Foto di R. Longo

In Italia la zootecnia non contribuisce ad accrescere le emissioni di GHG in atmosfera

Attività zootecniche e carbon neutrality

Influenza della fissazione del carbonio sulla mitigazione delle emissioni di gas serra

Malgrado diversi indicatori sembrino indicare il contrario, da una lettura più attenta dei dati emerge come la produzione di gas serra legata alle attività zootecniche non sia cresciuta negli ultimi anni e rappresenti una percentuale contenuta sul totale delle emissioni.
Dai risultati emersi dalle elaborazioni effettuate e presentate nell'articolo, si può affermare che la zootecnia in Italia, escludendo le attività correlate dalla stalla in poi, come trasporti e lavorazioni dei prodotti come ad esempio carne e latte, non contribuisce ad accrescere le emissioni di GHG in atmosfera, ma le diminuisce, anche se di poco, perché il bilancio tra le quantità di CO_2eq prodotte dal bestiame e quelle fissate nei foraggi utilizzati per la loro alimentazione è nettamente a favore di questi ultimi.

**** Roberto De Vivo***
***** Luigi Zicarelli***

Introduzione

L'argomento dell'impatto ambientale attribuito alla zootecnia è solitamente concentrato sulle emissioni di gas a effetto serra oltre che per il consumo di acqua. Secondo il rapporto FAO del 2017, le emissioni totali di gas serra a livello mondiale derivanti da tutti i settori economici sono state pari a 51 miliardi di tonnellate di CO_2eq (Gt CO_2eq/anno), le emissioni provenienti direttamente dall'agricoltura (comprese le attività zootecniche) sono state di 6,1 Gt CO_2eq/anno. Il contributo percentuale dell'agricoltura e della zootecnia alle emissioni mondiali di CO_2eq da tutte le attività umane è stato del 11% e 9% dall'uso del suolo correlato. Il principale contributo alle emissioni totali di CO_2eq nel mondo è rappresentato dal settore energetico, che ha emesso i due terzi del totale, a causa dell'utilizzo di combustibili fossili per la produzione di energia. I processi industriali erano invece responsabili dell'8% del totale (FAO, 2020).
Dai dati ISPRA dell'annuario delle emissioni in atmosfera nel 2018**,** sul totale delle emissioni antropiche le attività agricole rappresentano il 7% (di cui le attività zootecniche contribuiscono per il 75%), 25% per i trasporti, 45% per la produzione di

energia, 20% per processi industriali, e la gestione dei rifiuti per il 4%. Dai dati ISPRA 2018 si legge che il contributo alle emissioni dovuto all'agricoltura, in cui è inclusa la componente dovuta all'allevamento, è stabilmente intorno ai 35 – 30 mila Mt/a e che è rimasto praticamente stabile negli ultimi decenni (dal 1990 ad oggi), con una lieve tendenza alla riduzione, mentre il settore energetico, che è numericamente il maggiore, ha mostrato un aumento a partire dal 2000 per poi cominciare una riduzione dopo il 2005 e ancora tutt'oggi continua diminuire.
Ovviamente, se lo stesso dato lo si vede in termini percentuali le quote di incidenza del settore agricolo (compresa la zootecnia) tendono ad aumentare, ma questo non è dovuto ad un aumento vero e proprio delle emissioni agricole, ma piuttosto alla diminuzione delle emissioni degli altri settori**.**

In quote percentuali, nell'agricoltura ha inciso per il 6,8 %, il 6,7 %, il 6,3 %, il 5,6 %, il 6,0 %, il 6,9 %, il 7 %, nel 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 rispettivamente e con una proiezione nel 2030 del 7,8 %, (Tondo, 2020).
Anche secondo la FAO il contributo dell'agricoltura sta diminuendo nel tempo. Era del 29% in media negli anni '90 (1990-1999), 25% negli anni 2000 (2000-2009) e il 20% nell'attuale decennio (2010-2017). Questa riduzione è dovuta a due tendenze principali: gli aumenti delle emissioni dal 1990 al 2017 sono stati maggiori nel settore energetico (da 25 a 37 Gt CO_2eq) rispetto ai settori delle colture e del bestiame (da 5,2 a 6,1 Gt CO_2eq); e le emissioni derivanti dall'uso dei terreni agricoli sono diminuite sostanzialmente nello stesso periodo 1990-2017, da 6,9 a 5,0 Gt CO_2eq (FAO, 2020).

Tra le emissioni di gas serra dovute alle attività zootecniche esiste, oltre al metano ruminale, cioè quello prodotto durante i processi digestivi dei ruminanti, va considerato quello rappresentato dalle deiezioni degli animali allevati (ruminanti e non ruminanti) e dalla loro gestione. Le deiezioni in stato di aerobiosi producono protossido di azoto (N_2O) mentre durante lo stoccaggio in vasche in condizioni anaerobiche producono anche metano (CH_4). Le emissioni di N_2O che derivano dalle deiezioni stoccate dipendono dal loro contenuto di azoto e di carbonio (delle deiezioni), dalle modalità di stoccaggio, dalla durata e dal tipo di trattamento che precede lo stoccaggio.
Dopo l'anno 2002, rispetto ai valori del 1978, l'incremento percentuale del metano nell'atmosfera è stato inferiore vs quello dell'incremento percentuale dei ruminanti, questo dimostra che l'associazione tra il metano nell'atmosfera e l'aumento del numero di ruminanti è da considerarsi un'associazione spuria (Zicarelli, 2018).

Scopo del lavoro

Lo scopo di questo lavoro è quello di dimostrare e quantificare l'influenza del contributo della fissazione del carbonio da parte di tutta la vegetazione usata per l'alimentazione degli animali allevati in Italia, sia foraggi sia i concentrati, sull'impronta del carbonio della zootecnia italiana. E quantificare il bilancio al netto delle emissioni con la fissazione del carbonio dei vegetali.

Materiali e metodi

Sono state quantificate le emissioni relative alle fermentazioni ruminali di tutti i ruminanti allevati in Italia, ovviamente i bovini sono stata la specie che ha contribuito di più sull'emissione di metano ruminale. Secondo KA Johnson et al., i bovini possono produrre da 250 a 500 litri di metano al giorno e sono molti i fattori che influenzano le emissioni di metano dei bovini.
Cicerone e Oremland hanno dimostrato che il metano prodotto dai ruminanti è influenzato da numerosi fattori legati all'animale stesso (età, livello produttivo, stato fisiologico) e alle caratteristiche quantitative e qualitative della dieta che viene loro somministrata. Ad esempio, una dieta più digeribile può determinare una minore produzione di metano se confrontata con una dieta di qualità inferiore; Johnson et al., 2007, riportano che con diete ricche in concentrati circa il 2% dell'energia grezza ingerita viene convertita in metano, mentre con diete a base di foraggi di bassa qualità per la produzione di metano viene perso circa il 12% dell'energia grezza ingerita.
Secondo i dati FAO sono stati estrapolati i dati sul metano ruminale emesso dalle diverse specie di ruminanti allevati in Italia, e lo stesso procedimento è stato esteso per le emissioni di metano, anidride carbonica e protossido d'azoto derivante dalla gestione delle deiezioni degli stessi animali. Per quanto riguarda le emissioni delle deiezioni è stato preso in considerazione la loro gestione e lo stoccaggio in azienda e il loro spandimento nonché le deiezioni rilasciate dagli animali al pascolo**;** tutte le emissioni sono state espresse in anidride carbonica equivalente. Il metano di origine ruminale generato dai bovini è stato il più rilevante. Oltre al metano ruminale e alle emissioni delle deiezioni sono state calcolate le emissioni di anidride carbonica emesse durante la respirazione. Per quanta riguarda tutti i ruminanti allevati in Italia, sono stati standardizzati tutti in bovini standard adulti. I bufali sono stati equiparati a

equivalenti dei bovini, gli ovini e caprini considerati come come 1/8 di un bovino standard adulto. Inoltre poi all'interno della stessa specie sono stati standardizzati il numero di capi adulti a seconde delle stime ISTAT sulla consistenza delle varie fasce di età dei capi. Una volta standardizzato tutto in capi bovini adulti è stata calcolata la quantità di anidride carbonica emessa con la fisiologica respirazione polmonare secondo le stime di Kinsman R. et al., 1995, secondo il quale un bovino standard adulto (mediamente e in condizioni ambientali intermedie) emette circa 5756 litri di anidride carbonica in condizioni di umidità e temperature medie quotidianamente. Questo valore di volume di gas è stato trasformato in massa per renderlo comparabile agli altri gas serra coinvolti, rielaborato in valori annuali e moltiplicato per il numero di bovini adulti standard avuto dalla standardizzazione di tutti i ruminanti allevati in Italia nel 2018 pari a circa 5.824.836. I suini allevati in Italia nel 2018, convertiti in capi adulti standard invece sono stati circa 5.993.944, convertiti secondo le stime dell'ISTAT per le varie categorie di peso per uniformare i dati. Secondo uno studio di F.-X. Philippe et al., l'espirazione di anidride carbonica per i suini allevati è mediamente da circa 1,55 kg al giorno, per un suino medio di peso, vivo, di 70 kg la variabilità è data da molti fattori, l'età, il grado di densità di affollamento, la temperatura, l'umidità e lo stato di benessere generale. Elaborando tali dati è stata stimata la quantità di anidride carbonica, espirata e quindi emessa dai suini allevati, adeguando le stime al peso vivo dei suini standard stimati.

Gli avicoli allevati (polli da carne, galline ovaiole e tacchini, sono stati trascurate oche e anatre perché in numero esiguo) secondo l'ISTAT nel 2018 sono stati circa 148.349.000. La principale fonte di anidride carbonica nel bestiame è la respirazione degli animali, la combustione del gas naturale per il riscaldamento e la cottura e la decomposizione della materia organica (Knížatová et al., 2010).

C'è un legame tra il metabolismo e la produzione di CO_2 tramite la respirazione (Mihina et al., 2012). La produzione di anidride carbonica da parte degli uccelli è proporzionale alla loro produzione di calore metabolico, e quindi al peso corporeo vivo, che a sua volta è influenzato dalla temperatura e dall'attività degli uccelli. La produzione in condizioni normali di allevamento ha una variazione diurna del 3 20% (Pedersen et al., 2008). Secondo Calvet et al. 2011, in media i tassi di emissione di anidride carbonica sono stati stimati in 3,84 e 4,06 grammi per ora per capo avicolo rispettivamente in estate e in inverno. Dopo la valutazione di molti parametri e misurando l'anidride carbonica, si può concludere secondo Jan Brouček et al. 2015 che c'è un rilascio medio di 73,11 kg di CO_2 per uccello all'anno. Per tutte le specie quindi è stata stimata la quantità di anidride carbonica emessa, espressa in tonnellate per anno. Dopo aver quantificato tutte le emissioni legate alla vita degli animali si è passato a quantificare tutte le sottrazioni di anidride carbonica da parte dei vegetali di cui si sono alimentati.

È stata calcolata l'anidride carbonica fissata dalle principali colture di interesse zootecnico tramite il Ciclo di Calvin-Benson e quindi sottratta dall'atmosfera. Da dati statistici si è risalito alla quantità di foraggi (ISTAT, 2018) e cereali (ASSALZOO, 2018) prodotti in Italia e all'estero e impiegati per la zootecnia italiana. La quantità di carbonio fisiologicamente contenuta nei vegetali erbacei risulta essere circa il 48% della sostanza secca e (Lasserre B. et al., 2006) da questa è stata calcolata la quantità di CO_2 sottratta dall'atmosfera, stechiometricamente equivalente al carbonio contenuto, essendo l'unica fonte di carbonio (Costa G. 2005).

Dalla quantità prodotta di cereali si è risaliti alla biomassa vegetativa tramite i vari indici di raccolta (Thomas R., 1998; Jing D., 2016), e poi dalla biomassa vegetativa è stata sottratta la parte ipogea, ovvero i residui colturali che non contribuiscono alla sottrazione di anidride carbonica per i processi fermentativi durante la degradazione dopo l'interramento delle lavorazioni agricole. Si è tenuto conto, inoltre, delle emissioni che provengono dalla coltivazione delle specie vegetali, attribuibili alla lavorazione del terreno, alla produzione di fertilizzanti e pesticidi, all'elettricità, ai combustibili e al funzionamento delle macchine. In uno studio di Valli et al. 2013 sono stati messi a punto dei coefficienti in grado di calcolare in termini di emissioni di gas serra, convertiti in anidride carbonica equivalenti per quantità di sostanza secca di cereale prodotto. Le emissioni comprendono tutte le lavorazioni agricole e quelle annesse alla produzione di fertilizzanti e fitofarmaci, all'elettricità, ai combustibili e al funzionamento delle macchine. In questo modo si è potuto calcolare al netto il contributo della sottrazione di anidride carbonica delle coltivazioni foraggere e di cereali in ambito zootecnico.

Alla fine, dopo aver quantificato le emissioni e le sottrazioni legate alla sola fase della zootecnia, senza tener conto delle emissioni legate ai trasporti e alla trasformazione delle materie prime di origine animale, è stato fatto un bilancio.

Risultati

Bilancio tra CO_2 eq prodotte dalla attività agro-zootecniche e CO_2 eq fissata dalle foraggere in Italia

Le emissioni di gas serra dovute al letame degli animali allevati in Italia (ruminanti e monogastrici) nelle varie fasi di gestione sono raccolte nella Tabella 1 e sono state convertite in CO_2 eq. Comprendono le emissioni dovute allo stoccaggio, sia liquame che materiale palabile (letame con paglia più facile da trasportare), a quelle rilasciate durante lo spargimento sui terreni agricoli ed infine a quelle derivanti dal letame lasciato al suolo dagli animali al pascolo. In totale, in Italia, il letame di tutti gli animali d'allevamento ha emesso circa 10 milioni di t di CO_2 eq. I bovini allevati in Italia nel 2018 hanno emesso metano corrispondente a circa 10.720.000 t di CO_2 eq, e la CO_2 emessa dalla respirazione era pari a circa 16.730.213 t, i bufali circa 530.000 t di CO_2 eq dal metano rumine e 1.437.638 t dalla respirazione, gli ovini circa 1.385.000 t di CO_2 eq e 3.393.671 t di CO_2, le capre circa 120.000 t di CO_2 eq e 466.214 t di CO_2 emesse dalla respirazione (Tabella 2). In totale, i ruminanti allevati in Italia nel 2018 emettono metano ruminale pari a circa 12,7 milioni di t di CO_2 eq e circa 22.000.000 t di CO_2 con la respirazione. I suini allevati hanno emesso circa 5.200.000 t di CO_2 respirando, mentre gli allevamenti di pollame, compresi polli, ovaiole e tacchini, hanno prodotto circa 10.800.000 t (Tabella 2). La tabella 3 raccoglie le emissioni e la quantità di CO_2 fissata e poi sottratta dall'atmosfera di tutti i foraggi coltivati in Italia e importati (quelli importati rappresentano una piccolissima parte) utilizzati nell'alimentazione della zootecnia italiana. La quantità di CO_2 fissata dal foraggio totale è stata pari a circa 26.200.000 t e la CO_2 eq emessa per tutte le attività legate all'attività agronomica è stata pari a circa 1.600.00 t. Per il calcolo è stata presa in considerazione solo la parte epigea utilizzata per la fienagione, escludendo dal calcolo la parte sotterranea, ovvero i residui colturali, lasciati a terra con lo sfalcio e poi interrati con lavori di agricoltura profonda. La Tabella 4 mostra le emissioni e la quantità di CO_2 fissata e poi sottratta dall'atmosfera da tutti i cereali e altri concentrati utilizzati nell'alimentazione zootecnica italiana coltivata sia in Italia che importata. La quantità di CO_2 fissata complessivamente è stata di circa 47.000.000 t e la CO_2 eq emessa per tutte le attività legate alle attività agronomiche è stata di circa 3.600.000 t. La tabella 5 rac-

Table 1. Greenhouse gas emissions, converted into carbon dioxide equivalent, deriving from the different phases of the management of animal waste, reared in Italy in 2018.

Species	Storage emissions in CO_{2eq}, t [a]	Spreading emissions in CO_{2eq}, t [b]	Manure emissions left on pasture in CO_{2eq}, t [c]	Total CO_{2eq}, t
Cattle	2.684.183	1.431.753	1.240.064	5.356.000
Buffaloes	208.204	83.229	-	291.433
Sheep	71.736	96.848	655.702	824.286
Goats	4.447	4.956	118.931	128.334
Pigs	1.559.966	473.512	-	2.033.478
Poultry	641.128	806.472	28.080	1.475.680
			Total	10.109.211

Tabella 1
[a] Includes emissions, all converted into carbon dioxide equivalent (CO_{2eq}), incurred during storage of both solid manure and slurry, expressed in tonnes
[b] Includes emissions that are released during spreading for agronomic purposes, converted into CO_{2eq}.
[c] Includes emissions from manure left by animals during grazing, converted into CO_{2eq}.

Table 2. Number of animals, standardized in adult animals, ruminal emissions, emissions derived from respiration of ruminants and non-ruminants and from the management of manure reared in Italy in 2018

Species	Heads	Adult standard	Rumenary CH_4 in CO_{2eq}, t	CO_2 of Respiration, t	Manure emissions in CO_{2eq}, t	Total CO_{2eq}, t
Cattle	5.923.204	4.424.002	10.717.982	16.730.213	5.356.000	32.804.195
Buffaloes	401.337	380.157	529.046	1.437.638	291.433	2.258.117
Sheep	7.179.158	897.395	1.385.364	3.393.671	824.286	5.603.321
Goats	986.255	123.282	119.062	466.214	128.334	713.610
Ruminants	14.489.954	5.797.073[a]	12.751.454	22.027.735	6.600.053	41.379.242
Pigs	8.492.000	1.698.400	-	5.216.919	2.033.478	7.250.397
Poultry	148.349.000	370.873	-	10.845.795	1.475.680	12.321.475
Total	171.330.954	7.894.108	12.751.454	38.090.449	10.109.211	60.951.114

Tabella 2
[a] The total of all farmed ruminants was standardized in size as an adult bovine. The other species for adult heads of the same species

Table 3. Subtraction of CO_2 from the atmosphere by forages grown in Italy in 2018 and emissions attributable to the total agronomic processes to produce them

Cultivated species	Cultivated area, ha	CO_2 subtracted, t	Agricultural emissions, t [a]
Waxy corn	284.090	7.445.572	579.100
Barley in the grass	52.222	255.884	36.961
Waxy barley	10.975	121.991	12.199
Ryegrass	89.574	560.651	43.606
Herb monophytes	256.904	1.464.478	162.720
Grasses	81.825	224.318	34.894
Legumes	83.394	310.262	55.158
Other mixtures	274.097	1.419.916	220.876
Alfalfa	662.347	6.060.137	235.672
Sainfoin	14.638	71.204	12.659
Sulla	95.241	404.278	62.888
Temporary weeds	76.375	425.003	66.112
Polyphite meadows	312.817	1.319.060	102.594
Permanent lawns	832.613	3.121.639	-
Poor pastures	1.696.500	1.613.761	-
Other pastures	1.119.053	1.421.147	-
Total	5.942.665	26.239.303	1.625.437

Tabella 3
[a] Emissions attributable to tillage, the production of fertilizers and pesticides, electricity, fuels and the operation of machines, all converted into $CO_{2eq.}$

Table 4. Subtraction of CO2 from the atmosphere from the total amount of cereals (grown in Italy and imported) used for animal husbandry in 2018, and emissions attributable to agronomic processes and handling after harvest.

Cultivated species	Production Grain, t	CO_2 subtracted, t	Agricultural emissions, t [a]
Oats	251.015	625.865	33.134
Wheat	1.381.936	3.382.980	182.416
Corn grain	8.471.721	25.347.389	1.341.921
Barley	1.304.535	3.252.640	172.199
Rye	14.367	35.821	1.896
Other cereals	506.690	1.263.347	66.883
Bran	3.386.000	4.221.213	446.952
Rape	88.994	133.135	36.808
Cotton	1.728	2.585	304
Sunflower	872.520	1.631.612	314.805
Soja	3.753.655	7.019.335	1.057.029
Other seeds	40.929	61.230	5.403
Linen	46.350	69.340	6.118
Copra	13.037	19.503	5.392
Total	20.133.477	47.065.996	3.671.260

Table 5. Subtraction of CO_2 from the atmosphere from cereals grown only in Italy used for animal husbandry in 2018, and emissions attributable to agronomic processes and handling after harvest.

Cultivated species	Production Grain, t	CO_2 subtracted, t	Agricultural emissions, t [a]
Oats	247.911	525.406	27.816
Wheat	1.381.936	2.875.533	155.053
Corn grain	6.283.109	15.979.203	845.958
Barley	1.022.220	2.166.425	114.693
Rye	10.805	22.899	1.212
Other cereals	400.236	848.233	44.906
Bran	205.397	217.653	23.046
Rape	33.700	42.853	11.848
Cotton	-	-	-
Sunflower	229.715	365.132	70.449
Soja	1.759.360	2.796.503	421.120
Other seeds	26.071	33.152	2.925
Linen	26.037	33.109	2.921
Copra	-	-	-
Total	11.626.497	25.906.101	1.721.948

Tabella 5
[a] Emissions attributable to the tillage, the production of fertilizers and pesticides, electricity, fuels and the operation of the machines, and the processing of the plant by extracting the grain, all converted into CO_{2eq}.

coglie le emissioni e la quantità di CO_2 fissata e poi sottratta dall'atmosfera da tutti i cereali e altri concentrati coltivati solo in Italia. La quantità di CO_2 fissata complessivamente era pari a circa 26.000.000 di t e la CO_2 l'eq emesso per tutte le attività legate alle attività agronomiche è stato pari a circa 1.700.000 t. La tabella 6 riassume ed elenca i totali delle emissioni per le varie origini: per quanto riguarda il metano ruminale, il letame

Tabella 4
[a] Emissions attributable to the tillage, the production of fertilizers and pesticides, electricity, fuels and the operation of the machines, and the processing of the plant by extracting the grain, all converted into CO_{2eq}.

Table 6. Emissions produced by farms in Italy and carbon dioxide set by crops in Italy and abroad used for food

Sources of emissions	CO_{2eq} emitted into the atmosphere, t	CO_2 subtracted from the atmosphere, t	
Dejection emissions	10.109.211	21.159.895	CO_2 subtracted from crops abroad
Ruminal emissions	12.751.454		
CO_2 emitted by breathing	38.090.449		
Agricultural emissions in Italy [a]	1.721.948	52.145.404	CO_2 subtracted from crops in Italy
Agriculture emissions abroad [a]	3.574.749		
Total	66.247.811	73.305.298	

Tabella 6
[a] Emissions attributable to soil processing, the production of fertilizers and pesticides, electricity, fuels and the operation of the machines for the cultivation of raw materials produced in Italy or abroad.

in tutte le fasi di gestione, la respirazione, e le emissioni derivanti dalla parte agricola legata agli alimenti coltivati. In Italia complessivamente la zootecnia, senza tener conto del trasporto e della lavorazione delle materie prime prodotte, emette circa 66.200.000 t di CO_2 eq e, invece, gli ortaggi coltivati contribuiscono all'allontanamento di circa 73.300.000 t di CO_2 dall'atmosfera, neutralizzando così tutte le emissioni in termini di CO_2 eq, sottraendo circa il 10% in più rispetto alla quantità di CO_2 eq emesso (Fig. 1). Se prendiamo a riferimento solo il territorio nazionale italiano, a fronte di circa 62.700.000 t di CO_2 equivalente emessa in atmosfera dalle attività zootecniche, le colture foraggere coltivate per l'alimentazione degli animali d'allevamento fissano 52.100.000 t di CO_2 equivalenti a circa il 20% meno di quelli rilasciati nell'atmosfera. Tale bilancio diventa vantaggioso ai fini dei gas serra, se alla CO_2 fissata dai foraggi in Italia si aggiunge quella delle colture coltivate all'estero e importate (circa 21.100.000 t di CO_2 equivalente) che comporta un guadagno positivo ai fini del bilancio complessivo GHG di circa il 10%. In definitiva, ogni 100 kg di CO_2 prodotta dall'attività zootecnica genera 110 kg di CO_2 fissata come biomassa che dovrebbe anche aiutare ad as-

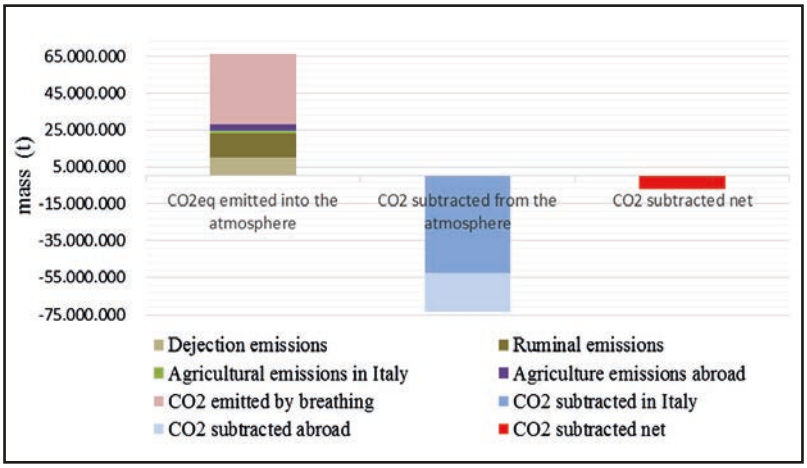

Figura 1 - Comparison between emissions produced by livestock activities in Italy and the contribution of carbon fixation.

sorbire la CO_2 prodotta da altre attività umane. Ipotizzando che non ci siano alimenti importati dall'estero, e quindi escludendo dal bilancio la CO_2 sottratta agli alimenti coltivati all'estero (–52.145.404 t) e le emissioni dovute alla loro coltivazione (3.574.749 t), basterebbe, ad esempio, coltivare erba medica 2,6 volte la superficie coltivata nel 2018 (662.347 ha, ISTAT, 2018a, 2018b), quindi circa 1.722.102 ha. In questo caso, il bilancio tra emissioni e fissazione di CO_2 sarebbe pari.

Conclusioni

Dai risultati emersi dalle elaborazioni effettuate, si può affermare che la zootecnia in Italia, escludendo le attività correlata dalla stalla in poi, come trasporti e lavorazioni dei prodotti come ad esempio carne e latte, non contribuisce ad accrescere le emissioni di GHG in atmosfera, ma le diminuisce, anche se di poco, perché il bilancio tra le quantità di CO_2eq prodotte dal bestiame e quelle fissate nei foraggi utilizzati per la loro alimentazione è nettamente (+10 %) a favore di questi ultimi.

Questa conclusione è confermata dal fatto che l'emivita dell'anidride carbonica è maggiore rispetto al metano e al protossido d'azoto, di conseguenza ai fini della mitigazione dell'effetto serra è più efficiente in termini di tempestività soprattutto se si considera che la CO_2 prodotta perdura più tempo in atmosfera rispetto al metano. I risultati ottenuti sono tanto più interessanti se si considera che l'emivita dell'anidride carbonica è maggiore di quella del metano e del protossido di azoto. Di conseguenza per mitigare l'effetto serra è più efficiente in termini di tempestività, soprattutto se si ammette che la CO_2 prodotta da diverse fonti (carbon fossile e petrolio) dura più a lungo nell'atmosfera rispetto al metano e che quella prodotta dalle fonti industriali non si ricicla ma si aggiunge a quella già presente in atmosfera. Il metano ha una durata inferiore: circa 10 anni. Ciò significa che dopo un decennio non c'è più. Si attiva un processo - e questo rende davvero il metano molto diverso dagli altri gas - che distrugge il metano, chiamato idrossi-ossidazione (Frank Mitloehner 2021). Alla velocità con cui viene emesso, viene distrutto. Ciò rende il metano molto diverso dagli altri gas.

Ricadute applicative e possibile ulteriore sviluppo del lavoro svolto

Riteniamo che sarebbe opportuno considerare questo tipo di bilancio in tutti i metodi di calcolo dell'impronta di carbonio dei prodotti agricoli e di origine animale. In questo modo, gli impatti ambientali, in termini di carbon footprint, di questi prodotti sarebbero più veritieri. Tale metodo di calcolo applicato, potrebbe sfatare molti falsi miti e dare trasparenza ai consumatori soprattutto sulla sostenibilità dei prodotti di origine animale.

***Department of Chemistry and Microbiology, "E Fermi" Technical Institute, Modena**

****Department of Veterinary Medicine and Animal Production, University "Federico II", Napoli**

Articolo pubblicato il 5 Marzo 2021 su Translational Animal Science, vol 5, n 3

Bibliography

ASSALZOO, Associazione Nazionale tra i produttori di Alimenti Zootecnici, https://www.assalzoo.it/tematiche/sostenibilita-ambientale/#, annuario 2019, dati al Dicembre 2018.

Acutis M, Giussani A, Perego A, - Il bilancio del carbonio nei sistemi agricoli Lombardi, Il ruolo dell'agricoltura conservativa nel bilancio del carbonio,

DISAA - www.lifehelpsoil.eu/wp-content/uploads/downloads/2015/10/QdRn.153AgriCO2ltura.pdf Department of Agricultural and Environmental Sciences - Production, Territory, Agroenergy, University of Milan studios, 2013.

BDN Banca Dati Nazionale, Anagrafe Nazionale Zootecnica, Statistiche, Consistenza bufalina, www.vetinfo.it/j6_statistiche/#/, dati al Dicembre 2018.

Brouček Jan, Bohuslav Cermák, Emission of harmful gases from poultry farms and possibilities of their reduction, Ekológia (Bratislava), doi:10.1515/eko-2015-0010, Vol. 34, No. 1, p. 89–100, 2015.

Chiriacòa M. V., Valentini R., A land-based approach for climate change mitigation in the livestock sector, Journal of Cleaner Production, doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124622, Volume 283, 10 February 2021.

Calvet, S., Cambra-Lopez, M., Estelles, F. & Torres A.G., Characterization of gas emissions from a Mediterranean broiler farm. Poult. Sci., 90, 534–542. DOI: 10.3382/ps.2010-01037, 2011.

Christel C., Berglund M., Greenhouse gas emissions in animal feed production decision support for climate certification, klimatmarkningen.se/wpcontent/uploads/2009/12/2009-2-feed.pdf, 2009.

Cicerone, R.J, and R.S. Oremland, 1988 Biogeochemical aspects of atmospheric methane. Global biogeochemical cycles, vol. 2, no. 4, pages 299–327, 1988.

Costa G., La Mantia T., "Il ruolo della macchia mediterranea nel sequestro del carbonio", Journal of Silviculture and Forest Ecology, 2 (4): 378-387, 2005.

CMCC, Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, www.cmcc.it/it, 2021.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistiche ambientali, Raccolta, analisi e diffusione dei dati, un Paese alla volta, Il contributo dell'agricoltura alle emissioni di gas serra, www.fao.org/economic/ess/environment/data/emission-shares/en/, accessed June 2020.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, date, Agriculture Total, Enteric Fermentation, Manure Management www.fao.org/faostat/en/#data/, accessed May 2019.

F.-X. Philippe, B. Nicks, Review on greenhouse gas emissions from pig houses: Production of carbon dioxide, methane and nitrous oxide by animals and manure, Agriculture, Ecosystems and Environment, Volume 199, 1 January 2015, Pages 10-25.

Guyader, HH Janzen, R. Kroebel e KA Beauchemin, Utilizzo del foraggio per migliorare la sostenibilità ambientale della produzione di ruminanti, American Society of Animal Science, doi: 10.2527 / jas2015-014 , J. Anim. Sci. 2016

Johnson KA, Johnson KA, Emissioni di metano dai bovini, doi.org/10.2527/1995.7382483x, Journal of Animal Science , volume 73, numero 8, agosto, pagine 2483–2492, 1995.

Johnson, K.A., Westberg H.H, Michal J.J., Cossalman M.W. 2007 The SF6 Tracer Technique: Methane Measurement From Ruminants in Makkar, H.P.S. and Vercoe, P.E., Measuring Methane Production from ruminants Published by Springer, 2007.

Jing Daia, Brent Beanb, Bradford Brown, William Brueningd Jeff, Edwardse Michael, Flowersf Russell, Karowf Chad, Leed Gay, lon Morganb, Michael Ottmang, Joel Ransomh, Jochum Wiersmai, "Harvest index and straw yield of five classes of wheat", Biomass and Bioenergy, vol 85, Pages 223-227, February 2016.

ISMEA, Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare, www.ismea.it/istituto-di-servizi-per-il-mercato-agricolo-alimentare, 2021

ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Annuario dei Dati Ambientali - Edizione 2019, www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/annuario-dei-dati-ambientali-edizione-2019

ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Annuario dei Dati Ambientali - Edizione 2018, www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/annuario-dei-dati-ambientali-edizione-2018

ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Annuario dei Dati Ambientali - Edizione 2017, www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/annuario-dei-dati-ambientali-2017

ISTAT, Istituto Nazionale di Statistica, Coltivazioni foraggere, dati al Dicembre, dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=33704, 2018,

ISTAT, Istituto Nazionale di Statistica, Consistenze degli allevamenti, dati al Dicembre, dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCSP_CONSISTENZE, 2018.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, Working group I: The scientific basis, archive.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/016.htm, https://archive.ipcc.ch/, dati al 2018.

Lasserre B., Marchetti M., Tognetti R., "Problems in the inventory of the belowground forest biomass carbon stocks", Journal of Silviculture and Forest Ecology, Volume 3, Pages 542-554, 2006

Knížatová, M., Brouček, J. & Mihina Š. Seasonal differences in levels of carbon dioxide and ammonia inbroiler housing. Slovak Journal of Animal Science, 43, 105–112, 2010.

Kinsman R., Sauer F. D., Jackson H. A., and Wolynetz M. S., Methane and Carbon Dioxide Emissions from Dairy Cows in Full Lactation Monitored over a Six-Month Period, Centre for Food and Animal Research Agriculture and Agri-Food Canada, Journal of Dairy Science Vol. 78. No. 12, 1995

Matthew W., Kumudinie K., Goretty M Dias, Glenn F., Humaira D., Life cycle assessment of alfalfa-grass hay production in Manitoba, University of Waterloo, umanitoba.ca/faculties/afs/agronomists_conf/media/Wiens_AlfalfaGrass_Hay_poster,2014.

Mihina, Š., Sauter, M., Palkovičová, Z., Karandušovská, I. & Brouček J., Concentration of harmful gases in poultry and pig houses. Animal Science Papers and Reports, 30, 395–406, 2012.

Pedersen, S., Blanes-Vidal, Jørgensen, H., Chwalibog, A., Haussermann, A., Heetkamp, M.J.W. & Aarnink A.J.A., Carbon dioxide production in animal houses: a literature review. CIGR Journal, 10, 1–19, 2008.

Shannan M. Little, Benchaar C, H. Henry Janzen, Roland K, Emma J. McGeough, Karen A., Beauchemin, Demonstrating the Effect of Forage Source on the Carbon Footprint of a Canadian Dairy Farm Using Whole-Systems Analysis and the Holos Model: Alfalfa Silage vs. Corn Silage, Climate, MDPI, 2017.

Rete Rurale Nazionale 2014–2020, web tool, Meccanismo volontario di riduzione e compensazione delle emissioni zootecniche a livello di distretti agricolo- zootecnico-forestale, emissionizero.ismea.it/, 2021.

Thomas R. Sinclair, "Historical Changes in Harvest Index and Crop Nitrogen Accumulation, Alliance of Crop, Soil and Environmental Science Societies", vol 38 No. 3, p. 638-643, 1998.

Valli L., Pignedoli S., Pacchioli M. T., Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA SpA, Emissioni in atmosfera l'impronta che non si vede, Conoscere per competere, 2013.

Zicarelli L., The Role of Ruminants on Environmental Pollution and Possible Solution to Reduce Global Warming, Journal of Agricultural Science and Technology A & Journal of Agricultural Science and Technology B, 2018.