

## Emissões de metano na pecuária: conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação. Parte IV

Publicado: 24/05/2013

**Autor/s. :** Fernanda Samarini Machado, Luiz Gustavo Ribeiro Pereira, Fernando César Ferraz Lopes, Mariana Magalhães Campos e Mirton José Frota Morenz da Embrapa Gado de Leite, MG; Roberto Guimarães Júnior da Embrapa Cerrados, DF, e Alexandre Vieira Chaves da University of Sydney, Sydney, Austrália.

### Estratégias de mitigação via rotas alternativas de utilização do H<sub>2</sub>

Uma das estratégias de mitigação de metano é o redirecionamento do H<sub>2</sub> para processos que geram produtos benéficos para os ruminantes. Exemplos incluem a adição à dieta de substratos que estimulam a produção de propionato e tentativas de introduzir bactérias que expressam acetogênese redutiva no rúmen. Esses processos levam à produção de propionato e acetato, respectivamente, e reduzem a disponibilidade de H<sub>2</sub> para a metanogênese (VAN ZIJDERVELD et al., 2010). O uso de sais de nitrato ou sulfato também tem sido avaliado como estratégia de mitigação de metano entérico, por também representar via alternativa de utilização do H<sub>2</sub>.



Link recomendado

Yara Brasil



### ***Probióticos acetogênicos***

Microrganismos que utilizam H<sub>2</sub> para seu crescimento exercem papel fundamental no ecossistema anaeróbico ruminal. Para que a digestão aconteça normalmente, com formação de acetato, propionato e butirato, é necessário que a pressão parcial de H<sub>2</sub> seja mantida baixa. No rúmen, isso acontece por meio da metanogênese. Em algumas espécies com fermentação pós-gástrica (humanos, hamster, coelho, rato) a acetogênese redutiva é um mecanismo natural de utilização do H<sub>2</sub> no trato gastrointestinal. Sabe-se que a acetogênese também acontece no rúmen, mas sua

## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

O primeiro microrganismo ruminal acetogênico reconhecido, *Eubacterium limosum*, foi isolado em ovinos alimentados com dieta à base de melaço (GETHNER et al., 1981). Foi então demonstrada sua capacidade de crescer em meio com  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2$ , e produzir acetato. A dificuldade de isolar acetogênicos (BRAUN et al. 1979) indicaram que esses microrganismos não eram habitantes naturais do rúmen e a acetogênese não foi considerada processo ruminal relevante. Entretanto, com o aumento das discussões sobre o papel do metano no aquecimento global, a acetogênese passou a ser vista como potencial estratégia de mitigação da emissão de metano entérico.

Além disso, o produto final dessa reação, o acetato, tem a vantagem adicional de ser fonte de energia para o animal hospedeiro. Entretanto, no ambiente ruminal a acetogênese é menos eficiente do que a metanogênese na competição por equivalentes redutores. A acetogênese precisa de concentração de  $\text{H}_2$  mais elevada no meio para reduzir  $\text{CO}_2$  a acetato, do que aquela necessária pelas metanogênicas para reduzir  $\text{CO}_2$  a  $\text{CH}_4$ . Além disso, a última reação é termodinamicamente mais favorável (WEIMER, 1998).



Link recomendado

VICTAM LatAm 2023



Recentes estudos indicaram que todos os ruminantes apresentam pelo menos uma pequena população de bactérias acetogênicas e que sua densidade é influenciada pela dieta. Sugere-se que a presença de acetogênicas no rúmen seja um mecanismo de defesa para se evitar acúmulo de  $\text{H}_2$  em casos de inibição da metanogênese, ou seja, esses microrganismos provavelmente não atuam no rúmen competindo com as metanogênicas (HEGARTY, 2001). Bactérias acetogênicas estão presentes em grande número no rúmen de bezerros recém-nascidos, antes do estabelecimento da metanogênese (Morvan et al., 1994), e em bovinos alimentados com dietas com baixa relação volumoso:concentrado (LEEDLE E GREENING, 1988). Le Van et al. (1998) encontraram densidade de bactérias acetogênicas de  $2,5 \times 10^5/\text{mL}$  de líquido ruminal em vacas de corte alimentadas com dieta à base de feno e concentrado,

## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

A habilidade da acetogênese reductiva competir com a metanogênese parece depender das condições do ambiente ruminal e pode ser necessário que a população de acetogênicas atinja específica densidade mínima. Le Van et al. (1998) relataram ser necessário atingir a densidade de 107/mL para que a população de *Acetivomaculum ruminis* incubada em digesta ruminal atuasse como hidrogeniotrófica. Esses dados concordam com a observação de que o limiar de H<sub>2</sub> da *A. ruminis* é de 3.830 ppm (1,92 mM), enquanto metanogênicas apresentam limiar de 126 ppm (0,06 mM) (JOBBLIN, 1999).

O uso de probióticos para aumentar a população de acetogênicas no rúmen tem sido estudado por vários autores, com e sem adição de inibidores da metanogênese, mas os resultados até agora não foram satisfatórios ou não são conclusivos. O recente isolamento de novas espécies oriundas do trato gastrintestinal de diversas espécies com maior afinidade pelo H<sub>2</sub> (KLIEVE E JOBBLIN, 2007) representa nova perspectiva para essa estratégia de mitigação.



Link recomendado

[Agrifirm do Brasil](#)



### **Sais de nitrato ou de sulfato**

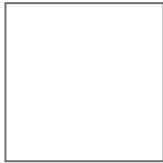
O uso do nitrato como alternativa de utilização do H<sub>2</sub> tem sido mal visto devido aos possíveis efeitos tóxicos do nitrito, composto intermediário formado na redução do nitrato a amônia. A redução de nitrato a nitrito ( $\Delta GT = -130$  kJ/mol de H<sub>2</sub>) e subsequente redução do nitrito a amônia ( $\Delta GT = -124$  kJ/mol de H<sub>2</sub>) libera mais energia do que a redução do CO<sub>2</sub> a CH<sub>4</sub> ( $\Delta GT = -16,9$  kJ/mol de H<sub>2</sub>) (UNGERFELD E KOHN, 2006). Esse processo poderia ser a principal rota de eliminação do H<sub>2</sub> se suficiente quantidade de nitrato estivesse disponível no ecossistema ruminal ativo. A redução de nitrato a amônia consome oito elétrons e cada mol de nitrato reduzido, podendo então diminuir a produção de metano em 1 mol. A amônia produzida estaria

## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

ruminal limitam a síntese de proteína microbiana (VAN ZIJDERVELD et al., 2010).

Em animais não adaptados ao uso de nitrato na dieta, a capacidade dos microrganismos ruminais reduzirem nitrato a nitrito excede a capacidade de redução do nitrito. Esse composto é então absorvido pelo epitélio ruminal e converte a hemoglobina sanguínea da forma ferrosa ( $\text{Fe}^{2+}$ ) para a férrica ( $\text{Fe}^{3+}$ ), tornando a molécula incapaz de transportar  $\text{O}_2$  para os tecidos (metahemoglobinemia). A condição resultante é um estado geral de anoxia, que pode reduzir o desempenho animal e, nos casos mais severos, ser fatal (OZMEN et al., 2005). A suplementação com enxofre ou cisteína pode reduzir o acúmulo de nitrito no rúmen. O sulfato também é redutor ( $\Delta\text{GT} = -21,1 \text{ kJ/mol de H}_2$ ) e também competirá por elétrons, podendo reduzir a produção de metano (UNGERFELD E KOHN, 2006).



Link recomendado

Yara Brasil



Van Zijderveld et al. (2010) avaliaram os efeitos da adição de nitrato e/ ou de sulfato na dieta de ovinos (2,6% da matéria seca) sobre a emissão de metano, em câmaras respirométricas. A produção de metano foi reduzida com o uso dos suplementos (nitrato: -32%; sulfato: -16%; nitrato + sulfato: -47%). A redução na emissão de metano devido ao uso de nitrato foi mais pronunciada no período imediatamente após a alimentação, enquanto que a redução na metanogênese devido ao sulfato foi observada durante todo o dia. Os autores concluíram que, quando fornecidos de forma segura, os sais de nitrato e de sulfato são agentes potentes de mitigação de metano entérico.

### Vacinação contra metanogênicas ruminais

A vacinação contra metanogênicas ruminais tem o potencial de reduzir emissões de metano por meio do decréscimo do número ou da atividade desses microrganismos no rúmen. É provável que tenha bom custo-benefício e que seja uma das poucas

## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

tecnologia por veterinários e produtores pode ser rápida se a mesma se mostrar eficaz na redução das emissões de metano (BUDDLE et al., 2010).

A eficácia da vacinação depende da ligação de anticorpos salivares à superfície das metanogênicas, o que resulta em inativação ou remoção das mesmas do rúmen. Portanto, o alvo primário da vacina é provavelmente proteínas de superfície ou aquelas associadas à membrana, presentes universalmente nas metanogênicas (BUDDLE et al., 2010). Essa estratégia envolve a vacinação dos animais para induzir expressiva produção de anticorpos salivares, que são liberados para o rúmen, a fim de neutralizar as metanogênicas ou reduzir a emissão de metano.



Link recomendado



VICTAM LatAm 2023

Cook et al. (2008) utilizaram a técnica de imunização passiva, utilizando gema de ovo de galinha como fonte rápida, econômica e não invasiva de produção de anticorpos (IgY), a partir da imunização das aves com vacinas preparadas de células íntegras de três cepas de metanogênicas ruminais. Os autores observaram que a adição de elevados níveis de anticorpos aviários (IgY) reduziu a produção de metano em culturas de líquido ruminal in vitro. Entretanto essa resposta não foi permanente, o que os autores atribuíram à possível instabilidade dos anticorpos no fluido ruminal, ou à presença de metanogênicas não cultivadas no preparo da vacina, não sendo, portanto, afetadas pelos anticorpos IgY.

Grande parte das metanogênicas ruminais não podem ser cultivadas em laboratório (WRIGHT et al., 2006) e, portanto, é possível que essas cepas não-cultiváveis cresçam para substituir as metanogênicas, contra as quais os anticorpos têm sido gerados (McALLISTER et al., 2008). A diversidade das metanogênicas no rúmen pode ser influenciada tanto pela dieta como pela localização geográfica (WRIGHT et al., 2007), o que aumenta o desafio de desenvolver vacinas de amplo espectro contra metanogênicas, que sejam efetivas em diferentes condições de produção animal e em regiões geograficamente distintas.

metano. Entretanto, quando o estudo foi repetido com uma mistura de cinco metanogênicas, a vacinação não promoveu redução na metanogênese, embora tenha provocado mudança na composição da fauna microbiana no rúmen (WILLIAMS et al., 2009). Esse resultado enfatiza a dificuldade de produzir vacinas efetivas para reduzir a emissão de metano entérico, a partir em preparados de células inteiras (BUDDLE et al., 2010).



Link recomendado

Agrifirm do Brasil



O desenvolvimento de vacinas recombinantes contra proteínas da superfície celular, presentes em ampla gama de espécies de metanogênicas pode melhorar a eficácia da vacinação como método de mitigação de metano entérico (McALLISTER et al., 2008). Buddle et al. (2010) propuseram o desenvolvimento de vacinas contra proteínas que são cruciais para o crescimento das metanogênicas e/ou para a metanogênese, e que apresentam reação cruzada para várias espécies, por meio de informações obtidas do sequenciamento genético da *M. ruminantium*.

## Bacteriófagos e bacteriocinas

Estratégias de controle biológico, tais como bacteriófagos e bacteriocinas, podem ser efetivas na inibição direta das Archaea metanogênicas e redirecionamento do H<sub>2</sub> para bactérias ruminais redutivas, como as produtoras de propionato ou acetogênicas (McALLISTER et al., 2008).

Os bacteriófagos estão presentes em todos os ecossistemas biológicos e sua habilidade de penetrar e, subsequentemente, "lisar" a célula hospedeira faz dos bacteriófagos e seus genes, potenciais estratégias de mitigação (BUDDLE et al., 2010). Apenas seis Archaeal fagos foram sequenciados e descritos até o momento, e apenas dois são de metanogênicas: Methanobacterium phages psi M1 e M2, e Methanothermobacter phage psi M100 (PFISTER et al., 1998; LUO et al., 2001). O



devem ser sequenciados e caracterizados para que sua utilização seja eficaz (BUDLE et al., 2010). Os fagos são altamente hospedeiro-específicos, o que representa outro fator limitante ao uso dessa estratégia para redução da emissão de metano, já que, aparentemente, há elevada diversidade de metanogênicas no rúmen (JANSEN E KIRS, 2008; McALLISTER et al., 2008).



Link recomendado



Yara Brasil

Bacteriocinas são peptídeos bactericidas produzidos por bactérias e podem desempenhar importante papel na competição entre espécies de microrganismos por nichos dentro do ecossistema ruminal (McALLISTER et al., 2008). Entretanto, há pouca informação sobre seus efeitos sobre a metanogênese. Nisina, uma bacteriocina exógena produzida pelo *Lactococcus lactis* tem sido estudada como estratégia de mitigação de metano. Sar et al. (2005) avaliaram os efeitos de diferentes concentrações de nisina sobre a produção in vitro de metano por microrganismos ruminais em sistema de cultura contínua. Com o aumento da concentração de nisina de 5 para 30  $\mu\text{mol/L}$ , a produção de metano reduziu de 14 para 40%. A bacteriocina bovicina HC5 produzida pelo *Streptococcus bovis* inibiu em até 50% a metanogênese in vitro (LEE et al., 2002).

A identificação de bacteriocinas estáveis no ambiente ruminal e específicas contra metanogênicas representa área para futuras pesquisas. São também necessários estudos in vivo para estabelecer a adaptabilidade e efetividade em longo prazo para o uso de bacteriocinas como aditivos alimentares (BOADI et al., 2004; McALLISTER et al., 2008).

## Manejo de pastagens e Sistemas de Integração

No Brasil, a maior parte das emissões de metano de origem entérica é proveniente de bovinos criados extensivamente (LIMA, 2002) em pastagens que, em grande

## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

origem animal produzido (GUIMARÃES JR. et al., 2010). Dentre as alternativas para mitigação de GEE pela pecuária destacam-se a melhoria da qualidade nutricional da dieta, pela utilização de forragens de melhor valor nutritivo, associadas ao manejo adequado da pastagem (DeRAMUS et al., 2003; LASSEY, 2007).



Link recomendado



VICTAM LatAm 2023

O investimento na recuperação de pastagens degradadas seria outra estratégia mitigadora de impacto. De acordo com o relatório da FAO (2006), as pastagens (nativas e cultivadas) representam a segunda maior fonte potencial global de sequestro de carbono (C), com capacidade de drenar da atmosfera 1,7 bilhão de toneladas por ano, ficando atrás somente das florestas, cuja capacidade estimada chega a 2 bilhões de t de C por ano. O uso de práticas de manejo adequadas em pastagens, sobretudo de reposição da fertilidade do solo, possibilita o acúmulo de C no solo a uma taxa de 0,3 t de C/ha/ano (IPCC, 2000), o que corresponde, aproximadamente, à mitigação de 1,1 t de CO<sub>2</sub>-equivalente/ha/ano. Esse valor, bastante conservador, seria suficiente para anular cerca de 80% da emissão anual de metano de um bovino de corte adulto, estimada em 57 kg (IPCC, 1996), que equivale a 1,42 t de CO<sub>2</sub> (57 kg de CH<sub>4</sub>/ano x 25 potencial de aquecimento global do gás = 1,42 t de CO<sub>2</sub>-Eq). Portanto, pastagens produtivas e manejadas adequadamente, além de propiciarem condições favoráveis para aumentos significativos no desempenho animal e índices zootécnicos, também podem absorver grande parte do carbono emitido pela atividade pecuária, tornando-se componente importante no balanço de GEE (GUIMARÃES JR. et al., 2010).

Áreas de pastagens bem manejadas podem ser importantes sítios de acúmulo de carbono no solo. Ao mesmo tempo, essas pastagens podem suportar taxas de lotação de bovinos de 1 a 3 UA/ha, com produtividade entre 300 e 1.000 kg de ganho de peso/ha/ano, de forma sustentável. A recuperação de pastagens degradadas é uma opção que não somente permite a retomada da produtividade animal, mas





Link recomendado



Agrifirm do Brasil

Atualmente, a integração lavoura-pecuária (iLP) tem sido reconhecida como alternativa para redução das emissões de GEE pela agropecuária. O governo brasileiro incorporou a iLP na sua proposta apresentada na 15ª Reunião da Conferência das Partes (COP 15), do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, como uma das atividades mitigadoras nacionalmente aplicáveis (NAMAs) para redução de suas emissões de GEE. O governo se comprometeu a implantar essa tecnologia em 4 milhões de hectares, com impacto esperado de redução da ordem de 18 a 22 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>Eq até o ano de 2020. Além disso, faz parte da proposta, recuperar 15 milhões de ha de áreas de pastagens degradadas, o que reduziria de 83 a 104 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>Eq. Portanto, espera-se que nos próximos anos seja crescente o incentivo à adoção da iLP no país por meio de políticas públicas de crédito e de fomento (GUIMARÃES JR. et al., 2010).

### Metodologias de avaliação de emissão de metano entérico

Antes que estratégias de mitigação sejam desenvolvidas e aplicadas, é necessário possibilitar a mensuração das emissões de metano entérico de forma acurada, a fim de que sejam determinados os patamares de emissões para as práticas de manejo atualmente adotadas pelos sistemas de produção e para fins de elaboração de inventários nacionais.

Existem diferentes técnicas desenvolvidas para quantificar emissões de metano. A validação e aplicação dessas em diferentes sistemas de produção é importante para a credibilidade de atividades relacionadas aos inventários nacionais de emissões de GEE pela pecuária, e o desenvolvimento de políticas públicas para atender às demandas globais de redução dos impactos ambientais das atividades agropecuárias.

## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

Link recomendado



Yara Brasil

As emissões de metano podem ser mensuradas, utilizando-se metodologias in vivo e in vitro. O uso e a manutenção de animais experimentais representam custos elevados. Conseqüentemente, os métodos in vitro geralmente são a opção inicial para a avaliação de estratégias de redução ou de inibição da produção de metano. As técnicas in vitro são as menos onerosas e rápidas para screening de dietas e suas combinações, além de permitirem a avaliação dos efeitos de grande diversidade de aditivos e ingredientes alimentares sobre a metanogênese (MAKKAR E VERCOE, 2007). As dietas, aditivos e inibidores capazes de reduzir a produção de metano in vitro, podem então serem avaliadas em ensaios in vivo mais detalhados e onerosos, contemplando situações práticas de alimentação.

Nas técnicas in vitro, uma amostra de líquido ruminal é utilizada para ajudar a simular as condições normais de fermentação ruminal, em cultura contínua ou em frascos de fermentação. A produção de metano pode então ser calculada pela mensuração da produção total de gases, amostragem dos gases produzidos e análise de sua composição, utilizando, por exemplo, cromatografia gasosa. A medição do volume de gases pode ser realizada com o auxílio de um transdutor de pressão ou voltímetros, conforme Maurício et al. (2003) e Schofield e Pell (1995), ou por deslocamento de água em sistema vaso comunicante (FEDORAH E HRUDEY, 1983). A coleta de alíquotas de gases dos frascos de fermentação, acondicionamento em exetainers e análise da concentração de CH<sub>4</sub> por cromatografia gasosa podem ser realizadas de acordo com Chaves et al. (2006).

Link recomendado



VICTAM LatAm 2023

## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

de câmaras respirométricas, onde os animais são alocados e os gases emitidos são coletados para análise (RODRIGUEZ et al., 2007). A emissão de metano também pode ser mensurada com auxílio da inserção de indicadores no rúmen, conforme a metodologia do gás traçador Hexafluoreto de Enxofre - SF<sub>6</sub> (JOHNSON et al, 1994), que vem sendo adotada como método padrão para mensurações com animais em pastejo.

A técnica de respirometria em câmaras de fluxo aberto envolve a entrada de ar externo na câmara, com fluxo constante e conhecido. Amostras do ar externo e do ar interno da câmara são coletadas a intervalos de tempo determinados, e avaliadas quanto às concentrações de CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> para determinar o consumo de O<sub>2</sub> e a produção de CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub>. Nos estudos de partição de energia, a produção de calor pelo animal pode então ser calculada pela equação de Brouwer (1965), permitindo a determinação dos teores de energia líquida dos alimentos e das exigências energéticas dos animais. Essa técnica apresenta como vantagens a precisão na quantificação dos gases produzidos e consumidos pelo animal, e a possibilidade de avaliar em conjunto os dados de emissão de metano e os parâmetros de metabolismo energético do animal. Por ser o método mais preciso e por mensurar a emissão total de metano entérico (respiração, eructação e ejeção retal), a técnica de respirometria é utilizada como padrão para validar e desenvolver fatores de correção para as demais técnicas in vivo. Entretanto, o uso de câmaras respirométricas tem como limitações o alto investimento necessário em estrutura física, mão-de-obra e equipamentos; a restrição à movimentação dos animais; e a limitação ao número de animais simultaneamente avaliados. Descrições de sistemas convencionais de respirometria de circuito aberto podem ser encontradas nos trabalhos de Yong et al. (1975), Bryant et al. (1977); McLean e Tobin (1987) e Miller e Koes (1988). Já versões mais modernas desse sistema são descritas por Grainger et al. (2007), Odongo et al. (2007) e Rodríguez et al (2007).



Link recomendado

Agrifirm do Brasil



## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

1997; WOODWARD et al., 2006). Um pequeno tubo de permeação contendo SF<sub>6</sub>, cuja taxa de liberação é conhecida, é inserido no rúmen do animal. O ar expirado é amostrado através de um tubo capilar de aço inoxidável (adaptado ao cabresto) conectado à canga (recipiente fabricado com cano de PVC de alta resistência, submetido a vácuo interno), ao qual é acoplada uma válvula de metal com septo para amostragens de gases e engate rápido. As concentrações de CH<sub>4</sub> e SF<sub>6</sub> são determinadas por cromatografia gasosa. A partir da taxa conhecida de liberação do SF<sub>6</sub> no rúmen e das concentrações de CH<sub>4</sub> e SF<sub>6</sub> nas amostras de gás medidas, pode ser calculado o fluxo de metano liberado pelo animal (JOHNSON E JOHNSON, 1995; USEPA, 2000). Essa técnica elimina a necessidade de contenção do animal, permitindo que ele se mova e pasteje (JOHNSON et al., 2007).

Vários estudos foram conduzidos para comparar as estimativas de produção de metano a partir da técnica do traçador SF<sub>6</sub> com as mensurações realizadas em câmaras respirométricas de fluxo aberto. Estudos com bovinos de corte e ovinos indicaram que a produção de CH<sub>4</sub> estimada com a técnica do traçador SF<sub>6</sub> correspondeu a 93 a 95% daquela mensurada em câmaras respirométricas (JOHNSON et al., 1994; ULYATT et al., 1999; MCGINN et al., 2006). Os menores valores estimados para a técnica do traçador SF<sub>6</sub> são parcialmente explicados pela liberação de metano via retal (MURRAY et al., 1976). Grainger et al. (2007) compararam as emissões de metano por vacas leiteiras, utilizando a técnica do traçador SF<sub>6</sub> e câmara respirométrica e observaram valores semelhantes (331 x 322 g de CH<sub>4</sub>/dia/vaca). Maior variabilidade dentro de vacas entre os dias de mensuração e maior variabilidade entre vacas foram obtidas para o SF<sub>6</sub> (CV = 6,1 e 19,6%) do que para as câmaras (CV = 4,3 e 17,8%). Os autores realizaram meta-análise dos dados de emissão de três diferentes locais e observaram que a técnica do traçador SF<sub>6</sub> resultou em valores 8% inferiores aos mensurados em câmaras. Assim, é importante o desenvolvimento de fatores de correção para as emissões mensuradas pela técnica SF<sub>6</sub> a partir dos valores obtidos em câmaras respirométricas.

## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

Link recomendado



Yara Brasil

Outras técnicas vêm sendo desenvolvidas para quantificar a emissão de metano entérico por ruminantes. Madsen et al. (2010) descreveram um método baseado no uso do CO<sub>2</sub> como indicador interno. Ou seja, a produção de metano pode ser estimada a partir da produção de CO<sub>2</sub> (conhecida ou estimada) pelo animal, associada às concentrações de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> no ar atmosférico e na amostra de ar (contendo mistura de ar atmosférico e gases excretados pelo animal). A eliminação de CO<sub>2</sub> pelo animal pode ser calculada a partir de dados de Nutrição Animal obtidos em câmara respirométrica, mostrando estreita relação entre a produção de CO<sub>2</sub> e a de calor, quando diferentes nutrientes são metabolizados, considerando-se 21,5 a 22,0 kJ/L de CO<sub>2</sub> para dietas normais (CHWALIBOG, 1991). A produção de calor pode ser obtida pela diferença entre a EM consumida e a energia presente nos produtos (ganho de peso e produção de leite). E as concentrações de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> no ar podem ser obtidas rapidamente com o uso de aparelhos portáteis.

No IPCC (2006) foi reportada a necessidade dos países gerarem informações específicas, incluindo nos modelos de predição da emissão de metano entérico, dados como: composição das dietas, composição dos produtos da fermentação entérica, sazonalidade, caracterização da população animal e da qualidade e disponibilidade do alimento, e inclusão de estratégias de mitigação. Para isso, a mensuração de emissão de metano entérico em experimentos bem documentados é fundamental. Os inventários nacionais e mundiais de emissões de GEE baseiam-se em modelos matemáticos, os quais também são importantes no desenvolvimento de estratégias de mitigação. Os modelos mecanísticos e de regressão permitem analisar as causas e variações na produção de metano (ELLIS et al., 2008a). Existem várias equações de regressão na literatura (KRISS, 1930; AXELSSON, 1949; BLAXTER E CLAPPERTON, 1965; MOE E TYRREL, 1979; MILLS et al., 2003; ELLIS et al., 2007; ELLIS et al., 2008a). Provavelmente, a melhor equação para predição da produção de CH<sub>4</sub> dependerá da dieta sendo consumida, e se a equação considera as variáveis mais importantes para cada situação específica (ELLIS et al., 2008a). A utilização de

estratégias de mitigação.



Link recomendado



VICTAM LatAm 2023

## Considerações Finais

A emissão de metano por ruminantes é consequência dos processos fermentativos gastrintestinais, que garantem a estes animais a habilidade de transformar alimentos grosseiros, ricos em celulose, em alimentos (leite e carne) e produtos fundamentais para a evolução e desenvolvimento da humanidade.

O levantamento do potencial de emissão de metano pelos diferentes sistemas agropecuários, bem como a avaliação de estratégias mitigatórias, deve ser realizado sob visão holística, levando-se em consideração a dinâmica e o balanço de carbono em todo o sistema de produção.

As Instituições de pesquisa nacionais têm papel fundamental no desenvolvimento de inventários sobre a emissão de GEE no Brasil, possibilitando o questionamento dos dados apresentados pelas organizações internacionais e o desenvolvimento de soluções sustentáveis para os sistemas de produção. Diante disso, torna-se necessário o planejamento de projetos de pesquisa multidisciplinares e interinstitucionais que atendam a essa demanda da sociedade.

Existem diversas estratégias nutricionais para mitigação de metano entérico sendo estudadas e desenvolvidas. Todas apresentam diferentes viabilidades, custos e possibilidades de aceitação pelos produtores. A escolha de qual ou quais adotar deve ser baseada na capacidade de redução das emissões, associada à viabilidade econômica de adoção e manutenção ou melhoria do desempenho animal.

O incremento nos índices zootécnicos, passíveis de serem atingidos com melhorias nos sistemas de produção (principalmente, aqueles relacionados ao uso eficiente das

## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

para o mundo, respeitando as demandas relacionadas ao uso da terra e da água, à conservação da biodiversidade e à emissão de GEE.



Link recomendado



[Agrifirm do Brasil](#)

### Referências

ASANUMA, N.; IWAMOTO, M.; HINO, T. Effect of the addition of fumarate on methane production by ruminal microorganisms in vitro. *Journal of Dairy Science*, v.82, p. 780–787, 1999.

ATTWOD, G. T.; KELLY, W. J.; ALTERMANN, E. H.; LEAHY, S. C. Analysis of the *Methanobrevibacter ruminantium* draft genome: understanding methanogen biology to inhibit their action in the rumen. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v. 48, p. 83-88, 2008.

AXELSSON, J. The amount of produced methane energy in the European metabolic experiments with adult cattle. *Annual Report of Agricultural College*, v. 16, p. 404-419, 1949.

BANNINK, A.; KOGUT, J.; DIJKSTRA, J.; FRANCE, J.; KEBREAB, E.; VAN VUUREN, A. M.; TAMMINGA, S. Estimation of the stoichiometry of volatile fatty acid production in the rumen of lactating cows. *Journal of Theoretical Biology*, v. 238, p. 36-51, 2006.

BARIONI, L. G.; LIMA, M. A. DE; ZEN, S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; FERREIRA, A. C. Abaseline projection of methane emissions by the Brazilian beef sector: preliminary results. In: GREENHOUSE GASES AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, 2007, Christchurch, New Zealand. Proceedings... Christchurch, 2007.

BARRAGRY, T. B. Growth-promoting agents. In: *Veterinary drug therapy*. Philadelphia: Lea e Febiger, 1994. p.597-654.



Animal Science, v. 81, p. 563–574, 2001.

BERCHIELLI, T.T.; PEDREIRA, M.S.; OLIVEIRA, S.G.; PRIMAVESI, O.; LIMA, M.; FRIGUETO, R.T.S. Determinação da produção de metano e pH ruminal em bovinos de corte alimentados com diferentes relações volumoso: concentrado. Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 40., 2003, Santa Maria. Anais... Santa Maria: SBZ, 2003. CD-ROM.

BEAUCHEMIN, K.A.; KREUZER, M.; O'MARA, F.; MCALLISTER, T. A. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. Australian Journal of Experimental Agriculture, v. 48, p. 21–27, 2008.



Link recomendado

Yara Brasil



BEAUCHEMIN, K. A.; MCGINN, S. M. Methane emissions from feedlot cattle fed barley or corn diets. Journal of Animal Science, v. 83, p. 653–661, 2005.

BIRD, S. H.; HEGARTY, R. S.; WOODGATE, R. Persistence of defaunation effects on digestion and methane production in ewes. Australian Journal Experimental Agriculture, v. 48, p. 152-155, 2008.

BLAXTER, K. L. Energy Metabolism in Animals and Man. New York: Cambridge University Press, 1989. 340 p.

BLAXTER, K. L.; CLAPPERTON, J. L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. British Journal of Nutrition, v. 19, p. 511-522, 1965.

BOADI, D.; BENCHAAAR, C.; CHIQUETTE, J.; MASSÉ, D. Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: update review. Canadian Journal of Animal Science, v. 830, p. 319-335, 2004.

BRAUN, M.; SCHOBERTH, S.; GOTTSCHALK, G. Enumeration of bacteria forming acetate from H<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> in anaerobic habitats. Archives for Microbiology, v. 120, 201-204, 1979.



## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

Reproduction Nutrition Development, v. 44, p. 195–206, 2004.

BROUWER, E. Report of subcommittee on constants and factors. In: Blaxter, K. L. (Ed.). Proceedings of the 3 Symposium on energy Metabolism. London: EAAP Academic, 1965. p. 441-443.

BUDDLE, B. M.; DENIS, M.; ATTWOOD, G. T.; ALTERMANN, E.; JANSSEN, P. H.; RONIMUS, R. S.; PINARES-PATIÑO, C. S.; MUETZEL, S.; WEDLOCK, D. N. Strategies to reduce methane emissions from farmed ruminants grazing on pasture. Veterinary Journal, v. 188, p. 11-17, 2011.

BUSQUET, M.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; CARRO, M. D.; KAMEL, C. Effect of garlic oil and four of its compounds on rumen microbial fermentation. Journal of Dairy Science, v. 88, p. 4393–4404, 2005.

CALLAWAY, T. R.; MARTIN, S. A.; WAMPLER, J. L.; HILL, N. S.; HILL, G. M. Malate content of forage varieties commonly fed to cattle. Journal of Dairy Science, v. 80, p. 1651–1655, 1997.



Link recomendado



VICTAM LatAm 2023

CASTILLO, C.; BENEDITO, J. L.; MÉNDEZ, J. Organic acids as a substitute for monensina in diets for beef cattle. Animal Feed Science and Technology, v. 115, p. 101–116, 2004.

CASTRO, G. H. F.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; TEIXEIRA, A. M.; VELASCO, F. O. Produção de metano em ovinos consumindo volumosos tropicais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 46., 2009, Maringá. Anais... Maringá: SBZ, 2009.

CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; WALKER, N.D.; BACH, A. Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: past, present and future. Animal Feed Science and Technology v. 145, p. 5–26, 2008.

## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

Methanogen is stimulated by a probiotic strain of *Sacharomyces cereviseae*. Applied and Environmental Microbiology, v. 61, p. 3466, 1995.

CHAVES, A. V.; THOMPSON, L. C.; IWAASA, A. D. Effect of pasture type (alfafa vs. grass) on methane and carbon dioxide production by yearling beef heifers. Canadian Journal of Animal Science, v. 86, p. 409-418, 2006.

CHWALIBOG, A. Husdyrernaering. Bestemmelse af naeringgsvaerdi og naeringsbehov. Copenhagen: DRS forlag, 1991. 180 p.

CONRAD, R.; SCHINK, B.; PHELPS, T. J. Thermodynamics of H<sub>2</sub>-consuming and H<sub>2</sub>-producing metabolic reactions in diverse methanogenic environments under in situ conditions. FEMS Microbiology Letters, v. 38, n. 6, p. 353-360, 1986.

COOK, S. R.; MAITI, P. K.; CHAVES, A. V.; BENCHAAR, C.; BEAUCHEMIN, K. A.; MCALLISTER, T. A. Avian (IgY) antimethanogen antibodies for reducing ruminal methane production: in vitro assessment of their effects. Australian Journal of Experimental Agriculture, v. 48, p. 260-264, 2008.

CORD-RUWISCH, R.; SIETZ, H. J.; CONRAD, R. The capacity of hydrogenotrophic anaerobic bacteria to compete for traces of hydrogen depends on the redox potential of terminal electron acceptor. Archives of Microbiology, v. 149, p. 350-357, 1988.



Link recomendado

Agrifirm do Brasil



COSGROVE, G.P.; WAGHORN, G.C.; ANDERSON, C.B.; PETERS, J.S.; SMITH, A.; MOLANO, G.; DEIGHTON, M. The effect of oils fed to sheep on methane production and digestion of ryegrass pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture, v. 48, p. 189–192, 2008.

CRESPO, N.P.; PUYALTO, M.; CARRO, M.D.; RANILLA, M.J.; MESIA, J. Acidos orgánicos en dietas para rumiantes. Albéitar, v. 57, p. 48– 50, 2002.



CZERKAWSKI, J. W. Methane production in ruminants and its significance. *World Review of Nutrition and Dietetics*, v. 11, p. 240- 282, 1969.

CZERKAWSKI, J. W. Degradation of solid feeds in the rumen: spatial distribution of microbial activities and its consequences. In: Milligan, L. P.; Grovum, W. L.; Dobson, A. (Eds). *Control of digestion and Metabolism in ruminants*. New Jersey: Prentice-Hall, 1986. p. 158-172.

DAVIES, A.; NWAONU, H. N.; STANIER, G.; BOYLE, F. T. Properties of a novel series of inhibitors of rumen methanogenesis; in vitro and in vivo experiments including growth trials on 2, 4- bis (trichloromethyl)- benzo [1,3] dioxin-6-carboxylic acid. *British Journal of Nutrition*, v. 47, p. 565, 1982.

DERAMUS, H. A.; CLEMENT, T. C.; GIAMPOLA, D. D.; DICKSON, P. C. Methane emissions of beef cattle on forrages: efficiency of grazing management systems. *Journal of Environment Quality*, v. 32, n. 1, p. 269-277, 2003.

DEHORITY, B. A. *Rumen Microbiology*. Nottingham: Nottingham University Press, 2003. 372 p.

DEMEYER, D. I.; HENDERICKX, H. K. Competitive inhibition of in vitro methane production by mixed rumen bacteria. *Archives Internationals de Physiologie et de Biochimie*, v. 75, p. 157–159, 1967.

DENMAN, S. E.; TOMKINS, N. W.; MCSWEENEY, C. S. Quantitative and diversity analysis of ruminal methanogenic populations in response to antimethanogenic compound bromochloromethane. *FEMS Microbiology Ecology*, v. 62, p. 313-322, 2007.

DOHME, F.; MACHMULLER, A.; WASSERFALLEN, A.; KREUZER, M. Ruminal methanogenesis as influenced by individual fatty acids supplemented to complete ruminant diets. *Letters in Applied Microbiology*, v. 32, p. 47–51, 2001.

Link recomendado



Yara Brasil

DOREAU, M.; FERLAY, A. Effect of dietary lipids on nitrogen metabolism in the rumen: a review. *Livestock Production Science*, v. 43, p. 97–110, 1995.

ECKARD, R. J.; GRAINGER, C.; KLEIN, C.A.M. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: a review. *Livestock Science*, v. 130, p. 47-56, 2010.

ELLIS, J. L.; KEBREAB, E.; ODONGO, N.E.; MCBRIDE, B. W.; OKINE, E. K.; FRANCE, J. Prediction of methane production from dairy and beef cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 90, p. 3456-3466, 2007.

ELLIS, J. L.; DIJKSTRA, J.; KEBREAB, E.; BANNINK, A.; ODONGO, N. E.; MCBRIDE, B. W.; FRANCE, J. Aspects of rumen microbiology central to mechanistic modeling of methane production in cattle. *Journal Agricultural Science*, v. 146, p. 212-233, 2008a.

ELLIS, J. L.; KEBREAB, E.; ODONGO, N. E.; BEAUCHEMIN, K.; MCGINN, S.; NKRUMAH, J. D.; MOORE, S. S.; CHRISTOPHERSON, R.; MURDOCH, G. K.; MCBRIDE, B. W.; OKINE, E. K.; FRANCE, J. Modeling methane production from beef cattle using linear and nonlinear approaches. *Journal of Animal Science*, v. 87, p. 1334-1345, 2008b.

ESTADOS UNIDOS. Environmental Protection Agency. Greenhouse gas emissions from agricultural systems. In: *WORKSHOP ON GREENHOUSE GAS EMISSIONS FROM AGRICULTURE*, 1989, Washington. Proceedings... Washington: United States Environmental Protection Agency, 1990. v.1, p.VII-3-VII-22. Summary report.

EUGÈNE, M.; ARCHIMÈD, H.; SAUVANT, D. Quantitative meta-analysis on the effects of defaunation of the rumen on growth, intake and digestion in ruminants. *Livestock Production Science*, v. 85, p. 81-97, 2004.

EUN, J. S.; FELLNER, V.; GUMPERTZ, M.L. Methane production by mixed ruminal cultures incubated in dual-flow fermentors. *Journal of Dairy Science*, v. 87, p.112-121,



toxicity. *Biological Wastes*, v. 29, p. 241–262, 1989.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO statistical databases. Rome, 2006. Disponível em <<http://faostat.fao.org>>

Acesso em 4 de junho de 2010.



Link recomendado



VICTAM LatAm 2023

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. *The State of Food and Agriculture. Livestock in the balance*. Roma: FAO, 2009. 166 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/012/i0680e/i0680e.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

FINLAY, B. J.; ESTEBAN, G.; CLARKE, K. J.; WILLIAMS, A. G.; EMBLEY, T. M.; HIRT, R. P. Some rumen ciliates have endosymbiotic methanogens. *FEMS Microbiology Letters*, Delft, v. 117, p. 157-161, 1994.

GARCIA-GONZÁLEZ, R.; GONZÁLEZ, J. S.; LÓPEZ, S. Decrease of ruminal methane production in rusitec fermenters through the addition of plant material from rhubarb (*Rheum ssp.*) and alder buckthorn (*Frangula alnus*). *Journal of Dairy Science*, v. 93, p. 3755-3763, 2010.

GENTHNER, B. R. S.; DAVIS, C. L.; BRYANT, M. P. Features of rumen and sludge strains of *Eubacterium limosum*, a methanol and H<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>- utilising species. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 42, p. 12-19, 1981.

GOEL, G.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Inhibition of microbial methanogens by bromochloromethane: effects on microbial communities and rumen fermentation using batch and continuous fermentations. *British Journal Nutrition*, v. 101, p. 1484-1492, 2009.

GRAINGER, C.; CLARKE, T.; MCGINN, S. M.; AULDIST, M. J.; BEAUCHEMIN, K. A.; HANNAH, M. C.; WAGHORN, G. C.; CLARK, H.; ECKARD, R. J. Methane emissions



GRAINGER, C.; WILLIAMS, R.; ECKARD, R. J.; HANNAH, M. C. A high dose of monensina does not reduce methane emissions of dairy cows offered pasture supplemented with grain. *Journal of Dairy Science*, v. 93, p. 5300-5308, 2010a.

GRAINGER, C.; WILLIAMS, R.; CLARKE, T.; WRIGHT, A. D.; ECKARD, R. J. Supplementation with whole cottonseed causes long-term reduction of methane emissions from lactating dairy cows offered a forage and cereal grain diet. *Journal of Dairy Science*, v. 93, p. 2612-2619, 2010b.



Link recomendado

Agrifirm do Brasil



GUAN, H.; WITTENBERG, K. M.; OMINSKI, K. H.; KRAUSE, D. O. Efficacy of ionophores in cattle diets for mitigation of enteric methane. *Journal of Animal Science*, v. 84, p. 1896–1906, 2006.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; MARCHAO, R. L.; VILELA, L.; PEREIRA, L. G. R. Produção animal na integração lavoura-pecuária. In: *Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite*, 5., 2010, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: UFMG, 2010. p. 111-123.

GUO, Y. Q.; LIU, J. X.; LU, Y.; ZHU, W. Y.; DENMAN, S. E.; McSWEENEY, C. S. Effect of tea saponin on methanogenesis, microbial community structure and expression of mcrA gene, in cultures of rumen micro-organisms. *Letters in Applied Microbiology*, v. 47, p. 421–426, 2008.

HARPER, L. A.; DENMEAD, O. T.; FRENEY, J. R.; BYERS, F. M. Direct measurements of methane emissions from grazing and feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, v. 77, p. 1392–1401, 1999.

HEGARTY, R. S. Reducing rumen methane emissions through elimination of rumen protozoa. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 50, p. 1321–1327, 1999.

## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

2001. 35 p.

HEGARTY, R. S.; BIRD, S. H.; VANSELOW, B. A.; WOODGATE, R. Effects of the absence of protozoa from birth or from weaning on the growth of microorganisms. *Biotechnology Bioengineering*, v. 39, p. 833- 858, 2008.

Heijnen, J. J.; van Dijken, J. P. In search of a thermodynamic description of biomass yield for the chemotrophic growth of microorganisms. *Biotechnology Bioengineering*, v. 39, p. 833-858, 1992.

HEIJNEN, J. J.; VAN LOOSDRECHT, M. C. M.; TIJHUIS, L. A black box mathematical model to calculate auto and heterotrophic biomass yields based on Gibbs energy dissipation. *Biotechnology Bioengineering*, v. 40, p. 1139-1154, 1992.

HESS, H. D.; BEURET, R. A.; LOTSCHER, M.; HINDRICHSEN, I. K.; MACHMULLER, A.; CARULLA, J. E.; LASCANO, C. E.; KREUZER, M. Ruminant fermentation, methanogenesis and nitrogen utilization of sheep receiving tropical grass hay-concentrate diets offered with *Sapindus saponaria* fruits and *Cratylia argentea* foliage. *Animal Science*, v. 79, p. 177–189, 2004.



Link recomendado

Yara Brasil



HOLTER, J. B.; YOUNG, A. J. Methane prediction in dry and lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v. 75, p. 2165-2175, 1992.

HUNGATE, R. E.; SMITH, W; BAUCHOP, T.; YU, I.; RABINOWITZ, J. C. Formate as an intermediate in the rumen fermentation. *Journal of Bacteriology*, v. 102, p. 384-397, 1970.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 777 p. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/default.php>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

Cambridge: University Press, 1995. 339 p.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Emissions from livestock and manure management. In: Eggleston, H. S.; Buendia, L.; Miwa, K.; Ngara, T.; Tabane, K. (eds).

IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories. Hayama: IGES, 2006. p. 747-846.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Fourth Assessment Report (AR4): Mitigation of Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. Disponível em: <[http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg3/en/contents.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/contents.html)>. Acesso em: 30 nov. 2010.

JANSSEN, P. H.; KIRS, M. Structure of the archaeal community of the rumen. Applied Environmental Microbiology, v. 74, p. 3619-3625, 2008.

JANSEEM, P. H. Influence of hydrogen on rumen methane formation and fermentation balances through microbial growth kinetics and fermentation thermodynamics. Animal Feed Science and Technology, v. 160, p. 1-22, 2010.

JOBLIN, K.N. Ruminal acetogens and their potential to lower ruminant methane emissions. Australian Journal Agricultural Research, v. 50, n. 8, p. 1321-1327, 1999.

JOHNSON, K. A.; KINCAID, R. L.; WESTBERG, H. H.; GASKINS, C. T.; LAMB, B. K.; CRONRATH, J. D. The effect of oilseeds in diets of lactating cows on milk production and methane emissions. Journal of Dairy Science, v. 85, p. 1509–1515, 2002a.



Link recomendado

VICTAM LatAm 2023



JOHNSON D. E.; PHETTEPLACE, H. W.; SEIDL, A. F. Methane, nitrous oxide and carbon dioxide emissions from ruminant livestock production systems. In: Takahashi,





JOHNSON, K.; HUYLER, M.; WESTBERG, H.; LAMB, B.; ZIMMERMAN, P.

Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a SF6 tracer technique. *Environmental Science Technology*, v. 28, p. 359-362, 1994.

JOHNSON, K. A.; JOHNSON, D. E. Methane Emissions from Cattle. *Journal Animal Science*, v. 73, p. 2483-2492, 1995.

JOHNSON, D. E.; WARD, G. M. Estimates of animal methane emissions. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 42, p. 133-141, 1996.

JORDAN, E.; KENNY, D.; HAWKINS, M.; MALONE, R.; LOVETT, D. K.; O'MARA, F. P. Effect of refined soy oil or whole soybeans on intake, methane output, and performance of young bulls. *Journal of Animal Science*, v. 84, p. 2418–2425, 2006a.

JORDAN, E.; LOVETT, D. K.; MONAHAN, F.J.; CALLAN, J.; FLYNN, B.; O'MARA, F. P. Effect of refined coconut oil or copra meal on methane output and on intake and performance of beef heifers. *Journal of Animal Science*, v. 84, p. 162–170, 2006b.

KAHARABATA, S. K.; SCHUEPP, P.; DESJARDINS, R. L. Estimating methane emissions from dairy cattle housed in a barn and feedlot using an atmospheric tracer. *Environmental Science Technology*, v. 34, n. 15, p. 3296-3302, 2000.

KLIEVE, A. V.; JOBLIN, K. Comparison in hydrogen utilisation of ruminal and marsupial reductive acetogens. In: Kennedy, R. (Ed.). 5 year research progress report 2002–2007. Wellington: The Pastoral Greenhouse Gas Research Consortium, 2007. p. 34–35.

KOLVER, E. S.; DE VETH, M. J. Prediction of ruminal pH from pasturebased diets. *Journal of Dairy Science*, v. 85, p. 1255-1266, 2002.

KRISS, M. Quantitative relations of the dry matter of the food consumed, the heat production, the gaseous outgo, and insensible loss in body weight of cattle. *Journal of Agricultural Research*, v. 40, p. 283-295, 1930.

## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

Link recomendado



Agrifirm do Brasil

LANA, R. P.; RUSSELL, J. B.; VAN AMBURGH, M. E. The role of pH in regulating ruminal methane and ammonia production. *Journal of Animal Science*, v. 76, p. 2190-2196, 1998.

LASSEY, K. R. Livestock methane emission: from the individual grazing animal through national inventories to the global methane cycle. *Meteorology Agricultural and Forest*, n. 142, p. 120-132, 2007.

LASSEY, K. R.; ULYATT, M. J.; MARTIN, R. J.; WALKER, C. F.; SHELTON, I. D. Methane emissions measured directly from grazing livestock in New Zealand. *Atmospheric Environment*, v. 31, p. 2905- 2914, 1997.

LEAHY, S. C.; KELLY, W. J.; ALTERMANN, E.; RONIMUS, R. S.; YEOMAN, C. J.; PACHECO, D. M.; LI, D.; KONG, Z.; MCTAVISH, S.; SANG, C.; LAMBIE, S. C.; JANSSEN, P. H.; DEY, D.; ATTWOOD, C. T. The genome sequence of the rumen methanogen *Methanobrevibacter ruminantium* reveals new possibilities for controlling ruminant methane emission. *PLoS ONE*, v. 5, n. 1, p. e8926, 2010.

LEEDLE, J. A. Z.; GREENING, R. C. Postprandial changes in methanogenic and acidogenic bacteria in the rumens of steers feed high-or low-forage diets once daily. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 54, p. 502-506, 1988.

LE VAN, T. D.; ROBINSON, J. A.; RALPH, J.; GREENING, R. C.; SMOLENSKI, W. J.; LEEDLE, J. A. Z.; SCHAEFER, D. M. Assessment of reductive acetogenesis with indigenous ruminal bacterium populations and *Acetitomaculum ruminis*. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 64, p. 3429-3436, 1998.

LIMA, M. A. Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidades e desafios. *Caderno de Ciência & Tecnologia*, v. 19, p. 451-472, 2002.

LIMA, M. A.; PESSOA, A. M. C. P. Y.; LIGO, M. A. V. Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa. *Relatórios de referência: emissões de*



quantify greenhouse gas fluxes from pastoral dairy production as affected by management regime. *Agricultural Systems*, v. 88, p. 156–179, 2006.



Link recomendado



Yara Brasil

LOVETT, D. K.; LOVELL, S.; STACK, L.; CALLAN, J.; FINLAY, M.; CONOLLY, J.; O'MARA, F. P. Effect of forage/concentrate ratio and dietary coconut oil level on methane output and performance of finishing beef heifers. *Livestock Production Science*, v. 84, p. 135– 146, 2003.

LÓPEZ, S.; VALDÉS, C.; NEWBOLD, C. J.; WALLACE, R.J. Influence of sodium fumarate addition on rumen fermentation in vitro. *British Journal Nutrition*, v. 81, p. 59–64, 1999.

MACKIE, R. I.; BRYANT, M. P. Acetogenesis and the rumen: syntrophic relationships. In: Drake, H. L. (Ed.). *Acetogenesis*. New York: Chapman and Hall, 1994. p. 331-364.

MACHMULLER, A.; KREUZER, M. Methane suppression by coconut oil and associated effects on nutrient and energy balance in sheep. *Canadian Journal Animal Science*, v. 79, p. 65–72, 1999.

MACHMULLER, A.; SOLIVA, C. R.; KREUZER, M. Methane-suppressing effect of myristic acid in sheep as affected by dietary calcium and forage proportion. *British Journal of Nutrition*, v. 90, p. 529–540, 2003.

MADES, J.; BJERG, B. S.; HVELPLUND, T.; WEISBJERGB, M. R.; LUNDB, P. Methane and carbon dioxide ratio in excreted air for quantification of the methane production from ruminants. *Livestock Science*, v. 129, p. 223-227, 2010.

MAIA, M. R. G.; CHAUDHARY L. C.; FIGUERES, L.; WALLACE R. J. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. *Antonie Van Leeuwenhoek*, v. 91, p. 303– 314, 2007.



MARTIN, C.; DUBROEUCQ, H.; MICOL, D.; AGABRIEL, J.; DOREAU, M. Methane output from beef cattle fed different high-concentrate diets. In: Proceedings of the British Society of Animal Science, 2007, Southport: BSAS. p. 46.

MARTIN, C.; ROUEL, J.; JOUANY, J. P.; DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil. *Journal of Animal Science*, v. 86, p. 2642–2650, 2008.



Link recomendado



VICTAM LatAm 2023

MARTIN, C.; MORGAVI, D. P.; DOREAU, M. Methane mitigation in ruminants: from microbes to the farm scale. *Animal*, v. 4, n. 3, p. 351- 365, 2009a.

MARTIN, C.; FERLAY, A.; CHILLIARD, Y.; DOREAU, M. Decrease in methane emissions in dairy cows with increase in dietary linseed content. In: Proceedings of the British Society of Animal Science, 2009, Southport: BSAS. p. 30.

MARTIN, S. A.; PARK, C. M. Effect of extracellular hydrogen on organic acid utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. *Current Microbiology*, v. 32, p. 327–331, 1996.

MCALLISTER, T. A.; BAE, H. D.; JONE, G. A.; CHENG, K. J. Microbial attachment and feed digestion in the rumen. *Journal of Animal Science*. v. 72, p. 3004-3018, 1994.

MCALLISTER, T. A.; OKINE, E. K.; MATHISON, G. W.; CHENG, K. J. Dietary, environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 76, p. 231-243, 1996.

MCALLISTER, T. A.; NEWBOLD, C. J. Redirecting rumen methane to reduce methanogenesis. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v. 48, p. 7-13, 2008.

## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

Proceedings of the British Society of Animal Science, 2008, Scarborough, UK. p. 64.

MCCAUGHEY, W. P.; WITTENBERG, K.; CORRIGAN, D. Impact of pasture type on methane production by lactating beef cows. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 79, p. 221–226, 1999.

MCGINN, S. M.; BEAUCHEMIN, K. A.; COATES, T.; COLOMBATTO, D. Methane emissions from beef cattle: effect of monensin, sunflower oil, enzymes, yeast and fumaric acid. *Journal of Animal Science*, v. 82, p. 3346–3356, 2004.

MCGUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. I. D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. *Journal of Dairy Science*, v. 84, (Sup.), p. E194–E203, 2001.

MCT – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Inventário Brasileiro das Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Informações Gerais e Valores Preliminares, 2009. Disponível em: Acesso em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em: 18 fev. 2010.



Link recomendado

Agrifirm do Brasil



MILLS, J. A. N.; KEBREAB, C. M.; YATES, L. A.; CROMPTON, L. A.; CAMMELL, S. B.; DHANOA, R. E.; FRANCE, J. Alternatives approaches to predicting methane emissions from dairy cows. *Journal of Animal Science*, v. 81, p. 3141-3150, 2003.

MOE, P. W.; TYRREL, H. F. Methane production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 62, p. 1583-1586, 1979.

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Aditivos. In: Berchielli, T. T.; Pires, A. V.; Oliveira, S.G. *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 111-140.

MORGAVI, D. P.; FORANO, E.; MARTIN, C.; NEWBOLD, J. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. *Animal*, v. 4, n. 7, p. 1024-1036, 2010.

## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

Microbiology Letters, v. 117, p. 249-256, 1994.

MORVAN, B.; RIEU-LESME, F.; FONTY, G.; GOUET, P. In vitro interactions between rumen H<sub>2</sub>-producing cellulolytic microorganisms and H<sub>2</sub>-utilizing acetogenic and sulfate-reducing bacteria. *Anaerobe*, v. 2, p. 175-180, 1996.

MOSS, A. R. Methane: global warming and production by animals. Kingston: Chalcombe Publications, 1993. 105 p.

MURRAY, R. M.; BRYANT, A. M.; LENG, R. A. Rates of production of methane in the rumen and large intestines of sheep. *British Journal Nutrition*, v. 36, p. 1-14, 1976.

NAGARAJA, T. G.; NEWBOLD, C. J.; VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER D. I. Manipulation of ruminal fermentation. In: Hobson, P. N.; Stewart, C. S. (Ed.). *The rumen microbial ecosystem*. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p. 523–632.

NELSON, D. L.; COX, M. M. *Lehninger Principles of biochemistry*, 3. ed. New York: Worth Publishers, 2000.

NELSON, C. J.; MOSER, L. E. Plant factors affecting forage quality. In: FAHEY Jr., G. C. (Ed). *Forage quality, evaluation and utilization*. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 115-154.

NEWBOLD, C. J.; RODE L. M. Dietary additives to control methanogenesis in the rumen. In: Soliva, C. R.; Takahashi, J.; Kreuzer, M. (Ed.) *Greenhouse gases and animal agriculture: an update*. Amsterdam: Elsevier, 2006. P. 138-147. Elsevier International Congress Series 1293.



Link recomendado

Yara Brasil



NEWBOLD, C. J.; LASSALAS, B.; JOUANY, J. P. The importance of methanogens associated with ciliate protozoa in ruminal methane production in vitro. *Letters in Applied Microbiology*, v. 21, p. 230- 234, 1995.



ruminantium. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 56, p. 3515, 1990.

ODONGO, N. E.; BAGG, R.; VESSIE, G.; DICK, P.; OR-RASHID, M. M.; HOOK, S. E.; GRAY, J. T.; KEBREAB, E.; FRANCE, J.; MCBRIDE, B. W. Long-term effects of feeding monensin on methane production in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 90, p. 1781– 1788, 2007.

O'KELLY, J. C.; SPIERS, W. G. Effect of monensin on methane and heat productions of steers fed lucerne hay either ad libitum or at the rate of 250 g/h. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 43, p. 1789, 1992.

OLIVEIRA, S. G.; BERCHIELLI, T. T.; PEDREIRA, M. S.; PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.; LIMA, M. A. Effect of tannin levels in sorghum silage and concentrate supplementation on apparent digestibility and methane emission in beef cattle. *Animal Feed Science and Technology*, v. 135, p. 236-248, 2007.

O'MARA, F. Greenhouse gas production from dairying: reducing methane production. *Advances in Dairy Technology*, v. 16, p. 295-309, 2004.

O'MARA, F. P.; FITZGERALD, J. J.; MURPHY, J. J.; RATH, M. The effect on milk production of replacing grass silage with maize silage in the diet of dairy cows. *Livestock Production Science*, v. 55, p. 79–87, 1998.

OZMEN, O. F.; SAHINDURAN, S.; UNSAL, A. Pathological and toxicological investigations of chronic nitrate poisoning in cattle. *Toxicology Environmental Chemistry*, v. 87, p. 99-106, 2005.

OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Ruminal fermentation. In: Church, D. C. (Ed). *The ruminant animal: digestive physiology and nutrition*. Waveland Press, 1988. p.145-171.

PEDREIRA, M. S.; OLIVEIRA, S. G.; BERCHIELLI, T. T.; PRIMAVESI, O. Aspectos relacionados com a emissão de metano de origem ruminal em sistemas de produção de bovinos. *Archives of Veterinary Science*, v. 10, n. 3, p. 24-32, 2005.



Link recomendado

VICTAM LatAm 2023



## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

PELCHEN, A.; PETERS, K. J. Methane emission from sheep. *Small Ruminant Research*, v. 27, n. 2, p. 137-150, 1998.

PINARES-PATIÑO, C. S.; ULYATT, M. J.; LASSEY, K. R.; BARRY, T. N.; HOLMES, C. W. Rumen function and digestion parameters associated with differences between sheep in methane emissions when fed chaffed lucerne hay. *Journal Agriculture Science*, v. 140, p. 205- 214, 2003.

PRESSMAN, B. C. Lonophorus antibiotics as model for biological transport. *Fedding Process*, v. 27, p. 1283-1288, 1976.

PRIMAVESI, O.; RODRIGUES, A. DE A.; BARBOSA, P. F.; FRIGHETTO, R. T. S.; LIMA, M. A.; PEDREIRA, M. DOS S.; BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, S. G. Manejo alimentar de bovinos leiteiros e sua relação com produção de metano ruminal. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2004. 21 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular Técnica, 39).

REES, E. M. R.; LLOYD, D.; WILLIAMS, A. G. The effects of cocultivation with the acetogen *Acetitomaculum ruminis* on the fermentation metabolism of the rumen fungi *Neocallimastix patriciarum* and *Neocallimastix* sp. Strai L2. *FEMS Microbiology Letters*, v. 133, p. 175-180, 1995.

ROBERTSON, L. J.; WAGHORN, G. C. Dairy industry perspectives on methane emissions and production from cattle fed pasture or total mixed rations in New Zealand. *Proceedings of the New Zealand Society Animal Production*, v. 62, p. 213–218, 2002.

RODRIGUEZ, N. M.; CAMPOS, W. E. Manipulação ruminal para redução da emissão de metano. In: *Simpósio Nacional sobre Produção Animal e Ambiente*, 1, 2007, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. p. 1-28.

ROUVIERE, P. E.; WOLFE, R. S. Novel biochemistry of methanogenesis. *Journal of Biological Chemistry*, v. 263, p. 7913-7916, 1988.

RUMPLER, W. V.; JOHNSON, D. E.; BATES, D. B. The effect of high dietary cation concentration on methanogenesis by steers fed diets with and without ionophores. *Journal of Animal Science*, v. 62, p. 1737, 1986.



Link recomendado



Agrifirm do Brasil

RUSSEL, J. B.; STROBEL, H. J. Effects of additives on in vitro ruminal fermentation: a comparison of monensin and bacitracin, another grampositive antibiotic. *Journal of Animal Science*, v. 66, p. 552-558, 1988.

RUSSEL, J. B.; STROBEL, H. J. Minireview. Effect of ionóforos on ruminal fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 55, n. 1, p. 1-6, 1989.

SARVANAN, T.S. (2000) Effect of bromochloromethane on methanogenesis, nutrient utilization and growth rate of lambs. MSc Thesis, Indian Veterinary Research Institute, Izatnagar, India. SAUER, F. D.; FELLNER, V.; KINSMAN, R.; KRAMER, J. K. G.; JACKSON, H. A. Methane output and lactation response in Holstein cattle with monensina or unsaturated fat added to the diet. *Journal of Animal Science*, v. 76, p. 906–914, 1998.

SCHOFIELD, P.; PELL, A. N. Measurement and kinetic analysis of the neutral detergent-soluble carbohydrate fraction of legumes and grasses. *Journal of Animal Science*, v. 73, p. 3455-3463, 1995.

SMEDMAN, A.; MÅNSSON-LINDMARK, H.; DREWNOWSKI, A.; EDMAN, A. M. Nutrient density of beverages in relation to climate impact. *Food & Nutrition Research*, v. 54, p. 5170-577, 2010.

SOLIVA, C. R.; MEILE, L.; CIESLAK, A.; KREUZER, M.; MACHMULLER, A. Rumen simulation technique study on the interactions of dietary lauric and myristic acid supplementation in suppressing ruminal methanogenesis. *British Journal of Nutrition*, v. 92, p. 689–700, 2004.

STUMM, C. K.; GIJZEN, H. J.; VOGELS, G. D. Association of methanogenic bacteria with ovine rumen ciliates. *The British Journal of Nutrition*, v. 47, p. 95-99, 1982.

THORPE, A. Enteric fermentation and ruminant eructation: the role (and control?) of methane in the climate change debate. *Climatic change*, v. 93, p. 407-431, 2009.



TIEMANN, T. T.; LASCANO, C. E.; WETTSTEIN, H. R.; MAYER, A. C.; KREUZER, M.; HESS, H. D. Effect of the tropical tannin-rich shrub legumes *Calliandra calothyrsus* and *Flemingia macrophylla* on methane emission and nitrogen and energy balance in growing lambs. *Animal*, v. 2, p. 790–799, 2008.



Link recomendado



Yara Brasil

TOKURA, M.; USHIDA, K.; MIYAZAKI, K.; KOJIMA, Y. Methanogenesis associated with rumen ciliates. *FEMS Microbiology Ecology*, v. 22, p. 137-143, 1997.

ULYATT, M. J.; LASSEY, K. R.; SHELTON, I. D.; WALKER, C. F. Methane emission from dairy cows and wether sheep fed subtropical grass-dominant pastures in midsummer in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, v. 45, p. 227–234, 2002.

UNGERFELD, E. M.; KOHN, R. A., 2006. The role of thermodynamics in control of ruminal fermentation. In: Sejrsen, K.; Hvelplund, T.; Nielsen, M. O. (Eds). *Ruminant Physiology Digestion, Metabolism and Impact of Nutrition on Gene Expression, Immunology and stress*. Wageningen Academic Publishers. Wageningen The Netherlands, p. 55-85.

UNGERFELD, E. M.; KOHM. 2006. The role of thermodynamics in the control of ruminal fermentation. Pages 55-85 In: *Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism and Impact of Nutrition on Gene Expression, Immunology and Stress*. Sejrsen, K. Hvelplund, T.; Nielsen, M. O. ed. Wageningen Academic Publishers. Wageningen, the Netherlands.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. Evaluating Ruminant Livestock Efficiency Projects and Programs In: PEER REVIEW DRAFT. Washington, D.C, 2000, 48p.

## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

[http://www.fas.usda.gov/livestock\\_arc.asp](http://www.fas.usda.gov/livestock_arc.asp). Acesso em: 18 fev. 2010.

VAN DER HONING, Y.; TAMMINGA, S.; WIEMAN, B. J.; STEG, A.; VAN DONSELAAR; B.; VAN GILS, L. G. M. Further studies on the effect of fat supplementation of concentrates fed to lactating cows. 2. Total digestion and energy utilization. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, v. 31, p. 27–36, 1983.

VAN KESSEL, J. A. S.; RUSSEL, J. B. The effect of pH on ruminal methanogenesis. *FEMS Microbiology Ecology*, v. 20, p. 205-210, 1996.

VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.



Link recomendado



VICTAM LatAm 2023

VAN VUGT, S. J.; WAGHORN, G. C.; CLARK, D. A.; WOODWARD, S. L. Impact of monensin on methane production and performance of cows fed forage diets. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, v. 65, p. 362–366, 2005.

VAN ZIJDERVELD, S. M.; GERRITS, W. J. J.; APAJALAHTI, J. A. et al. Nitrate and sulfate: Effective alternative hydrogen sinks for mitigation of ruminal methane production in sheep. *Journal of Dairy Science*, v. 93, p. 5856-5866, 2010.

WALLACE, J. Ruminal microbiology, biotechnology and ruminant nutrition: progress and problems. *Journal of Animal Science*, v. 72, p. 2992, 1994.

WALLACE, R. J.; CZERKAWSKI, J. W.; BRECKENRIDGE, G. Effect of monensin on the fermentation of basal rations in the simulation technique (Rusitec). *British Journal of Nutrition*, v. 114, p. 101, 2002.

WALLACE R. J.; WOOD, T. A.; ROWE, A.; PRICE, J.; YANEZ, D. R.; WILLIAMS, S. P.; NEWBOLD, C. J. (2006) Encapsulated fumaric acid as a means of decreasing



WAGHORN G. C. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production: progress and challenges. *Animal Feed Science and Technology*, v. 147, p. 116–139, 2007.

WATANABE, Y.; SUZUKI, R.; KOIKE, K. et al. In vitro evaluation of cashew nut shell liquid as a methane-inhibiting and propionate-enhancing agent of ruminants. *Journal of Dairy Science*, v. 93, p. 5258-5267, 2010.

WEIMER, P. J. Manipulating ruminal fermentation: a microbial ecological perspective. *Journal of Animal Science*, v. 76, p. 3114–3122, 1998.

WESTERHOFF, H. V.; VAN DAM, K. *Thermodynamics and Control of Biological Free-energy Transduction*. Amsterdam: Elsevier, 1987.

WILLIAMS, A. G.; COLEMAN, G. S. *The rumen protozoa*. New York: Springer-Verlag, 1992.

WIMS, C. M.; DEIGHTON, M. H. LEWIS, E. Effect of pregrazing herbage mass on methane production, dry matter intake and milk production of grazing dairy cows during the mid-season period. *Journal of Dairy Science*, v. 93, p. 4976-4985, 2010.



Link recomendado

[Agrifirm do Brasil](#)



WOLIN, M. J.; MILLER, T. L.; STEWART, C.S. Microbe-microbe interactions. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. *The rumen microbial ecosystem*. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p. 467-491.

WOLIN, M. J.; MILLER, T. L. Microbe-microbe interactions. In: Hobson, P.N. (Ed.) *The rumen microbial ecosystem*. New York: Elsevier, 1988. p. 343-359.

WOLIN, M. J. The rumen fermentation: a model for microbial interactions in anaerobic ecosystems. *Advance Microbiology Ecology*, v. 3, p. 49-77, 1979.

## Pecuária de leite

[Iniciar sessão](#)

and utilization of gases (H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO). E. Gotze, K. G., Gottingen, Germany, p. 141-150.

WOODWARD, S. L. et al. Early indications that feeding Lotus will reduce methane emissions from ruminants. In: Proceeding of New Zealand Society of Animal Production, 61:23, 2001

WOODWARD, S. L.; WAGHORN, G. C.; THOMSON, N. A. Supplementing dairy cows with oils to improve performance and reduce methane – does it work? Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, v. 66, p. 176–181, 2006.

WUEBBLES, D. J.; HAYHOE, K. Atmospheric methane and global change. Earth-Science Review, v. 57, p. 177–210, 2001.

YAN, T.; MAYNE, C. S.; GORDON, F. G. Mitigation of enteric methane emissions through improving efficiency of energy utilization and productivity in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, v. 93, p. 2630-2638,

### Autor/s. :

**Fernanda Samarini Machado**

[Siga](#)

**Luiz Gustavo Ribeiro Pereira**

[Siga](#)

**Fernando César Ferraz Lopes**

[Siga](#)

**Mariana Magalhães Campos**

[Siga](#)

**Mirton José Frota Morenz**

[Siga](#)

**Roberto Guimarães Júnior**

[Siga](#)

# Pecuária de leite



Iniciar sessão



798

0

Estadísticas



Ver todos os comentários

Mais informações sobre:  
[Emissão de metano](#)

Potencial de mitigação de emissões de metano via projetos de compostagem de pequena escala



SÃO PAULO - BRASIL  
03-05 DE OUTUBRO DE 2023



# Pecuária de leite



Iniciar sessão