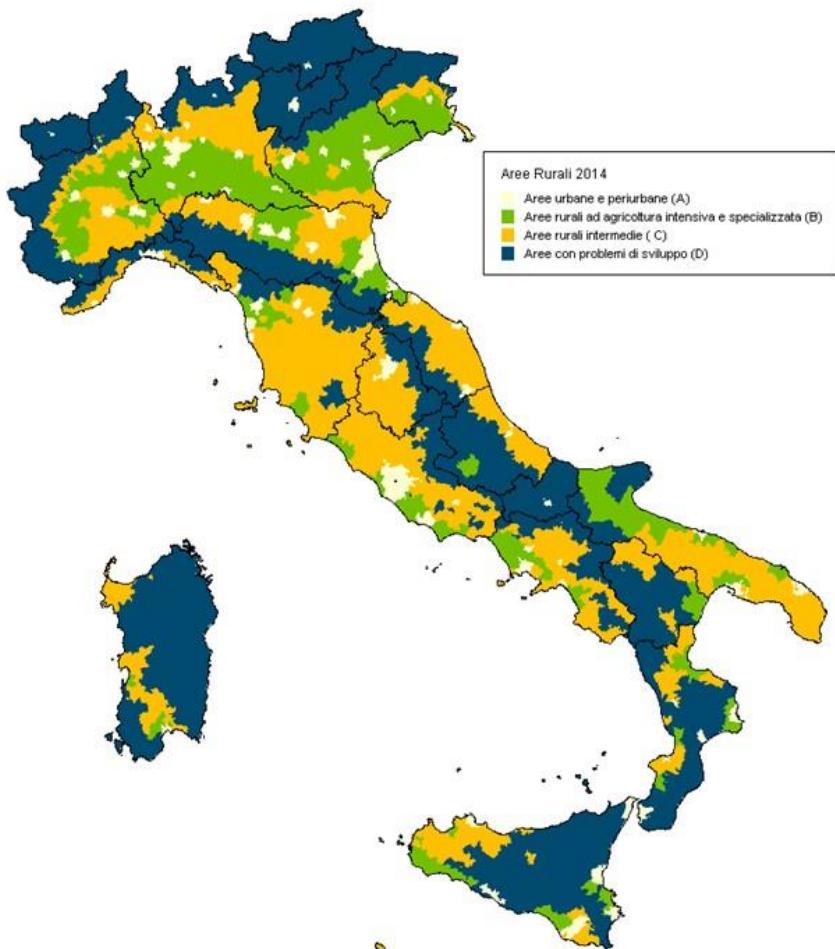


Meat production in Etiopia

L'Etiopia possiede la più grande popolazione di ruminanti in Africa, favorita da vaste aree pastorali, ma l'allevamento, prevalentemente estensivo e poco integrato nei mercati nazionale e internazionale, presenta bassa produttività per capo rispetto a sistemi più intensivi

	Rank continentale	N capi
Bovini	I	~60 milioni
Pecore	I-II	~33 milioni
Capre	I-II	~39 milioni

Arearie rurali in Italia



- **Le aree rurali intermedie – C -ma specialmente le aree rurali con problemi di sviluppo - aree D - sono le zone meno densamente popolate del Paese.**
In queste aree le attività zootecniche svolgono un importante ruolo di presidio territoriale

CONTESTO 1

Quando utilizziamo cereali per alimentare gli animali, solo una parte della loro energia viene convertita in prodotti (carne, latte, uova)

La maggior parte dell'energia viene impiegata per il metabolismo e le attività vitali dell'animale



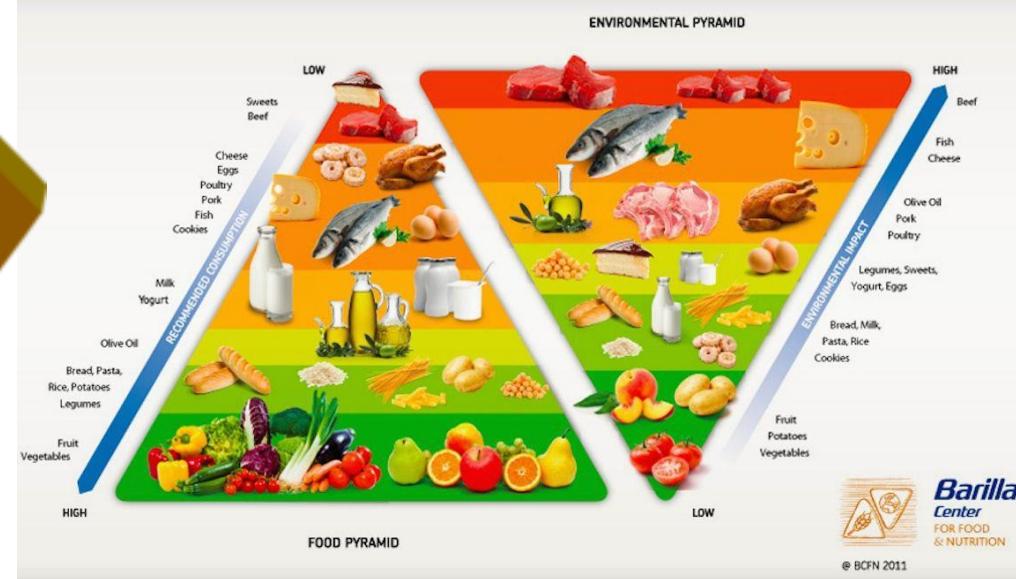
CONTESTO 2

Quando utilizziamo il pascolo, sottoprodotti o terreni marginali stiamo impiegando una risorsa che non è sfruttabile direttamente dall'uomo per fini agricoli, trasformandola in proteine di alta qualità.



Implicazioni La produzione di alimenti di origine animale richiede, in generale, un maggiore impiego di risorse naturali rispetto a quella di alimenti vegetali. Tuttavia, quando basata sull'utilizzo di pascoli naturali, aree agricole marginali o sottoprodotti agroindustriali, l'allevamento può rappresentare un mezzo efficiente per ottenere alimenti di elevato valore nutrizionale. **Animal agriculture is a complicated matter!**

Think about it!



Un piccolo esercizio di pensiero critico

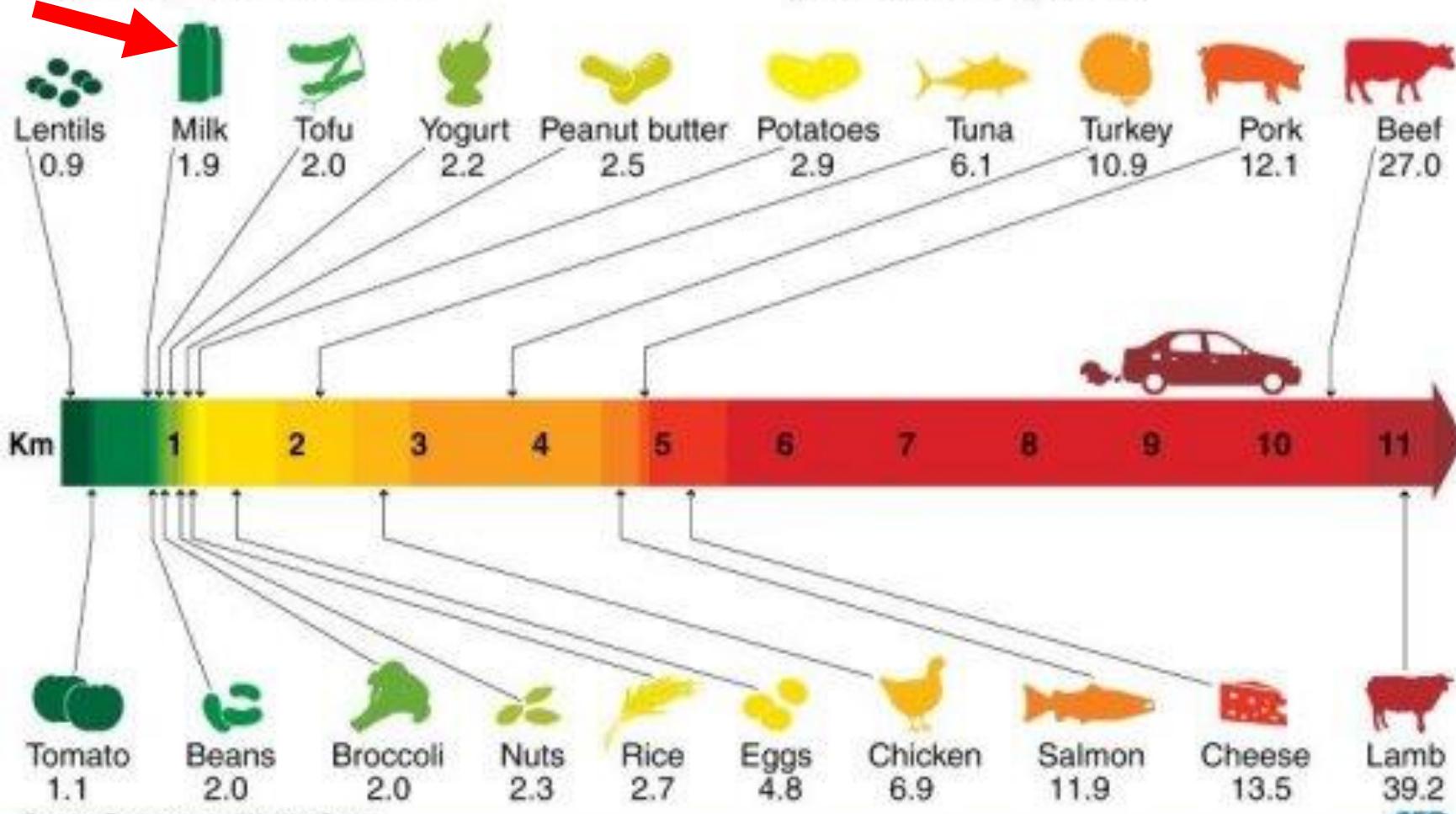
Considerando i diversi livelli trofici nella catena alimentare, gli alimenti di origine animale sono meno o più sostenibili dal punto di vista ambientale rispetto agli alimenti di origine vegetale?

Carbon footprint of what you eat

Calculations of greenhouse gas emissions from the production, processing and transportation of specific food items

■ Main chart compares 110g of food against a journey in a midsized car

■ Number shows kg of carbon dioxide equivalent produced per 1kg of food



ENVIRONMENTAL PYRAMID



FOOD PYRAMID



© BCFN 2011

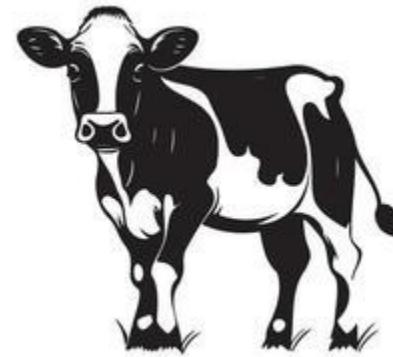
ENVIRONMENTAL PYRAMID

a small clue



Latte vs legumi

Una bovina da latte selezionata può produrre 10.000 kg di latte per lattazione



32 kg/d di latte



In condizioni ottimali di crescita, i ceci producono 1000 kg di semi per ettaro



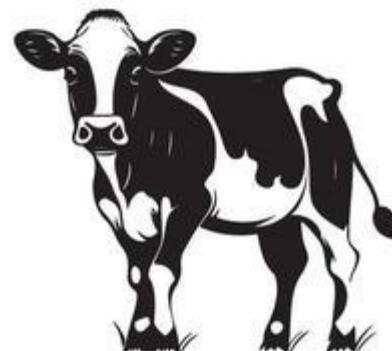
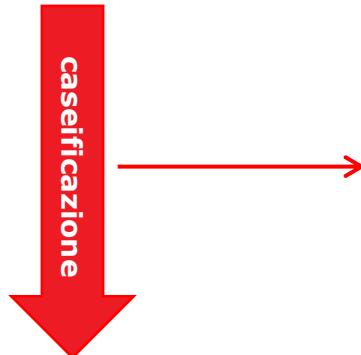
La produzione di latte genera un'impronta di carbonio complessiva (emissione GHG) più elevata rispetto ai ceci.

Tuttavia, poiché il latte viene prodotto in quantità molto maggiori, la sua impronta di carbonio per unità di prodotto (ad esempio, per litro) risulta inferiore. La produzione di legumi come i ceci comporta un'impronta di carbonio totale più contenuta, ma distribuita su volumi minori, determinando così un'impronta più alta per unità di prodotto

Latte vs formaggio

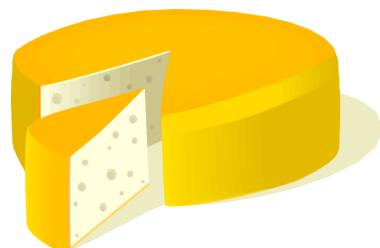
10- 20% resa latte in formaggio
Servono **8-10 litri di latte per ottenere 1 kg di formaggio.**

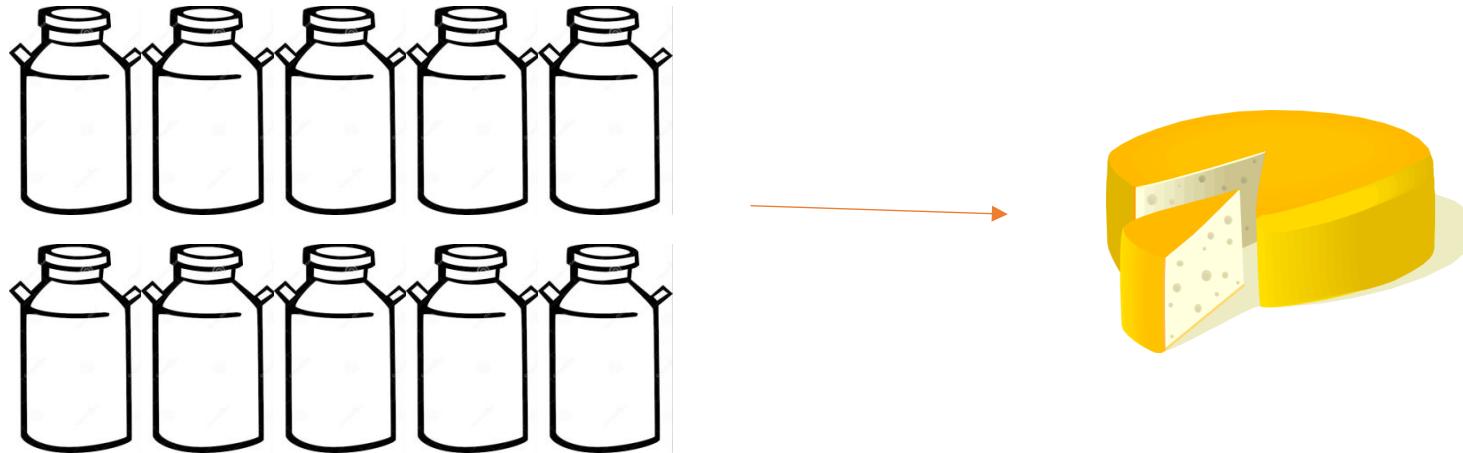
10 kg of latte



I **processo di caseificazione** (cioè trasformare il latte in formaggio usando calore, caglio, fermenti, ecc.) **non è particolarmente energivoro** poiché non richiede temperature elevate né un uso massiccio di combustibili fossili, quindi la **fase di trasformazione** ha **un'impronta di carbonio relativamente bassa**.

1 - 2 kg of formaggio





L'impronta di carbonio associata alla produzione del latte si distribuisce su una grande quantità di prodotto quando viene consumato come latte alimentare.

Nel caso del formaggio, la quantità di prodotto ottenuta è significativamente inferiore, rendendo l'impronta di carbonio per unità di prodotto più elevata.

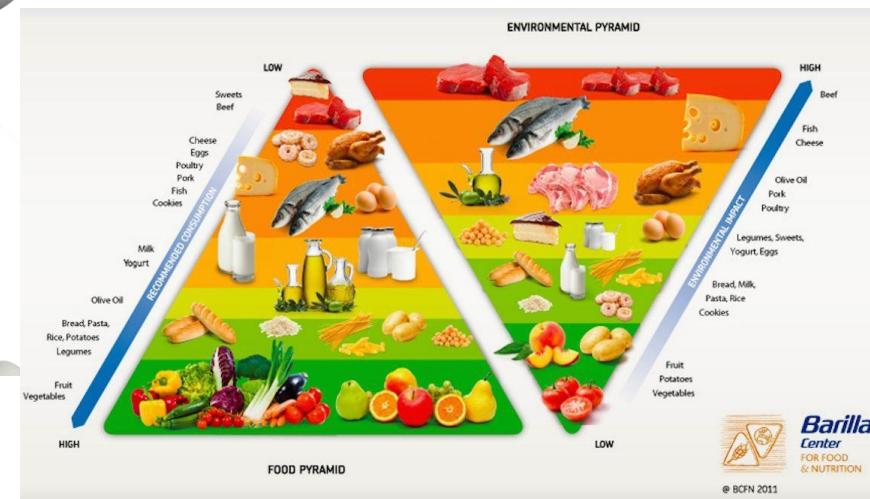
Impronta di carbonio del formaggio (GHG) in media tra **8 e 13 kg** di CO₂ equivalente per kg,

Impronta di carbonio del latte si aggira attorno a **1-1,5 kg** di CO₂ equivalente per litro

Pertanto, il formaggio ha un impatto ambientale per unità di prodotto molto più elevato rispetto al latte..



Take home message_2



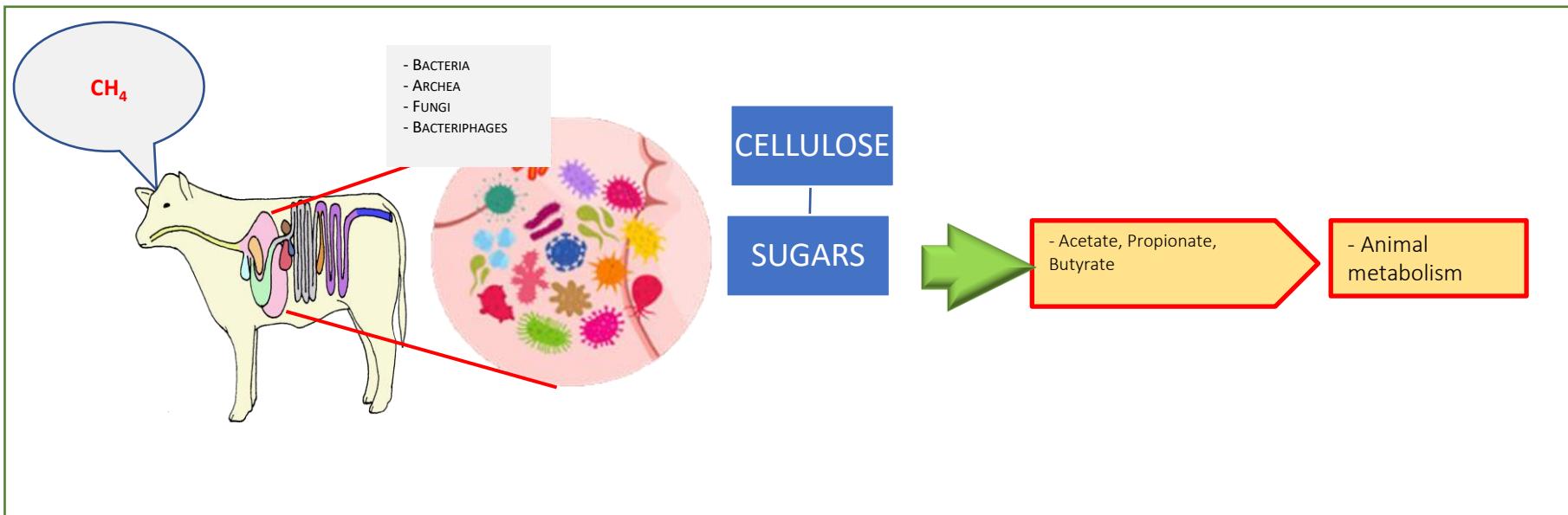
Un approccio puramente quantitativo alla problematica ambientale delle produzioni alimentare può generare effetti distorsivi

TEMA DIBATTUTO: IMPORTANZA DEL METODO DI CALCOLO
AD ESEMPIO, L'IMPRONTA DI CARBONIO DEL CIBO BIOLOGICO È SUPERIORE A QUELLA DEL CIBO CONVENZIONALE A CAUSA DI UNA PRODUTTIVITÀ INFERIORE.

PROBLEMATICHE_2

Emissioni di gas serra (metano)

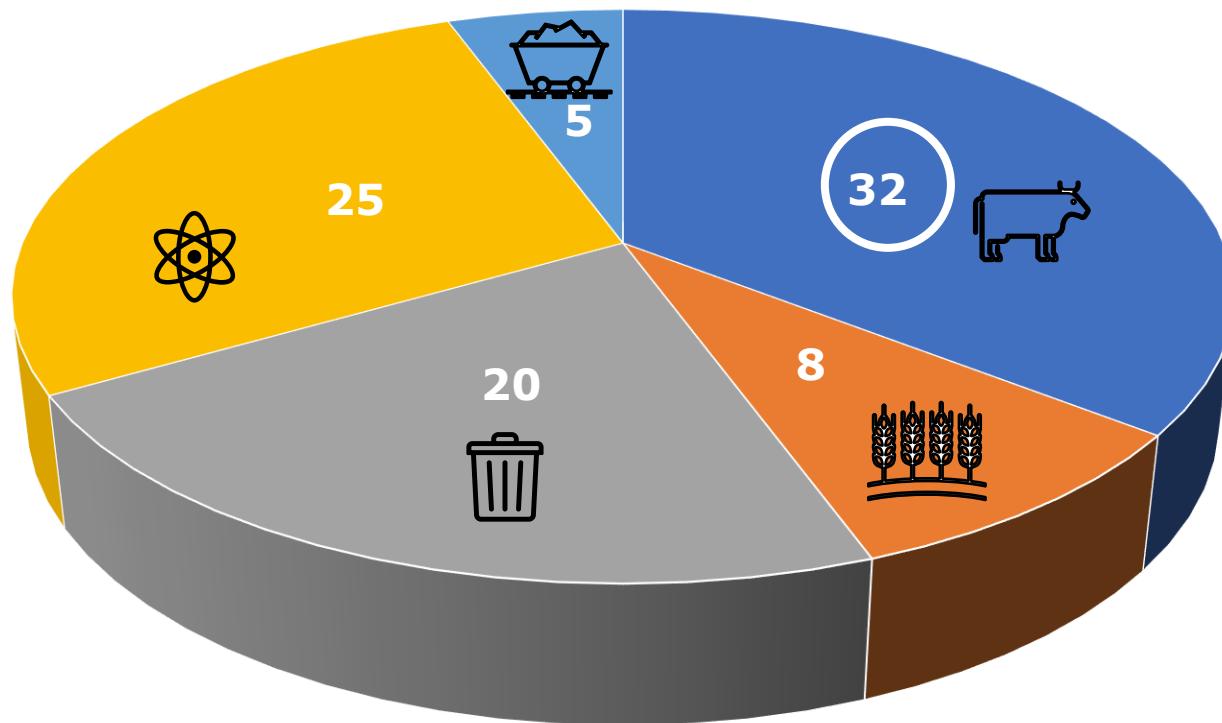
- ◆ Il **metano** emesso dai ruminanti deriva dalla **fermentazione enterica** nel **rumine**, dove **microrganismi anaerobici** decompongono la cellulosa
- ◆ Il metano prodotto viene emesso principalmente tramite **eruzione**.
- ◆ Un **bovino adulto** può emettere tra **70 e 120 kg di metano all'anno** (**1,5 miliardi di bovini**).





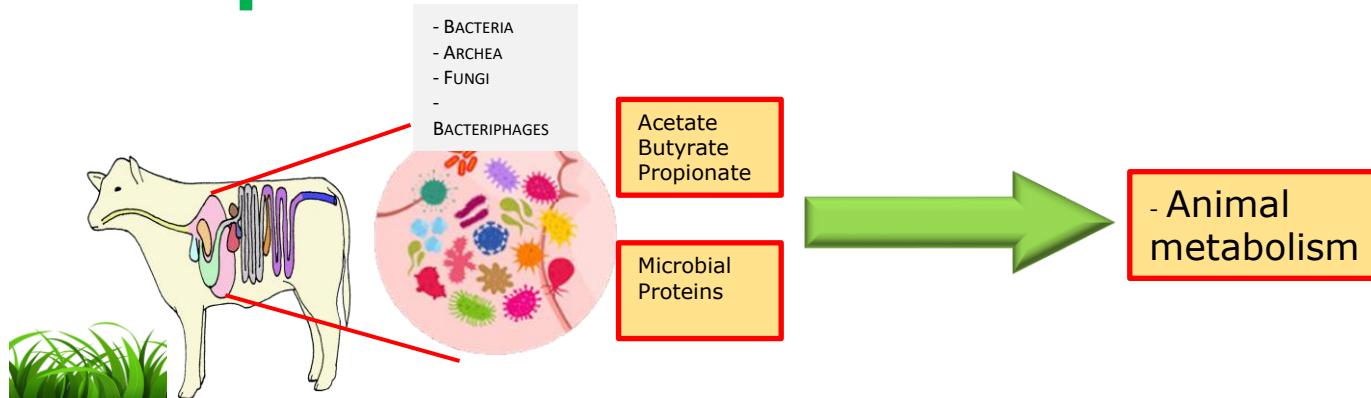
Fonti principali di metano a livello globale

Incidenza % delle diverse fonti di emissione di metano a livello globale



- Ruminanti (fermentazione enterica)
- Rifiuti solidi e discariche
- Gestione dei liquami zootechnici
- Coltivazioni di riso allagate
- Settore energetico

Il sistema digestivo dei ruminanti ha avuto un sorprendente successo evolutivo



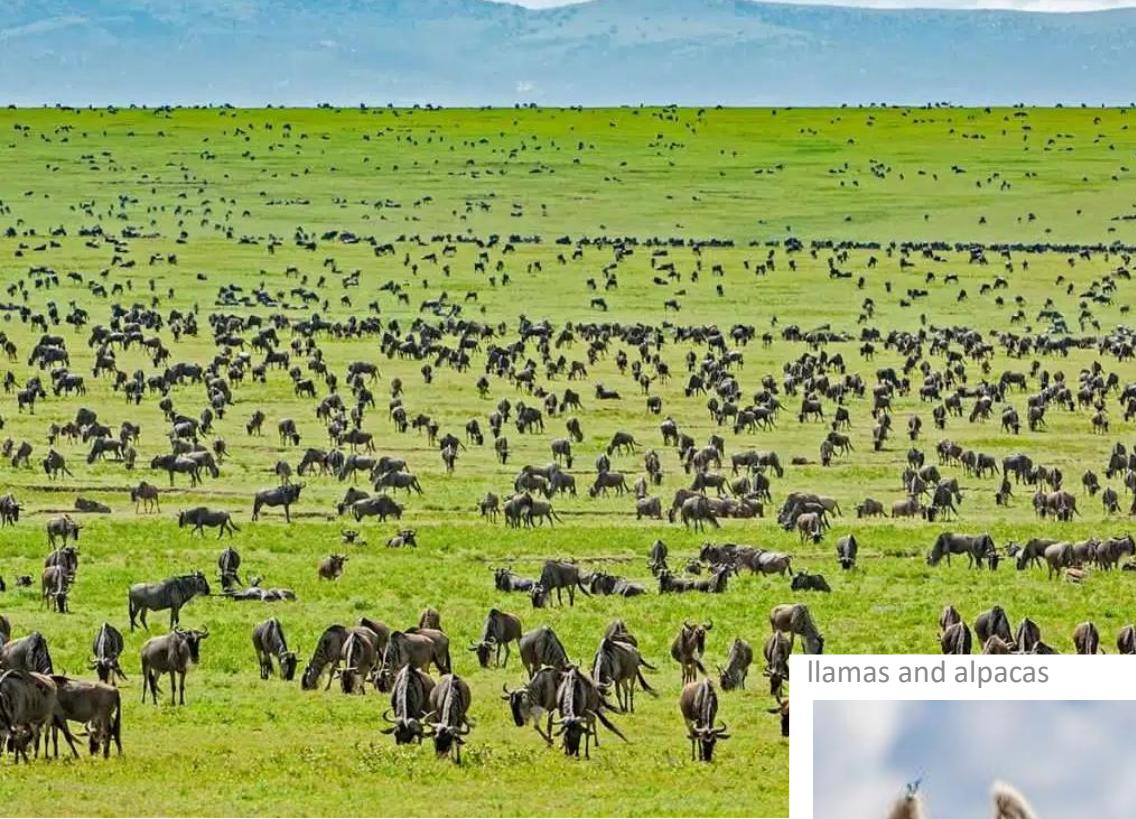
Take home message
I ruminanti possono sostenere 1000 kg di peso vivo mangiando erba.

Ruminants in northern hemisphere



Caribou





Gnu

Ruminants in southern hemisphere



llamas and alpacas

Questions

Perché non ci preoccupiamo dei miliardi di ruminanti selvatici che emettono CO₂ e metano?

Perché, nonostante siano comparsi circa 50 milioni di anni fa, il clima del pianeta non è cambiato drasticamente a causa della loro presenza?



Let's take a step back: the Carbon cycle

Processi naturali:

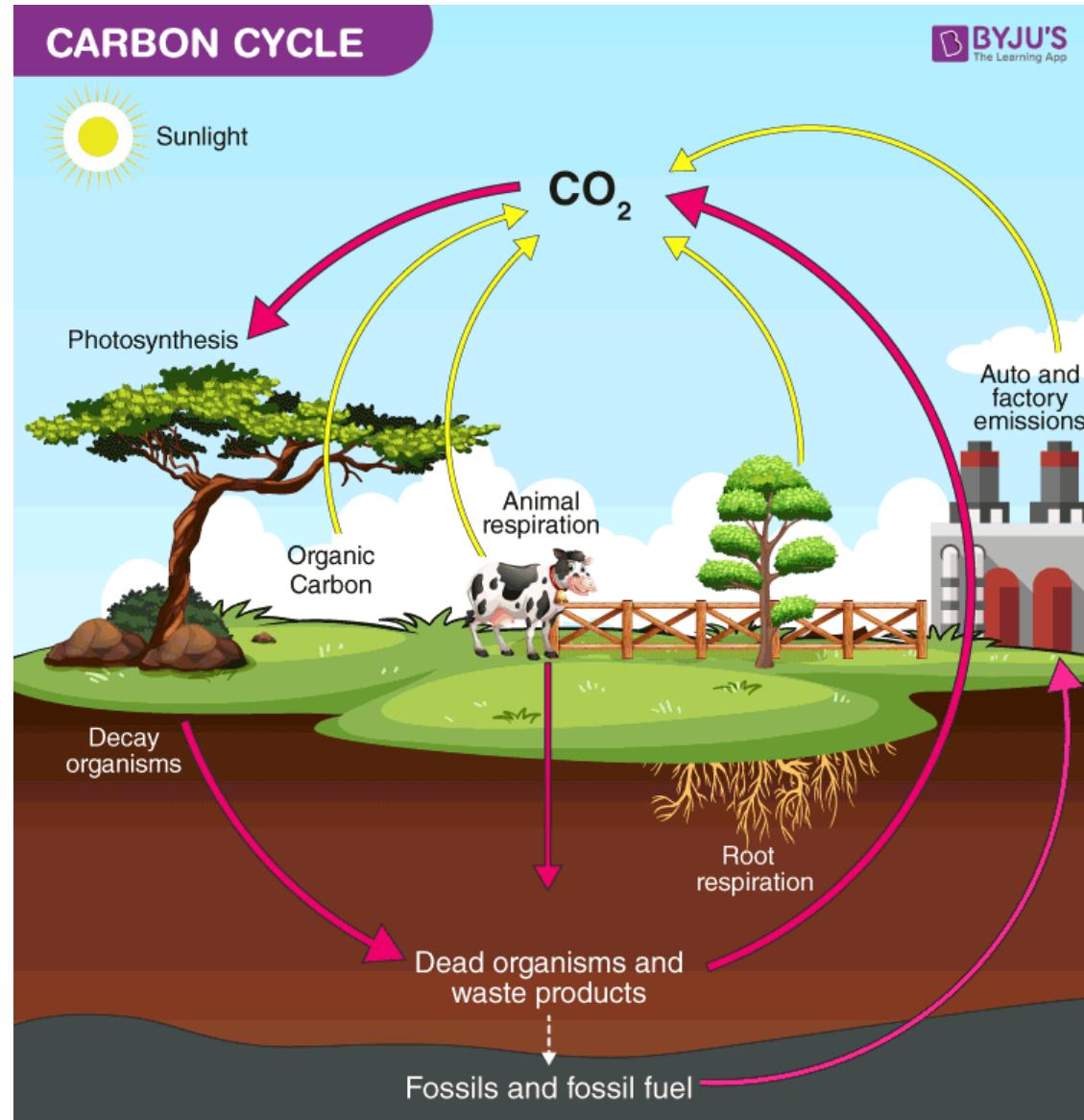
- Il carbonio circola tra atmosfera, suoli, oceani e rocce e combustibili fossili su tempi geologici di migliaia di anni

Attività umane:

- La combustione di combustibili fossili (petrolio, carbone, metano) rilascia carbonio immagazzinato da milioni di anni in tempi estremamente rapidi

Impatto climatico:

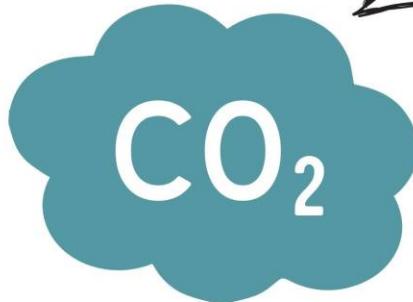
- Questo squilibrio porta a un accumulo di CO₂ in atmosfera, **accelerando il riscaldamento globale** e rompendo l'equilibrio del ciclo del carbonio





BIOGENIC CARBON CYCLE

After 10 years, methane is converted back to atmospheric carbon through hydroxyl oxidation.



Plants convert carbon dioxide (CO₂) into carbohydrates such as cellulose and starch.

The cellulose and starch components of the feed are ingested by cows.



Methane is released from the cow's mouth into the atmosphere.



Il metano prodotto dai bovini non deriva da combustibili fossili, ma da piante. In circa 1 decennio viene ossidato in CO₂ ed entra nel CICLO BIOGENICO DEL CARBONIO.



Ciclo Biogenico del Metano nei ruminanti

1. Produzione

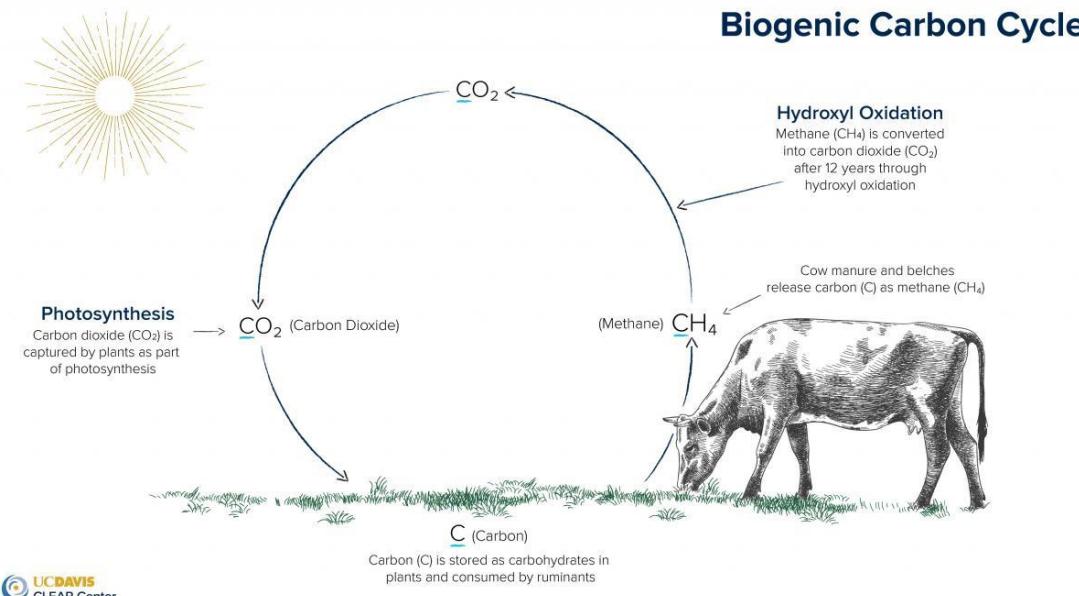
I bovini producono metano dalle fermentazioni enteriche della cellulosa e si disperde nell'atmosfera

2. Ossidazione atmosferica

Dopo circa **10-12 anni**, il metano si **ossida in CO₂** e vapore acqueo.

3. Assorbimento da parte delle piante

La CO₂ viene riassorbita dalle **piante**, chiudendo il ciclo.

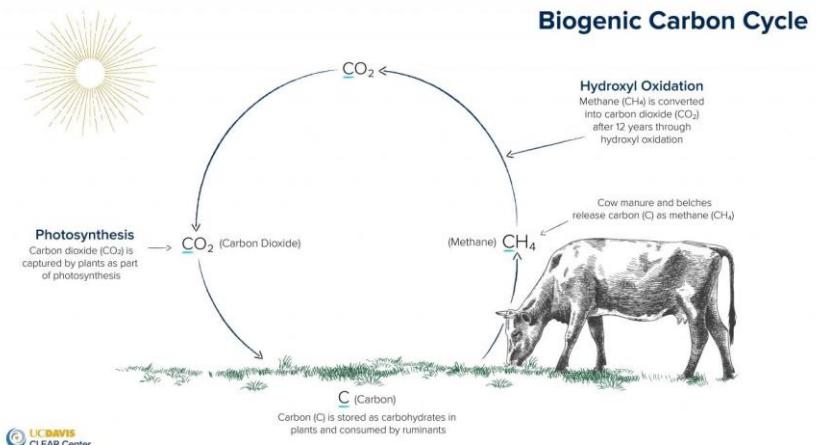


Livelli Costanti di Metano e Temperatura Globale

✓ **Equilibrio:** Se le emissioni di metano dai ruminanti rimangono costanti, sono bilanciate dalla sua rimozione naturale (ossidazione e assorbimento vegetale)

Paul J. Crutzen (2005) Benvenuti nell'antropocene

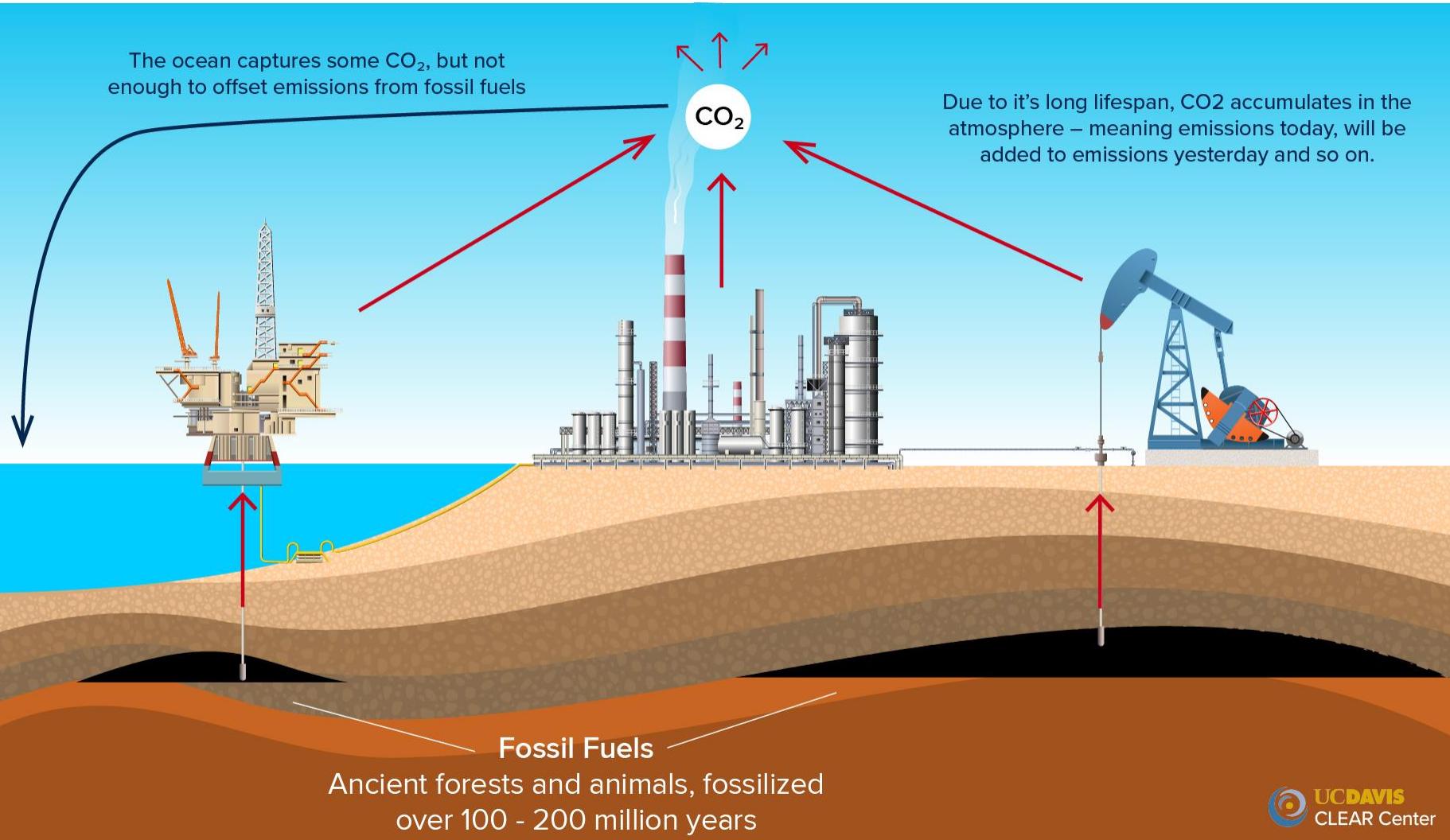
• **Nessun riscaldamento aggiuntivo:** In questo caso, non c'è **un ulteriore aumento** della temperatura globale anche se il metano presente continua a contribuire al riscaldamento.



A quick recap. What is stock gas?

I gas "stock" restano nell'atmosfera per migliaia di anni.

Il più abbondante è la **CO₂** derivante dalla combustione di combustibili fossili, principale responsabile del cambiamento climatico. Ogni volta che usiamo combustibili fossili, la CO₂ emessa si **accumula** nell'atmosfera e contribuisce al **riscaldamento globale per millenni**.

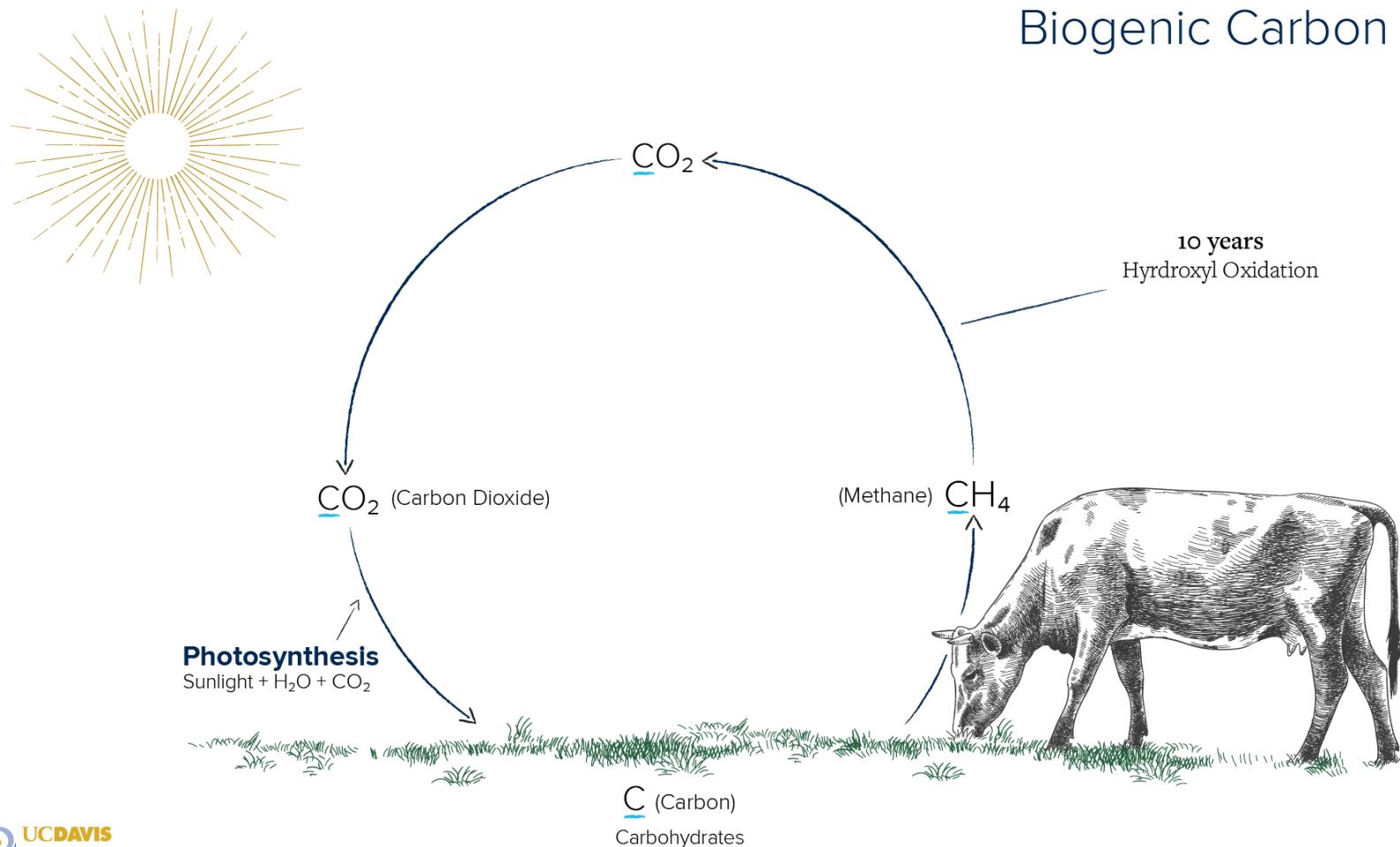


A quick recap. What is Flow gas?

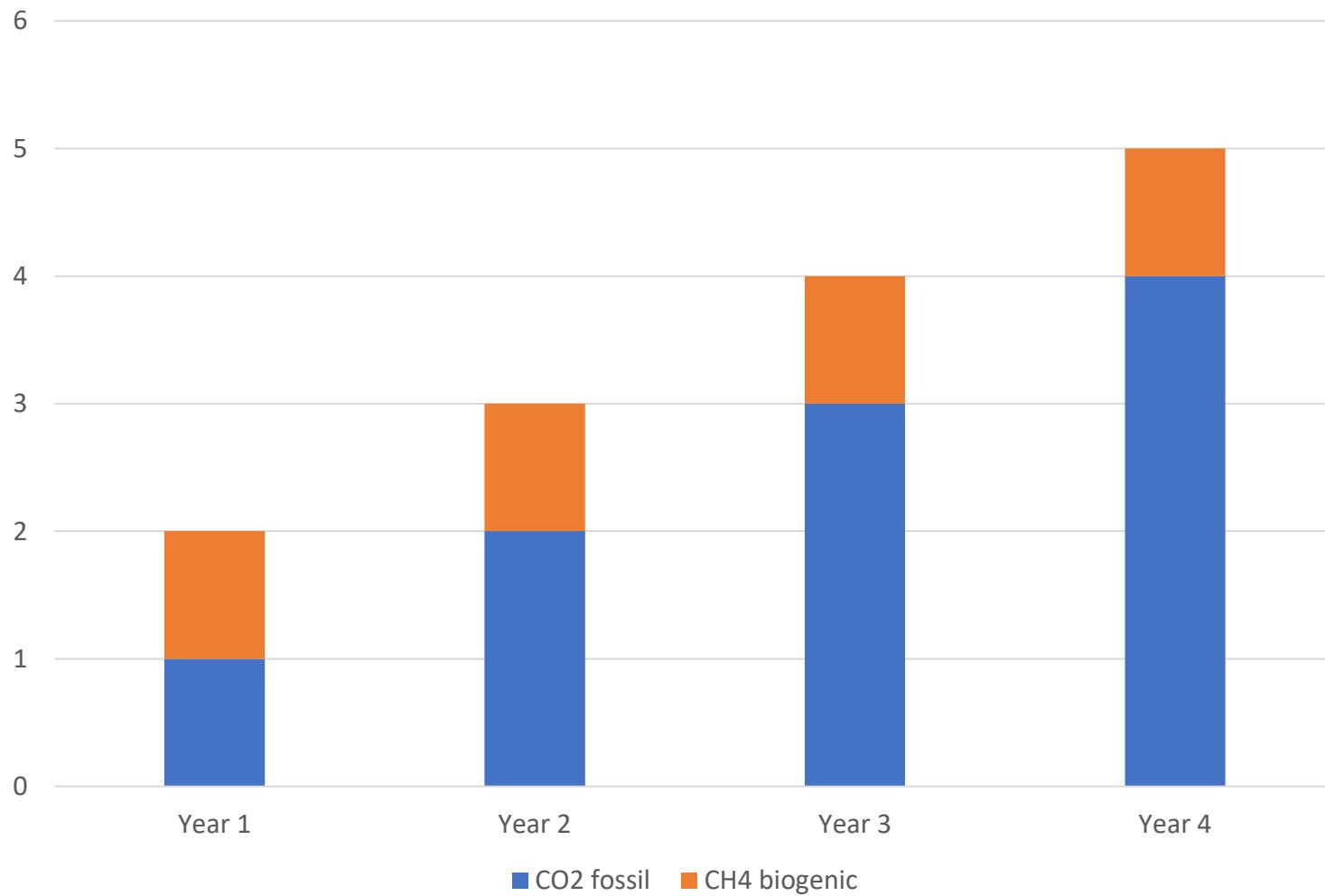
I gas "flow" hanno vita breve e non si accumulano nell'atmosfera.

Il metano resta nell'aria per circa **12 anni**. Se le emissioni restano costanti, il metano viene **distrutto alla stessa velocità con cui viene prodotto**, quindi il **riscaldamento si stabilizza** e non cresce nel tempo, a differenza della CO₂.

Biogenic Carbon Cycle



Stock gas and Flow gas



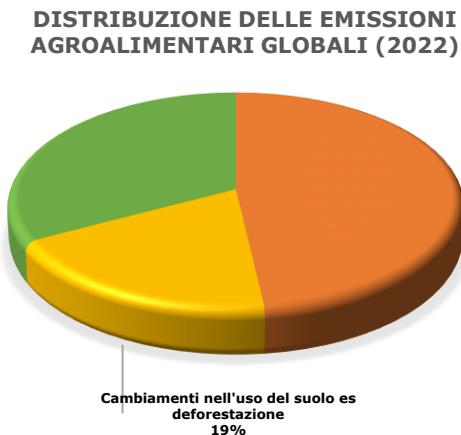
PROBLEMATICA_3

Deforestazione e perdita di biodiversità

Impatto climatico

La deforestazione contribuisce in modo significativo al cambiamento climatico:

- Circa il **10-15% delle emissioni globali di GHG** provengono dalla deforestazione e dal degrado forestale (dati variabili a seconda delle stime).



Perché la deforestazione emette gas serra?

1. Perdita di assorbimento di CO₂

1. Gli alberi assorbono **anidride carbonica (CO₂)** durante la fotosintesi.
2. Quando vengono abbattuti, si **interrompe** questo assorbimento → meno CO₂ viene rimossa dall'atmosfera.

2. Rilascio di carbonio immagazzinato

1. Le piante e il suolo forestale **immagazzinano grandi quantità di carbonio**.
2. Quando la vegetazione viene bruciata o decomposta, questo carbonio viene **rilasciato sotto forma di CO₂** (e talvolta metano, CH₄).

3. Utilizzo agricolo dei terreni deforestati per usi agricoli o pascolo

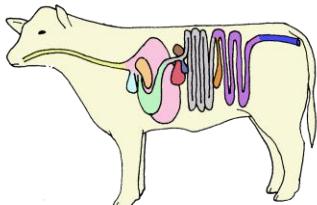
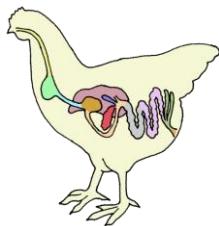
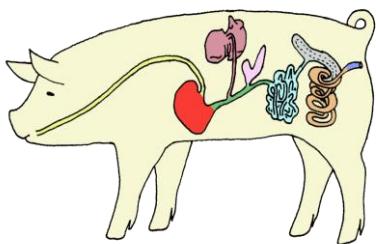
1. Le attività agricole, come abbiamo, visto emettono gas serra

PROBLEMATICHE

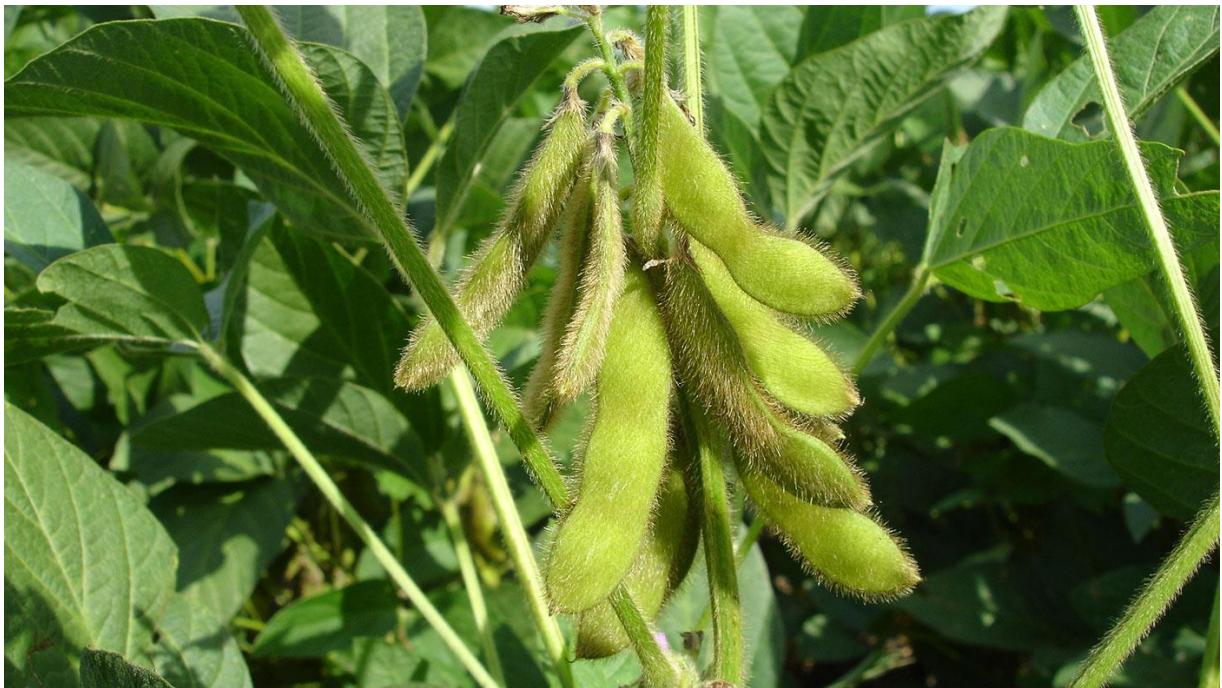
-  **Deforestazione** e perdita di biodiversità

Soybean is the most grown protein crop in the world

120×10^6 ha i.e. 6% of arable word



Glycine max

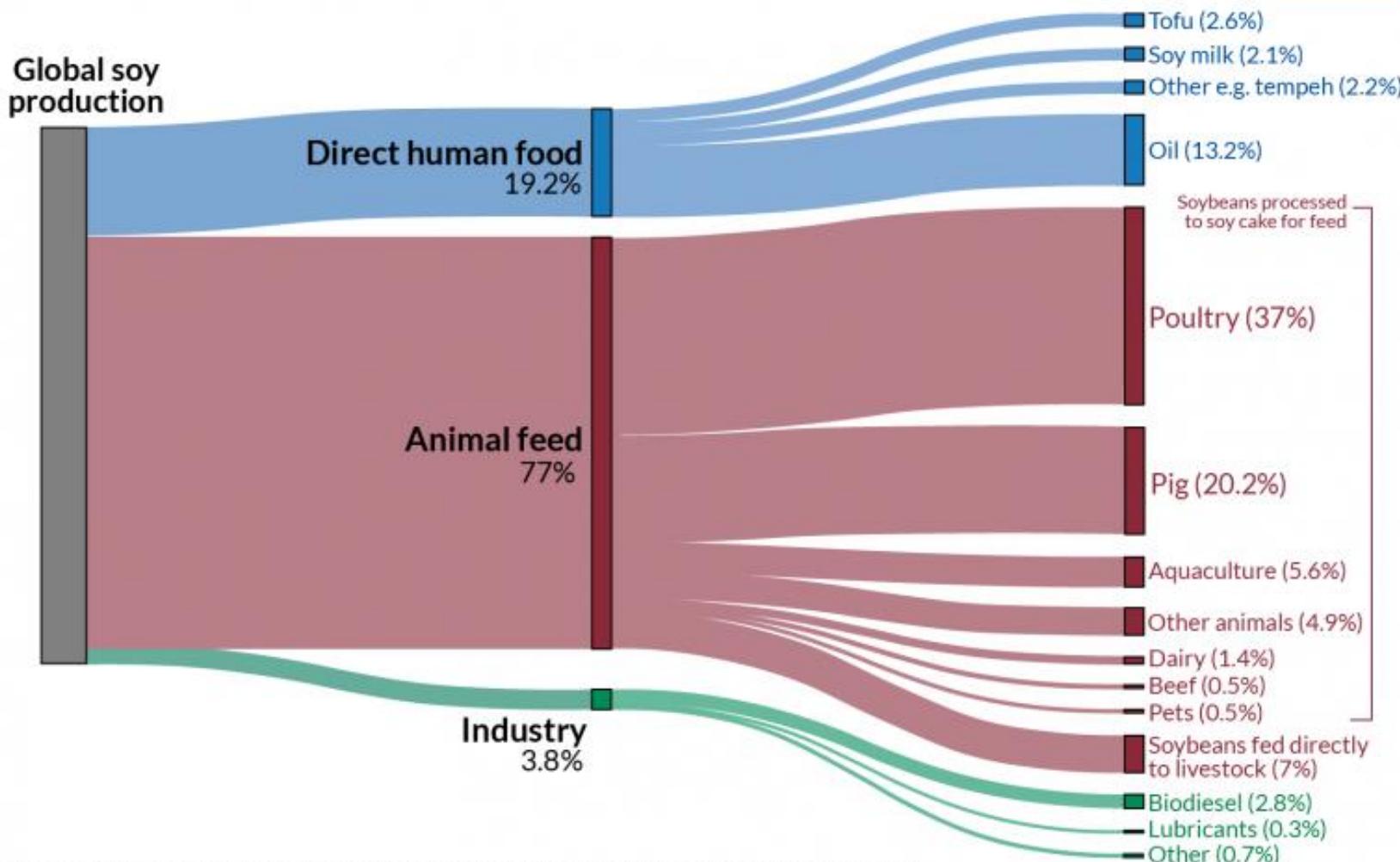


• Utilizzi della soia

The World's Soy: is it used for Food, Fuel, or Animal Feed?

Shown is the allocation of global soy production to its end uses by weight. This is based on data from 2017 to 2019.

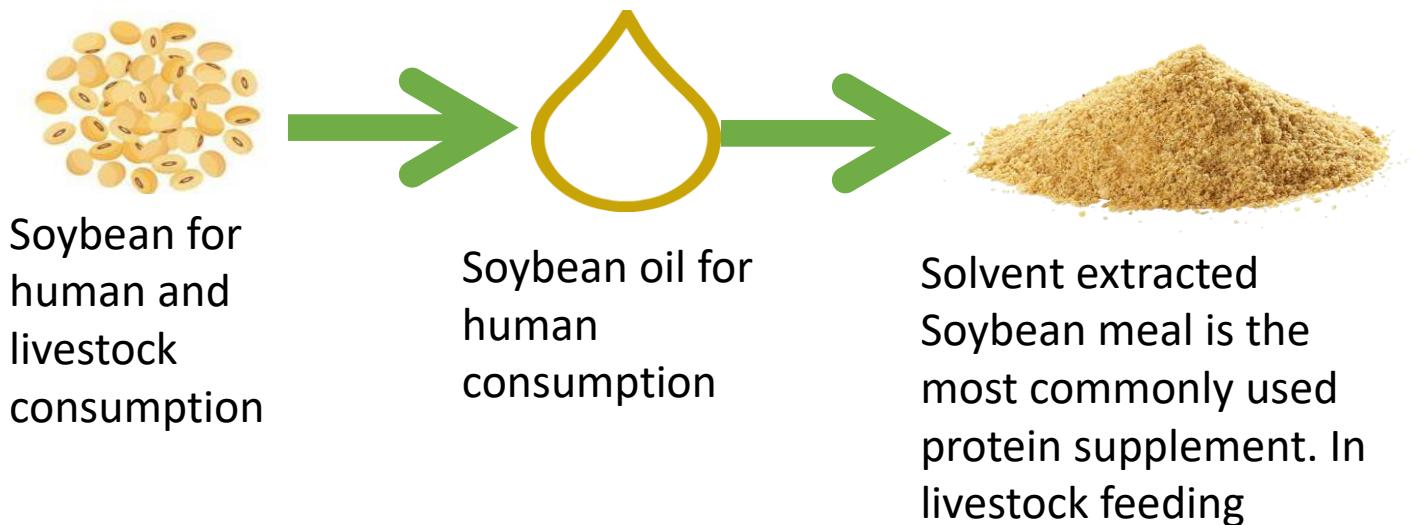
Our World
in Data



Data source: Food Climate Resource Network (FCRN), University of Oxford; and USDA PSD Database.
OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.

Can soybean meal be considered a by-product from soybean oil extraction?



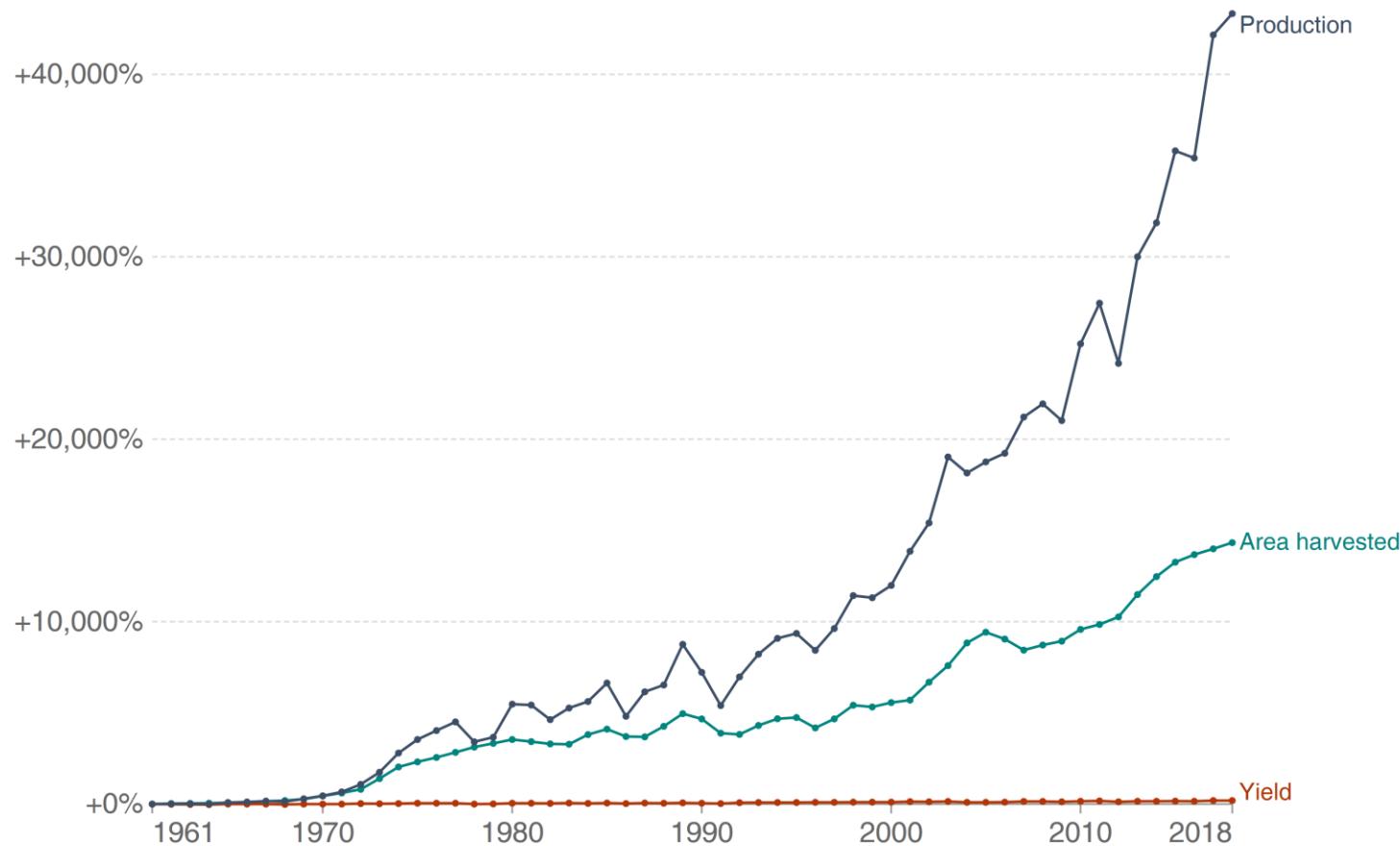
Soybean meal is not a byproduct in the traditional sense as the main goal of soybean cultivation is to produce soybean meal

Primary Product: Soybean meal

Byproduct: Soybean oil

Soy production, yield and area harvested, Brazil

Shown is the change in soy production, yield and area used to grow the crop over time.



Source: UN Food and Agriculture Organization (FAO)

OurWorldInData.org/agricultural-production • CC BY



Soia e Deforestazione

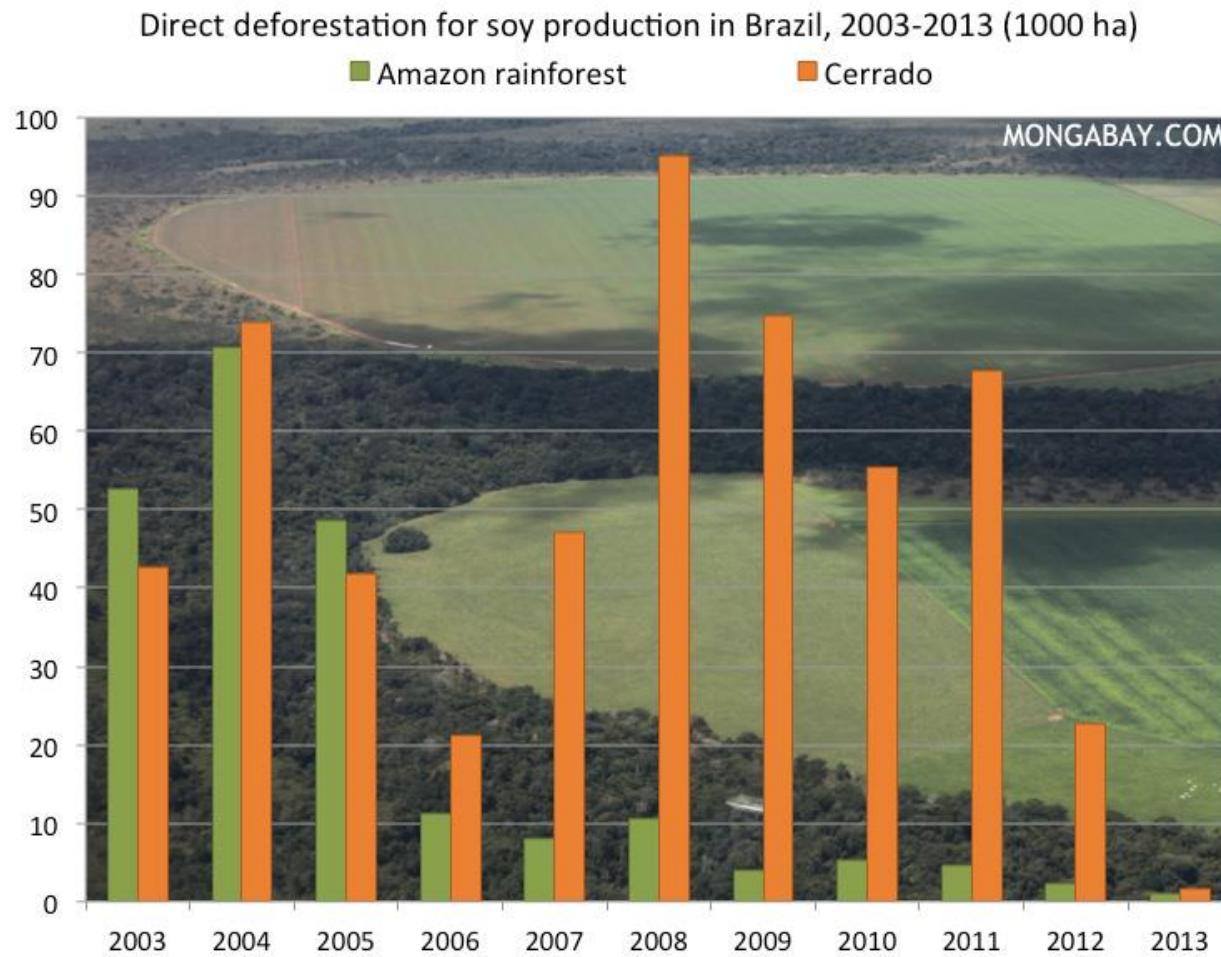
- **Brasile**: principale produttore globale di soia; regioni come **Amazzonia, Cerrado e Pantanal** sono particolarmente colpite dalla deforestazione legata alla coltivazione di soia .

Impatto Ambientale

- **Perdita di biodiversità** e habitat naturali.
- **Emissioni di gas serra** aumentate a causa della deforestazione e delle pratiche agricole intensive.
- **Inquinamento** del suolo e delle risorse idriche dovuto all'uso intensivo di pesticidi e fertilizzanti .

Brazil's Amazon Soy Moratorium (ASM, 2006)

È un accordo settoriale in base al quale i buyer internazionali di materie prime si sono impegnati a non acquistare soia proveniente da aree deforestate dopo il 2008.



Possiamo osservare in questo grafico che la moratoria sulla soia in Brasile ha avuto successo nel ridurre la deforestazione in Amazzonia (colonne verdi). Tuttavia, si nota un aumento della deforestazione dall'Amazzonia verso il Cerrado

PROBLEMATICHE_4

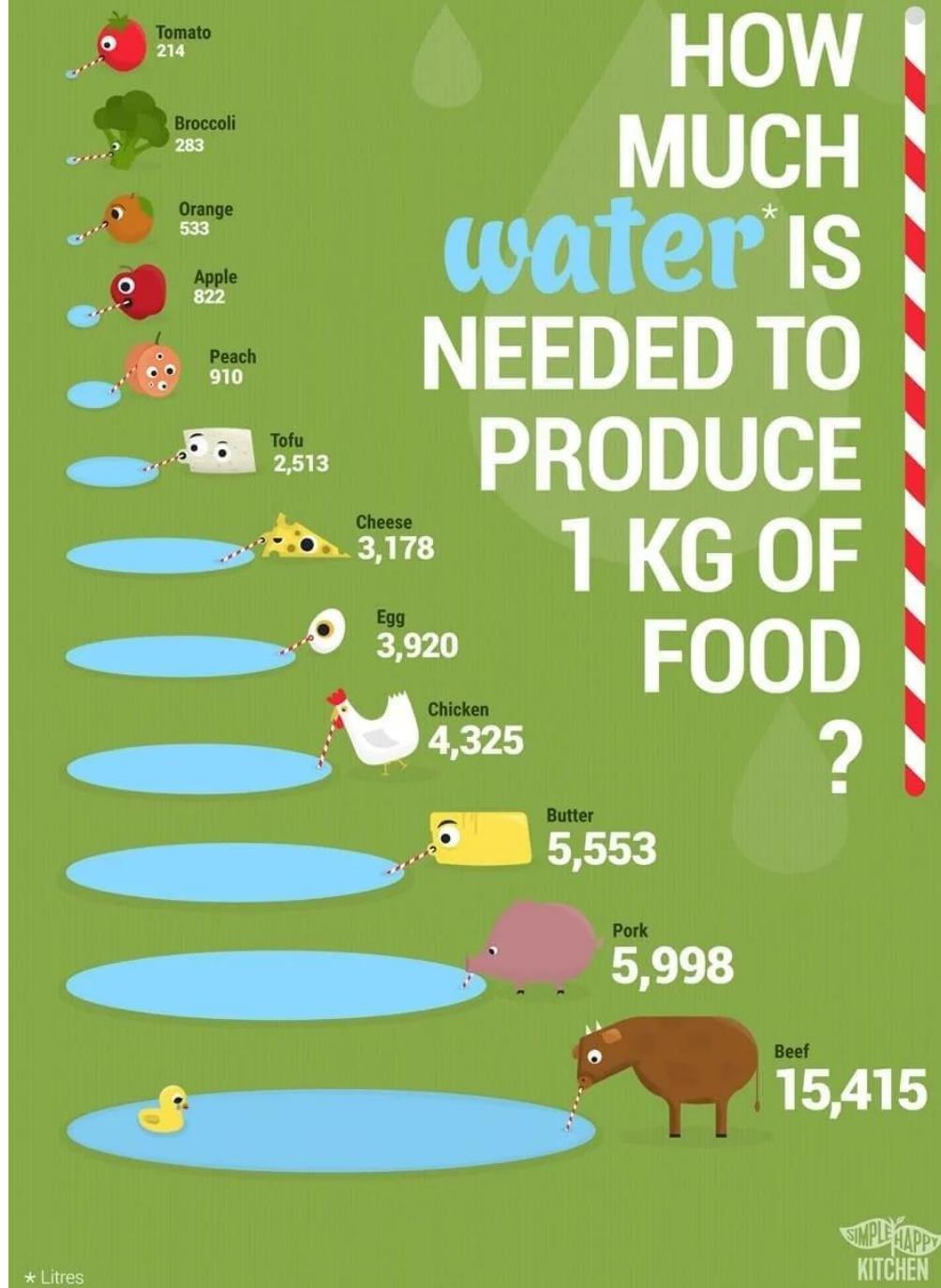
Consumo e inquinamento delle risorse idriche



Think about it!

Un piccolo esercizio di Pensiero critico

Per produrre 1 kg di carne bovina occorrono circa 15.000 litri d'acqua. È VERO?



Beef cattle in Tanzania



BREAK

A little exercise in critical thinking



Secondo i dati sull'impronta idrica media globale, la principale fonte (95%) di consumo di acqua per la produzione di carne è la produzione di alimenti

Il mais è una coltura molto esigente in termini di acqua e fertilizzanti

La produzione di carne bovina a richiede una grande quantità di mais e quindi di acqua

La dieta dei bovini da carne è basata sul mais

Il periodo di accrescimento per un bovino da carne è di 18-20 mesi più i 9 mesi di gestazione della bovina

Stima di 15,000 L

BREAK

A little exercise in critical thinking



MA, SE

I fabbisogni idrici
sono
effettivamente
calcolati
***consumptive
water footprint***

Meno di
15.000 L
sono
necessari
(302 e
1337L)



La dieta dei bovini da carne si basa su
-cereali resistenti alla siccità, es
frumento
- Pascolo
- Solo foraggio (Grass-Fed beef)
- Mais prodotto con poca o nessuna
acqua di irrigazione -Corn Belt negli USA

Inoltre



**critical
thinking**



Siamo di fronte ad alimenti con profili nutrizionali molto diversi. Dobbiamo ricordarlo quando confrontiamo il pomodoro con la carne da manzo

BREAK

A little exercise in critical thinking



Please remember



Anche se i valori assoluti possono cambiare, le tendenze mostrate rimangono valide.

- Gli alimenti vegetali consumano meno acqua degli alimenti di origine animale

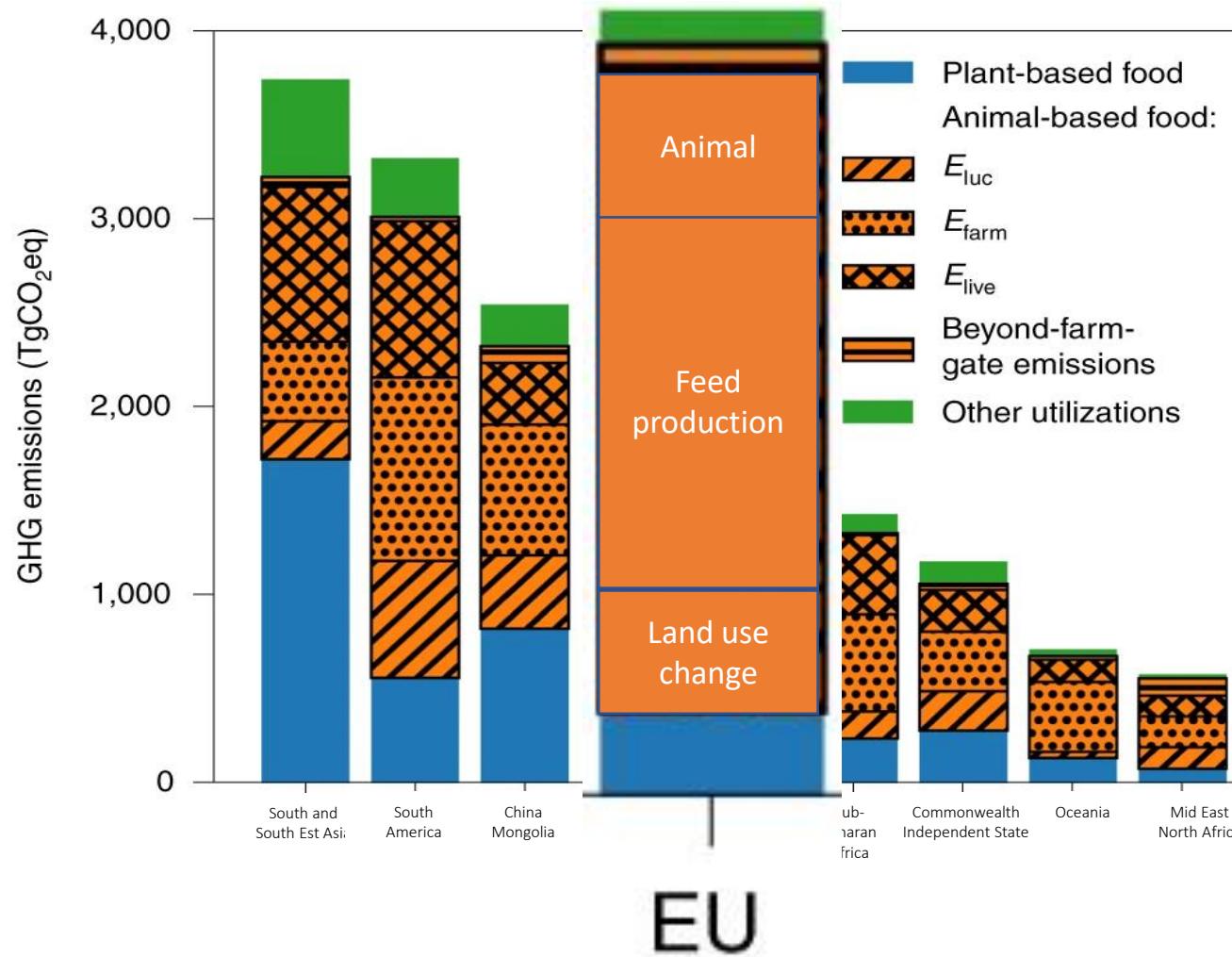
il consumo di acqua per carne bovina è tendenzialmente più elevato di quello del pollame, principalmente (ma non solo) a causa del differente tratto gastrointestinale (ruminanti vs. monogastrici) e della lunghezza del ciclo di crescita (18-20 mesi vs. 40/50 giorni)

Global greenhouse gas emissions from animal-based foods are twice those of plant-based foods

Xiaoming Xu¹, Prateek Sharma¹, Shijie Shu¹, Tzu-Shun Lin¹, Philippe Ciais²,
Francesco N. Tubiello³, Pete Smith⁴, Nelson Campbell⁵ and Atul K. Jain^{1,6}

In blu, l'emissione di gas serra (GHG) derivante dagli alimenti di origine vegetale, in arancio quella proveniente dagli alimenti di origine animale.

Eccetto sud e sud est asiatico le produzione animali emettono molto più GHG che i prodotti vegetali



Concludendo

- Le produzioni animali rappresentano una componente rilevante delle **emissioni agricole di gas serra (GHG)** e le scelte alimentari individuali influenzano il sistema climatico globale.
- La **riduzione del consumo di prodotti di origine animale** è una misura utile e indispensabile, ma altrettanto cruciale **comprendere le modalità di produzione**: non tutti i sistemi hanno lo stesso impatto.
- Privilegiare prodotti provenienti da sistemi a **basso impatto ambientale**
 - **Produzioni locali, estensive o biologiche**
 - Approcci che garantiscano il **benessere animale** e la **salvaguardia del suolo**Limitare il consumo di prodotti provenienti **da sistemi intensivi** e industrializzati