

Le emissioni di metano nei bovini da latte

G. Matteo Crovetto

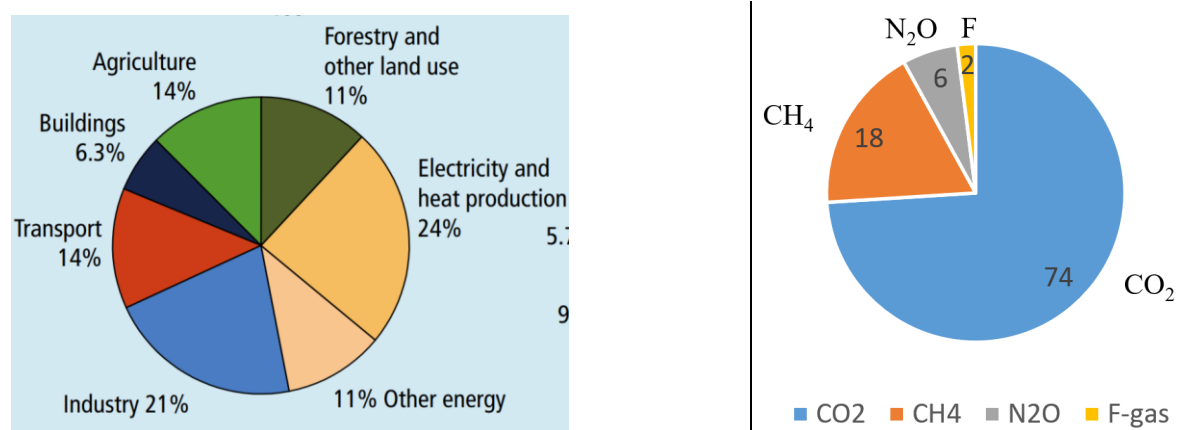
Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – Università degli Studi di Milano

L'emissione di metano (CH_4) nei ruminanti è un fatto assolutamente fisiologico e frutto di un'evoluzione millenaria che ha portato questi animali a vivere in simbiosi mutualistica con microrganismi (batteri e protozoi) in grado di digerire le frazioni fibrose degli alimenti, a beneficio dell'animale ospite. Oggi però una crescente parte dell'opinione pubblica, spesso male informata, addita gli animali in produzione zootecnica quali principali responsabili dei cambiamenti climatici in atto (riscaldamento del pianeta a causa dei gas a effetto serra) proprio e soprattutto a causa delle emissioni di metano ad essi associate. Il metano imputabile alla zootecnia deriva dalle fermentazioni enteriche (rumine + intestino crasso, 85%) e da quelle a carico delle deiezioni (15% circa).

Metano e riscaldamento globale

Secondo le stime dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2014) l'agricoltura, zootecnia inclusa, contribuisce alle emissioni di gas climalteranti o "a effetto serra" (GHG, *Green House Gases*) di origine antropica e quindi al riscaldamento globale (GWP, *Global Warming Potential*) del pianeta per il 14%. Sempre secondo l'IPCC tra i GHG (CO_2 , CH_4 , N_2O e F) il metano contribuisce al riscaldamento globale del pianeta mediamente per il 18% (Figura 1). Tali valori sono riferiti alle CO_2 -equivalenti (CO_2 -eq) avendo i diversi gas un effetto serra specifico; in particolare, riferendosi a un arco temporale di 100 anni, il metano vale 25 volte la CO_2 e il protossido d'azoto (N_2O) 300 volte la CO_2 .

Fig. 1 – Percentuali di impatto delle diverse attività antropiche sul riscaldamento globale del pianeta e contributo medio (%) dei gas climalteranti (vapore acqueo escluso) al riscaldamento globale (IPCC 2014). Tutti i valori sono riferiti alle emissioni espresse in CO_2 -eq.



Infine, il contributo dell'agricoltura alle emissioni mondiali di metano (antropiche e non) è mediamente del 40% e di questo il 70% circa è imputabile alla zootecnia, comprendendo le emissioni enteriche e quelle dai reflui di allevamento.

Possiamo quindi calcolare che in termini di metanogenesi la zootecnia è responsabile per circa il 5% del GWP a livello mondiale. Un dato non irrilevante, ma nemmeno tale da giustificare un processo sommario alla zootecnia in generale, rispetto ad altre attività antropiche ben più impattanti in termini di GWP.

È importante anche sottolineare che il metano è sì un gas climalterante di lunga durata, ma la sua persistenza media in atmosfera è di 12 anni, assai minore di quelle della CO₂ (100 anni) e dell'N₂O (114 anni). Ciò significa che applicando strategie di mitigazione delle emissioni di metano da parte del bestiame da latte, si può contribuire a miglioramenti significativi nei cambiamenti climatici in un arco di tempo relativamente breve.

Quanto metano enterico produce la bovina da latte?

Il metano emesso dagli animali origina da fermentazioni nell'apparato digerente: nei ruminanti l'87% circa del metano è prodotto nel rumine e il restante 13% nell'intestino crasso. Il metano rappresenta una perdita energetica: per il bestiame da latte si assume che tale perdita sia mediamente pari al 6,5% dell'energia lorda (EL) ingerita. Tale percentuale sarà maggiore (7-8% di EL) negli animali in asciutta o a bassa produzione, alimentati per lo più con foraggi e fibra, e minore (5-6% di EL) negli animali in lattazione a produzioni medio/alte, alimentati con diete a maggior contenuto di concentrati e di amido.

Per la bovina da latte Crosson et al. (2011) stimano emissioni medie variabili tra i 40 kg (Africa e Medio-Oriente) e i 120 kg (Nord America) di metano per capo all'anno. In realtà animali molto produttivi superano tali limiti. Per la determinazione accurata del metano enterico prodotto dagli animali si possono utilizzare le camere respiratorie (Figura 2). Accontentandosi di misurazioni meno accurate, si possono impiegare contenitori a tenuta d'aria attorno al capo dell'animale o un sistema che comprende: un cilindro contenente esa-fluoruro di zolfo (SF₆) che viene immesso nel rumine e che rilascia il gas a un tasso noto e costante, e un lettore di CH₄ e SF₆ in prossimità della bocca e delle narici dell'animale; ovviamente tali sistemi non misurano il metano emesso per via rettale.

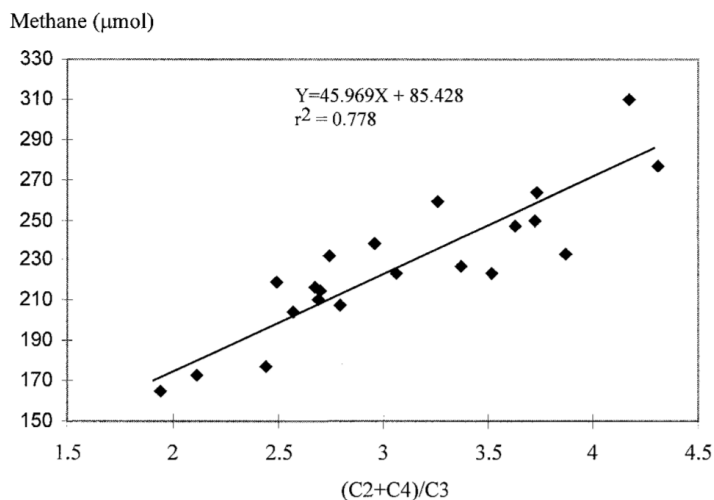
Fig. 2 – Camera respiratoria a circuito aperto per la determinazione del metano prodotto. Centro zootecnico di Cascina Baciocca, Cornaredo (MI), dell'Università degli Studi di Milano.



La metanogenesi ruminale

Nell'ambiente anaerobico del rumine i carboidrati, fibrosi e non, sono degradati ad acido piruvico e successivamente ad acidi grassi volatili: acetico (C₂), propionico (C₃) e butirrico (C₄), spesso presenti nella forma dei rispettivi sali (acetato, propionato, butirrato). Questi vengono poi assorbiti attraverso la parete ruminale ed entrano in circolo ematico fornendo così energia al ruminante. Esiste però una sostanziale differenza tra la produzione di acetato e butirrato da un lato e la produzione di propionato dall'altro lato: la prima libera ioni idrogeno (H⁺) nel rumine, la seconda li sottrae. In assenza di ossigeno, il recettore finale degli H⁺ è il carbonio, con conseguente formazione di metano. Pertanto la produzione di metano aumenta al crescere del rapporto tra C₂+C₄ e C₃ (Figura 3).

Fig. 3 – Rapporto “(acido acetico+acido butirrico)/acido propionico” e metanogenesi ruminale (Moss et al., 2000).



Poiché la metanogenesi ($\text{CO}_2 + 4 \text{H}^+ \rightarrow \text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$) richiede la presenza di H^+ , i substrati (emicellulose e cellulosa) che favoriscono le fermentazioni acetica e butirrica favoriranno la metanogenesi, mentre quelli (amido e pectine) che favoriscono la fermentazione propionica tenderanno a ridurre la produzione di metano (Van Kessel e Russell, 1996).

Più amido o più fibra?

Da tempo è noto che diete a base di semi di cereali riducono l'emissione di metano (espresso in g/kg SS ingerita) rispetto a diete a base di foraggi (Johnson e Johnson, 1995). Tuttavia è bene ricordare che il vantaggio dei ruminanti è dato dalla loro capacità di convertire in proteine nobili come quelle del latte fonti fibrose inutilizzabili dall'uomo. Un compromesso può essere quello di somministrare al bestiame da latte foraggi a contenuto di amido medio/alto con il duplice scopo di aumentare l'energia della dieta (e quindi il livello produttivo) e di ridurre l'emissione di metano per kg di SS ingerita o di latte (Beauchemin et al., 2008).

In definitiva, se valutiamo l'emissione di metano non in valore assoluto (g/giorno o kg/anno) ma relativo (g/kg latte, kg/t latte), conviene fornire una dieta sufficientemente energetica, con fibra digeribile e amido, per aumentare la produzione lattea e la *dairy efficiency* (kg latte/kg SS ingerita), entrambe inversamente correlate alla metanogenesi espressa come CH_4/kg latte prodotto.

Valori assoluti o relativi?

Quanto detto nel paragrafo precedente è illustrato nelle figure 4 e 5. In figura 4 appare evidente che la produzione di metano aumenta in valore assoluto all'aumentare della sostanza secca ingerita e in particolare della fibra neutro detersa (NDF) ingerita: l'NDF ha un coefficiente di determinazione (R^2) e un coefficiente angolare della retta di regressione più alti di quelli dell'amido, a riprova di un effetto maggiore dell'NDF sulla metanogenesi rispetto all'amido. In tale figura il metano è espresso in litri/giorno. Per passare dai litri ai grammi, tenendo conto che in condizioni standard di temperatura (0°C) e pressione (1 atm) 1 mole di metano, pari a 16 grammi, occupa un volume di 22,4 litri, si moltiplica per il coefficiente 0,7 (da: $16/22,4=0,7$). Per es. $500 \text{ L CH}_4 = 350 \text{ g CH}_4$.

Quando espressa per kg di SS ingerita o per kg di latte prodotto, la metanogenesi ha invece un andamento opposto, diminuendo all'aumentare dell'ingestione e della produzione (Figura 5). Gli animali a più alta ingestione alimentare e a maggior produzione lattea sono quindi quelli che impattano meno per unità di latte prodotto. Ciò è in larga misura dovuto alla minore incidenza della quota di mantenimento che viene ammortizzata su un livello produttivo maggiore. La figura 6 illustra questo fenomeno comparando una bovina da 40 kg di latte/giorno con due bovine da 20 kg di

latte/giorno. Ovviamente la bovina più produttiva produce più metano di quella meno produttiva, ma a parità di latte prodotto le bovine meno produttive hanno un impatto decisamente maggiore (+58%).

Fig. 4 – Ingestione di sostanza secca, amido e NDF e produzione di metano in bovine da latte (Crovetto e Colombini, 2017)

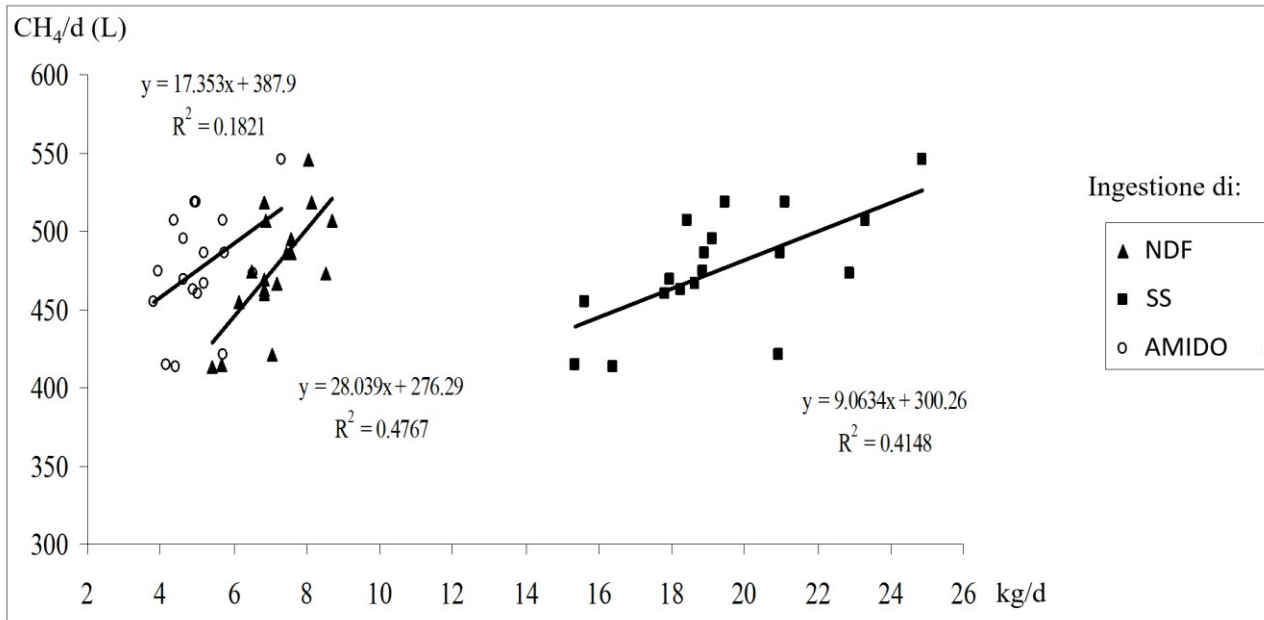


Fig. 5 – Emissione di metano per kg di sostanza secca ingerita e per kg di latte prodotto, in bovine da latte (Pirondini et al., 2015)

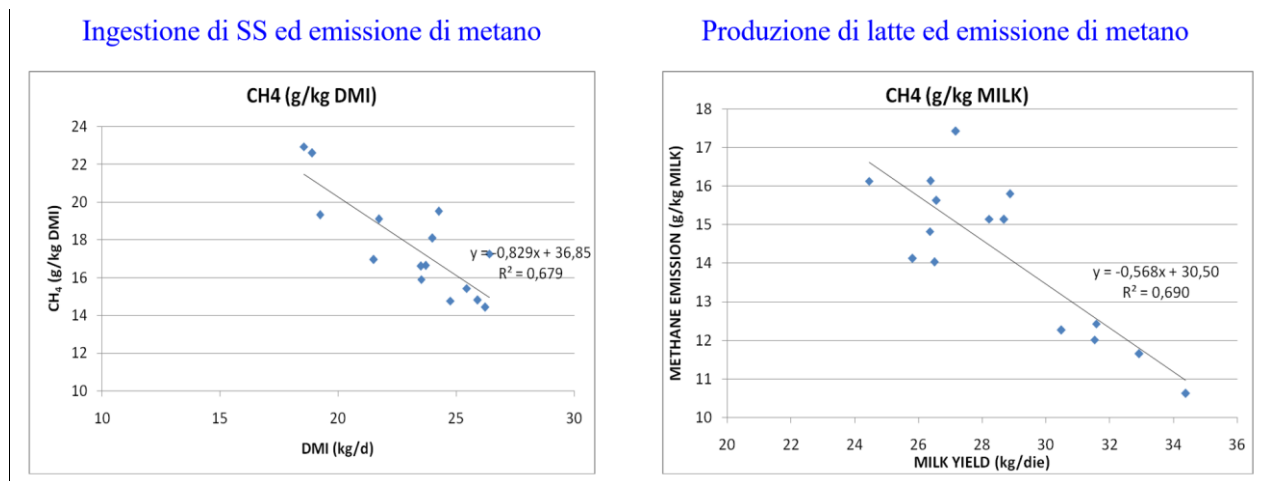
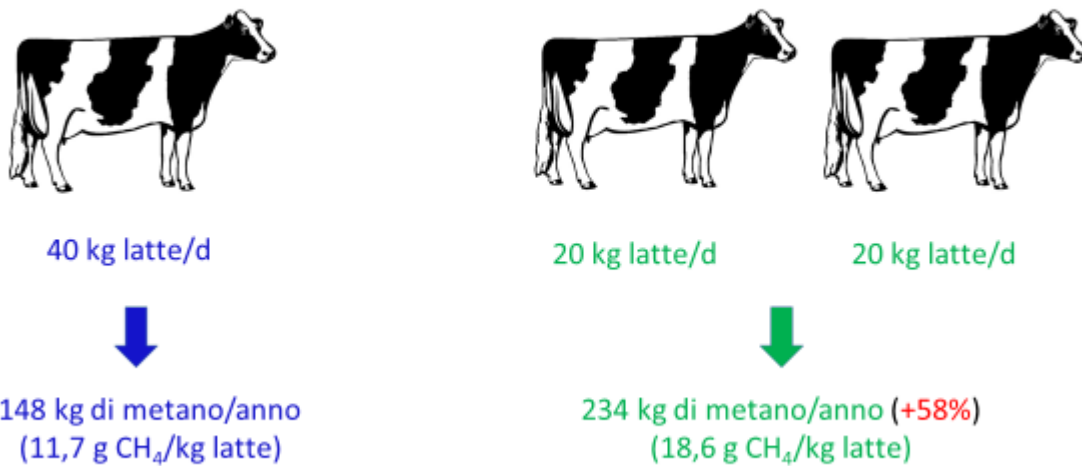


Fig. 6 – Produzione di metano in valori assoluti e relativi al kg di latte prodotto, in bovine a diverso livello produttivo.

Gli animali più produttivi impattano meno per unità di prodotto Il caso del metano



L'uso di lipidi e di additivi

Altre strategie alimentari possono essere adottate per contenere la metanogenesi a livello ruminale: l'impiego di grassi, oli o semi ricchi di acidi grassi insaturi che catturano H⁺ del rumine saturando alcuni dei doppi legami (Grainger e Beauchemin, 2011); di additivi quali oli essenziali, saponine, acidi organici, tannini, lieviti e probiotici. Molte sperimentazioni *in vivo* e *in vitro* sono state effettuate per chiarire l'efficacia di tali trattamenti, ma i margini di riduzione della metanogenesi ruminale sono comunque limitati, specialmente se non si possono impiegare sostanze chimiche e antibiotici vietati nell'UE (es. ionofori come il monensin).

Foraggiere e metano

Abbiamo visto che il livello di ingestione e la composizione della dieta sono i due principali fattori che influenzano la produzione di metano nei ruminanti. Foraggi ricchi di carboidrati strutturali o "fibrosi" (NDF) determinano una metanogenesi maggiore rispetto a diete con maggior contenuto di carboidrati non-fibrosi. Le graminacee tendono a far produrre più metano delle leguminose e, tra le graminacee, le C4 (mais e sorgo) sono più metanogene delle C3 (Archimède et al., 2011). Molto dipende comunque dallo stadio di raccolta della pianta: una pianta di mais raccolta tardivamente avrà un maggior contenuto di amido sul secco e quindi tenderà a ridurre la metanogenesi/kg SS ingerita rispetto ad una raccolta ad uno stadio vegetativo più precoce.

Oggi vi è giustamente la tendenza a privilegiare le rotazioni e gli avvicendamenti colturali e foraggeri, sia per aumentare la fertilità del suolo attraverso un maggior sequestro di carbonio organico, sia per limitare l'uso di prodotti chimici per fertilizzazione, diserbo e trattamenti antiparassitari.

Va comunque sottolineato che la composizione della dieta è fondamentale: in uno studio che ha coperto 18 anni, Bell et al. (2011) hanno trovato che un sistema alimentare senza pascolo e con basso livello di foraggi riduce al minimo le emissioni enteriche di metano/kg di latte: il 13% in meno rispetto a una dieta ad alto contenuto di foraggi usata nella medesima azienda. Tuttavia la maggior emissione di metano dai liquami compensa in parte la riduzione di metano enterico rispetto ai sistemi alimentari con pascolo e con tanto foraggio.

Efficienza riproduttiva e metano

Una gestione oculata della mandria che miri ad anticipare a 12-13 mesi di età la prima fecondazione e avere quindi il primo parto a 21-22 mesi di vita, così come un ottimo andamento riproduttivo delle bovine in lattazione, con intervalli parto-concepimento di 100-110 giorni e periodo inter-parto inferiore ai 13 mesi, diminuiranno l'emissione di metano da parte della mandria, grazie a una riduzione dei periodi improduttivi (fasi di manza e di asciutta) o poco produttivi (fase finale di lattazione) dell'animale e quindi, in definitiva, del numero di animali della mandria non in lattazione (Crosson et al., 2011).

Un aiuto dalla genetica e dalla genomica?

La selezione per animali più efficienti in termini produttivi può portare a minori emissioni di metano. Secondo Haas et al. (2011) agendo sull'RFI (*Residual Feed Intake*) e sul PME (*Predicted methane emission*) che hanno rispettivamente un'ereditabilità pari a 0,40 e 0,35 e che geneticamente sono tra loro direttamente correlati, e considerando la variabilità genetica per tali caratteri, si può teoricamente diminuire la produzione di metano dei bovini da latte nell'ordine dell'11-26% in 10 anni. Se poi si agisce a livello genomico la riduzione potrebbe essere anche maggiore.

Conclusioni

L'emissione di metano da parte dei ruminanti non può essere eliminata, ma ridotta attraverso tecniche nutrizionali (agendo sui diversi nutrienti quali amido, NDF, lipidi), alimentari (rapporto foraggi/concentrati, tipologia e qualità di foraggi, additivi, ecc.), di allevamento/riproduttive (anticipando il primo parto e riducendo in generale gli stadi improduttivi). In generale gli animali a maggior efficienza, in genere i più produttivi, sono quelli che hanno le minori emissioni di metano per kg di latte prodotto. In tal senso la tecnica *Precision Feeding* che prevede la somministrazione di quanto l'animale merita in base al potenziale genetico, senza sprechi né carenze, tende a minimizzare l'impatto ambientale – metanogenesi compresa - degli animali in produzione zootecnica e dei ruminanti da latte in particolare.

Bibliografia

- Archimède H, Eugène M, Marie Magdeleine C, Bovala M, Martin C, Morgavi DP, Lecomte P, Doreau M, 2011. Comparison of methane production between C3 and C4 grasses and legumes. *Anim. Feed Sci. Tech.* 166-167, 59-64.
- Beauchemin KA, Kreuzer M, O'Mara F, McAllister TA, 2008. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. *Aust. J. Exp. Agric.* 48, 21-27.
- Bell MJ, Wall E, Simm G, Russell G, 2011. Effects of genetic line and feeding system on methane emissions from dairy systems. *Anim. Feed Sci. Tech.* 166-167, 699-707.
- Crosson P, Shalloo L, O'Brien D, Lanigan GJ, Foley PA, Boland TM, Kenny DA., 2011. A review of whole farm systems models of greenhouse gas emissions from beef and dairy cattle production systems. *Anim. Feed Sci. Tech.* 166-167, 29-45.
- Crovetto GM, Colombini S, 2017. Environmental impact of animal production. Perugia, June 16th, 2017 - 22nd Congress of A.S.P.A.
- Grainger C, Beauchemin KA, 2011. Can enteric methane emissions from ruminants be lowered without lowering their production? *Anim. Feed Sci. Tech.* 166-167, 308-320.
- Haas YD, Windig JJ, Calus MP, Dijkstra J, Haan Md, Bannink A, Veerkamp RF, 2011. Genetic parameters for predicted methane production and potential for reducing enteric emissions through genomic selection. *J. Dairy Sci.* 94 (12), 6122-34.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Johnson KA, Johnson, DE, 1995. Methane emissions from cattle. *J. Anim. Sci.* 73, 2483-2492.

Moss AR, Jouany JP, Newbold J, 2000. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. *Ann. Zootech.* 49, 231-253.

Pirondini M, Malagutti L, Colombini S, Amodeo P, Crovetto GM, 2012. Methane yield from dry and lactating cows diets in the Po Plain (Italy) using an in vitro gas production technique. *Ital. J. Anim. Sci.* 1:e61.

Pirondini M, Colombini S, Mele M, Malagutti L, Rapetti L, Galassi G, Crovetto GM, 2015. Effect of dietary starch concentration and fish oil supplementation on milk yield and composition, diet digestibility, and methane emissions in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 98, 357-372.

Sauvant D, Giger-Reverdin S, 2009. Modélisation des interactions digestives et de la production de méthane. *Inra Prod. Anim.* 22, 375-384.

Van Kessel JAS, Russell JB, 1996. The effect of pH on ruminal methanogenesis. *FEMS Microbiol. Ecol.* 20, 205-210.