

Como a pecuária pode contribuir para redução do desmatamento?

Ricardo Andrade Reis^{1*}, Abmael da Silva Cardoso², Ronyatta Teobaldo Weich³

¹ – Professor Titular em Forragicultura e Pastagens (ricardo.reis@unesp.br);

² – Pós-doutorando em Zootecnia na área de mudanças climáticas
(abmael.cardoso@unesp.br);

³ – Doutoranda em Zootecnia na área de suplementação de bovinos de corte em pastejo
(ronyattaweich@hotmail.com);

* Todos os autores são afiliados ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Jaboticabal, SP.

Resumo: A pecuária é uma importante fonte de nutrientes para a alimentação humana, sobretudo como fonte de proteína completa, ou seja, aminoácidos essenciais. As proteínas têm funções estruturais e reguladoras no organismo sendo fundamentais para o correto funcionamento do mesmo. Com um rebanho bovino de acordo com o último Censo Agropecuário de 2017 de 171 milhões de cabeça e produção anual de aproximadamente 10 milhões de toneladas de carne o Brasil é um dos principais atores no cenário de produção mundial de carne. No entanto essa atividade demanda extensas áreas, uso de recursos naturais e produz gases de efeito estufa como o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). A pecuária é comumente responsabilizada pelo desmatamento, principalmente em áreas amazônicas e do cerrado. No entanto, esta análise pode ser considerada simplista se não avaliarmos estratégias de ocupação do território e aspectos legais de posse da terra. Desta forma, a atividade pecuária nestas áreas pode não se dar somente devido a necessidade de aumento na produção de carne, e sim como estratégia de ocupação de território. A pecuária pode contribuir com a redução

do desmatamento através do aumento da taxa de desfrute do rebanho de bovinos de corte. Para isso é necessário melhorar os índices zootécnicos. Dados dos autores mostram que um dos principais índices a serem trabalhados é a taxa de desmame de bezerros e o ganho médio diário na recria e terminação. Desta forma, seria necessário um rebanho muito menor para produzir a mesma quantidade de carne e, portanto, reduzindo a pressão sobre a abertura de novas áreas. Além da melhoria dos índices zootécnicos, melhorar o manejo da pastagem em vias a aumentar a taxa de lotação também pode reduzir substancialmente a demanda por áreas para produção pecuária e liberar áreas para o reflorestamento ou produção de outros alimentos. Se o Brasil atingir os mesmos índices de produtividade dos Estados Unidos na pecuária de corte e aumentar a taxa de lotação de 1 para 2,5 UA por hectare seria necessário um rebanho 2,9 menor e uma área 5,3 vezes menor para se obter a mesma produção. A pecuária de corte americana possui aproximadamente 40% de taxa de desfrute, 75% de taxa de natalidade e abate de animais com 21-23 arrobas por carcaça.

O aumento de produtividade passa pela adoção de tecnologias e aumento de investimento na atividade. Portanto, produtores podem sair da atividade levando a impactos sociais. Para que a pecuária possa contribuir para redução do desmatamento são necessárias ações que considerem os aspectos sociais da atividade, bem como aumento da produtividade e das eficiências agronômicas, zootécnica, ambiental e econômica dos sistemas de produção.

A pecuária de corte no Brasil

Existe a hipótese de que com o domínio do fogo pelo homem aumentou o consumo de carnes e conseqüentemente o desenvolvimento do cérebro humano. As proteínas são fundamentais para o bom funcionamento do organismo e possuem funções estruturais e

reguladoras, como nos processos enzimáticos e hormonais do organismo. Portanto, uma dieta equilibrada em termos de aminoácidos essenciais exige esta fonte de nutriente. As carnes, entre elas a bovina, são fontes completas de proteína tornando fundamental a atividade de produção de bovinos de corte. Esta atividade deve levar em consideração a necessidade de produção de alimentos para os humanos, sem jamais desconsiderar os aspectos ambientais, sociais e o bem-estar dos animais.

O Brasil possui o segundo maior rebanho comercial do mundo e o segundo maior produtor mundial de carne bovina. De acordo com o USDA em 2016, o Brasil possuía um rebanho de 226 milhões de cabeça o que representa 22,6% dos bovinos do planeta e produzia 15,35% da carne bovina (9,28 milhões de toneladas). No entanto, os dados do Censo Agropecuário de 2017 recentemente divulgados pelo IBGE o rebanho brasileiro é de apenas 171,9 milhões de cabeças, portanto, 54 milhões de cabeças a menos do que as estimativas do órgão americano. Porém, o IBGE divulgou estimativas da pesquisa pecuária municipal de 2017 que o rebanho bovino brasileiro é de 214,9 milhões.

No que se refere a área de pastagens de acordo com o Censo Agropecuário de 2017 o Brasil possui aproximadamente 100 milhões de hectares em pastagens cultivadas em boas condições, 11,8 milhões em más condições e 46,8 milhões de hectares de pastagens naturais. O que significa que 7,5% das áreas de pastagens são consideradas degradadas pelos produtores. Considerando a área de pastagens e o rebanho apurado pelo censo agropecuário teríamos 1,08 cabeças por hectare, no entanto, ao utilizarmos os dados do USDA o número de cabeças por hectare seria 1,43 cabeças. É provável que o tamanho do rebanho apurado pelo censo agropecuário seja mais realístico.

Para podermos discutir como a pecuária pode contribuir para a diminuição do desmatamento é importante compreender o que ocorreu com a pecuária de corte de outros países. Por exemplo, os Estados Unidos em 2016 possuíam um rebanho de 93,5 milhões

de cabeças e produziam 11,38 milhões de toneladas de carne bovina, mas estes índices zootécnicos nem sempre foram assim. Nos anos 1970 os EUA atingiram o ápice do tamanho de rebanho (aproximadamente 150 milhões de cabeça) e produziam menos carne do que atualmente. O aumento na produção de carne ocorreu devido ao incremento nas taxas de desfrute do rebanho e no peso por carcaça abatida.

Se o Brasil atingir os mesmos índices de produtividade dos Estados Unidos na pecuária de corte e aumentar a taxa de lotação de 1 para 2,5 UA por hectare seria necessário um rebanho 2,9 menor e uma área 5,3 vezes menor para produzir os mesmos 9,28 milhões de toneladas de carcaça que produzimos atualmente. Martha Jr et al. (2011) fizeram uma análise dos dados do Censo Agropecuário de 2006 e observaram que entre 1950 e 2006, os ganhos em produtividade explicaram 70% do crescimento na produção pecuária no Brasil, sendo que estes ganhos de produtividade possibilitaram efeito poupa-terra de 525 milhões de hectares entre 1950 e 2006. Portanto, já foi observada uma verdadeira revolução no aumento de produtividade na pecuária brasileira que se mantido caminhará para índices zootécnicos semelhantes ao dos EUA.

Ainda de acordo com Marta Jr et al. (2011) parcela significativa dos resultados da modernização da pecuária ocorreu no período de 1996 a 2006, quando a produtividade cresceu a taxas de 6,6% ao ano. Em 2006, a produção de toneladas de equivalente carcaça era de 6,89 milhões em uma área de 159 milhões de hectares de pastagens. Já em 2017, a área de pastagens praticamente se manteve em 158,6 milhões de hectares de pastagens e a produção de carcaça foi de 9,84 milhões de toneladas. Isso significa que a produtividade aumentou de 43 kg de EC/hectare para 62 kg de EC/hectare por ano. Um aumento de produtividade de 44% em aproximadamente uma década. Somente neste período de 2006 a 2017 o efeito poupa terra foi de 70 milhões de hectares.

Porém, como ocorre este aumento de produtividade e como podemos diminuir os impactos ambientais da produção pecuária em vias a reduzir o desmatamento?

Aspectos ambientais da produção de bovinos de corte

Os principais impactos ambientais da produção de bovinos são causados pela produção de gases de efeito estufa (GEE). Dá se o nome de efeito estufa ao fenômeno responsável por regular a temperatura no globo da superfície terrestre. Uma camada de gás e vapor d'água é responsável por reter parte da radiação solar no interior da atmosfera o que gera o calor que mantém a temperatura. Os principais GEE são o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O).

Na produção de bovinos de corte ocorre emissões de CO_2 quando os teores de matéria orgânica do solo diminuem devido a degradação de pastagens, através do uso de combustíveis fósseis e energia elétrica nos maquinários e equipamentos utilizados na propriedade. Porém, a maior emissão de CO_2 em atividades produtivas ocorre devido ao desmatamento, uma vez que as árvores são grandes estoques de carbono que retornam para a atmosfera. Entre 2005 e 2015 as emissões derivadas do desmatamento no Brasil reduziram 82,5%.

A produção de CH_4 ocorre devido a degradação de carboidratos estruturais no rúmen dos animais e remanescente nas fezes. Durante a fermentação de carboidratos ocorre a produção de íons H^+ que são utilizados pelos micro-organismos metanogênicos para produção de CH_4 . Se não ocorresse esse processo natural ocorreria aumento de íons H^+ , abaixamento do pH ruminal, e conseqüentemente paralisaria a digestão. De acordo com o IPCC (2006) um bovino adulto emite 56 kg de CH_4 entérico por ano e 1 kg de CH_4 derivado de fezes por animal. Os dados do IPCC são valores arbitrados por painel de especialistas composto por nutricionistas que trabalham com emissão de GEE por

ruminantes. Medidas de emissão de CH₄ entérico de bovinos ingerindo apenas pasto e suplemento mineral são escassos no Brasil. Barbero et al. (2015) encontraram que as emissões são menores do que o preconizado pelo IPCC, sendo de aproximadamente 49 kg de CH₄ entérico por ano. Porém, Cardoso et al. (2018a) encontraram emissões derivadas de fezes de apenas 0,15 kg por cabeça ano.

O N₂O que é um potente GEE, com um potencial de aquecimento de aproximadamente 300 vezes maior que o CO₂, é emitido na produção de bovinos pelas excretas dos animais e pela adubação nitrogenada em pastagens. De acordo com o IPCC (2006) 2% do N excretado pelos animais é emitido na forma de N₂O e 1% do N aplicado através de adubação orgânica ou sintética e perdida como N₂O.

Outra importante forma de poluição é a volatilização de N na forma de NH₃ que de acordo com o IPCC é de 20% do N excretado pelos animais e 10% do fertilizante aplicado. Cardoso et al. (2018b) revisaram os estudos de emissão de N₂O conduzidos no Brasil e obtiveram uma média de 0,15% do N das fezes sendo emitido na forma de N₂O e 1% originário de urina. Portanto, quando forem utilizados fatores de emissões nacionais para realização de inventários de GEE a emissão derivada da pecuária deverá ser muito menor. A emissão do N₂O está intimamente relacionada ao manejo da nutrição proteica dos animais o que caracteriza uma ótima oportunidade de atuação dos nutricionistas.

No que se refere ao montante emitido de gases pelo Brasil a agropecuária foi em 2015 responsável por 31% do total emitido pelo Brasil, atrás do setor de energia que é responsável por 33% e muito a frente da indústria responsável por 7% do total emitido. O total emitido pela agropecuária em 2005 era de 328 milhões de toneladas de CO₂ equivalentes que aumentou para 429 milhões de toneladas em 2015. O crescimento das emissões da agropecuária é o menor entre as atividades produtivas. No mesmo período

as emissões derivadas da indústria aumentaram 22% e do setor de energia ampliaram em 43% (MCTI, 2017).

Diversas estratégias para diminuição das emissões de CH₄ podem ser adotadas. A melhoria da digestibilidade da forragem, bem como o fornecimento de suplementos proteico energéticos podem diminuir a perda de energia na forma de CH₄. Tem-se que a utilização de suplementos contendo sais com nitratos e sulfatos, bem como o uso de aditivos contendo taninos, óleos essenciais e até mesmo carvão bioativado podem reduzir a emissão de CH₄. No que tange ao N₂O o aumento da eficiência de uso de N pelos animais através da otimização do teor de proteína na dieta (nutrição de precisão) e utilização de aditivos que mudem a rota de excreção de N pelos animais contribuem para reduzir a emissão de N₂O. No manejo das pastagens, a correta utilização de fertilizantes nitrogenados, o aumento da eficiência do pastejo devem ser levadas em consideração para mitigar a poluição por emissão de N₂O e perdas de N por volatilização.

Manejo de pastagens com estratégia de aumento da produtividade

Os dados do censo agropecuário de 2017 divulgados pelo IBGE mostram que aproximadamente 111 milhões de hectares são cultivados com pastagens. A utilização de pastagens cultivadas no Brasil é recente, sobretudo após os anos 70 com o avanço das Braquiárias e o lançamento do cultivar Marandu no início dos anos 80. Portanto, o manejador de pastagens deve conhecer profundamente os aspectos relacionados ao cultivo de Braquiárias.

No idos dos anos 1950 o pesquisador neozelandês Robert Brougham demonstrou que quando as plantas forrageiras de clima temperado interceptam 95% da radiação luminosa ocorrem as maiores taxas de acúmulo líquido, ou seja, produção de forragem. Posteriormente, Pedreira et al. (2009) e Pereira et al. (2018) constataram que os mesmos

princípios de manejo se aplicam as gramíneas de clima tropical, considerando os aspectos de alongamento da fração caules destas espécies.

Nesta condição também temos a maior proporção de folhas e o maior valor nutritivo de forragem criando condições ideais para alto desempenho animal. Em uma pastagem de capim marandu bem formada a altura que é equivalente a 95% de interceptação luminosa está entre 25 e 30 cm. Destarte, essa é a altura recomendada para manejarmos a altura do pasto para obtermos o máximo de produtividade com base neste critério de interceptação luminosa.

Além do critério acima exposto sabe-se que quando mais de 50% da parte área das plantas forrageiras é colhido, ou seja, acima de 50% de eficiência de pastejo ocorre a paralização do crescimento por mais de 15 dias e até morte de raízes. Assim sendo, a planta forrageira tem que mobilizar reservas para crescimento de raízes e diminui a produção de massa da parte aérea. Além do critério de altura, para obtermos altas produtividades devemos trabalhar com a utilização 50 ou menos de 50% de massa de forragem produzida. A produção de forragem dada em kg de MS/ha/dia deve ser utilizada para ajustar a taxa de lotação em vias a garantir a produtividade de forragem e, conseqüentemente produção de carcaça por área. Por exemplo, se temos uma taxa de acúmulo de forragem de 45 kg de MS/ha/dia e vamos utilizar uma eficiência de pastejo de 50%, podemos manter nesta área 2,5 animais de 1 UA consumindo 2% do seu peso corporal de matéria seca de forragem por dia.

Mais ainda, a produção de forragem é sazonal e um ajuste de taxa de lotação frequente (e.g. semanal) pode ser necessária para mantermos a altura do pasto e a eficiência de pastejo desejada, bem como a persistência do sistema de produção. Os pesquisadores americanos Mott e Lucas conceberam uma técnica de pastejo denominada “*put-and-take*” ou seja, coloca e retira animais na área para obter o acima exposto. A

técnica consiste no ajuste de taxa de lotação para atingir a meta de pastejo. No caso, como expomos acima a altura de 25 cm e eficiência de pastejo de 50% para o capim-marandu em pastejo contínuo.

Em Jaboticabal-SP têm sido conduzidos experimentos com estratégias de adubação nitrogenada de pastagens e de suplementação objetivando subsidiar os pecuaristas quanto as melhores estratégias para manejo de pastagens objetivando aumentar a produtividade e o lucro. Nesta região do estado de São Paulo encontramos solos férteis e bem estruturados quando comparados a maioria dos solos do Brasil, o que permite produzir mais forragem por área e com um teor de nutrientes (N principalmente) mais elevado que a média brasileira.

Na Tabela 1 apresentamos os resultados de um experimente de longo prazo onde utilizaram-se as doses de N: 0, 90, 180 e 270 kg de N por hectare. A aplicação de adubo nitrogenado propiciou um significativo aumento nas taxas de lotação que aumentaram de 3,37 para 6,55 UA ha⁻¹. Embora o desempenho por animal tenha sido praticamente o mesmo a produção de carcaça por área aumentou significativamente.

Tabela 1. Efeito da adubação nitrogenada de capim-marandu com diferentes doses de nitrogênio sobre a performance de tourinhos Nelore na recria (Média de 3 anos de avaliação).

Item	Tratamento (kg N ha ⁻¹)			
	0	90	180	270
Desempenho animal				

Taxa de lotação (UA ha ⁻¹)	3,37	4,64	5,81	6,55
GMD (kg animal ⁻¹ dia ⁻¹)	0,939	0,985	0,879	0,898
GPArea (kg PC ha ⁻¹)	514	769	848	967
GPN (kg PC kg N aplicado ⁻¹)	-	2,84	1,86	1,68

Unidade animal (UA) = 450 kg peso corporal (PC), ganho médio diário (GMD), ganho por hectare (GPArea), ganho per kg N aplicado (GPN). Fonte: Dados dos autores.

Anteriormente era comum recomendar altas doses de nitrogênio, porém, os dados obtidos pelos autores demonstram que é possível aumentar a produtividade por área com doses moderadas de N aplicado. O efeito poupa-terra que diminui a demanda por novas área para produção de bovinos, pode ser obtido por uma intensificação moderada do uso de pastagens através da adubação nitrogenada.

O desempenho acima exposto foi obtido com as doses de ureia divididas em 3 aplicações (novembro, janeiro e março). A dose de 180 kg de N por hectare aplicada parcelada em 3 vezes também resultou no melhor benefício econômico quando considerados os aspectos financeiros desta estratégia de adubação nitrogenada.

Suplementação de bovinos em pastagens

A suplementação da dieta de bovinos em pastagens tem como objetivo suprir os nutrientes que estão em situação de deficiência. Os suplementos mais comumente utilizados são os minerais, energéticos e proteicos. Estes dois últimos, geralmente são ofertados na forma de concentrados sendo o milho e o farelo de soja os ingredientes mais comuns. E a suplementação em pasto surge como opção para o suprimento de nutrientes limitantes e aumento da eficiência de utilização das pastagens (POPPI e McLENNAN, 1995).

De acordo com Poppi e McLennan (1995), quando a relação entre o teor de proteína bruta (PB) do alimento e quantidade de matéria orgânica digestível (MOD) for próximo a 160 g de PB/por kg MOD, a transferência da proteína ingerida para o intestino acontece com grande eficiência. Por outro lado, perdas e/ou transferência incompleta, de proteína ocorrem quando a relação entre o teor de proteína bruta e valor energético da forragem excede 210 g de PB/ kg de MOD. Esses valores sugeridos por Poppi e McLennan (1995) se referem à sincronização da degradação ruminal entre energia e proteína do pasto e a eficiência da utilização desta proteína. Portanto, neste contexto, as características nutricionais e a quantidade do suplemento devem ser avaliadas quanto aos conteúdos de energia e proteína, considerando a composição bromatológica do pasto.

A maioria das pastagens no Brasil são cultivadas em regiões de solos com baixa fertilidade e baixa utilização de fertilizantes. Nesse sentido, os baixos teores de proteína não são suficientes para atingir a relação acima. O teor de proteína bruta por si só não representa se a oferta de proteína será adequada. Isso porque a proteína possui diferentes níveis de solubilidade e somente a proteína solúvel mais a proteína aderida a fração de fibra em detergente neutro potencialmente digestível é aproveitada pelos micro-organismos do rúmen.

Não obstante a oferta de energia o teor de fibra em detergente neutro potencialmente digestível é mais relevante do que os teores de fibra. Logo, mesmo no período seco do ano em que a forrageira apresenta alto teor de fibra em detergente neutro será necessária uma suplementação energética. Todavia, no período seco o fornecimento de proteína é imprescindível, pois temos com a suplementação com concentrados proteicos, concomitantemente o aumento no consumo de compostos nitrogenados e de energia.

Estudos recentes em Jaboticabal-SP objetivaram avaliar o efeito da suplementação mineral, convencional e com dois níveis de inclusão de fontes de proteína não degradável no rúmen para aumentar o fluxo de proteína metabolizável, uma vez que os pastos na região estudada apresentam no período chuvoso entre 12 e 15% de proteína. A hipótese da pesquisa era de que um provável aumento da proteína metabolizável resultaria em maior desempenho animal. A suplementação com 100% de grãos secos de destilaria como fonte de proteína possibilitou aumento de 200 g no ganho médio diário de animais suplementados apenas com suplemento mineral (Tabela 2). Neste estudo também se avaliou as emissões de CH₄ entérico em função das diferentes estratégias de suplementação e não foram observadas diferenças entre tratamentos. Porém, as emissões são menores do que as preconizadas pelo órgão da ONU responsável pela elaboração de guias de inventários de gases de efeito estufa.

Tabela 2 – Desempenho e emissão de CH₄ entérico por tourinhos nelores recriados em pastos de capim marandu sobre diferentes estratégias de suplementação (0,3% de peso corporal). Período chuvoso do ano.

	Mineral	Convencion al	50% DDG	100% DDG	Média
Peso corporal inicial (kg)	334	351	344	352	345,2
Peso corporal final (kg)	410	439	431	449	432,2
Taxa de lotação (UA /ha)	6,21	6,07	5,8	6,0	6,02
Ganho médio diário (kg/animal/dia)	0,90	1,04	1,04	1,15	1,03
CH ₄ (g /animal /dia)	110,2	141,1	126,3	159,4	134,3

CH ₄ (g /kg PC ganho)	121,6	134,9	145,6	138,2	135,1
----------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

UA – unidade animal; MS – matéria seca; EB – energia bruta. Fonte: Dados dos autores

A fermentação microbiana de carboidratos fibrosos de plantas no rúmen produz os ácidos graxos voláteis, os quais são utilizados como fonte primária de energia pelo animal hospedeiro (SUEN et al., 2011). No entanto, um dos fatores que influenciam na eficiência de utilização da forrageira é o manejo adotado, associada a quantidade e qualidade da forragem produzida.

Durante o período das águas, pastos manejados adotando interceptação luminosa de 95%, com altura como critério de manejo, proporcionam forragens com alto valor nutritivo, o que pode resultar em excesso de nitrogênio (N) na dieta, se associada com suplementação que ocasione falta de energia no rúmen, limitando o crescimento microbiano (CORREIA, 2006).

O excesso de nitrogênio excretado na urina reduz a eficiência de utilização de N e aumenta os impactos ambientais causados pela volatilização de amônia, emissão de óxido nitroso (N₂O) e lixiviação de nitrato (NO₃⁻), devido ao aumento no consumo de proteína solúvel (DIJKSTRA et al., 2013). Além disso, a fermentação entérica contribui para a emissão de gases do efeito estufa, através do CH₄ produzido no rúmen.

Dessa forma, os aditivos alimentares, como os antibióticos ionóforos, probióticos, prebióticos e fitogênicos, dentre outros produtos, apresentam potencial para modular a fermentação ruminal. Contudo, é necessário, considerar a preocupação da sociedade com possíveis resíduos de aditivos antibióticos em produtos de origem animal (CLARK et al., 2012) e assim, buscar alternativas para a mitigação dos gases efeito estufa.

Os óleos essenciais são compostos provenientes do metabolismo secundário das plantas e apresentam propriedades antimicrobianas (OOSTERHAVEN et al., 1996). Dentre os possíveis efeitos verificados com o uso de óleos essenciais observa-se redução

na proporção de acetato e aumento de propionato, redução na concentração de amônia (BUSQUET et al., 2006; BLANCH et al., 2016), e redução na produção de metano (COBELLIS et al., 2016). A redução na concentração de amônia ruminal sugere a ocorrência de redução na deaminação e fermentação de aminoácidos.

Assim como os óleos essenciais, os taninos também exercem efeitos na fermentação ruminal. Os taninos são compostos polifenólicos solúveis em água e apresentam capacidade de formarem complexos com proteína e em menor extensão com carboidratos (PATRA e SAXENA, 2011).

O complexo tanino-proteína formado por meio de ligações de hidrogênio, são estáveis e insolúveis em pH 3,5 a 7,0, mas se dissociam e liberam a proteína a pH <3,5 (JONES e MANGAN, 1977). Assim, a degradação de proteína no rúmen pode ser reduzida e aumentar a quantidade de proteína digerida no intestino delgado (PATRA e SAXENA, 2011).

No consumo de forragem de alta qualidade, com altas concentrações de nitrogênio, devido a proteína rapidamente solúvel ser disponibilizada durante a mastigação, há a liberação de 56-65% da concentração de proteína no rúmen como proteína solúvel, aumentando a concentração de amônia, a qual será absorvida pelo rúmen e excretada na urina (ULYATT et al., 1975), contribuindo para aumento no impacto ambiental.

A formação do complexo tanino-proteína pode ocorrer tanto com o uso de taninos condensados como com taninos hidrolisáveis. Os taninos são divididos nesses dois grupos de acordo com a sua estrutura. Os taninos hidrolisáveis têm como núcleo central de sua estrutura uma molécula com múltiplos grupos hidroxila (poliol), como a glicose, glucitol, ácido quínico e ácido chiquímico, parcialmente ou totalmente esterificados com o grupo fenólico e são susceptíveis à hidrólise por ácidos, bases ou esterases. Os taninos

condensados são principalmente polímeros de flavonóides (unidades de flavan-3-ol(epi) catequina e (epi) galocatequina) e monômeros, como profisetidinas, probinetidinas e proguibortinidinas, ligados por ligações interflavonoides (FERREIRA et al., 1999). A estrutura química dos taninos condensados dependerá do número de unidades monoméricas, o que determinará o grau de polimerização, e conseqüentemente, as diferentes propriedades biológicas desenvolvidas por eles (WAGHORN, 2008).

A suplementação com *Vaccinium vitisidaea* (2 g de tanino kg⁻¹ MS) resultou em redução de 45,9% nas concentrações de amônia total (CIESLAK et al., 2012). A redução na concentração de amônia ruminal também foi verificada por Aboagye et al. (2018) com a associação de taninos hidrolisáveis e condensados (0,25% e 1,5% da MS da dieta) em dietas de alta forragem.

O efeito dos taninos condensados na utilização do nitrogênio pode alterar a rota de excreção do N, com aumento da excreção de N fecal e redução da excreção de N urinário (EBERT et al., 2017). Esse efeito pode reduzir os impactos ambientais causados com o aumento no consumo de proteína solúvel (DIJKSTRA et al., 2013), pois pode reduzir a volatilização de amônia, emissão de óxido nitroso (N₂O) e lixiviação de nitrato (NO₃⁻).

A suplementação com taninos condensados pode, ainda, reduzir a população de bactérias gram-positivas no rúmen, diminuindo as concentrações de acetato e de metano (CIESLAK et al., 2012), por meio de efeito direto dos taninos nos micro-organismos ruminais, efeito indireto na digestão da fibra, reduzindo a produção de hidrogênio que é substrato para os micro-organismos (TAVENDALE et al., 2005) e por inibição de protozoários associados à produção de metano (CIESLAK et al., 2012).

Portanto, a utilização desses compostos fitogênicos pode apresentar benefícios na nutrição de ruminantes. Porém, a oferta de forrageiras ou plantas ricas em taninos para os

animais no cocho ou a consorciação com leguminosas apresenta dificuldades de manejo, logística e custo. Assim, a oferta destes compostos via aditivo em suplemento constituiu-se em uma opção prática para redução dos impactos ambientais e aumentar a eficiência de uso de N em sistemas de produção de bovinos de corte.

Aspectos sociais da pecuária relacionados a abertura de novas áreas e aumento da produtividade

Diversos autores argumentam que a má definição dos direitos de propriedade e a falta de uma política econômica não estimulam a adoção de técnicas de manejo, adubação de pastagens, nutrição, controle sanitário, genética e gestão das propriedades, as quais devem ser adotadas pelos produtores. Na intensificação moderada dos sistemas de produção, as técnicas citadas devem ser praticadas. De acordo com Sant'Anna e Young (2010) a instabilidade da política macroeconômica aumentou o preço da terra, o que torna interessante ser um fazendeiro itinerante, vende-se as terras velhas e adquire-se novas áreas em regiões recém-abertas, ao invés de permanecer no mesmo local.

Essa dinâmica é alimentada por agentes intermediários, que trabalham com baixos custos de oportunidade e que abrem as áreas sendo responsáveis por boa parte dos desmatamentos. Os custos de oportunidades destes intermediários são cobertos em parte pela garantia de venda futura da terra para exploração pecuária (MARGULIS, 2003). Portanto, a principal razão para explicar a predominância das pastagens nas áreas desmatadas e a acumulação de ativos, uma vez que o valor da terra aumenta de forma significativa após a implantação do sistema de exploração pecuária, mesmo que com baixos níveis tecnológicos e eficiência produtiva e ambiental.

Uma vez que é possível aumentar a produtividade da pecuária através do correto manejo das pastagens, adubação, genética, sanidade e utilização de suplementação da

dieta dos animais não se justifica a abertura de novas áreas. Contudo, essas práticas somente se reduzirão se forem adotadas políticas econômicas e envolvimento de setores da sociedade que desestimulem a prática da agropecuária itinerante, garantindo assim, estabilidade econômica e ambiental dos sistemas de produção através de bonificações relacionadas a qualidade do produto e sustentabilidade.

Pegada de carbono da produção de carne bovina

A pegada de carbono da carne bovina foi calculada por Cardoso et al. (2016) em um cenário considerando os índices zootécnicos médios do Brasil. Neste estudo não é considerado o efeito das mudanças do uso da terra sobre a produção de carne. Os autores calcularam que a pegada de carbono média do Brasil Central é de 36 kg CO₂eq por kg de carcaça.

Ainda de acordo os autores, é possível reduzir a pegada de carbono através da melhora dos índices zootécnicos. Por exemplo, se a taxa de natalidade aumentar da atual média de 60% para 75% é possível reduzir em 10 kg de CO₂eq por kg de carcaça. E se aumentarmos o ganho médio diário da recria de 300 g para 700 g por dia por cabeça é possível reduzir mais 8 kg de CO₂eq por kg de carcaça. A pegada de carbono da produção de carne bovina do EUA e da Austrália está entre 12 e 18 kg de CO₂eq por kg de carcaça. Assim, melhorias no manejo de pastagens e utilização de suplementação estratégica em pastagens pode trazer a pegada de carbono da carne brasileira a valores próximos a de países de alto nível tecnológico e tradicionais produtores de carne.

Sumário de recomendações

A maximização da produtividade na pecuária bovina em pastagens passa pela superação da dicotomia entre adubação de pastagens e suplementação dos animais em pastejo, pois, muitos profissionais tratam estas estratégias separadamente.

A adubação aumenta a produção de massa de forragem possibilitando o aumento de taxa de lotação e, conseqüentemente criando as condições para o efeito poupa terra. Em geral, tem-se que os pastos no Brasil central possuem maior teor de proteína no período das águas e elevado teor de fibras (sobretudo fibras em detergente neutro nas secas). De uma forma simplista recomendar-se a suplementação energética nas águas e proteica nas secas. Porém, devemos procurar o sinergismo ruminal entre as concentrações de energia e proteína. Embora o teor de proteína possa ser maior no período das águas um elevado teor de fibra em detergente neutro potencialmente degradável pode propiciar uma grande quantidade de energia e, portanto, para se aumentar o desempenho a suplementação proteica seria mais adequada. No que se refere ao período das secas, o diferimento de pastagens acompanhado de adubação nitrogenada no final do período das águas pode garantir um maior teor de proteína no capim de secas e melhorar o sinergismo entre energia e proteína.

A maioria dos estudos sobre adubação de pastagens foram realizados há mais de 3 décadas. Porém, nos últimos 5 anos foram lançados diversos cultivares de *Brachiarias*, *Panicums* e capim-elefantes no Brasil, justificando a realização de novos estudos para ajustar as recomendações de uso de fertilizantes. Outro aspecto importante no que se refere aos estudos de adubação de pastagens é a realização destas pesquisas com animais em pastejo, uma vez que o consumo de forragem, pisoteio pelos animais, as excreções de fezes e urina no pasto interagem com a aplicação dos fertilizantes levando a resultados distintos daqueles obtidos em canteiros ou vasos. Para a correta identificação das

estratégias de adubação dos cultivares de capim atualmente em uso no Brasil deve se realizar estudos com animais em pastejo.

No que tange aos aspectos ambientais relacionados a emissão de gases devido ao uso de fertilizantes nitrogenados ainda há um espaço muito grande para a obtenção de fatores de emissão nacionais e regionalizados no Brasil. As perdas de N na forma de N_2O e de NH_3 ainda é pouco conhecida em função de diferentes fontes de N, interação doses de N e fonte, e sobretudo interação entre excretas e os fertilizantes nitrogenados.

Ainda em relação a poluição por uso de nitrogênio, as estratégias de suplementação devem ter por objetivo minimizar as excreções de N através da urina ou alteração da via de excreção. O uso de aditivos fitogênicos são os mais promissores para consecução destes objetivos. Alguns aditivos podem maximizar a quantidade de proteína metabolizável que associada a uma adequada oferta de energia pode resultar em aumentos de desempenho animal.

No que se refere a emissão de CH_4 entérico as estratégias mais adequadas para redução das emissões deste gás é a redução do ciclo de vida e aumento da taxa de desfrute do rebanho. Porém, ainda carecemos de fatores de emissão regionalizados, sobretudo considerando as diferentes características dos solos, das forrageiras utilizadas no país e as estratégias de manejo de pastagens.

Estudos multidisciplinares que considerem aspectos sociais do desmatamento das regiões do Cerrado e da Amazônia devem ser conduzidos para que a pecuária não seja imputada de forma injusta como responsável pela devastação de áreas de matas.

Referências

ABOAGYE, I.A.; OBA, M.; CASTILLO, A.R.; KOENIG, K.M.; BEAUCHEMIN, K.A. Effects of hydrolyzable tannin with or without condensed tannin on methane emissions, nitrogen use, and performance of beef cattle fed a high forage diet. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/advance-article-abstract/doi/10.1093/jas/sky352/508619>.

BARBERO RP, MALHEIROS EB, ARAUJO TLR, NAVE RLG, MULLINIJS JT, BERCHIELLI TT, RUGGIERI AC, REIS RA. 2015. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bull. *Anim Feed Sci Technol* 209:110–18.

BLANCH, M.; CARRO, M.D.; RANILLA, M.J.; VISO, A.; VÁZQUEZ-AÑÓN, M.; BACH, A. Influence of a blend of cinnamaldehyde and garlic oil on rumen fermentation, feeding behavior and performance of lactating dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, v.219, p.313-323, 2016.

BUSQUET, M.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; KAMEL, C. Plant extracts effect in vitro rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, v.89, p.761, 2006.

CARDOSO, A. S., BERNDT, A., LEYTEM, A., ALVES, B. J., DE CARVALHO, I. D. N., DE BARROS SOARES, L. H., URQUIAGA, S. & BODDEY, R. M. (2016). Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. *Agricultural Systems*, 143, 86-96.

CARDOSO AS, ALVES BJR, URQUIAGA S, BODDEY RM. 2018 a. Effect of volume of urine and mass of feces on N₂O and CH₄ emissions of dairy cow excreta in a tropical pasture. *Anim Product Sci*. 58, 1079-1086.

CARDOSO AS, CAPLIOGRI SO, JANUSKVICZS, ER, SILVA EM, BRITO LF, REIS RA, RUGGIERI AC. 2018 b. Effect of season on ammonia, nitrous oxide and methane emissions factors for beef cattle excreta and urea fertilizers applied in tropical pasture. *Soil Tillage Research* (no prelo).

CIESLAK, A.; ZMORA, P.; PERS-KAMCZYC, E.; SZUMACHER-STRABEL, M. Effects of tannins source (*Vaccinium vitis idaea* L.) on rumen microbial fermentation in vivo. *Animal Feed Science and Technology*, v.176, p.102- 106, 2012.

CLARK S.; DALY R.; JORDAN E.; LEE J.; MATHEW A.; EBNER P. The future of biosecurity and antimicrobial use in livestock production in the United States and the role of extension. *Journal Animal Science*, v.90, p.2861–2852, 2012.

COBELLIS, G.; TRABALZA-MARINUCCI, M.; MARCOTULLIO, M.C.; YU, Z. Evaluation of different essential oils in modulating methane and ammonia production, rumen fermentation, and rumen bacteria in vitro. *Animal Feed Science and Technology*, v.215, p.25-36, 2016.

CORREIA, P.S. Estratégia de suplementação de bovinos de corte em pastagens durante o período das águas. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006. 333p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, 2006.

DIJKSTRA, J., OENEMA O., VAN GROENIGEN, J. W., SPEK, J. W., VAN VUUREN, A.M., BANNINK, A. Diet effects on urine composition of cattle and N₂O emissions. *Animal* 7 (Suppl. 2), p.292–302, 2013.

EBERT, P.J.; BAILEY, E.A.; SHRECK, A.L.; JENNINGS, J.S.; COLE, N.A. Effect of condensed tannin extract supplementation on growth performance, nitrogen balance, gas emissions, and energetic losses of beef steers. *Journal of Animal Science*, v.95, p.1345-1355, 2017.

FERREIRA, D.; BRANDT, E.V.; COETZEE, J.; MALAN, E. Condensed tannins. *Progress in the Chemistry of Organic Natural Products*, v.77, p.22–59, 1999.

JONES, W.T.; MANGAN, J.L. Complexes of the condensed tannins of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) with fraction 1 leaf protein and with submaxillary

mucoprotein and their reversal by polyethelene glycol and pH. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.28, p.126–136, 1977.

OOSTERHAVEN, K.; CHAMBEL LEITAO, A.; GORRIS, L. G. M.; SMID, E. J. Comparative study on the action of S-(+)- carvone, in situ, on the potato storage fungi *Fusarium solani* var. *coeruleum* and *F. sulphureum*. *Journal of Applied Bacteriology*, v.80, p.535-539, 1996.

PATRA, A.K.; SAXENA, J. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition – Review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.91, p.24-37, 2011.

PEDREIRA, B. C., SILVEIRA PEDREIRA, C. G., SILVA, S. C., 2009. Herbage accumulation during regrowth of Xaraés palisadegrass submitted to rotational stocking strategies. *Rev. Bras. Zoot.* 38 (4), 618-625.

PEREIRA, L. E. T., HERLING, V. R., AVANZI, J. C., SILVA, S. C., 2018. Morphogenetic and structural characteristics of signal grass in response to liming and defoliation severity. *Pesq. Agropec. Trop.* 48 (1), 1-11.

POPPI, D.P. and MCLENNAN, S.R., 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture, *Journal of Animal Science*, 73, 278–290.

MARGULIS, S. (2003), *Causas do desmatamento da amazônia brasileira*, Technical report, Banco Mundial.

MARTHA JUNIOR, G.B.; ALVES, E.R.A.; CONTINI, E. (2011). *Pecuária brasileira: produtividade e efeito poupa terra*. Folhetos. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília-DF.

SANT'ANNA, A. A. e YOUNG, C. E. F. Direitos de propriedade, desmatamento e conflitos rurais na Amazônia. *Economia Aplicada*, v. 14, n. 3, p. 381-393, 2010.

SUEN, G.; WEIMER, P.J.; STEVENSON, D.M.; AYLWARD, F.O.; BOYUM, J.; DENEKE, J.; DRINKWATER, C.; IVANOVA, N.N.; MIKHAILOVA, N.; CHERTKOV, O.; GOODWIN, L.A.; CURRIE, C.R.; MEAD, D.; BRUMM, P.J. The complete genome sequence of *Fibrobacter succinogenes* S85 reveals a cellulolytic and metabolic specialist. PLoS ONE, 6(4): e18814. doi:10.1371/journal.pone.0018814, 2011.

TAVENDALE, M.H.; MEAGHER, L.P.; PACHECO, D.; WALKER, N.; ATTWOOD, G.T.; SIVAKUMARAN, S. Methane production from in vitro rumen incubations with *Lotus pedunculatus* and *Medicago sativa*, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. Animal Feed Science Technology, v.123–124, p.403–419, 2005.

ULYATT, M.J.; MCRAE, J.C.; CLARKE, T.J.; PEARCE, P.D. Quantitative digestion of fresh forages by sheep. 4. Protein synthesis in the stomach. Journal of Agricultural Science (Camb), v.84, p.453–458, 1975.

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, 2008.