



Foto: Marcos Cláudio Pinheiro Rogério

COMUNICADO
TÉCNICO

196

Sobral, CE
Dezembro, 2019

Embrapa

Estratégias nutricionais para
grupos genéticos localmente
adaptados ao Semiárido
brasileiro visando a mitigação
de gases de efeito estufa

Estratégias nutricionais para grupos genéticos localmente adaptados ao Semiárido brasileiro visando a mitigação de gases de efeito estufa¹

¹ Marcos Cláudio Pinheiro Rogério, médico veterinário, doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE

Luciana Freitas Guedes, zootecnista, doutora em Zootecnia, bolsista da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE

Arnaud Azevêdo Alves, engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência Animal, professor da Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI

Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu, engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE

Maria Izabel Carneiro Ferreira, médica-veterinária, doutora em Zootecnia, pesquisadora da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE

Francisco Gleyson da Silveira Alves, zootecnista, doutor em Zootecnia, bolsista da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

Clésio dos Santos Costa, Zootecnista, doutorando em Zootecnia, bolsista da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

Marco Aurélio Delmondes Bomfim, médico-veterinário, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE

Fernando Lisboa Guedes, biólogo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE

Introdução

No século XXI, particularmente a partir de 2010, houve uma crescente percepção de que o setor agropecuário brasileiro tem um grande destaque no cenário agrícola mundial, e que, nas próximas décadas, poderá ser considerado o maior produtor de alimentos no mundo. Esse fato, é embasado pelo tamanho territorial destinado a essa atividade e à potencialidade de avanços produtivos em diversas conotações envolvendo os componentes solo, planta e animal. Entretanto, pela ótica estrangeira, menções como latifúndios, extrativismo, desmatamento, queimadas, são alusões recorrentes ao nosso cenário de modelo

produtivo. Essas alusões fizeram com que o Brasil fosse foco na temática de mudanças climáticas ocorridas no planeta com informações inconsistentes, ocultando regulamentações de preservação de recursos naturais (como água e áreas de preservação) que existem desde a década de 1960 (Santana; Gasques, 2019).

Outra informação inconsistente trata-se do modelo de produção animal no semiárido nacional, a agricultura de subsistência. Nos últimos 1950 anos, houve no Brasil uma revolução e modernização produtiva no meio rural, a globalização, de maneira que produzimos mais de 300 produtos, sendo campeões em

alguns ramos da exportação, além do mercado interno. Nesse período, a “urbanização do campo” foi caracterizada pela racionalização no comportamento dos empreendedores rurais quanto aos métodos, tecnologias e processos organizacionais a serem adotados na propriedade, de forma que o mundo rural agora é conectado ao mundo urbano, com uma capilaridade crescente dos meios de comunicação e transporte, e no Semiárido não foi diferente.

Em 2017, devido ao aumento da estiagem, a Sudene, juntamente ao Ministério da Integração Nacional (Minter), ampliou a delimitação territorial do Semiárido brasileiro. Tal fato ocorreu nos estados contíguos ao Nordeste, enquadrados no polígono da seca e, portanto, com forte similaridade ao clima e solo do Semiárido brasileiro, como o norte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, por exemplo. Dessa forma, atualmente o Semiárido brasileiro ocupa 18,2% do território nacional, abrange mais de 20% dos municípios e abriga cerca de 11,84% da população do País, com mais de 23,8 milhões de habitantes, conforme o Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019).

Devido a essa ampliação territorial do Semiárido e ao aumento de risco no processo de desertificação em determinadas áreas, a utilização de sistemas agroflorestais (SAF) tem ganhado destaque, principalmente em razão da problemática relacionada à produtividade dos solos e questões sociais ligados à produção de madeira, alimentos e ecologia

(Araújo Filho, 2013). Nessa região semiárida, destaca-se o bioma Caatinga, um exemplo típico dessa problemática, apresentando solos de baixa fertilidade, em que existe grande pressão sobre os recursos vegetais (Ribaski, 1992), e é também o local com maior efetivo ovino, aproximadamente 11 milhões de cabeças (63% do rebanho nacional), com produção voltada principalmente para carne e pele (Souza et al., 2017). Essa produção advém sobretudo das raças Santa Inês, Morada Nova, Somalis brasileira e seus cruzamentos, grupos genéticos localmente adaptados às condições semiáridas tropicais.

Dentre as propostas para redução na emissão de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil, destacam-se a recuperação de pastagens, a implantação de sistemas integrados, a redução do desmatamento e estratégias alimentares para os animais. Nesse sentido, para atendimento da crescente demanda por proteína animal, principalmente em países em desenvolvimento, com atenção às mudanças climáticas e emissões de GEE, será necessário avançar junto aos pacotes tecnológicos que auxiliem os produtores e as comunidades rurais a aumentarem a produtividade por área com técnicas de conservação ambiental, nesse caso, o Semiárido. Trabalhos têm sido realizados pelas instituições públicas em parceria com órgãos privados para melhoria do setor rural e a conservação desse ecossistema. Merecem destaque os planos de Agricultura de Baixo Carbono (ABC), Carne Carbono Neutro (Embrapa), as regulamentações do Selo

Arte e da Política Nacional de Incentivo à Ovinocaprinocultura, concomitantes aos eventos Semana da Caprinocultura e Ovinocultura Brasileiras (SECOB) e Semiárido Show que são oportunidades de discussão e vitrines tecnológicas de aplicativos e ferramentas utilizadas na pecuária nordestina, lançadas pela Embrapa. O resultado, num futuro próximo, é a ampliação do comércio e valorização dos produtos nordestinos com a interiorização do desenvolvimento regional de maneira sustentável, ambiental e econômica.

Este comunicado técnico tem como objetivo indicar estratégias nutricionais como mitigadoras de gases de efeito estufa, aplicadas em grupos genéticos localmente adaptados ao Semiárido brasileiro. Além disso, objetiva-se reforçar para a comunidade formas e ferramentas tecnológicas para a produção sustentável de ovinos no trópico Semiárido.

GEE e a produção de pequenos ruminantes

A mudança climática é um desafio ambiental enfrentado pela humanidade. Os animais são afetados por essas mudanças climáticas e contribuem para as emissões de GEE, de forma que, a produção animal (ruminantes e não ruminantes) contribui em 14,5% para as emissões antropogênicas globais de GEE (Gerber et al., 2013b). Na América Latina e Caribe, dentre as classes de

animais, os bovinos de corte são os que mais contribuem com as emissões, seguidos de bovinos leiteiros, aves, suínos e, os pequenos ruminantes ficam apenas na frente dos bubalinos, sendo responsáveis por, aproximadamente, 6% das emissões globais de GEE (Figura 1).

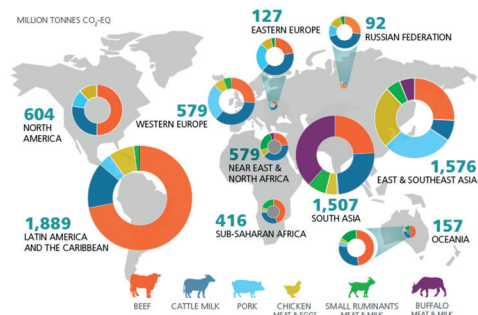


Figura 1. Emissões totais regionais de GEE por tipo de produção animal.
Fonte: FAO (2017).

Do percentual de emissão de GEE pela produção animal, o metano (CH₄) é responsável por cerca de 50% do total, o óxido nitroso (N₂O) e o dióxido de carbono (CO₂) representam 24% e 26%, respectivamente (FAO, 2017). Do montante de 50% de emissão de metano, 30% da emissão global de metano é proveniente dos ruminantes. O CH₄ pode ser gerado pela digestão de ruminantes (fermentação entérica), bem como pelas emissões relacionadas ao manejo de dejetos, à produção de alimentos para os animais, ao uso de energia e ao processamento de produtos de origem animal. Dessas fontes, o metano entérico (fermentação entérica) representa 30% da emissão total de metano. Há uma estimativa que a redução de metano entérico e o sequestro de C no solo

em áreas de pastagem podem diminuir até 11% das emissões globais anuais de GEE pelos ruminantes (Henderson et al., 2017). Assim, a mitigação de GEE é importante e necessária, sendo foco de pesquisadores da ciência animal.

Emissões ligadas à produção, processamento e o transporte de alimentos para animais representa cerca de 45% da emissão total do setor pecuário (14,5%). A fertilização de alimentos para animais e deposição de dejetos em pastagens gera quantidades substanciais de N₂O, representando juntos cerca da metade das emissões de alimentos para animais (ou seja, um quarto das emissões globais do setor). Cerca de um quarto das emissões de alimentos para animais (menos de 10% de emissões do setor) estão relacionadas à mudança no uso da terra. Entre os alimentos para animais, as forragens representam cerca da metade das emissões. As culturas produzidas para alimentação animal representam um quarto adicional de emissões e todos os outros materiais alimentares (subprodutos da colheita, resíduos, farinha de peixe e suplementos) completam o quarto restante. A fermentação entérica é a segunda maior fonte de emissões, contribuindo com cerca de 40% para o total de emissões. O gado bovino emite a maior parte do CH₄ entérico com 77% (2.1 Gt), seguido pelos búfalos com 14% (0.37 Gt) e 9% são pequenos ruminantes (0.26 Gt) (Figura 2).

Metano e N₂O emitidos pelo armazenamento e processamento de dejetos

representam cerca de 10% das emissões do setor. Emissões associadas ao consumo de energia (direta ou indiretamente relacionadas ao combustível fóssil) estão relacionados principalmente à produção de ração e à fabricação de fertilizantes. Quando adicionado ao longo das cadeias, o uso de energia contribui com cerca de 20% do total de emissões do setor.

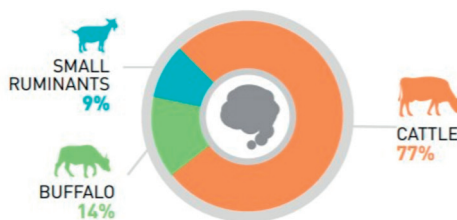


Figura 2. Distribuição global de emissão de metano entérico por ruminantes

Fonte: FAO (2017).

A emissão de GEE pelos pequenos ruminantes está distribuída na Tabela 1, conforme espécie (ovina e caprina), local (mundo e América Latina e Caribe) e produto (leite, carne e mista).

Estratégias de mitigação das emissões de GEE (diretas e indiretas)

Os ruminantes representam uma das poucas fontes produtoras de CH₄ que podem ser manipuladas, pois a produção de metano por esses animais

Tabela 1. Intensidade de emissão, produção e emissão de GEE das espécies ovina e caprina no mundo e na América Latina e Caribe e em função do tipo de produto.

Espécie/local	Intensidade de emissão (kg CO₂-eq / kg proteína)	Produção (kg proteína)	Emissão total de GEE (kg CO₂-eq / ano)
Ovina/mundo	1.681	6.387.053.912	1.207.413.686.321
Ovina/América Latina e Caribe	2.135	383.784.961	84.894.432.325
Caprina/mundo	1.548	5.136.981.536	882.286.245.924
Caprina/América Latina e Caribe	1.414	182.626.842	29.947.841.746
Leite ovino/mundo	503,1	1.046.083.337	172.540.145.763
Leite ovino/ América Latina e Caribe	816,1	4.312.051	1.210.256.504
Leite caprino/mundo	410,3	1.080.857.167	141.288.589.083
Leite caprino/ América Latina e Caribe	425,8	25.854.492	3.668.734.244
Carne ovina/mundo	606,0	2.147.443.619	431.166.697.396
Carne ovina/ América Latina e Caribe	657,7	187.580.429	41.236.959.657
Carne caprina/mundo	610,8	1.487.633.600	299.854.533.878
Carne caprina/ América Latina e Caribe	504,7	65.458.928	11.305.186.628
Produção mista ovina/mundo	572,1	3.193.526.956	603.706.843.160
Produção mista ovina/ América Latina e Caribe	661,2	191.892.480	42.447.216.162
Produção mista caprina/ mundo	526,9	2.568.490.768	441.143.122.961
Produção mista caprina/ América Latina e Caribe	483,1	91.313.420	14.973.920.872

Fonte: Adaptado de FAO (2017).

é proveniente da fermentação ruminal. A emissão de metano tem relação direta com eficiência fermentativa ruminal. Representa perda de carbono, consequentemente, perda de energia e, assim, menor desempenho animal. A fermentação do alimento ingerido pelos animais é um processo efetuado pela população microbiana ruminal, que converte os carboidratos celulolíticos em ácidos graxos de cadeia curta. Nesse processo fermentativo, é dissipado calor pela superfície corporal e são produzidos CO₂ e CH₄. A emissão de metano corresponde à perda de 6% a 12%, da energia bruta do alimento ingerido (Johnson; Johnson, 1995). Dessa forma, a forma direta de mitigação de GEE é a manipulação do ecossistema ruminal por estratégias nutricionais.

Essa modulação pode ser pela redução da produção de H₂, a busca por drenos alternativos para o H₂ já produzido na fermentação entérica, e a redução das populações de microrganismos metanogênicos (Joblin, 1999). A utilização de aditivos (probióticos, ionóforos, leveduras, óleos essenciais e taninos) e a suplementação com gorduras e óleos são os principais manipuladores ruminais por reduzir a metanogênese. A metanogênese é realizada pelas Archaeas metanogênicas, tais como as *Methanosarcina barkerii*; *Methanobrevibacter ruminantium*; *Methanobacterium formicicum*; *Methanomicrobium mobile*. Além disso, estudos com ruminantes demonstram que a emissão de metano depende da quantidade de alimento ingerido e da qualidade da dieta, sendo que,

geralmente, dietas com elevada digestibilidade (mais rica em grãos) proporcionam maior consumo com menor emissão de metano por unidade de alimento ingerido, do que dietas de baixa qualidade (Pedreira et al., 2004).

Dietas à base de pastagens estimulam o crescimento de bactérias celulolíticas, que degradam a celulose da parede celular da forragem, principalmente em estágio de maturidade avançado, obtendo predominantemente como produtos finais da fermentação o acetato, butirato e CO₂. Em contrapartida, dietas com maiores proporções de concentrado à base de grãos favorecem bactérias amilolíticas, produzindo maiores quantidades de propionato e menores quantidades de CO₂. O CO₂ é um dos principais precursores de metano. Desse modo, dietas que favorecem a produção de CO₂ possuem maiores potenciais para emissão de metano (Berndt, 2010).

A produção de metano também é influenciada pelo tipo de forragem pastejada, sendo consideravelmente menor em leguminosas em comparação às gramíneas. Processamento físico, como forragens ensiladas, também proporcionam menor formação de metano. Por outro lado, forragens que diminuem a taxa de ingestão ou prolongam a permanência no rúmen aumentam a sua produção (Berndt, 2010). A proporção final de AGCC (ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico) produzida, varia em função da dieta ofertada. Desta forma, dietas à base de pastagens, principalmente com maior proporção

de colmo, proporcionam a formação de maiores quantidades de ácido acético, cerca de 65%, com ácidos propiônico (20%) e butírico (12%). Enquanto dietas à base de concentrados, com menores quantidades de fibra, a proporção de ácido propiônico aumenta para 40% e o ácido acético diminui para 37%. Assim, é possível reduzir a produção de metano pela modificação da fermentação ruminal, obtida por alteração do volumoso, do tipo e da quantidade de carboidrato suplementado à dieta, pela adição de lipídios, pela manipulação da microbiota ruminal com aditivos alimentares, além de dietas com menor relação volumoso:-concentrado (Beauchemin et al., 2007).

Além da qualidade da dieta, fatores intrínsecos aos animais, como suas características genéticas, interferem na emissão de metano entérico. Basicamente, todas as formas de melhoria nos índices produtivos e reprodutivos do animal, principalmente ligadas à seleção de indivíduos (quanto à incidência de enfermidades, precocidade, inseminação artificial e melhoramento genético, melhor consumo alimentar residual) e práticas de manejo, como uso sistêmico da forragem, melhoramento genético de plantas forrageiras e utilização de sistemas integrados (SAF) são estratégias indiretas para mitigação de GEE. Acredita-se que uma das melhores estratégias para mitigar a emissão de CH₄ pelos ruminantes, é o uso correto das pastagens nos diferentes sistemas de utilização, por proporcionar maior fixação de carbono no solo e maior produção animal por área, reduzindo, assim,

a emissão de CH₄ por quilograma de produto gerado (Hammond et al., 2008).

A Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) reconhece os modelos integrados (lavoura, pecuária e/ou floresta) como um sistema produtivo sustentável, capaz de aumentar a produção de alimentos com responsabilidade ambiental, para alimentar a população mundial no futuro, estimada em 9 bilhões de pessoas em 2050. Nesse contexto, a importância da utilização de sistemas agroflorestais tem ganhado destaque como alternativa de manejo para exploração de forma sustentável da Caatinga, de modo que haja a manutenção da biodiversidade e resiliência das comunidades vegetais, por meio da exploração de forma sustentável dessas áreas. Concomitantemente, estratégias para a intensificação sustentável da produção de ruminantes sugerem animais adaptados ao ambiente em que vivem usando forragens locais, a fim de maximizar a fermentação ruminal eficiente (Eisler et al., 2014).

A inclusão de plantas locais nas dietas de pequenos ruminantes, além de gramíneas, pode ser um importante recurso alternativo mais acessível, contribuindo para a sustentabilidade da atividade pecuária. No entanto, muitas dessas plantas geralmente contêm alguns níveis de compostos vegetais secundários, como taninos, cujas propriedades biológicas são muito dependentes da estrutura química (Soltan et al., 2013), que podem ser ainda mais importantes do que a concentração

(Waghorn; McNabb, 2003). Embora apresente atividades anti-helmínticas e antioxidativas em ruminantes (Cenci et al., 2007), afetando positivamente o bem-estar animal e a qualidade da carne e do leite (Luciano et al., 2011), os taninos podem afetar a população microbiana ruminal, ao reduzir a população de bactérias celulolíticas, contribuindo de maneira positiva para mitigação de metano (Gerber et al., 2013a).

Um estudo com ovinos Santa Inês, Abdalla Filho et al. (2017a) testaram os efeitos do uso de folhas de *Orbignya phalerata* (Babaçu) e *Combretum leprosum* (Mofumbo) em ácidos graxos de cadeia curta e comunidade microbiana ruminal, além de desempenho, acabamento, características de carcaça e perfil de ácidos graxos da carne de cordeiro. As populações microbianas de *Archaeas* metanogênicas diminuíram 50% em animais que consumiram mofumbo quando comparado ao Controle ($P < 0,05$) e não houve diferenças entre os tratamentos ($P > 0,05$) para desempenho, acabamento, características de carcaça, cor e AG da carne (Tabela 4). Em outro estudo, Abdalla Filho et al. (2017b) encontraram uma menor produção entérica de metano ($\text{g CH}_4/\text{kg}$ de ganho médio diário) em cordeiros alimentados com mofumbo, quando comparado ao tratamento com Babaçu, e também foi menor (23,4%) em relação aos cordeiros alimentados com dieta controle.

Um experimento envolvendo leucena, mucuna preta e sabiá na alimentação de ovinos Santa Inês apresentou

uma tendência ($P < 0,15$) para redução de metano quando os animais se alimentaram de mucuna preta. Apesar de a leucena ter gerado menor ($P < 0,05$) emissão ($7,8 \text{ g CH}_4/\text{dia}$), Moreira et al. (2013) alegaram que a mucuna preta, quando calculada proporcionalmente à matéria seca ingerida, foi a alternativa de leguminosa tanífera tropical em potencial para mitigação. Uma possível explicação para o efeito do tanino, mesmo em níveis moderados, na redução da produção de metano está geralmente relacionada à sua ação direta, inibindo o crescimento das *Archaeas* (Patra; Saxena, 2011). Dessa forma, mofumbo e mucuna preta se apresentaram como potencial mitigador de CH_4 , indicando sua utilização como ingredientes na composição de dietas para ovinos com redução de GEE.

Reduzindo as intensidades de emissão de metano

A intensidade das emissões de metano entérico (kg de metano entérico por unidade de produto) e o potencial para mitigar o metano entérico variam muito entre as regiões e também entre os sistemas de produção. A grande lacuna na intensidade das emissões de produtos para ruminantes se deve a diferentes condições agroecológicas, práticas agrícolas e gerenciamento da cadeia de suprimentos. O principal potencial de

mitigação técnica é encontrado em áreas onde as medidas de intensidade de emissão por unidade de produto e por unidade de terra são altas. Isso ocorre principalmente na América Latina, sul da Ásia e em partes da África Subsaariana (Figura 3).

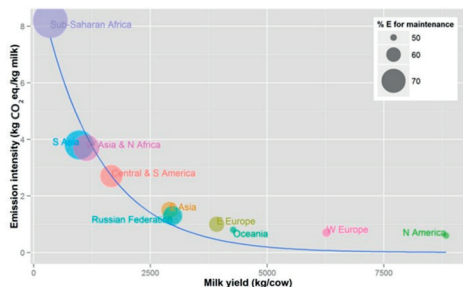


Figura 3. Intensidade de emissão de metano por quilograma de leite produzido por vaca em regiões do mundo.

Fonte: FAO (2017).

No Brasil, por exemplo, um grande potencial de redução de emissões por unidade de proteína coincide com volumes substanciais de produção. Essa forte correlação entre o aumento da produtividade animal e a redução de emissão entérica de metano implica em grandes oportunidades para mitigação de baixo custo e amplos benefícios sociais e econômicos direto para os agricultores.

As curvas específicas das regiões ilustradas na Figura 4 revelam grandes diferenças no potencial de redução entre as regiões do mundo. As quantidades de redução em todos os níveis positivos de preço do carbono são significativamente maiores na América Latina e na África Subsaariana do

que em qualquer outra região, o que reflete o potencial geral de sequestro mais elevado encontrado nessas regiões. Esse potencial mais alto é, por sua vez, explicado pelas taxas relativamente altas de sequestro e pelas grandes áreas sobre as quais a prática pode ser efetivamente aplicada nessas regiões (Henderson et al., 2015).

Henderson et al. (2017) apresentaram práticas potencializadoras da redução de GEE, como manejo de pastagem, plantio de leguminosas, adubação nitrogenada, utilização de óleos e nitratos. No caso de alimentação de pequenos ruminantes, a melhoria do uso da pastagem e a utilização de aditivos seriam os principais meios de mitigação. Os autores ainda indicam que a combinação dessas práticas pode reduzir 39% em bovinos de corte, 43% em bovinos leiteiros e 18% em pequenos ruminantes. Esse

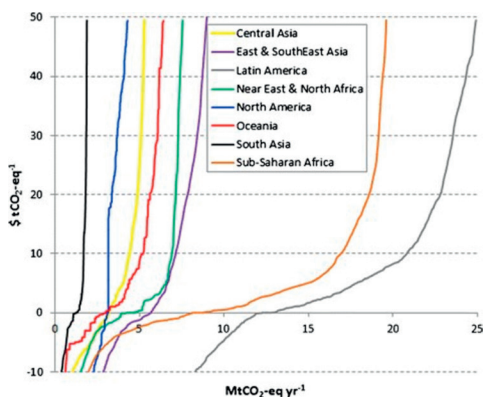


Figura 4. Curvas dos aumentos incrementais no custo de sequestro de cada unidade de C no solo com melhor gerenciamento de pastejo em regiões globais.

Fonte: Henderson et al. (2017).

menor percentual de redução para a ovinocaprinocultura não se dá pela incapacidade de reduzir, mas sim devido à emissão por essa classe ser substancialmente menor aos grandes ruminantes (Figura 1).

Assim, conforme Berndt et al. (2013), a melhoria da eficiência no uso dos recursos que entram no sistema de produção deve ser almejada como um caminho para a sustentabilidade da pecuária, por meio da implementação de tecnologias que permitam uma produtividade satisfatória a partir de um “mínimo custo” ambiental.

Como visto anteriormente, a produção de pequenos ruminantes no mundo tem um papel na alimentação e meios de subsistência, entretanto, contribui para as emissões de GEE, especialmente o metano. A intensidade das emissões de metano entérico (nível de metano entérico por unidade de produto) varia entre as regiões, principalmente devido ao modelo de criação e aos grupos genéticos dos animais (Tabela 2). Nota-se que nos países em desenvolvimento, essa intensidade de emissão é geralmente mais elevada devido à baixa produtividade dos sistemas, e é amplamente variável pela limitação de recursos alimentares de forma constante ao longo do ano e serem deficientes em controle sanitário e gestão da propriedade rural.

Indicações conforme projetos desenvolvidos na Embrapa Caprinos e Ovinos

O alerta mundial às questões climáticas concomitantemente à crescente demanda por produtos da ovinocultura em países em desenvolvimento pressiona a elevação da produção com sustentabilidade. Para isso, nessa última década, projetos têm sido desenvolvidos na Embrapa Caprinos e Ovinos com o intuito de mitigar a produção de metano na produção de ovinos. Das técnicas utilizadas para quantificar a produção de metano entérico, foi utilizada a metodologia do gás traçador hexafluoreto de enxofre - SF₆ (Johnson et al, 1994), que vem sendo adotada como método padrão para mensurações com animais em pastejo e, em condições de confinamento, o método in vivo referência (Gold Standard) pelo uso de câmaras respirométricas (Rodríguez et al., 2007). No caso, vale ressaltar que a Embrapa Caprinos e Ovinos apresenta a única estrutura do tipo (câmaras respirométricas) em regiões tropicais semiáridas do mundo, localizada no Laboratório de Respirometria do Semiárido (LARESA).

No primeiro estudo, modelos de produção com ovinos SPRD em pastejo na Caatinga, pela técnica do gás traçador SF₆, revelaram maior produção de metano no período chuvoso do ano, quando

é feito o enriquecimento da área, consequência da maior oferta de forragem associada à maior taxa de passagem do alimento pelo rúmen do animal, com maior consumo de componentes da forragem de boa qualidade, os quais apresentam maiores concentrações de carboidratos solúveis e menores concentrações de carboidratos estruturais. O tipo de carboidrato influencia a produção de metano, provavelmente pelo

impacto sobre o pH ruminal e população microbiana (Johnson; Johnson, 1995). Foi observada, ainda, maior emissão de metano no período seco do ano, quando não é realizado o enriquecimento da Caatinga (Tabela 3). Nessa situação, há baixa qualidade do pasto (maior % lignina), elevando o tempo de retenção do alimento no rúmen e a taxa de fermentação, assim como a produção de metano. Segundo a literatura, variáveis como,

Tabela 2. Emissão anual de metano entérico (CH₄) por ovinos em diferentes regiões do mundo.

Emissão CH ₄ (kg/kg PM/ano)*	Localidade	Fonte
396	Mundo	Dong et al. (2006)
459	Nova Zelândia	Lassey et al. (1997)
428	Reino Unido	Murray et al. (1999)
396	Nova Zelândia	Ulyatt et al. (2002)
454	Nova Zelândia	Pinares-Patiño et al. (2011)
415	Nova Zelândia	Sun et al. (2011)
406	Nova Zelândia	Hammond et al. (2014)
482	Nova Zelândia	Hammond et al. (2014)
576	Brasil	Savian et al. (2014)
685	Brasil	Savian et al. (2014)
398	Austrália	Goopy et al. (2014)
340	Mongólia	Zhai et al. (2015)
793	Brasil	Savian et al. (2018)
351	França	Archimède et al. (2018)
434	Brasil	Costa (2019)
295	Brasil	Costa (2019)

*Quilograma por quilograma de peso metabólico por ano.

Fonte: Adaptado de Monteiro et al. (2018).

Tabela 3. Consumo de matéria seca (CMS) e emissão de metano (CH₄) por ovinos em sítios de pastejo na Caatinga em diferentes períodos do ano.

Variáveis*	Caatinga raleada enriquecida			Caatinga raleada não enriquecida		
	Seca	Chuva	Média	Seca	Chuva	Média
CMS (g/dia)	435	1151	793	573	875	724
CH ₄ (g/dia)	11,9	14,9	13,4	16,8	11,4	14,1
CH ₄ (g/kg MSI)	27,4	12,9	20,2	29,3	13,0	21,2
CH ₄ (kg/kg PM/ano)	389	461	425	496	331	413

*CMS (g/dia): Consumo de matéria seca em gramas por dia; CH₄ (g/dia): Produção de metano em gramas por dia; CH₄ (g/kg IMS): Produção de metano em quilograma por quilograma de matéria seca ingerida; CH₄ (kg/kg PM/ano): Produção de metano em quilograma por quilograma de peso metabólico por ano.

Fonte: Adaptado de Mota (2014).

nível de consumo, tipo de carboidrato da dieta (Johnson; Johnson, 1995), relação volumoso:concentrado, espécie forrageira e qualidade da forragem (Shibata; Terada, 2010) influenciam a produção de metano entérico.

Em estudos avaliando estratégias nutricionais (Tabela 4) com ovinos Santa Inês em crescimento (duas fases: de quatro a oito meses e acima de oito até 12 meses de idade), houve redução em até 57% da emissão de metano em gramas por animal (17,12 versus 9,76 g/dia), quando se reduz a proporção de volumoso na dieta (Figura 5). Também foi verificado que ovinos que consomem de 70% a 45% de volumoso na dieta, emitem a mesma quantidade de metano por quilo de matéria seca ingerida, 22,45 g/kg MSI e 19,85 g/kg MSI, respectivamente. Nesse ensaio experimental, foram utilizadas 64 fêmeas da raça Santa Inês em período de crescimento,

em duas fases: de quatro a oito meses e acima de oito meses até 12 meses de idade.

Já para a raça Somális Brasileira (duas fases de crescimento: de quatro a oito meses e acima de oito até 12 meses de idade) em relação à raça Santa Inês, foram verificados menores valores em termos de emissão de metano independente da estratégia alimentar (70:30 e 20:80) (Figura 6). Evidenciou-se, entretanto, que essa redução da emissão foi menor em termos percentuais (da ordem de 30%, 8,84 versus 6,19 g/dia). É válido ressaltar que a redução de emissão de metano a partir da utilização crescente de concentrado na alimentação de ovinos, apresentou maior efeito no grupo Santa Inês, indicando uma possível capacidade de adaptação a dietas de alto concentrado (DAC) para esse grupo genético. A menor produção de metano em ovinos Santa Inês, verificada

Tabela 4. Estratégias nutricionais aplicadas em ovinos para mitigação de GEE.

Ingredientes	Relação volumoso:concentrado		
	70:30	45:55	20:80
Feno de Tifton 85 (10,9% de PB na MS)	55,50	47,40	19,00
Feno de Tifton (6,7 % de PB na MS)	14,50	-	-
Milho moído	29,40	47,90	74,70
Farelo de Soja	-	4,10	0,70
Óleo de soja	-	-	3,90
Calcário calcítico	0,59	0,60	0,63
Bicarbonato de sódio	-	-	1,00
Nutrientes (%)	70:30	45:55	20:80
Matéria Seca ^a	93,00	93,30	93,90
Matéria Mineral ^a	4,44	3,73	2,18
Extrato Etéreo ^b	2,20	2,40	6,60
Proteína Bruta ^b	9,70	11,50	9,20
FDNcp ^b	61,50	46,30	27,90
Lignina ^b	4,58	3,29	2,07
Carboidratos Não Fibrosos ^{b,d}	28,70	40,90	55,30
Nutrientes Digestíveis Totais ^{b,e}	54,00	63,80	78,50

^aPorcentagem da matéria natural; ^bPorcentagem da matéria seca; ^cCalculado conforme Sniffen et al. (1992); ^dCalculado conforme Weiss (1999); ^eEstimado conforme o NRC (National Research Council, 2001).

na estratégia 20:80 (9,76 g/dia), por exemplo, foi maior que 8,84 g/dia observados nos ovinos Somális recebendo uma dieta com 70% de volumoso. Quando foi avaliada a produção de metano por quilograma de matéria seca ingerida, os ovinos Somális brasileira alimentados com maior quantidade de volumoso (70:30) emitiram menos que os ovinos Santa Inês recebendo 45% de forragem (18,15 versus 19,85 g/kgMSI) (Figuras 5 e 6).

Essas constatações reafirmam que condições ruminais que promovem o

crescimento microbiano e a maior produção de propionato ocasionam uma redução das emissões de metano por animal (Rodríguez; Campos, 2007), independente do grupo genético. A utilização de dietas com maior produção de ingredientes concentrados em nutrientes solúveis (grãos, tortas, farelos, óleos vegetais) pode representar importante alternativa mitigadora de GEE para ovinos de grupos genéticos localmente adaptados ao Semiárido brasileiro (Somális Brasileira e Santa Inês). Entretanto, para aplicar esse tipo de dieta (DAC) é necessário que os animais passem por um período

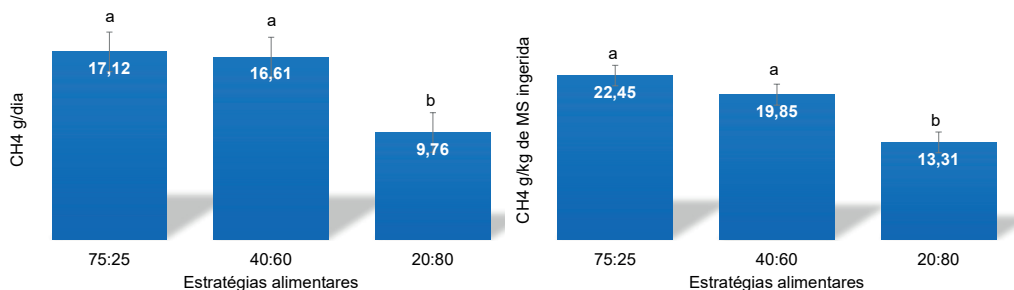


Figura 5. Emissão de metano em gramas por dia (à esquerda) e em gramas por quilograma de matéria seca ingerida (à direita) em ovinos Santa Inês alimentados com distintas proporções volumoso:concentrado (70:30; 45:55 e 20:80).

Fonte: Costa (2019).

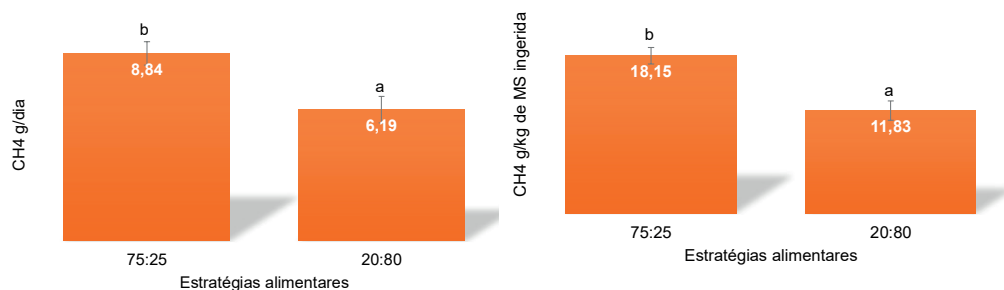


Figura 6. Emissão de metano em gramas por dia (à esquerda) e em gramas por quilograma de matéria seca ingerida (à direita) em ovinos Somalis brasileira alimentados com distintas proporções volumoso:concentrado (70:30 e 20:80).

Fonte: Costa (2019).

de adaptação conforme indicado por Rogério et al. (2018).

Considerações finais

A produção de pequenos ruminantes no Semiárido tropical representa importante papel na mitigação de GEE, especialmente o metano. Trabalhos já desenvolvidos na Embrapa Caprinos e Ovinos dão conta do excelente potencial

de redução das emissões com a manipulação da vegetação da caatinga (enriquecimento) em associação com grupos genéticos localmente adaptados.

Aprofundando a questão, considerando-se as avaliações em câmaras respirométricas (padrão Gold Standard), a estratégia nutricional 20:80 (Dieta de Alto Concentrado) é a mais indicada para ovinos em crescimento, independente do grupo genético. Vale ressaltar,

todavia, que para ovinos do grupamento Somális Brasileira, a dieta com relação 70:30 já seria indicada para emissões inferiores àsquelas do grupamento Santa Inês.

Este trabalho complementa os esforços existentes para a mitigação potencial do metano produzido por pequenos ruminantes, incluindo soluções inovadoras e colaborativas entre os pesquisadores, agricultores e profissionais, que podem gerar benefícios ambientais e econômicos para o Semiárido e o planeta. Programas de extensão e capacitação podem incentivar a adoção dessas práticas mitigadoras.

Em suma, a expectativa é que esses resultados possam contribuir para o desenvolvimento de inventários sobre a emissão de GEE no Brasil e para a política de produção animal com baixo carbono.

Referências

- ABDALLA FILHO, A. L.; CORRÊA, P. S.; LEMOS, L. N.; DINESHKUMAR, D.; ISSAKOWICZ, J.; IEDA, E. H.; LIMA, P. M. T.; BARREAL, M.; McMANUS, C.; MUI, T. S.; ABDALLA, A. L.; LOUVANDINI, H. Diets based on plants from Brazilian Caatinga altering ruminal parameters, microbial community and meat fatty acids of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v. 154, p. 70-77, Sep. 2017a. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.07.005>
- ABDALLA FILHO, A. L.; DINESHKUMAR, D.; BARREAL, M.; McMANUS, C.; VASCONCELOS, V. R.; ABDALLA, A. L.; LOUVANDINI, H. Performance, metabolic variables and enteric methane production of Santa Inês hair lambs fed *Orbignya phalerata* and *Combretum leprosum*. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 101, n. 3, p. 457-465, Jun. 2017b. DOI: <https://doi.org/10.1111/jpn.12561>
- ARAÚJO FILHO, J.A. **Manejo sustentável da Caatinga**. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 2013. 200 p.
- ARCHIMÈDE, H.; RIRA, M.; EUGÈNE, M.; FLEURY, J.; LASTEL, M. L.; PÉRIACARPIN, F.; SILOU-ETIENNE, T.; MORGAVI, D. P.; DOREAU, M. Intake, total-tract digestibility and methane emissions of Texel and Blackbelly sheep fed C4 and C3 grasses tested simultaneously in a temperate and a tropical area. **Journal of Cleaner Production**, v. 185, p. 455-463, Jun. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.059>
- BEAUCHEMIN, K. A.; MCGINN, S. M.; MARTINEZ, T. F.; McALLISTER, T. A. Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 8, p. 1990-1996, Aug. 2007. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2006-686>
- BERNDT, A. Impacto da pecuária de corte brasileira sobre os gases do efeito estufa. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7., 2010, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: DZO: UFV, 2010. p. 121-147.
- BERNDT, A.; ROMERO SOLÓRZANO, L. A.; SAKAMOTO, L. S. Pecuária de corte frente à emissão de gases de efeito estufa e estratégias diretas e indiretas para mitigar a emissão de metano. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 6.; BRAZILIAN RUMINANT NUTRITION CONFERENCE, 4., 2013, Botucatu. **Nutrição de precisão para sistemas intensivos de produção de carne: Alto desempenho e baixo impacto ambiental**; anais. Botucatu: UNESP, 2013. p. 3-15.
- CENCI, F. B.; LOUVANDINI, H.; McMANUS, C. M.; DELL'PORTO, A.; COSTA, D. M.; ARAÚJO, S. C.; MINHO, A. P.; ABDALLA, A. L. Effects of condensed tannin from *Acacia mearnsii* on sheep infected naturally with gastrointestinal helminthes. **Veterinary Parasitology**, v. 144, n. 1/2, p. 132-137, Mar. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.09.021>
- COSTA, C. S. **Exigências de energia líquida e produção de gases de efeito estufa de cordeiros da raça Santa Inês em terminação, com restrição de nutrientes em relação ao NRC (2007)**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2019.

- DONG, H.; MANGINO, J.; MCALLISTER, T. A.; HATFIELD, J. L.; JOHNSON, D. E.; LASSEY, K. R.; LIMA, M. A. de; ROMANOVSKAYA, A. Emissions from livestock and manure management. In: PAULISTAN, K.; RAVINDRANATH, N. H.; AMSTEL, A. van. Agriculture, forestry and other land use. In: EGGLESTON, S.; BUENDIA, K. M., NGARA, T.; TANABE, K. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Kanagawa: iGES, 2006. v.4, p. 1-87.
- EISLER M. C.; LEE, M. R.; TARLTON, J. F.; MARTIN, G. B.; BEDDINGTON, J.; DUNGAIT, J. A.; GREATHEAD, H.; LIU, J.; MATHEW, S.; MILLER, H.; MISSELBROOK, T.; MURRAY, P.; VINOD, V. K.; VAN SAUN, R.; WINTER, M. Agriculture: Steps to sustainable livestock. *Nature*, v. 507, n. 7490, p. 32-34, Mar. 2014.
- FAO. **Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM)**. Rome, 2017. Disponível em: <www.fao.org/gleam/en/>. Acesso em: 23 out. 2019.
- GERBER, P. J.; HENDERSON, B.; MAKKAR, H. P. S. (Ed.). **Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production: a review of technical options for non-co₂ emissions**. Rome: FAO, 2013a. 206 p. (FAO Animal Production and Health, 177).
- GERBER, P. J.; STEINFELD, H.; HENDERSON, B.; MOTTET, A.; OPIO, C.; DIJKMAN, J.; FALCUCCI, A.; TEMPIO, G. **Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities**. Rome: FAO, 2013b. 115 p.
- GOOPY, J. P.; DONALDSON, A.; HEGARTY, R.; VERCOE, P. E.; HAYNES, F.; BARNETT, M.; ODDY, V. H. Low methane yield sheep have smaller rumens and shorter rumen retention time. *British Journal of Nutrition*, v. 111, n. 4, p. 578-585, Feb. 2014. DOI: 10.1017/S0007114513002936
- HAMMOND, K. L.; MUETZEL, S.; WAGHORN, G. C.; PINARES-PATINO, C. S.; BURKE, J. L.; HOSKIN, S. O. The variation in methane emissions from sheep and cattle is not explained by the chemical composition of ryegrass. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, v. 69, p.174-178, 2008.
- HAMMOND, K. J.; PACHECO, D.; BURKE, J. L.; KOOLAARD, J. P.; MUETZEL, S.; WAGHORN, G. C. The effects of fresh forages and feed intake level on digesta kinetics and enteric methane emissions from sheep. *Animal Feed Science and Technology*, v. 193, p. 32-43, 2014.
- HENDERSON, B.; FALCUCCI, A.; MOTTET, A.; EARLY, L.; WERNER, B.; STEINFELD, H.; GERBER, B. Marginal costs of abating greenhouse gases in the global ruminant livestock sector. **Mitigation and Adaptation Strategies Global Change**, v. 22, p. 199-224, 2017. DOI: DOI: 10.1007/s11027-015-9673-9
- HENDERSON, B. B.; GERBER P. J.; HILINSKI T. E.; FALCUCCI, A.; OJIMA, D. S.; SALVATORE, M.; CONANT, R. H. Greenhouse gas mitigation potential of the world's grazing lands: modelling soil carbon and nitrogen fluxes of mitigation practices. *Agricultural Ecosystem Environment*, v. 207, p. 91-100, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2015.03.029>
- IBGE. **Censo agropecuário 2017**; resultados definitivos. [Rio de Janeiro, 2019]. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuaria.html?edicao=21858&t=resultados>>. Acesso em: 14 maio 2019.
- JOBLIN, K. N. Rumen acetogens and their potential to lower ruminant methane emissions. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 50, n. 8, p. 1307-1313, 1999.
- 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 of Animal Science*, v. 73, n. 8, p. 2483-2492, Aug. 1995. DOI:10.2527/1995.7382483x
- 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, n. 18, p. 2905-2914, Sep. 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(97\)00123-4](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(97)00123-4)
- LUCIANO, G.; VASTA, V.; MONAHAN, F. J.; LÓPEZ-ANDRÉS, P.; BIONDI, L.; LANZA, M.; PRIOLO, A. Antioxidant status, colour stability and myoglobin resistance to oxidation of longissimus dorsi muscle from lambs fed a tannin-containing diet. *Food Chemistry*, v. 124,

n. 3, p. 1036-1042, Feb. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.07.070>

MONTEIRO, A. L. G.; FARO, A. M. C. da F.; PERES, M. T. P.; BATISTA, R.; POLI, C. H. E. C.; VILLALBA, J. J. The role of small ruminants on global climate change. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 40, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v40i1.43124>

MOREIRA, G. D.; LIMA, P. D. E.; BORGES, B. O.; PRIMAVESI, O.; LONGO, C.; McMANUS, C.; ABDALLA, A.; LOUVANDINI, H. Tropical tanniniferous legumes used as an option to mitigate sheep enteric methane emission. **Tropical Animal Health and Production**, v. 45, n. 3, p. 879-882, Mar. 2013. DOI: DOI: 10.1007/s11250-012-0284-0

MOTA, C. M. **Fitossociologia e fluxo de emissão de metano entérico em áreas de caatinga**. 2014. 67 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral.

MURRAY, P. J.; MOSS, A.; LOCKYER, D. R.; JARVIS, S. C. A comparison of systems for measuring methane emissions from sheep. **The Journal of Agricultural Science**, v. 133, n. 4, p. 439-444, Dec. 1999. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859699007182>

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Board on Agriculture and Natural Resources. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. **Nutrient requirements on dairy cattle**. 17th ed. Washington, D.C: National Academy Press, 2001. 381 p.

PATRA, A. K.; SAXENA, J. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 1, p. 4-37, Jan. 2011 DOI: 10.1002/jsfa.4152

PEDREIRA, S. M. **Estimativa da produção de metano de origem animal por bovinos tendo como base a utilização de alimentos volumosos: utilização da metodologia do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF₆)**. 2004. 136 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

PINARES-PATIÑO, C. S.; LASSEY, K. R.; MARTIN, R. J.; MOLANO, G.; FERNANDEZ, M.; MACLEAN, S.; CLARK, H. Assessment of the sulphur hexafluoride (SF₆) tracer technique using respiration chambers for estimation of methane emissions from sheep. **Animal Feed Science and**

Technology, v. 166/167, 201-209, Jun. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.067>

RIBASKI, J. Sistemas agroflorestais no semi-árido brasileiro. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. v. 1, p. 81-94.

RODRÍGUEZ, 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.

ROGERIO, M. C. P.; GUEDES, L. F.; COSTA, C. dos S.; POMPEU, R. C. F. F.; GUEDES, F. L.; MORAIS, O. R. de. **Dietas de alto concentrado para ovinos de corte: potencialidades e limitações**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2018. 22 p. (Embrapa Caprinos e Ovinos. Comunicado Técnico, 174).

SANTANA, C. A. M.; GASQUES, J. G. Agricultural development in Brazil: the role of agricultural policies. In: BUAINAIN, A. M.; LANNA, R.; NAVARRO, Z. **Agricultural development in Brazil: the rise of a global agro-food power**. New York: Routledge, 2019. p. 46-69 (Routledge Studies in Agricultural Economics).

SAVIAN, J. V.; BARTH NETO, A.; DAVID, D. B. de; BREMM, C.; SCHONS, R. M. T.; GENRO, T. C. M.; AMARAL, G. A. do; GERE, J.; McMANUS, C. M.; BAYER, C.; CARVALHO, P. C. de F. Grazing intensity and stocking methods on animal production and methane emission by grazing sheep: implications for integrated crop-livestock system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 112-119, Jun. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.02.008>

SAVIAN, J. V.; SCHONS, R. M. T.; MARCHI, D. E.; FREITAS, T. S. de; SILVA NETO, G. F.; MEZZALIRA, J. C.; BERNDT, C.; CARVALHO, P. C. F. Rotatinuous stocking: A grazing management innovation that has high potential to mitigate methane emissions by sheep. **Journal of Cleaner Production**, v. 186, p. 602-608, Jun. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.162>

SHIBATA, M.; TERADA, F. Factors affecting methane production and mitigation in ruminants. **Animal Science Journal**, v. 81, n. 1, p. 2-10, Feb. 2010. DOI: 10.1111/j.1740-0929.2009.00687.x

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattles diets: II Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, Nov. 1992. DOI:10.2527/1992.70113562x

SOLTAN, Y. A.; MORSY, A. S.; SALLAM, S. M. A.; LUCAS, R. C.; LOUVANDINI, H.; KREUZER, M.; ABDALLA, A. L. Contribution of condensed tannins and mimosine to the methane mitigation caused by feeding *Leucaena leucocephala*. **Archives of Animal Nutrition**, v. 63, n. 3, p. 169-184, 2013. DOI: 10.1080/1745039X.2013.801139.

SOUZA, J. D. F. de; MAGALHÃES, K. A.; LUCENA, C. C. de; MARTINS, E. C.; GUIMARÃES, V. P.; HOLANDA FILHO, Z. F. Análise da PPM 2016: evolução dos rebanhos ovinos e caprinos entre 2007 e 2016. **Boletim do Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos**, n. 1, p. 5-12, out. 2017.

SUN, X. Z.; HOSKIN, S. O.; MUETZEL, S.; MOLANO, G.; CLARK, H. Effects of forage chicory

(*Cichorium intybus*) and perennial ryegrass (*Lolium perenne*) on methane emissions in vitro and from sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 166/167, p. 391-397, Jun. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.027>

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.

WAGHORN, G. C.; McNABB, W. C. Consequences of plant phenolic compounds for productivity and health of ruminants. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 62, n. 2, p. 383-392, May, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1079/PNS2003245>

ZHAI, X.; LU, T.; TANG, S.; LIU, X.; MA, X.; HAN, G.; WILKES, A.; WANG, C. Methane emission from sheep respiration and sheepfolds during the grazing season in a desert grassland. **The Open Atmospheric Science Journal**, v. 9, p. 23-28, 2015. DOI: 10.2174/1874282301509010023

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Caprinos e Ovinos
Fazenda Três Lagoas, Estrada Sobral/
Goiatins, Km 4 Caixa Postal: 71
CEP: 62010-970 - Sobral, CE
Fone: (88) 3112-7400
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
On-line (2019)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações da Embrapa
Caprinos e Ovinos

Presidente
Cícero Cartaxo de Lucena

Secretário-Executivo
Alexandre César Silva Marinho

Membros
Alexandre Weick Uchoa Monteiro, Carlos José Mendes Vasconcelos, Fábio Mendonça Diniz, Maira Vergne Dias, Manoel Everardo Pereira Mendes, Marcos André Cordeiro Lopes, Tânia Maria Chaves Campêlo, Zenildo Ferreira Holanda Filho

Supervisão editorial
Alexandre César Silva Marinho

Revisão de texto
Carlos José Mendes Vasconcelos

Normalização bibliográfica
Tânia Maria Chaves Campêlo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Francisco Felipe Nascimento Mendes

Foto da capa
Marcos Cláudio Pinheiro Rogério