



MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PRODUÇÃO DE CARNE BOVINA:

O PAPEL DO METANO EM UM
MUNDO EM TRANSFORMAÇÃO

Dr. Gastón Federico Alfaro

Mudanças climáticas têm recebido uma grande quantidade de pesquisas acadêmicas nas últimas décadas. Além disso, tornaram-se um tema quente para a mídia de massa e, conseqüentemente, ajudadas pelas redes sociais, os sinais crescentes das conseqüências das mudanças climáticas podem ser percebidos pela maioria das pessoas. Assim, há uma quantidade esmagadora de informações sobre os efeitos das mudanças climáticas e a justiça climática que agora moldam a opinião popular, impactando a sociedade, a economia e a política. No entanto, e mais importante, há uma falta substancial de critérios para analisar as verdadeiras causas das mudanças climáticas. Um exemplo claro da má interpretação dos dados, seja intencional ou não, é a produção de metano associada a bovinocultura de corte. A produção de bovinos não é apenas parte do problema, mas também a solução em relação ao equilíbrio do metano na atmosfera. A maioria dos sistemas de produção de carne bovina depende da produção e utilização de forragem pelo gado, e todos os bovinos abatidos passam mais tempo de sua vida consumindo forragem. O metano produzido pelo gado de corte encontra um agente de sequestro na pastagem que os alimenta, criando um ciclo virtuoso que permite não apenas sustentar economias regionais, mas também alimentar uma população crescente. A visão popular de grupos não-agrícolas, seja inconscientemente ou não, evita considerar todas as etapas em que o gado é criado e ignora a vantagem do sequestro de carbono que os sistemas de gado de corte fornecem.

Considerando essa questão, o presente Ebook tem como objetivo desenvolver uma análise crítica da produção de metano pela pecuária de corte e explorar possíveis soluções para enfrentar as mudanças climáticas globais. Primeiro, o problema ambiental relacionado à produção de gases de efeito estufa será explicado avaliando sistematicamente sua origem, vida útil na atmosfera e potencial de aquecimento. Em segundo lugar, algumas percepções sobre a produção histórica de metano por ruminantes serão discutidas para entender o real impacto da atual produção de ruminantes domésticos nas emissões de metano entérico. Em terceiro lugar, será examinada uma breve revisão do metabolismo ruminal e o papel do metano na digestão dos alimentos. Por fim, é essencial ressaltar que a mitigação das emissões de metano entérico do gado requer uma estratégia multifacetada. Consequentemente, a última parte do presente Ebook explicará brevemente as abordagens atuais para reduzir as emissões de metano, como manipulação dietética, seleção animal e até mesmo manipulação genética da forragem e das archeas metanogênicas do rúmen.

A produção de metano em todas as suas formas representa um verdadeiro desafio para o meio ambiente. No entanto, este Ebook pretende ajudar as pessoas na indústria internacional da carne a entender o cenário ambiental atual e as estratégias viáveis a serem adotadas no futuro para melhorar seus sistemas de produção de carne.

O problema

Gases de efeito estufa

O contexto atual das mudanças climáticas representa um grande desafio para a humanidade devido aos sintomas acelerados que estão se manifestando atualmente, como temperaturas elevadas, mudanças nos padrões de chuva, aumento do nível do mar e secas severas. As atividades antropogênicas são geralmente associadas à causa e ao desenvolvimento das mudanças climáticas atuais. Consequentemente, as estratégias para enfrentar as condições climáticas em mudança são orientadas para reduzir todas as formas de poluição antropogênica.

Planos de ação climática global têm sido articulados entre governos, empresas privadas e organizações sem fins lucrativos para atingir esse objetivo. As estratégias para agir normalmente visam uma data próxima, como o ano de 2050, permitindo tempo suficiente para as organizações revisarem e reestruturarem seus planos de negócios para produzir bens e serviços de forma mais ambientalmente amigável. Alguns dos poluentes responsáveis pelas mudanças climáticas, também conhecidos como gases de efeito estufa (GEEs), que visam ser reduzidos, são o dióxido de carbono (CO₂), o óxido nitroso (N₂O) e o metano (CH₄). É importante ressaltar que o efeito dos GEEs no clima depende da origem, da capacidade de absorver radiação infravermelha e da vida útil na atmosfera.

O problema

Primeiro, o CO₂ é principalmente emitido pelos oceanos e pela queima de combustíveis fósseis e permanece na atmosfera por aproximadamente 100 anos. A concentração de dióxido de carbono na atmosfera aumentou até 40% após a revolução industrial, indicando que a ação humana tem um impacto real e direto nos GEEs atmosféricos. No entanto, nem toda a produção antropogênica total de CO₂ é encontrada na atmosfera, graças à atividade de sequestro dos oceanos, florestas e pastagens. Estimativas indicam que metade do CO₂ antropogênico produzido pode ser sequestrado, enquanto o CO₂ restante se acumula na atmosfera. Em segundo lugar, o N₂O é emitido naturalmente por processos de desnitrificação no solo e nos sedimentos, e as atividades humanas, como o cultivo da terra e o uso de fertilizantes, contribuem para sua acumulação na atmosfera. Notavelmente, o N₂O produzido no início dos anos 1900 está atualmente sendo degradado porque sua meia-vida é de aproximadamente 110-120 anos. O metano é o mais abundante não-CO₂ e apresenta uma meia-vida mais curta do que o CO₂ e o N₂O (aproximadamente 9 a 12,5 anos). Após isso, o metano é oxidado e degradado em CO₂ e H₂O (água). O metano é produzido por fontes naturais e antropogênicas. Em relação às fontes naturais, as áreas úmidas como os pântanos contribuem com a maior quantidade de metano produzido naturalmente, enquanto atividades agrícolas relacionadas à agricultura, como os sistemas de produção pecuária, também produzem metano.

O problema

O potencial de aquecimento de cada GEE específico é calculado por seu efeito radiativo em um tempo arbitrário, geralmente 100 anos, que é também a vida útil aproximada do CO₂ na atmosfera. O índice de potencial de aquecimento permite a comparação entre os GEEs em termos de poluição e capacidade de contribuir para as mudanças climáticas.

Como o CO₂ é o GEE mais abundante, o potencial de aquecimento dos GEEs não-CO₂ é comparado usando o método de equivalência de CO₂. Particularmente, o potencial de aquecimento do N₂O e do CH₄ são 297 e 23 vezes maiores que o CO₂, sugerindo que as ações mais urgentes devem ser orientadas para reduzir as emissões antropogênicas de ambos os gases não-CO₂. O conhecimento da origem dos GEEs é fundamental para desenvolver uma análise correta dessa poluição, pois mostra uma relação estreita com a captura de CO₂.

O problema

Ou seja, os GEEs passam por eventos de emissão e captura, sendo transformados por meio de um verdadeiro ciclo. Por exemplo, no ciclo global do carbono, o CO₂ é produzido naturalmente por erupções vulcânicas e incêndios florestais e sequestrado pelos oceanos e florestas. Da mesma forma, o ciclo do metano também apresenta eventos de emissão e captura por diferentes elementos envolvidos local e globalmente (podemos capturar nosso metano agrícola vindo de outras regiões). O fator mais importante a considerar ao analisar o caso das mudanças climáticas é a honestidade na comparação entre a produção antropogênica de CO₂ e metano. Desde a revolução industrial, as pessoas têm acesso a carros, e muitas indústrias, incluindo a agricultura, desfrutam dos benefícios da queima de carvão. No entanto, o planeta e suas terras são limitadas no que diz respeito à área necessária para capturar esse CO₂; consequentemente, se as emissões antropogênicas de CO₂ não forem controladas e regulamentadas, o carbono continuará se acumulando na atmosfera. Há uma necessidade urgente de aumentar a captura do CO₂ antropogênico originado da queima de combustíveis fósseis.

O problema

Os profissionais da agricultura também precisam ser honestos sobre o fato de que o metano entérico produzido pelo gado gera uma poluição real na atmosfera. No entanto, e ao contrário da queima de combustíveis fósseis, a produção pecuária, particularmente a produção de ruminantes, requer a utilização de pastagens e florestas para sustentar sua produção. As áreas de pastagem são sequestradores excepcionais de CO₂. A expansão da área e a correta utilização dos sistemas de pastagem dependem da capacidade dos profissionais agrícolas de manter e cuidar das áreas designadas para a produção pecuária. Quando corretamente manejados, os solos das áreas de pastagem podem armazenar até 4 toneladas de CO₂ por hectare por ano, enquanto uma única vaca pode produzir até 100 quilos de metano (250 kg de equivalente de CO₂) em um ano.

Portanto, se mantendo um número constante de animais em uma área constante, o metano não deveria representar um problema porque a produção e a captura são iguais e efetivamente se equilibram. Entender o impacto de cada uma das etapas de qualquer ciclo de GEE pode expandir nossa visão do problema das mudanças climáticas e fornecer soluções adequadas e viáveis.

O problema

O ciclo do metano e o papel dos ruminantes

Embora as boas e nobres intenções das instituições políticas e dos formuladores de políticas estejam voltadas para a diminuição das emissões de GEEs, sua visão atualmente precisa de uma visão holística dos ciclos dos GEEs, particularmente o ciclo do metano. Como mencionado acima, o metano permanece na atmosfera por aproximadamente 9 a 12,5 anos e apresenta um potencial de aquecimento maior que o CO₂. A característica distintiva dos sistemas de produção de ruminantes no ciclo do metano está na necessidade de um elemento de captura de CO₂ (por exemplo, sistemas de pastagem e sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta) para sua manutenção sustentável ao longo do tempo. Os ruminantes têm uma vantagem única em comparação com os animais não-ruminantes devido à sua capacidade de digerir a celulose na forragem. Portanto, os ruminantes podem ser localizados globalmente, onde nenhum outro tipo de animal poderia sobreviver. Por exemplo, as dietas monogástricas (por exemplo, dieta para suínos ou aves) incluem alimentos comestíveis por humanos, como milho e farelo de soja, em menores quantidades. A esse respeito, também é necessário considerar as operações de confinamento, nas quais grandes quantidades de milho e outros alimentos comestíveis por humanos também são usadas para alimentar bovinos de corte. No entanto, as operações de confinamento foram inicialmente estabelecidas e são sustentadas atualmente em muitos casos pela inclusão de numerosos subprodutos da indústria na dieta dos bovinos, reduzindo o custo final da dieta e apresentando alto valor nutritivo.

O problema

Um exemplo claro das oportunidades fornecidas pelos coprodutos na indústria são os grãos de destilaria do milho, DDG (Dried Distillers Grains) e WDG (Wet Distillers Grains), que são subprodutos dos processos de extração do etanol de milho. Ao contrário dos monogástricos, que recebem alimentos comestíveis por humanos durante todas as suas etapas de produção e competem com a disponibilidade de alimentos humanos, o período de engorda em confinamento não é obrigatório para ruminantes, mas opcional.

A maioria dos bovinos de corte em confinamento passou a maior parte de suas vidas em sistemas de pastagem e em confinamento apenas durante os últimos 3 a 6 meses. Muitos produtores e até países encontram sua aptidão comercial engordando animais em sistemas de pastagem. Em todos os casos, durante a vida dos bovinos de corte, incluindo sistemas de cria e recria, eles estiveram envolvidos em um sistema que captura carbono – graças às pastagens disponíveis – resultando em um ciclo de metano equilibrado.

O problema

Como discutido acima, o metano apresenta o maior potencial de aquecimento entre os GEEs analisados; no entanto, permanece na atmosfera por apenas 9 a 12,5 anos. Assim, o ciclo do metano global permanece relativamente estável mantendo o mesmo número de animais ruminantes e a mesma área de pastagem. Um exemplo claro da estabilidade da produção de metano pela pecuária foi demonstrado pelo PhD A. N. Hristov, da Penn State University em 2012, que comparou a emissão de metano de ruminantes selvagens durante o período da pré-colonização europeia com ruminantes selvagens atuais e ruminantes de fazenda atuais dos Estados Unidos. As espécies usadas para a comparação foram bisões, alces, veados-de-cauda-branca e veados-mulas para os ruminantes selvagens (população pré-colonização e atual); enquanto bovinos de corte, bovinos leiteiros, ovinos e caprinos foram as espécies usadas para os animais de fazenda atuais. Assumindo uma população média de bisões (50 milhões), a emissão total de metano entérico no período pré-colonização europeia foi de 5,46 Teragramas/ano; enquanto a emissão total de animais de fazenda foi de 6,39 Teragramas/ano. Neste estudo, o autor concluiu que, embora a emissão de metano entérico nos Estados Unidos durante aquele período tenha sido estimada em 86% das emissões atuais de animais de fazenda, considerando a população média de bisões, poderia ter sido maior considerando uma alta população de bisões (75 milhões).

O problema

Portanto, deve-se ter cautela em relação à estimativa do tamanho da população, ingestão de alimentos e emissão de metano de ruminantes selvagens no passado. O avanço na pesquisa e o uso adequado da tecnologia levaram a um aumento na produção de carne com uma redução no número total de animais ruminantes. Por exemplo, a redução do metano entérico ao longo dos últimos dois séculos na Alemanha foi recentemente relatada por B. Kuhla e G. Viereck. Os autores compararam o metano entérico total da pecuária de 1892 a 2021 e descobriram que, desde 2003, a Alemanha estava emitindo igual ou menos metano entérico em comparação com 1892. Além disso, é importante levar em consideração a população humana ao comparar a produção de GEEs em diferentes pontos do tempo. No caso do metano entérico produzido pela pecuária, é possível alimentar uma população crescente (que aumentou aproximadamente 7 vezes entre o final do século XIX e o início do século XXI) com emissões iguais ou menores, graças ao aumento da produtividade individual e à redução do número total de animais.

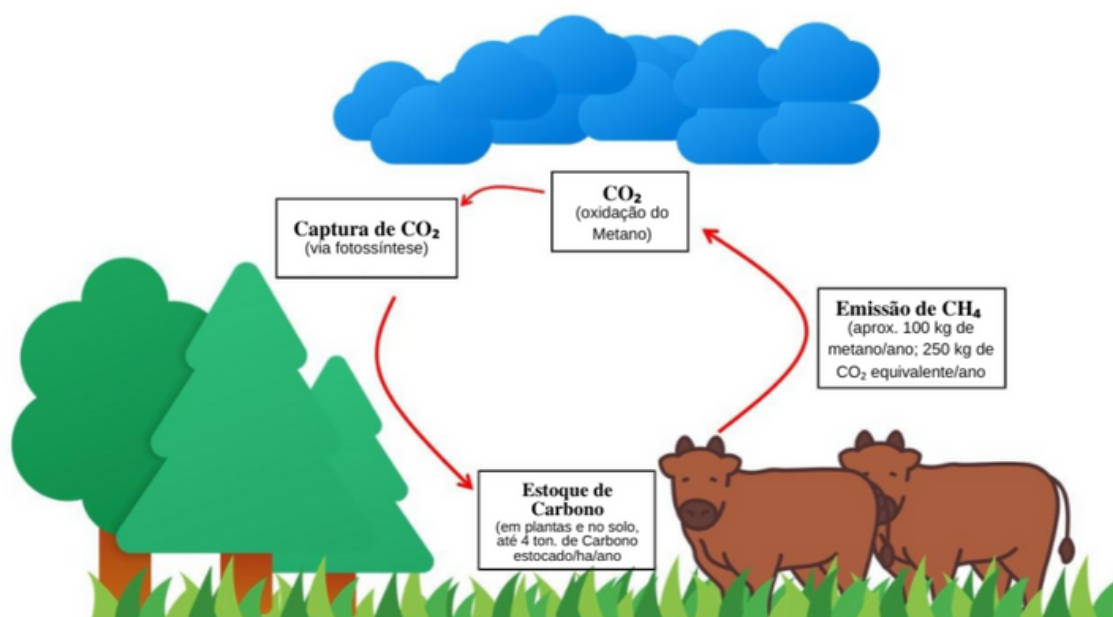


Figura 1 – Representação do ciclo do metano.

O problema

Metano no rúmen

Entre todos os animais na Terra, a singularidade dos ruminantes reside na vantagem de ter uma câmara de fermentação anaeróbica em seu sistema digestivo que hospeda uma grande quantidade de microrganismos que ajudam a digerir os alimentos com celulose. A microbiota ruminal é composta por numerosas espécies com diferentes características e funções. As espécies mais abundantes são bactérias, que representam aproximadamente 95% do total de microrganismos, seguidas por archeas (2 a 4%), e o restante, aproximadamente 1% do total de microrganismos são protozoários e fungos. Curiosamente, a ruminação e a mastigação aumentam a área de superfície das partículas alimentares, permitindo uma rápida colonização pelos microrganismos digestivos. Durante a digestão, os microrganismos no rúmen produzem principalmente proteína microbiana, além de ácidos graxos voláteis (AGVs) e hidrogênio (H_2) como co-produtos. Os ácidos graxos voláteis são absorvidos pela parede ruminal, servindo como principais fontes de carbono e energia para o animal. Além disso, o processo de produção de metano é chamado de metanogênese. Isso ocorre naturalmente durante a fermentação dos alimentos no rúmen, principalmente através da ação das archeias metanogênicas e de bactérias que utilizam o hidrogênio (H_2), produzido principalmente pelos protozoários, mas também pelas bactérias durante a digestão, para reduzir o CO_2 a metano.

O problema

Portanto, o metano ocorre necessariamente como um sumidouro de hidrogênio e é biologicamente impossível eliminá-lo totalmente do metabolismo ruminal durante a digestão. No entanto, esforços precisam ser feitos para reduzir as emissões de metano entérico tanto quanto possível sem afetar o desempenho animal. Numerosos estudos têm como objetivo encontrar maneiras de reduzir a população de protozoários que produzem H_2 durante a atividade fibrolítica a fim de reduzir a síntese de metano. Outra estratégia de mitigação poderia estimular a presença de aceptores de elétrons na forma de compostos não- CO_2 , redirecionando o H_2 para outras vias além da via do metano no rúmen.

Reduzir as emissões de metano não é apenas benéfico para o meio ambiente, mas também para a utilização de energia pelo rúmen e animal. Estima-se que entre 2% e 12% da energia bruta da dieta seja perdida via produção de metano, sugerindo que um objetivo atraente e benéfico poderia ser redirecionar essa energia para a produção de carne. Por isso, várias estratégias estão atualmente sendo testadas para reduzir a produção de metano com o objetivo de combater as mudanças climáticas e melhorar a produção individual de animais.

A solução

Manipulação dietética

A emissão de metano pelos ruminantes domésticos pode ser relativamente fácil de manipular em comparação com outros produtores de metano relacionados a atividades antropogênicas, como a queima de combustíveis fósseis pelas indústrias. Ainda mais atraente é o fato de que reduzir a produção de metano pelo ruminante está intimamente relacionado a um aumento na produtividade. Estudos de pesquisa focados na manipulação dietética para reduzir a emissão de metano não são novos. Por exemplo, K.L. Blaxter e J.L. Clappertom começaram a investigar o efeito da quantidade e tipo de dieta na produção de metano em 1965. Eles previram as emissões de metano usando equipamentos de respiração em circuito fechado, que eram mais eficazes e precisos nas medições do que o método de Haldane usado no início dos anos 1900. Portanto, os autores descobriram que a emissão de metano entérico diminui à medida que a digestibilidade aparente dos alimentos aumenta.

Atualmente, uma das estratégias de mitigação dietética mais investigadas é o uso de *Asparagopsis taxiformis* e *Asparagopsis armata* (ambas algas vermelhas). Curiosamente, a utilização de algas marinhas é tradicionalmente incluída nas dietas do bovinos em regiões costeiras.

A solução

O principal componente químico ativo da alga vermelha é chamado bromofórmio (CHBr_3). O modo de ação do bromofórmio sobre as archeas metanogênicas no rúmen é a inibição da eficiência de uma enzima chamada metiltransferase (metil- H_4MPT), que está envolvida na via de produção de metano ao doar um grupo metil em algumas etapas.

O bromofórmio precisa atuar em conjunto com a vitamina B12, que serve como cofator. Estudos anteriores mostraram que a inclusão de bromofórmio em até 0,5% (base MS) nas dietas de bovinos de corte leva a uma melhoria na ingestão de matéria seca (IMS) e na conversão alimentar. As vantagens de usar a alga vermelha estão associadas não apenas a uma redução significativa do metano (até 98%), mas a uma melhoria nos resultados de desempenho (ou seja, conversão alimentar) que leva a um aumento da rentabilidade. As desvantagens da produção industrial em larga escala de aditivos alimentares à base de algas vermelhas estão principalmente relacionadas à dificuldade de produzir e distribuir grandes quantidades do produto de forma econômica. A complexidade de sua produção reside no método de cultivo, que é artificial e requer investimentos tecnológicos, econômicos e ambientais de maneira substancial.

A solução

Um aditivo em sistemas de produção de carne que tem sido usado extensivamente desde a década de 1960 é o ionóforo chamado monensina, um antibiótico que fornece inúmeros benefícios aos pecuaristas porque reduz a ingestão de matéria seca e melhora a eficiência energética e a utilização de nitrogênio. O modo de ação dessa molécula é inibir as bactérias gram-positivas, aumentando a relação propionato/acetato e reduzindo a população de protozoários produtores de H₂. O efeito antimicrobiano da monensina foi investigado com resultados conflitantes ao longo dos anos. Assim, para esclarecer o debate contínuo, uma meta-análise detalhada avaliou quantitativamente o efeito da monensina na produção de metano por bovinos de corte. Este estudo foi publicado por J. A. D. Ranga Niroshan Appuhamy e colegas em 2013 e aponta uma redução significativa da emissão de metano pela inclusão de monensina na dieta. A maior redução da metanogênese ocorreu quando a fibra em detergente neutro foi incluída a taxas de 37% na dieta. Consequentemente, é viável considerar a vantagem de também usar a monensina como composto que atua na metanogênese. No entanto, mais pesquisas precisam ser realizadas para evitar a resistência aos antibióticos dos microrganismos ruminais a longo prazo.

A solução

Além disso, é fascinante entender que a natureza fornece recursos infinitos para resolver cada novo desafio na produção animal. Os lipídios da dieta podem hidrogenar parcialmente os ácidos graxos insaturados no rúmen, servindo como um sumidouro alternativo de H₂ além de inibir o crescimento de agentes metanogênicos. Por exemplo, relatórios de pesquisa mostraram que a inclusão de óleos essenciais ajuda na mitigação do metano entérico na produção de bovinos de corte. Os óleos essenciais são misturas complexas de metabólitos secundários de plantas e podem ser obtidos através de sementes, flores, frutos, raízes, botões e outras partes das plantas. Orégano, limão, tomilho, laranja, eucalipto, alho e alecrim são alguns exemplos de plantas das quais os óleos essenciais podem ser extraídos. A principal vantagem de usar óleos essenciais é que eles podem ser facilmente encontrados em uma diversidade de plantas em diferentes regiões. Por exemplo, *Lippia turbinata* e *Tagetes minuta*, duas plantas nativas da Argentina, têm óleos essenciais que modulam a fermentação ruminal de forma positiva, diminuindo a produção de metano. Alinhado com este argumento, a África também apresenta plantas com óleos essenciais que inibem os processos metanogênicos no rúmen, como mostrado por um experimento utilizando manjerição africano [*Ocimum gratissimum* L. (Labiatae)] in vitro. Embora haja evidências crescentes de estudos in vivo incluindo óleo essencial na literatura que levaram à comercialização desses produtos, mais investigação ajudará as empresas de nutrição a determinar a concentração adequada e os melhores métodos de produção, marketing e distribuição de novos óleos essenciais chegando ao mercado.

A solução

Como discutido anteriormente, a manipulação dietética em geral e o uso de aditivos alimentares em particular têm fornecido resultados relativamente positivos em termos de mitigação do metano entérico. No entanto, a redução da metanogênese nem sempre leva a um aumento da produtividade, comprometendo assim a rentabilidade do sistema. Além disso, alguns dos aditivos alimentares estão nas primeiras etapas de desenvolvimento, o que pode resultar em dificuldades de comercialização devido a possíveis consequências ambientais e de segurança. No entanto, a manipulação dietética surge como uma das melhores estratégias para controlar e mitigar o metano entérico a curto prazo. Além disso, a manipulação dietética não interfere em outras estratégias de manejo destinadas a mitigar as emissões de metano, como a seleção de animais ou abordagens de edição de genes em bovinos.

A solução

Metano residual

Um tópico quente nos estudos de ciência animal, mais precisamente na pesquisa de bovinos leiteiros e de corte, tem sido a característica animal chamada Consumo Alimentar Residual (CAR). O consumo alimentar residual tem sido uma medida excelente da eficiência da utilização dos alimentos que permitiu a seleção dos animais mais eficientes. Para medir o CAR é necessário calcular a diferença entre a ingestão de matéria seca e a ingestão de matéria seca esperada com base no peso metabólico do animal e no ganho de peso médio diário para a raça específica. Além disso, a herdabilidade adequada que o CAR apresenta ($h^2 = 0,2$ a $0,35$) é fundamental para a seleção de animais que permite que a característica esteja presente na prole.

Da mesma forma, usando a mesma lógica das medições do CAR, uma nova abordagem para a seleção de animais é voltada para medir e selecionar animais com base no metano residual. Ou seja, identificar animais que produzem menos metano entérico do que seus pares sob as mesmas condições de produção (mesmo ambiente, dieta, manejo etc.). Curiosamente, a emissão de metano é uma característica com herdabilidade moderadamente adequada semelhante ao CAR ($h^2 = 0,23$ a $0,3$).

A solução

Os pesquisadores tradicionalmente usavam um critério de seleção baseado na emissão de metano, expressa como uma proporção da ingestão de alimentos, também chamada de rendimento de metano. No entanto, novas técnicas de medição descobriram que essa abordagem foi negativamente impactada pela ingestão ad libitum de alimentos. Portanto, a nova abordagem atualmente usada entre os cientistas (residual methane emission; RME - emissão residual de metano, em tradução livre) não considera a ingestão de alimentos, mas foca apenas na composição genética intrínseca do animal. Curiosamente, o fato que permite que o RME seja hereditário é que a microbiota ruminal está intimamente relacionada à genética do hospedeiro. Além disso, graças à análise metagenômica, que permite a identificação de toda a comunidade microbiana, é possível identificar e comparar raças e indivíduos com menores proporções de archeas metanogênicas. Pesquisas precisam ser desenvolvidas para identificar os marcadores moleculares necessários para facilitar a seleção de animais com base em menores RME.

A solução

Edição de genes/CRISPR-Cas9

A revolução genética que ocorreu nas últimas décadas nas ciências biológicas trouxe várias soluções para melhorar a produção de alimentos. Técnicas de edição de genes estão atualmente sendo desenvolvidas rapidamente na pesquisa acadêmica, mas sua aplicação na indústria é lenta, principalmente devido a preocupações éticas. A redução do metano entérico não é exceção e tem sido amplamente investigada usando técnicas de edição de genes, como Repetições Palindrômicas Curtas Agrupadas e Regularmente Intercaladas - CRISPR (do inglês, Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats). A tecnologia CRISPR-Cas9 nasceu em 2001 e utiliza um mecanismo natural de proteção contra processos de infecção antiviral em bactérias e archeas. Brevemente, uma enzima Cas9 é capaz de reconhecer e clivar sequências específicas de DNA, seguida pela reparação via maquinaria genética celular do hospedeiro. O fato fascinante é que, durante o processo de reparação, o gene alvo pode ser incluído na célula alvo, substituindo o gene antigo, levando à formação de um organismo geneticamente modificado.

A solução

Curiosamente, a técnica CRISPR-Cas9 pode ser utilizada em animais, plantas e microrganismos. Algumas estratégias potenciais para reduzir as emissões de metano entérico estão focadas na modificação genética das plantas que servem como alimentação para os bovinos. Por exemplo, aumentar o teor de lipídios na dieta dos ruminantes pode reduzir a emissão de metano entérico em até 5,6%. Esforços têm sido feitos por cientistas da área de forragicultura para estimular a acumulação de lipídios através de mecanismos transgênicos em diferentes espécies, como no azevém (*Lolium perenne*) e no sorgo (*Sorghum bicolor*). Além disso, a modificação genética das archeas metanogênicas ruminais está atualmente sendo investigada. Para que isso ocorra, é necessário obter os organismos alvo do rúmen e cultivá-los in vitro para posterior modificação genética. Uma vez que as archeas transgênicas são replicadas in vitro, elas são reintroduzidas no rúmen. O resultado esperado desse tipo de experimento é uma redução significativa do metano entérico.

A solução

Direção futura

O tópico controverso da produção de metano pela pecuária está sendo amplamente discutido tanto nos espaços agrícolas quanto não agrícolas e está obrigando cientistas e a indústrias a se concentrarem na solução desse problema. Esforços estão sendo feitos por diferentes atores na produção de bovinos de corte, desde as fazendas de cria até o consumidor, para enfrentar as mudanças climáticas enquanto sustentam seus negócios. A principal preocupação é a opinião popular tendenciosa em difamar a produção animal em geral e, em específico, a produção de carne e leite. Como profissionais ligados a pecuária, precisamos estar corretamente informados sobre a origem do metano entérico, seus reais efeitos no meio ambiente e as muitas estratégias para mitigar sua produção. Apenas aplicando um pensamento crítico a este problema obteremos uma visão ampla e correta e seremos capazes de fornecer respostas precisas a todos os grupos da sociedade.

Sobre o autor



Gastón F. Alfaro é Professor Assistente na Universidade Nacional de Córdoba, Argentina. Ministra aulas na graduação e pós-graduação relacionadas à produção de bovinos de corte. Em 2022, atuou como Pesquisador Associado de Pós-Doutorado no Panhandle Research and Extension Center da Universidade de Nebraska-Lincoln. Gastón realizou seu mestrado e recebeu seu grau de PhD na Auburn University, Alabama/USA.

Seu histórico está associado à nutrigenômica de bovinos com foco nos efeitos de nutrientes protegidos no rúmen sobre a programação fetal e a biologia muscular. Ele também trabalhou com as áreas de nutrição e manejo de bovinos de corte em confinamento, juntamente com tarefas de extensão para melhorar a eficiência e a produtividade entre os pecuaristas da bovinocultura de corte.

Quer saber mais?

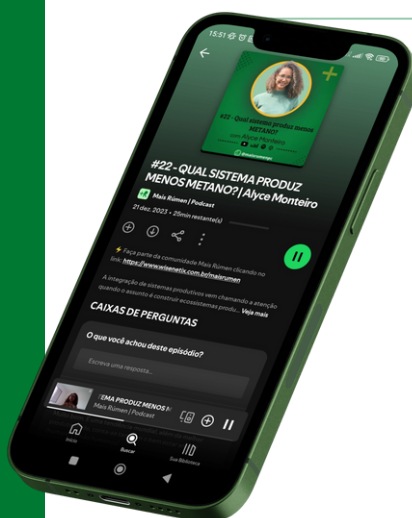
Se você gostou do tema, você pode conferir mais detalhes em dois episódios especiais do Mais Rúmen Podcast.



#11 - COMO INTENSIFICAR O USO DA PASTAGEM? Fernando Ongaratto

No décimo primeiro episódio do +Rúmen|Podcast conversamos com Fernando Ongaratto, um estudioso do tema das pastagens e bem “forrageiro” como ele mesmo se auto-intitula. O tema foi sobre a relação dos GEE - Gases de Efeito Estufa e o pasto, passando por um entendimento geral sobre a entrada dos GEE na mídia, sua relação com o ecossistema pecuário e também como melhorar o manejo das pastagens.

ASSISTA AO EPISÓDIO AGORA



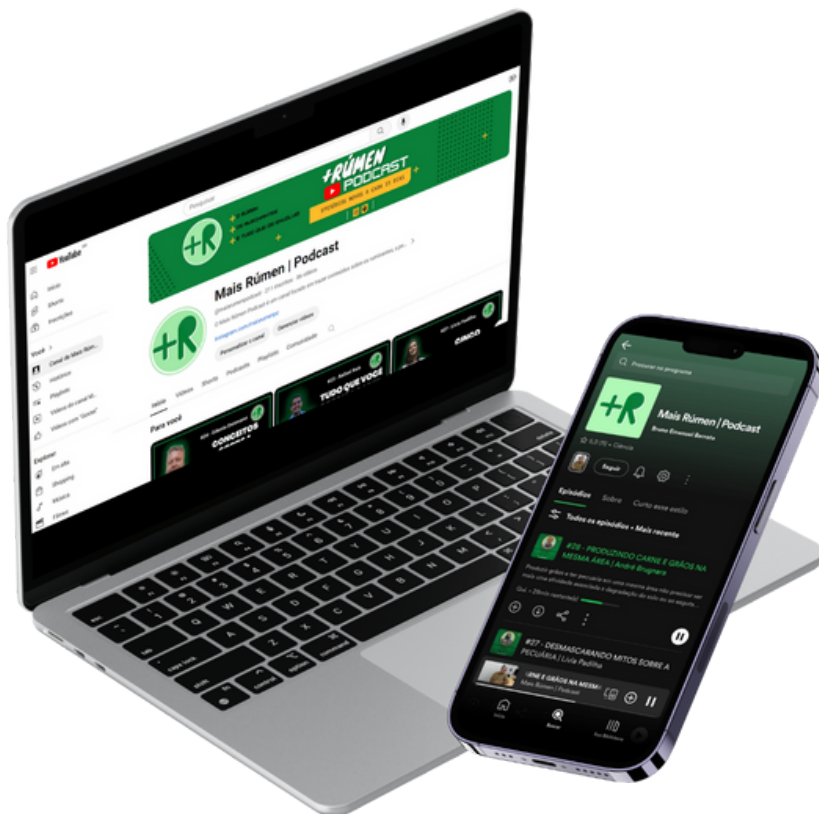
#22 - QUAL SISTEMA PRODUZ MENOS METANO? Alyce Monteiro

Neste vigésimo segundo episódio do +Rúmen Podcast falamos sobre os resultados do maior experimento sobre ILPF do Brasil, e para isso convidamos a pesquisadora e estudiosa do tema Alyce Monteiro. Durante a conversa abordamos o contexto onde se insere a pecuária quando o assunto é mudanças climáticas e também sobre como os diferentes sistemas de produção alteram o uso da terra e a eficiência de produção.

ASSISTA AO EPISÓDIO AGORA

Quer saber mais?

Não perca a chance de acompanhar todos os episódios do Mais Rúmen Podcast!



Quer estar no TOP 1% da pecuária?

Aprenda como melhorar a bovinocultura leiteira e de corte com estratégias de alto impacto e através de um podcast moderno e especialmente pensado e criado por e para as mentes mais brilhantes da pecuária mundial. Perfeito para se manter atualizado com as últimas pesquisas, novidades e assuntos relevantes da área de forma leve e interessante, enquanto otimiza seu tempo.

Interessado?

INSCREVA-SE AGORA

Referências

Appuhamy, J. A. D. R. N., A. B. Strathe, S. Jayasundara, C. Wagner-Riddle, J. Dijkstra, J. France, and E. Kebreab. 2013. Anti-methanogenic effects of monensin in dairy and beef cattle: A meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 96:5161–5173. doi:10.3168/jds.2012-5923.

Blaxter, K. L., and J. L. Clapperton. 1965. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *Br. J. Nutr.* 19:511–522. doi:10.1079/BJN19650046.

Garcia, F., D. Colombatto, M. A. Brunetti, M. J. Martínez, M. V. Moreno, M. C. Scorcione Turcato, E. Lucini, G. Frossasco, and J. Martínez Ferrer. 2020. The Reduction of Methane Production in the In Vitro Ruminal Fermentation of Different Substrates is Linked with the Chemical Composition of the Essential Oil. *Anim. Open Access J. MDPI.* 10:786. doi:10.3390/ani10050786.

Hristov, A. N. 2012. Historic, pre-European settlement, and present-day contribution of wild ruminants to enteric methane emissions in the United States. *J. Anim. Sci.* 90:1371–1375. doi:10.2527/jas.2011-4539.

Kouazounde, J. B., J. D. Gbenou, M. He, T. Jardim, L. Jin, Y. Wang, K. A. Beauchemin, and T. A. McAllister. 2015. Effects of essential oils from African basil on fermentation of *Andropogon gayanus* grass in the Artificial Rumen (RUSITEC). *Can. J. Anim. Sci.* 95:425–431. doi:10.4141/cjas-2014-189.

Kuhla, B., and G. Viereck. 2022. Enteric methane emission factors, total emissions and intensities from Germany's livestock in the late 19th century: A comparison with the today's emission rates and intensities. *Sci. Total Environ.* 848:157754. doi:10.1016/j.scitotenv.2022.157754.

Referências

Montzka, S. A., E. J. Dlugokencky, and J. H. Butler. 2011. Non-CO₂ greenhouse gases and climate change. *Nature*. 476:43–50. doi:10.1038/nature10322.

Morgavi, D. P., E. Forano, C. Martin, and C. J. Newbold. 2010. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. *Animal*. 4:1024–1036. doi:10.1017/S1751731110000546.

Roque, B. M., M. Venegas, R. D. Kinley, R. de Nys, T. L. Duarte, X. Yang, and E. Kebreab. 2021. Red seaweed (*Asparagopsis taxiformis*) supplementation reduces enteric methane by over 80 percent in beef steers. *PLOS ONE*. 16:e0247820. doi:10.1371/journal.pone.0247820.

Smith, P. E., S. M. Waters, D. A. Kenny, S. F. Kirwan, S. Conroy, and A. K. Kelly. 2021. Effect of divergence in residual methane emissions on feed intake and efficiency, growth and carcass performance, and indices of rumen fermentation and methane emissions in finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 99:skab275. doi:10.1093/jas/skab275.

Subedi, U., K. Kader, K. N. Jayawardhane, H. Poudel, G. Chen, S. Acharya, L. S. A. Camargo, D. M. de C. Bittencourt, and S. D. Singer. 2022. The Potential of Novel Gene Editing-Based Approaches in Forages and Rumen Archaea for Reducing Livestock Methane Emissions. *Agriculture*. 12:1780. doi:10.3390/agriculture12111780.