



CAPÍTULO 4

NOVAS CONQUISTAS NA ALIMENTAÇÃO DOS BOVINOS

LEONARDO DE OLIVEIRA FERNANDES, ANDRÉ PASTORI D'AUREA,
GIOVANA ALCÂNTARA MACIEL E ARIADNE LUCENA

O trabalho para construir uma pecuária sustentável passa obrigatoriamente pela alimentação dos bovinos. Nos últimos anos, a academia, as empresas e os pecuaristas construíram um sistema que a cada dia incorpora novas conquistas. São inovações que aumentam a produtividade dos rebanhos e reduzem as emissões de metano. As novas tecnologias vão desde a melhoria das pastagens até o enriquecimento dos concentrados por meio da introdução de aditivos que vêm dando excelentes resultados. Estudos já comprovaram que os animais superprecoces, terminados em 14 meses, com alta suplementação proteica, apresentam queda de 68% na emissão do gás metano. É o que você vai ver neste capítulo.

A demanda por produtos de origem animal cresce em muitas partes do mundo como resultado da melhoria da renda da população. Por isso, é de suma importância o fomento vindo das indústrias e instituições de ensino em busca de recursos tecnológicos atrelado à mudança no perfil do consumidor. Esse esforço promove a emergência de novos produtos que respeitam os três principais pilares da sustentabilidade: social, econômico e ambiental.



Animais da raça Nelore em pasto de braquiárias, Fazenda Goytacazes, Mato Grosso do Sul

Macho Nelore em confinamento. Fazenda Modelo Santo Anastasio, São Paulo

A mudança na cadeia de suplementação possibilitou que cerca de 86% da dieta consumida hoje mundialmente pelos animais seja composta de ingredientes que não fazem parte da alimentação humana. Consequentemente, isso permite a conversão de matéria-prima de baixo valor, forragens e subprodutos industriais, em ingredientes com alto valor nutricional e econômico agregado, ou seja, carne e leite.

A forragem utilizada na alimentação de ruminantes por vezes foi questionada. Uma indagação recorrente é que as áreas destinadas ao rebanho, as pastagens, poderiam ser utilizadas para a produção direta de alimentos humanos, reduzindo o consumo de proteína animal e aumentando a quantidade de frutas e vegetais. No entanto, pesquisa desenvolvida por Mottet *et al.*¹ concluiu que 57% das terras usadas para a produção de rações e pastagem não podem ser convertidas em terras cultiváveis. A produção animal e suas inovações em diversas formas desempenham papel fundamental no sistema alimentar. Não há outro caminho a seguir quando o desafio é alimentar de forma sustentável 9,6 bilhões de pessoas no mundo todo até 2050.

SISTEMAS DE PRODUÇÃO EM PASTAGENS

PASTO PRODUTIVO E BEM MANEJADO PODE CONTER ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO MAIOR QUE O DA VEGETAÇÃO NATIVA.

As áreas ocupadas por pastagens no Brasil ocupam aproximadamente 21% do território e estão associadas às mais significativas mudanças de uso e cobertura do solo no país. Ao considerar que o capim é o principal alimento (muitas vezes exclusivo) para o rebanho bovino brasileiro, a produtividade pecuária está diretamente relacionada à qualidade e produtividade das pastagens. Em média, a produtividade da pecuária no Brasil é baixa, com lotação bovina inferior a uma unidade animal por hectare (450kg/ha), o que leva a concluir que, em geral, a qualidade e a produtividade das forrageiras também são baixas.

Dias Filho² salienta que atividades agrícolas geralmente demandam elevado aporte de capital e uso mais intensivo de tecnologias, insumos e mão de obra. Em decorrência disso, é comum, no Brasil, que áreas marginais, de difícil acesso e baixa aptidão agrícola, sejam destinadas à formação de pastagens. Esse modelo de negócio estruturado há décadas contribuiu para estabelecer a tradição de baixo investimento no uso de tecnologias e de insumos na formação e no manejo de grande parte das pastagens brasileiras.

Integração lavoura-pecuária-floresta. Gado Gir Leiteiro, Fazendas do BASA, Minas Gerais



É importante ressaltar que a mudança de uso da terra tem potencial de manter, diminuir ou até elevar o teor e o estoque de carbono (C) no solo³. Ao considerar o tamanho da área de pastagens no Brasil, informações como estas subsidiam políticas públicas relacionadas à comercialização internacional de produtos sustentáveis que contribuem na mitigação do aquecimento global. Oliveira e Cerri⁴ avaliaram as publicações relacionadas ao assunto e, para o Cerrado, bioma onde está a maior área de pastagens brasileiras, detetaram que a textura influencia fortemente o teor de C no solo.

O estoque de carbono foi maior na vegetação nativa nos solos de textura média e arenosa. Entretanto, nos solos argilosos o valor máximo foi nas pastagens. Ainda segundo os autores, pastos degradados apresentaram menor teor de C no solo. A falta de manejo adequado associado à alta taxa de lotação de animais contribuiu para esse cenário. Contudo, diversos autores relatam que o manejo adequado de pastagem eleva o estoque de C do solo^{5,6,7}.

Ao compilar os dados, Oliveira e Cerri⁸ observaram que, quando se encontravam produtivas, ou seja, não estavam degradadas, as pastagens apresentaram teor de C semelhante à vegetação nativa (Tabela 1). A adoção de práticas de manejo como calagem, adubação, consórcio com leguminosas ou simplesmente o controle da lotação possibilitam a manutenção dos teores de carbono próximos ou até mais elevados que os da vegetação nativa^{9,10}.

TABELA 1. Teor de carbono (g.kg⁻¹) na camada 0-10 cm de solo, textura argilosa, no Cerrado sob diferentes usos da terra

Tipo de manejo	Teor de carbono
Sist. Integração lavoura-pecuária	35,9 a
Pasto produtivo	28,5 ab
Vegetação nativa	27,3 ab
Pasto degradado	18,8 b

Nota: médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte:¹¹

NOVAS GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS

CULTIVARES QUE ESTÃO SENDO LANÇADAS NO MERCADO IMPULSIONAM O CRESCIMENTO DA PRODUTIVIDADE NA PECUÁRIA BRASILEIRA.

No Censo Agropecuário 2017¹², observa-se que a área de pastagem está diminuindo e o rebanho bovino aumentando. Essa dinâmica de desenvolvimento das pastagens no Brasil vem se tornando realidade, em decorrência do aumento de produtividade da atividade pecuária. A crescente valorização das terras em todo o país impulsionada pela expansão dos mercados de cana-de-açúcar^{13,14} e produção de grãos vem deslocando a pecuária para regiões de fronteira agrícola do país ou, então, aumentando a adoção de tecnologias disponíveis. Dentre as que contribuem para o aumento da produtividade da pecuária nacional, as gramíneas forrageiras se destacam. Somente após a introdução das forrageiras melhoradas e mais adaptadas houve melhorias nos índices zootécnicos.

A introdução de gramíneas forrageiras, especialmente do gênero *Urochloa* (sin. *Brachiaria*) e *Megathyrus* (sin. *Panicum*), colaborou decisivamente para o desenvolvimento da bovinocultura nacional, por serem bem adaptadas às condições climáticas e de solo das regiões tropicais, atreladas a altos potenciais de produção^{15,16}, principalmente quando comparadas àquelas naturalizadas, de baixo valor nutricional ou baixa capacidade de suporte, como capim-gordura (*Melinis minutiflora*), capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e capim-jaraguá (*Hiparrhenia rufa*)¹⁷.

Segundo Valote: “As espécies de braquiárias *Urochloa decumbens* cv. IPEAN, *U. brizantha* e *U. ruziziensis* foram introduzidas oficialmente no Brasil em 1952, no Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (Ipean), em Belém (PA)”¹⁸. Outro capim, *U. decumbens* cv. Basilisk, foi introduzido pelo Instituto de Relações Internacionais (IRI) em Matão (SP) no início da década de 1960.

Sobre a introdução do gênero *Megathyrus* no Brasil, não há registros definitivos, mas, segundo Chase¹⁹, assim como muitas outras, foi trazido como cama para os escravos no século XIX e se disseminou a partir dos lugares onde os escravos desem-

barcavam. Sabe-se que o gênero *Urochloa* foi responsável pelo progresso da pecuária na década de 1980 e, devido à enorme utilização, sobretudo em função da adaptação ao território brasileiro, foram caracterizadas como nativas ou naturalizadas²⁰.

Os capins desse gênero ocupam as maiores áreas de pastagens e têm maior destaque na pecuária brasileira²¹.

A crescente introdução de cultivares da espécie *Megathyrsus maximus* a partir da década de 1990 possibilitou, no entanto, maior diversificação das forrageiras tropicais no ambiente nacional devido, sobretudo, ao melhor valor nutritivo e resistência às cigarrinhas das pastagens em relação a algumas plantas forrageiras do gênero *Urochloa*. A área ocupada pela espécie *Megathyrsus maximus* no Brasil responde por aproximadamente 20% de todas as pastagens cultivadas, por volta de 20 milhões de hectares²², e concentra boa parte dos esforços e recursos nacionais investidos em programas de pesquisa, introdução e melhoramento de novas espécies e cultivares²³.

Recentemente, as cultivares de *Megathyrsus* assumiram grande importância na produção de bovinos nas regiões de clima tropical e subtropical²⁴, tanto quando utilizadas em sistemas pastoris em monocultivos^{25,26} como mais recentemente em sistemas consorciados²⁷.

Atualmente, o produtor tem acesso a uma grande variedade de espécies forrageiras adaptadas e indicadas para diferentes sistemas de produção. Para exemplificar a possibilidade de incrementos produtivos dos novos materiais, nos ensaios comparativos conduzidos pela Embrapa, as novas cultivares apresentam maior potencial produtivo em relação às suas testemunhas. A BRS Paiaguás, lançada em 2013, proporcionou um ganho de peso por animal 63% superior ao conseguido pela BRS Piatã (2006) no período da seca. Entre cultivares de *Panicum maximum*, o híbrido BRS Quênia (2017) propiciou aumento de até 18% no ganho de peso dos animais em relação ao Mombaça (1993)²⁸.

A adoção de novas cultivares não traz grande impacto no custo da atividade, mas pode trazer uma enorme diferença no desempenho do rebanho. O custo das sementes na formação ou renovação da pastagem é relativamente baixo em relação ao custo total, que envolve maquinário, mão-de-obra, corretivos, fertilizantes, entre outros. Custo de 10% a 15% no máximo. Portanto, mesmo se considerarmos um maior preço da semente das cultivares mais novas, os ganhos produtivos compensam.

Entre as novidades relacionadas ao gênero *Brachiaria*, destacam-se as cultivares BRS Paiaguás e BRS Ipyporã. O capim Paiaguás é uma *B. brizantha* que foi selecionada com base na produtividade, vigor, produção de sementes, e apesar de não apresentar resistência à cigarrinha das pastagens, mostrou ter elevado potencial de produção animal no período seco, com alto teor de folhas e bom valor nutritivo.



Gado Nelore, Fazenda Goytacases, Mato Grosso do Sul

A grande vantagem da BRS Paiaguás é durante o período seco, quando apresenta maior acúmulo de forragem de melhor valor nutritivo, resultando em maiores ganhos de peso por animal e por área. Na média de três anos, produziu em ganho de peso vivo por área 45 kg/ha/ano a mais que o capim BRS Piatã usado como testemunha. Os pastos da BRS Paiaguás apresentaram bom controle de invasoras sob pastejo mais intensivo. Na integração lavoura-pecuária é de fácil utilização com milho safrinha, para produção de forragem de outono-inverno e/ou de palhada para plantio direto. Sua dessecação requer baixas doses de glifosato.

A BRS Ipyporã é uma braquiária híbrida resultado de um cruzamento entre *B. ruziziensis* e *B. brizantha* realizado em 1992, na Embrapa Gado de Corte e liberado pela Embrapa em 2017 em parceria com a UNIPASTO, após 13 anos intermitentes de avaliações. Esta forrageira entrou no mercado para suprir a demanda por uma cultivar de *Brachiaria* de boa produtividade e manejo relativamente fácil, como a cv. Marandu, porém com elevado grau de resistência à cigarrinha da cana do gênero *Mahanarva*, além de apresentar resistência às cigarrinhas típicas de pastagem dos gêneros *Deois* e *Notozulia*, principais insetos-praga de pastagens de braquiária no Brasil²⁹.

A BRS Ipyporã foi selecionada com base na produtividade, vigor, alta qualidade, adaptação a solos de Cerrados e comportamento frente à cigarrinhas em avaliações na Embrapa Gado de Corte. Ainda segundo os autores esse capim não apresenta resistência a solos encharcados, portanto não pode ser recomendada para áreas com problemas de drenagem, ou onde haja incidência da síndrome da morte do capim-marandu ou braquiário. A carência de cultivares adaptadas a solos de média fertilidade, com bom valor nutritivo e com resistência à cigarrinha *Mahanarva* faz dessa cultivar uma importante alternativa para diversificar áreas hoje plantadas unicamente com as cvs. Marandu, Xaraés e BRS Piatã.

Dentre os capins do gênero *Panicum*, se destacam as cultivares BRS Zuri, BRS Tamani e BRS Quênia. A BRS Zuri foi selecionada com base na produtividade, vigor de rebrotação, capacidade de suporte, desempenho animal, resistência às cigarrinhas-das-pastagens e resistência à mancha foliar causada pelo fungo *Bipolaris maydis*, que acomete a cultivar Tanzânia-1 (EMBRAPA, 2014). De porte alto e crescimento em touceiras, o capim BRS Zuri destaca-se por seu alto valor nutritivo, desenvolve-se melhor em solos bem drenados de média a alta fertilidade, apresenta maior acúmulo de forragem e de folhas quando comparada ao cultivar Mombaça³⁰.

A BRS Quênia, lançada em 2017 pela Embrapa (EMBRAPA, 2017), é um híbrido de porte menor quando comparado ao BRS Zuri, mas superior ao capim-tamani³¹. Esta cultivar chegou ao mercado para suprir uma demanda por uma cultivar de *P. maximum* de porte intermediário, de alta produtividade e qualidade de forragem, apresentando folhas macias e colmos tenros, além de alto perfilhamento e facilidade de manejo, em virtude do seu menor porte e, conseqüentemente, menor alongamento de colmos³².



Capim Paiaguás, Projeto Carne de Qualidade ABCZ, Estado

A cultivar BRS Quênia foi selecionada com base no seu valor nutritivo, intenso perfilhamento e facilidade de manejo, além da alta resistência por antibiose às cigarrinhas-das-pastagens³³. Contudo vale lembrar que, a BRS Quênia, é uma cultivar que não apresenta resistência a solos encharcados e, portanto, o desempenho dessa planta quando submetida a áreas com problemas de drenagem ou sujeitas a alagamento pode ser prejudicado³⁴. Assim, a BRS Zuri e BRS Quênia, constituem-se em novas opções para a diversificação e intensificação das pastagens.

A BRS Tamani, lançada em 2015, híbrida de *P. maximum*, porte baixo, tem como principal característica a facilidade de manejo, podendo ser manejada em lotação contínua. Apresenta produção de forragem mais baixa que as demais cultivares

de *P. maximum*, mas compensa com elevado valor nutritivo. Também é recomendada para ovinos. Ao comparar o desempenho animal de bovinos da raça Nelore mantidos em pastagens de BRS Tamani e Massai, com oferta de forragem de 8% (8 kg de MS/100 kg PV/dia), com lotação alternada, sendo 28 dias de ocupação e 28 dias de descanso no período das águas, e 56 dias de ocupação e 56 dias de descanso no período da seca e adubação de 100 kg N/ha/ano³⁵, foi observado que o capim Tamani apresentou melhor desempenho (11%) em relação ao capim Massai durante o período das águas. Ao longo do ano, a BRS Tamani propiciou 9% a mais em ganho de peso vivo por hectare.

No trabalho conduzido por Braga *et al.*³⁶, o capim Tamani foi conduzido em lotação rotacionada com 7 dias de pastejo e 21 dias de descanso durante o período das águas e 14 dias de pastejo e 42 dias de descanso no período da seca, sob uma oferta de forragem média de 12% (12 kg MS/100 kg PV/dia) e adubação de 100 kg de N/ha, o GMD de bovinos Nelore foi cerca de 50% superior para a BRS Tamani em relação a cv. Massai durante todo o ensaio. O maior GMD para a BRS Tamani decorreu do seu maior valor nutritivo quando comparada a cv. Massai, que nesse experimento foi evidenciado pelos maiores valores da DIVMS e da proteína bruta (PB).

O mercado de forrageiras está em expansão e, atualmente além da Embrapa existem grandes grupos trabalhando com programas robustos de melhoramento genético e disponibilizando materiais promissores, aumentando o leque de opções aos produtores rurais.

MANEJO DO PASTEJO

A escolha da forrageira isoladamente pouco influencia na melhoria dos índices zootécnicos ou no atingimento dos valores de desempenho animal disponíveis na literatura. Para que isso ocorra é necessário observarmos com cautela o manejo da forragem e dos animais. O manejo do pastejo realizado de forma adequada norteia os índices zootécnicos causando incrementos de produção. A adoção de capins adaptados e mais produtivos somente será expressa se a condução do manejo do pastejo for seguida conforme as recomendações.

Em sistemas tradicionais, sabe-se que a utilização da altura do capim como meta da condição do pasto é ferramenta confiável para alcançar o equilíbrio entre o acúmulo de forragem e o valor nutritivo. Para cada capim existe uma amplitude de condições de pasto específica, para que as metas de produção animal possam ser alcançadas, de forma a proporcionar a melhor utilização da forrageira, e deste modo atingir o potencial de ganho por animal e por área³⁷.

Nesse sentido, é recomendado como critério de saída dos animais dos pastos de 40% a 50% da altura dos pastos em pré-pastejo, essas alturas de saídas privilegiam não só a máxima eficiência na colheita do capim como também a máxima eficiência da utilização da forragem pelo animal. Contudo, cada cultivar possui características particulares que resultam em recomendações de alturas de entrada e de saída dos animais dos pastos que, uma vez mensuradas, garantem alta produção de forragem com elevada proporção de folhas aliada a baixa proporção de colmos e material morto³⁸. Para BRS Zuri e BRS Quênia,



Preparo de alimentação bovina, Fazenda Santanna, São Paulo

a Embrapa Gado de Corte recomendou adotar a altura média de entrada dos animais nos piquetes de 80 cm (EMBRAPA, 2014) e 70 cm³⁹, respectivamente. O capim Tamani deve ser manejado com altura de entrada de 50 cm.

Para as cultivares do gênero *Uroclhoa*, BRS Paiaguás e Ipyporã, recomenda-se a lotação contínua, com altura mantida entre 30 e 20 cm, respectivamente⁴⁰. No entanto a cultivar BRS Paiaguás é muito responsiva a adubação e seu uso em lotação rotacionada deve ser considerado, sendo a altura de entrada de 45 cm.

Espera-se que, a partir da adoção do conhecimento sobre as diferentes espécies forrageiras utilizadas no Brasil, incluindo os lançamentos recentes, seja possível manter as pastagens persistentes e produtivas e aumentar a rentabilidade da pecuária, tanto pela redução da degradação das mesmas como pelo aumento da produção animal (CAVALLI, 2016) e, além disso, contribuir para a redução de impactos ambientais via manutenção da produtividade das pastagens⁴¹.



Preparo de alimentação bovina, Fazenda Santanna, São Paulo

CONSÓRCIO COM LEGUMINOSAS

A sustentabilidade dos sistemas pastoris pode ser melhorada com a utilização de leguminosas em consórcio com gramíneas. Pesquisas comprovam que o uso de leguminosas em consórcio com gramíneas pode reduzir os gastos diretos com fertilizantes; aumentar a qualidade e a diversificação da dieta consumida pelos animais; melhorar a disponibilidade de forragem pelo aporte de nitrogênio ao sistema por meio de sua reciclagem e transferência para a gramínea consorciada e aumentar também o período de utilização das pastagens⁴².

O consórcio de gramíneas e leguminosas possibilita o incremento do ganho de peso de bovinos de corte devido à maior oferta e ao maior valor nutritivo da forragem ao longo do ano⁴³. Porém essa prática ainda é pouco disseminada devido à baixa persistência de certas leguminosas quando comparadas às gramíneas, à dificuldade de manejo, à baixa oferta de cultivares no mercado, além da possibilidade de suplementação proteica no cocho.

A adubação nitrogenada em pastagens é muito aquém das recomendações devido ao seu alto custo, sobretudo em sistemas extensivos e até em semi-intensivos. A introdução de leguminosas permite expressivas contribuições de nitrogênio para o solo e, conseqüentemente para as forrageiras o que permite o aumento da qualidade e quantidade de forragem produzida. Em pastagens degradadas, a introdução de leguminosas como o *Stylosanthes* sp., *Calopogonium mucunoides*, dentre outras, associadas à correção da acidez do solo e aplicação de fósforo e potássio, permite ganhos de peso em bovinos superiores ou iguais aos obtidos em pastagens adubadas com nitrogênio.

De acordo com a literatura, o ganho de peso individual aumenta cerca de 17% a 60% em pastagens consorciadas com estilósantes quando comparado ao ganho observado em pastagens em monocultivo com gramíneas^{44,45,46,47}. Esses incrementos ocorrem, sobretudo, na época seca, minimizando a sazonalidade da produção de forragem que ocorre nas áreas de Cerrado do Brasil Central. Dessa forma, as leguminosas são mais uma opção sustentável para a melhoria da produção animal à pasto, de forma a contribuir para fixação de nitrogênio e, conseqüentemente do carbono no solo através do incremento dos sistemas radiculares e da produção de folhas.



Capim Piatã, Embrapa Pecuária Sudeste, Estado

COMO USAR O SISTEMA NAS ÁGUAS E NA SECA E AS VANTAGENS DA SUPLEMENTAÇÃO ALTERNADA PARA AUMENTAR OS LUCROS DO CRIADOR.

Uma alternativa apropriada para aumentar a eficiência de utilização de pastagens, formadas com espécies de gramíneas forrageiras tropicais, consiste na adoção de manejo em lotação rotacionada, associado à adubação, permitindo maximizar o ganho por área, em detrimento do máximo ganho individual no pastejo. A suplementação dos animais durante os períodos de águas e seca também constitui uma importante ferramenta para potencializar o ganho individual e o ganho por área em sistemas de pastejo intensivo.

Dentro desse contexto, seriam obtidos ganhos máximos por área, interagindo altas lotações de pastagem com ganhos diários individuais próximos a 1,0 kg durante as águas. Dessa maneira, seria alcançada uma redução na idade de abate dos bovinos para 22 meses, permitindo produção de carne de melhor qualidade e aumento no giro do capital investido, fazendo com que a lucratividade do sistema seja mais eficiente e atrativa. Nesta situação, o impacto ambiental dos sistemas de produção com bovinos seria reduzido, possibilitando a sustentabilidade destes sistemas.

SUPLEMENTAÇÃO DURANTE A ÉPOCA DAS ÁGUAS

Durante o período das águas, as forrageiras apresentam alta produção de massa seca, podendo-se aumentar a taxa de lotação e o ganho de peso/ha com manejo intensivo da pastagem. Quando se trabalha com bovinos mantidos em pastagens formadas com gramíneas de clima tropical no período das águas, o ganho de peso varia entre 0,50 e 0,80 kg/dia⁴⁸, não sendo explorado, muitas vezes, o potencial genético dos bovinos de corte.

A produção de carne de qualidade, com baixo custo e abate precoce dos animais pode ser realizada totalmente sob pastejo, através de estratégias como a suplementação. Existem poucas informações sobre o quanto a proteína é limitante no período das águas para forragens de clima tropical, sendo pouco efetiva a suplementação de forragens de alta qualidade nutricional. Ao fazer uso de suplementos com altas quantidades de proteína, é possível obter ganho de peso adicional de 200 a 300g/dia⁴⁹.

Considerando que a forragem disponível, durante a maior parte do período das águas, apresenta teores adequados de proteína, nota-se deficiência de energia para a máxima utilização do nitrogênio (N) para a síntese de proteína microbiana no rúmen. O fornecimento de energia prontamente digestível minimiza as perdas de N da forragem, obtendo-se um melhor sincronismo entre a disponibilidade de energia e a amônia no rúmen, acarretando aumento na síntese de proteína microbiana⁵⁰. Animais alimentados com forragem com valores acima de 210 g de proteína degradável por kg de matéria orgânica digestível apresentam elevada perda de N⁵¹. A quantidade de proteína microbiana sintetizada varia com a disponibilidade de N liberado e com a energia disponível para a sua síntese⁵².

Em forragem que contenha valores menores que 100 g de proteína bruta/kg de MS, ocorre limitação da síntese de proteína microbiana, possivelmente devido à deficiência de aminoácidos, de amônia e de energia para os microrganismos do rúmen. Para que ocorra a máxima eficiência na síntese de proteína microbiana, a dieta deverá possuir 170 g de PB/kg de matéria orgânica degradável no rúmen⁵³.

Durante o período das águas, a alta disponibilidade da massa seca de forragem é compatibilizada com a melhor qualidade nutricional, com maior teor de proteína e digestibilidade, menor teor de lignina, altos teores de fósforo, de fração de carboidratos solúveis e potencialmente digeríveis e reduzida fração não digerida.

Poppi e McLennan⁵⁴ determinaram valores de 7% a 8 % de proteína bruta (PB) na forragem disponível no período das águas para as condições tropicais, atendendo à exigência mínima de N para os microrganismos do rúmen e consequentemente a manutenção dos animais. Além da necessidade de N, é preciso que ocorra uma sincronia entre a disponibilidade de energia e proteína, para atender a fermentação ruminal e maximizar a eficiência alimentar do animal.

Freitas et al.⁵⁵ avaliaram o efeito de níveis de suplementação no desempenho de novilhos de três grupos genéticos no período das águas, manejados em pastagem de *Urochloa brizantha* c.v. Marandu. Os autores verificaram aumento no ganho de peso com o incremento na quantidade de suplemento (Tabela 2), provavelmente em função do aumento do consumo de energia digestível proveniente do concentrado.

Zervoudakis et al.⁵⁶ estudaram o desempenho de bovinos mestiços Holandês-Zebu, suplementados durante o período das águas mantidos em pastagem de *Brachiaria decumbens*. Os ganhos de peso foram de 0,88; 0,93; 1,04; 0,94 e 1,01 kg/animal/dia, respectivamente para os tratamentos sem suplementação, suplementados com 1 ou 2 kg/animal/dia de concentrado à base de milho e farelo de soja e suplementados com 1 ou 2 kg de concentrado à base de farelo de trigo e farelo de soja respectivamente.

TABELA 2. Peso inicial (kg), peso final (kg), e ganho de peso vivo (GPV) (kg/dia) submetidos a três níveis de suplementos durante o período das águas⁵⁷

Níveis de suplementação	Peso inicial	Peso final	GPV
0,2% do PV	320,33A	408,22B	0,69C
0,6% do PV	312,22A	418,44B	0,84B
1,0% do PV	309,88A	429,55A	0,94A

Médias seguida de letras diferentes, maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p > 0,05).
Fonte: FREITAS et al. (2011)

Da mesma forma, Prohmann et al.⁵⁸ ao avaliarem o efeito da suplementação no desempenho de novilhos de dois grupos genéticos (½ Red Angus x Nelore e ½ Marchigiana x Nelore), durante o período das águas em pastagem de Coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers cv. Coastcross), constataram ganho de peso de 0,85; 0,85; 0,94 e 0,98 respectivamente para o tratamento sem suplementação e tratamentos com suplementação a base de casca de soja nas quantidades de 0,0; 0,2; 0,4 e 0,6% do peso. Em seu trabalho, Cruz et al.⁵⁹ indicou que foram obtidos ganhos de peso de 0,76 e 1,05 kg/dia, respectivamente para os bovinos Nelore e mestiços (cruzamento industrial), sem suplementação e suplementados (3 kg/animal por dia), mantidos em pastagem de capim Coastcross durante o período das águas.

Zervoudakis et al.⁶⁰ estudaram o desempenho de novilhas mestiças em pastagem de capim Marandu durante o período das águas verificando ganho de peso de 0,70; 0,88 e 0,92 kg/dia com os tratamentos sem suplementação e suplementados (0,5 kg/bovino/dia) com concentrado à base de milho e farelo de glúten de milho e concentrado à base de milho e farelo de soja.

Com relação a suplementação de novilhas se deve preocupar com a antecipação da idade ao primeiro parto, que no Brasil é tardia (42 meses), contribuindo para redução na lucratividade do sistema. A suplementação proteico-energética de fêmeas em crescimento pode reduzir o impacto negativo das diferenças na produção e composição química das gramíneas forrageiras, permitindo maiores ganhos de peso e redução da idade ao primeiro parto. Além disso, sistemas de terminação de novilhas podem através da técnica da suplementação, reduzir a idade de abate, proporcionando maior lucratividade e taxa de retorno da atividade.

Ortega et al.⁶¹ avaliaram o efeito do fornecimento de diferentes quantidades de suplementos múltiplos (0; 0,5; 1,0 e 1,5kg/dia) sobre as características nutricionais e desempenho produtivo de novilhas durante a fase de recria em pastagens com *Urochloa decumbens* no período de transição seca-águas. Foi observado efeito linear positivo (P<0,10) no GMD e peso corporal final (PCF) com as quantidades de suplementos (Tabela 3). Os autores creditam o incremento verificado no ganho de peso ao maior aporte de proteína produzido pela suplementação.

TABELA 3. Ganho de peso e peso vivo final de novilhas manejadas em pastagem de *Urochloa decumbens* no período de transição seca/água⁶²

Item	Suplemento (kg/dia)			
	0	0,5	1	1,5
GMD (kg)	0,166	0,281	0,349	0,435
PVF (kg)	261,4	274,2	281,9	291,5

Fonte: ORTEGA et al. (2016)

Fernandes et al.⁶³ trabalhando com bovinos ½ Nelore ½ Blonde D'Aquitaine manejados em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, recebendo suplementação durante o período das águas (0 e 0,6 % do peso) verificaram ganho de peso de 0,77 e 1,06 kg/novilha/dia e 1064 e 1888 kg de carne/ha/ano respectivamente para os bovinos sem suplementação e suplementados com concentrado no nível 0,6 % do peso. A avaliação econômica da suplementação deve ser realizada para definir a utilização desta tecnologia, pois ganho de peso adicional como efeito da suplementação nem sempre apresenta viabilidade econômica.



Suplementação no cocho, local, cidade



Suplementação no cocho, local, cidade

SUPLEMENTAÇÃO DURANTE A ÉPOCA DA SECA

Durante o período da seca, nas condições de Brasil Central, a forragem disponível nas pastagens apresenta baixa produção com reduzido valor nutritivo. O efeito mais marcante desta situação é a sensível diminuição na capacidade de suporte das pastagens e baixo desempenho animal, ocorridos nesta época (Figura 1).

A maior parte dos trabalhos realizados indica que a suplementação proteica causa maior resposta no aumento do consumo em forrageiras de qualidade mais baixa do que com forrageiras de maior qualidade⁶⁴.

Os efeitos das suplementações energética e proteica não podem ser avaliados isoladamente, devido à interação entre ambas quanto aos efeitos sobre a ingestão de matéria seca, digestão ruminal, síntese microbiana, fluxo de nutrientes ao duodeno e eficiência de utilização dos nutrientes absorvidos. Durante o período seco, os teores de proteína bruta da forragem disponível, frequentemente não atingem o valor mínimo de 7,0 %, limitando a atividade dos microrganismos do rúmen. Este fato afeta a digestibilidade e o consumo de forragem, acarretando baixo desempenho animal. Nessas condições, torna-se fundamental corrigir a deficiência proteica⁶⁵.

Através do estímulo do consumo voluntário e da digestibilidade da fração fibrosa, a suplementação protéica melhora o desempenho de bovinos que estão consumindo forragem de baixa qualidade (< 7,0 % PB). Esta alteração no consumo é usualmente atribuída ao aumento nas taxas de digestão e de passagem da forragem, favorecidas pela suplementação, resultando num maior consumo de energia pelo animal⁶⁶.

Reis et al. (2011) enfatizam que, no período seco, uma das etapas do planejamento da suplementação a meta a ser alcançada com a suplementação é adequar os níveis deficientes de nitrogênio da dieta basal a fim de maximizar atividade dos microrganismos ruminais. O nível de suplementação e o tipo de suplemento a ser utilizado vão depender da qualidade e quantidade de forragem disponível e dos objetivos a serem alcançados.

A técnica de diferimento (vedação de pastagens no terço médio do período das águas para ser utilizada no período da seca) é uma boa estratégia para aumentar a eficiência de utilização da forragem⁶⁷. Para as áreas pastoris do Brasil Central, esta vedação deve ser feita a partir de janeiro ou fevereiro, devendo estar disponíveis de 2,5 a 3,0 toneladas de MS/ha neste período.

O pastejo diferido, além de constituir reserva de forragem, favorece o florescimento e a produção de sementes das plantas, contribuindo para a regeneração e sustentabilidade da pastagem. Embora essa técnica garanta disponibilidade de forragem para a época da seca, acarreta redução no valor nutritivo da MS⁶⁸.

O pastejo diferido requer o acúmulo de forragem potencialmente digestível, portanto deve-se ter em mente um manejo que busque qualidade, associando-o a uma espécie que apresente potencial para acumular forragem com alta proporção de folhas⁶⁹.

As forrageiras mais adequadas para o diferimento são aquelas que apresentam, ao longo do tempo, redução lenta no seu valor nutritivo. Gramíneas dos gêneros *Urochloa* (capins - *decumbens* e Marandu), *Cynodon* (capins - Estrela, Coastcross, Tifton 68 e Tifton 85) e *Digitaria decumbens* Stent cv. Pangola (capim - Pangola) são as mais indicadas, já a *Urochloa humidicola* (Rendle) Schweickerdt, apresenta valor nutritivo baixo, dificultando o seu uso para este tipo de manejo^{70,71}.

As espécies de crescimento cespitoso (forma ereta), pertencentes às espécies *Panicum maximum* (capins - Colômbio, Tanzânia, Mombaça e Tobiata), *Pennisetum purpureum* (capim - Elefante) e *Andropogon gayanus* (capins - Planaltina e Baeti) quando vedadas por longos períodos, apresentam forragem de baixo valor nutritivo, devido ao acúmulo de caules grossos e a baixa relação folha/haste^{72,73}.

No sistema de pastejo diferido, o animal desenvolve o pastejo seletivo e com isso, há possibilidade de ingerir forragem de valor nutritivo mais elevado, contendo os nutrientes necessários à sua manutenção e produção, quando comparados aos nutrientes presentes na forragem total disponível. Portanto, no manejo das pastagens é necessário considerar o conceito de pressão de pastejo, ou seja, o número de animais em relação à quantidade de forragem disponível em determinado período⁷⁴.

Gomes Júnior et al. (2002) estudaram o desempenho de novilhos Holandês-Zebu mantidos em pastagem de *Urochloa decumbens* durante o período da seca, observando ganho de peso de 0,09 kg/dia, para o tratamento sem suplementação sendo inferior aos tratamentos com suplementação de 1 kg/bovino/dia, obtendo média de 0,47 kg/dia.

Paulino et al. (2002) ao avaliarem o desempenho de bovinos Holandês-Zebu, suplementados (4 kg/bovino/dia) mantidos em pastagem de *Urochloa decumbens*, em condições de pastejo diferido, durante o período da seca, verificaram ganho médio diário (kg/dia) e rendimento de carcaça (%) de 1,05 e 52,21; 1,01 e 53,04; 1,13 e 53,61, respectivamente para os tratamentos com suplementos contendo grão de soja, caroço de algodão e suplemento padrão de milho e farelo de soja (Tabela 5). Os diferentes suplementos não influenciaram no ganho de peso dos animais.

Os autores enfatizaram que, embora não tenha sido conduzido tratamento controle (sem suplementação), o fornecimento de suplementos que atendam 80% das exigências de proteína e 40% de energia, associado a níveis adequados de minerais e vitaminas, cria condições de fermentação no rúmen que estimulam consumo e digestão da forragem de qualidade inferior, possibilitando liberação de energia suficiente para ganhos de peso satisfatórios.

Detmann et al.⁷⁵ em trabalho realizado para avaliar o desempenho de bovinos Holandês-Zebu, suplementados (4 kg/bovino/dia), durante o período da seca em pastagem de *Urochloa decumbens* verificaram ganhos de 0,277; 0,684; 0,811; 0,983 e 0,800 kg/dia, respectivamente para os tratamentos com suplementos que apresentavam 0; 12; 16; 20 e 24% de proteína bruta. Pode ser verificado que o ganho de peso dos novilhos que receberam suplementação foi superior ao ganho de peso de novilhos que não receberam suplementação, havendo redução no desempenho para os novilhos que receberam suplemento com 24% de proteína em relação aos novilhos que receberam os demais níveis de suplementação. Os autores afirmam que a redução no desempenho pode, em parte, ser justificada pela possível ocorrência de excesso de proteína para o metabolismo microbiano/animal, o qual pode ser perdido por via urinária na forma de ureia (Tabela 4).

TABELA 4. Ganho médio diário (MD - kg)⁷⁶

Item	Tratamentos				
	Sal	S12	S16	S20	S24
GMD	0,277	0,684	0,811	0,983	0,8
PVF	397,4	440,8	453,8	471,9	453,1
PC	200	228,3	235,5	242,1	241,7
RC	50,28	51,73	52	51,31	53,32

Nota: peso vivo final (PVF/kg), peso de Carcaça (PC/kg), rendimento de carcaça (RC %) de novilhos mestiços terminados em pastagens, submetidos a diferentes níveis de proteína (0, 12, 16, 20 e 24%) em suplementos múltiplos (S)
Fonte: DETMANN et al. (2004).

Fernandes et al. (2003) avaliando o efeito da suplementação durante o período da seca sobre o desempenho de bovinos 1/2 Nelore + 1/2 Blonde D'Actaine, manejados em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu observaram ganho de peso de 1,04 e 1,11 kg/dia, respectivamente para os bovinos que foram suplementados durante o período da seca manejados em lotação rotacionada ou pastejo diferido (Tabela 5).

TABELA 5. Ganho de peso e rendimento de carcaça⁷⁷

Período da seca		
Tratamento	Ganho (kg/dia)	Rendimento de carcaça (%)
SS + SPR	1,12	56,04
SS + SPD	1,08	55,26
SS + CS	1,24	55,85
SA + SPR	1,1	56,12
SA + SPD	0,99	55,37
SA + CS	1,11	56,81
CV (%)	9,45	1,39

Nota: novilhos ½ Nelore x Blonde D'Actaine, mantidos em pastagens no período das águas e terminados na seca em diferentes sistemas. Médias seguidas de uma mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade SS – novilhos mantidos em pastejo rotacionado sem suplementação no período das águas ; SA – novilhos mantidos em pastejo rotacionado suplementados com 0,6% do PV de concentrado no período das águas; SPR – novilhos mantidos em pastejo rotacionado suplementados com 0,8% do PV de concentrado no período da seca; SPD – novilhos mantidos em pastejo diferido suplementados com 0,8% do PV de concentrado no período da seca; CS – novilhos mantidos em confinamento (silagem de milho + concentrado 0,8% PV) no período da seca.

Fonte: elaborada com base em FERNANDES et al. (2003)

ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO

A diminuição na frequência do fornecimento de suplementos para bovinos mantidos em pastagens é prática que vem sendo abordada nos sistemas que utilizam a suplementação. Considerando os custos requeridos com o transporte e a distribuição diária de suplementos, a suplementação alternada visa racionalizar a mão de obra na distribuição, com o propósito de aumentar o período de pastejo e reduzir os custos, sem afetar o desempenho dos animais⁷⁸.

Trabalhos de pesquisa tem evidenciado que os ruminantes podem ser suplementados com proteína em intervalos maiores que um dia e que os benefícios da suplementação proteica persistem após a ingestão de concentrado⁷⁹. Isto pode ser explicado pela reciclagem de amônia absorvida no rúmen, que garante a adequada fermentação entre os períodos de fornecimento do suplemento.

Os ruminantes podem ter habilidade de conservar nitrogênio por longos períodos, possivelmente por meio de mudanças na permeabilidade do trato gastrointestinal à ureia e/ou da regulação da excreção renal, mantendo o fornecimento de nitrogênio entre os períodos de suplementação com ureia⁸⁰.

A redução na frequência da suplementação proteica tem se mostrado eficiente, pois não causa prejuízos à fermentação ruminal e permite ao produtor a oportunidade de economia de tempo, de mão-de-obra e de equipamentos associados à suplementação.

Moraes et al.⁸¹ avaliaram diferentes frequências de suplementação de bovinos durante o período das águas com concentrado na proporção de 0,50 kg/animal/dia não observaram diferenças significativas entre as diferentes frequências de suplementação. Foram observados ganhos médios diários de 0,895; 0,885 e 0,892 kg/dia, respectivamente, para os animais recebendo suplementação em 3, 5 e 7 vezes por semana. Os bovinos que receberam suplantação apresentaram ganhos superiores aos bovinos manejados apenas com mistura mineral.

Góes et al.⁸² observaram ganhos médios de 0,60 kg/dia para novilhos Nelore recebendo 0,40 kg/dia de suplemento no período de transição águas-seca (abril a junho) com diferentes frequências de suplementação (diária, duas vezes/semana e três vezes/semana), não verificando influências das diferentes frequências de suplementação.

Simioni et al.⁸³ avaliaram os níveis de suplementação proteico-energética, oferecida em diferentes frequências, a animais em recria mantidos em pastagem de *Urochloa decumbens* na estação seca do ano. Estes autores verificaram que não houve interação entre os níveis de suplemento e as frequências de fornecimento. Os animais que receberam suplemento apresentaram ganho médio diário de 290 g, enquanto aqueles que não receberam suplemento perderam 107 g/dia. A suplementação com 0,6% do PV promoveu ganho médio diário de 0,343 kg e ganho total de 28,9 kg, valores superiores aos encontrados para 0,3% do PV, de 0,238 kg e 20,2 kg, respectivamente (Tabela 6).

TABELA 6. Peso vivo inicial, peso vivo final, ganho médio diário (GMD), ganho de peso total e quantidade de suplemento consumida para ganho de 1kg de PV (kg/kg V)⁸⁴

Item	Mistura Mineral	0,3% PV diariamente	0,3% do PV dias alternados	0,6% PV diariamente	0,6% do PV dias alternados
Peso vivo inicial	195	191,6	182,6	197,2	189,2
Peso vivo final	186	212	202,1	225,7	218,3
Ganho total	-9	20,4	19,5	28,5	29,1
GMD	-0,107	0,243	0,232	0,339	0,346
Kg/kg PV	2,43	2,63	2,5	3,43	3,43

Beaty et al.⁸⁵ testando formas de oferecimento de suplemento (diário ou três vezes por semana) concluíram que os animais suplementados em menor frequência são eficientes em sustentar elevados picos de amônia mesmo em dias que não consomem o suplemento.

CONFINAMENTO DE BOVINOS

De acordo com Lanna e Almeida⁸⁶, o confinamento surgiu como estratégia para aumentar a rentabilidade da pecuária, passando a possibilitar compras de animais nos períodos de safra e a revenda nos períodos de entressafra. Garantindo menor tempo à idade de abate e oferta de produto em mercado favorável. O total do rebanho brasileiro é estimado em 187 milhões de cabeças. Os confinamentos têm perto de 5,6 milhões de animais, de acordo com o relatório Beefpoint/Abiec 2021⁸⁷.

É de acordo entre a academia científica e os bovinocultores de corte que o principal objetivo do confinamento é mesmo adiantar o abate e conseqüentemente o retorno do capital investido. No entanto, atualmente confinar virou também ferramenta de manejo e estratégia para mitigação de gases do efeito estufa.

O Brasil é o quinto maior país em extensão territorial, o que possibilita que porcentagem significativas de nossas terras sejam destinadas a áreas de pastagens. Apesar de tal expressividade, a localização em uma zona climática tropical, com estações de chuvas e estiagem bem definidas faz com que a produção de gado extensiva sofra com a sazonalidade, queda na produção forrageira e menor arroba produzida por área.

Gado Nelore confinado, Mato Grosso do Sul



Deste modo, de maneira estratégica o confinamento possibilita um aumento na taxa de lotação durante as águas, e a certeza de animais com maior ganho médio diário na seca, ao menor custo dia. Experimento desenvolvido por Araújo Filho et al.⁸⁸, concluiu que apesar da intensificação da pecuária deixar o sistema de produção mais susceptível às flutuações do mercado e aumentar os riscos da atividade devido à maior necessidade de investimentos, o confinamento é uma estratégia viável de apoio à terminação de bovinos porque os custos por arroba de carcaça produzida são menores para o sistema. Nos números apresentados no relatório da BeefPoint em parceria com a Abiec⁸⁹, o rebanho brasileiro é estimado em 187 milhões de cabeças, sendo que deste montante 5,6 milhões são animais confinados.

Para além disso, tal estratégia de alimentação pode auxiliar também na diminuição dos gases do efeito estufa, pois a mitigação pode ocorrer através de duas frentes: gestão de pastagens e intensificação do manejo animal. A primeira consiste em melhorar o manejo das pastagens, paralelamente à recuperação de áreas degradadas. Já a segunda frente auxilia na diminuição dos gases uma vez que aumenta a produtividade do rebanho, através do fornecimento de alimentos de melhor qualidade, o que reduz efetivamente a emissão de metano por unidade de produto animal⁹⁰.

O metano produzido é responsável pela perda de 2 a 12% de energia consumida pelo animal⁹¹, ou seja, quanto maior a produção de metano, menor é a eficiência no processo de produção de energia. Diante disso, a associação de um aditivo na suplementação, se torna um excelente pacote tecnológico. O uso de aditivos tem como objetivo a manipulação da população de microrganismos ruminais, melhorando assim a produção animal.

Os aditivos tendem a atuar contra bactérias gram-positivas, selecionando bactérias ruminais que favorecem a produção de ácido propiônico (bactérias gram-negativas), diminuindo a produção de ácido acético e butírico ocorrendo assim o aporte energético para que o animal passe a ser mais eficiente. O resultado é uma queda na emissão de metano que é considerado um dos principais gases de efeito estufa na atmosfera.

Em estudo realizado por D' Aurea et al.⁹², o impacto ambiental da pecuária brasileira foi estimado através do balanço dos gases de efeito estufa utilizando-se o modelo do IPCC, onde 300.000 animais e 220.000 hectares de diferentes biomas foram avaliados, através da metodologia simplificada para estimar o potencial de produção dos gases de efeito estufa de acordo com a unidade produtiva (CO₂ equivalente/ kg de carcaça produzida). Na Tabela 7, são apresentados os índices zootécnicos e o inventário de carbono calculado.



Confinamento de bovinos, Fazenda Engenho, Araxá, Minas Gerais

TABELA 7. Índices zootécnicos e inventário de carbono⁹³

	diário, kg/dia	período, UA/ha	de arrobas (@/ha)	kg CO ₂ /kg de carcaça
1	0,16	1,26	3,4	50,88
2	0,247	0,68	2,66	35,21
3	0,348	0,68	3,76	21,4
4	0,414	0,86	8,09	14,57
5	0,291	1,09	4,26	35,03
6	0,558	0,83	7,28	15,72
7	0,521	0,7	7,54	12,78
8	0,284	1,19	5,59	29,2
9	0,521	3,7	26,63	18,99
10	0,51	0,84	7,1	16,11
11	0,273	0,92	5,98	21,02
12	0,601	1,26	13,94	12,38
13	0,41	0,49	4,01	16,76
14	0,375	1,56	10,37	20,62
15	0,241	0,53	2,44	30,08
16	0,839	2,5	39,83	8,63
17	0,82	5,83	64,57	12,42

Nota: a tabela apresenta dados de 17 propriedades espalhadas pelo território brasileiro. Correlacionando os dados da primeira coluna, e da terceira, ganho médio diário e produtividade de arrobas respectivamente, encontraremos uma menor produção de CO₂, quarta coluna, para aquelas unidades que apresentaram maior ganho médio diário e menor taxa de desfrute. Propriedades que apresentam características parecidas com a primeira fazenda analisada no estudo com GMD de 0,160kg/dia e 3,40 (@/ha) podem chegar a emitir 50,88 kg de gases de efeito estufa por kg de carcaça produzido, mais que o quintuplo de emissão quando comparada a propriedades com GMD de 0.839, decima sexta fazenda estudada. A terceira coluna, que traz os dados da lotação média no período, não apresentou correlação significativa com a emissão de dióxido de carbono pelos animais, apesar de manifestar forte tendência.

Fonte:???

Reduzir a produção de metano entérico pode ser um benefício econômico direto, pois coincide com uma maior eficiência no uso da energia do alimento pelo animal, e propicia a redução na produção de gases⁹⁴. Portanto, considerando-se a importância dos ruminantes para economia mundial, é essencial estabelecer, sustentavelmente, formas de aumento da produtividade que procurem reduzir a emissão de gases do efeito estufa.

Hoje, o aumento da demanda por carne bovina brasileira está vinculado à preservação dos recursos naturais. Por isso, os sistemas de produção devem ter como objetivo elevar a produtividade de modo a não impactar negativamente o ambiente em que o animal está inserido. Assim, o ponto de produtividade ótima, sob a ótica produtiva, econômica, social e ambiental, depende de quanto se é hábil em delinear planos específicos de manejo da dieta.

O confinamento é uma peça estratégica da produção de carne. Com o crescimento da população e as mudanças nas demandas, torna-se cada vez mais necessária a adoção de tecnologias e a identificação da produção. Uma das formas de acelerar o ganho de peso e a terminação do animal é aumentar o uso de grãos e alimentos concentrados, pois eles possuem mais energia. Os aditivos surgem exatamente por isso, para equilibrar o sistema ruminal com o uso de maior quantidade de grãos na dieta dos animais. Com isso, reduzimos o ciclo produtivo e consequentemente a emissão de gases por kg de carcaça produzida.

AS MELHORES DIETAS PARA OS CONFINAMENTOS

As dietas de bovinos de corte em confinamento são compostas por dois principais constituintes, volumosos e concentrados. Como alimentos volumosos, podemos citar, silagem de milho, silagem de cana-de-açúcar, cana-de-açúcar fresca picada, bagaço de cana e silagem de capim. Em relação aos concentrados, o milho é de maneira notória um franco alimento da classe.

Milho é um ingrediente versátil, distribuído amplamente pelo território nacional, que pode ser utilizado de diversas formas, entre elas, como concentrado energético, grão inteiro, moído floculado e ensilado. O milho, como supracitado, é um ali-

mento energético importante em dietas para ruminantes, principalmente pelo seu alto teor de amido e elevada digestibilidade. Zambom et al.⁹⁵ em análise bromatológica do milho moído apresentaram os seguintes teores médios de composição química, matéria seca: 88,63 %; matéria orgânica: 98,85%; proteína bruta: 8,87%; extrato etéreo: 4,14%; fibra bruta: 2,06%; FDN: 9,99%; FDA: 5,44%; lignina: 2,90%; energia bruta 4,36 Mcal/ kg de MS. Em dieta de confinamento a quantidade de energia é o ponto de maior impacto econômico, onde o custo de arroba é impactado diretamente pelo custo e a quantidade da energia consumida. Logo, o concentrado energético é maior impactante no custo de uma dieta de terminação.

Outro ingrediente bastante utilizado no confinamento é o sorgo. Ele apresenta composição semelhante à do milho, tendo menores teores de energia e pouco mais de proteína, variando entre 9 e 13%, a depender da variedade. Por apresentar baixa digestibilidade deve ser fornecido moído ou ensilado. O menor valor energético do cereal em relação ao milho é compensado, no entanto, pela redução de quase 30% em seu valor monetário⁹⁶. Santos et al.⁹⁷ e Clarindo et al.⁹⁸ avaliaram diferentes fontes energéticas e proteicas na dieta de bovinos confinados em fase de terminação, e concluíram que rações formuladas com milho ou sorgo resultaram em desempenho animal semelhante.

A combinação dos ingredientes e o processamento do grão interferem diretamente no aproveitamento da dieta. Estudo desenvolvido por Parente (2019) avaliando milho inteiro e moído em dietas de terminação de novilhas, concluiu que o fornecimento de concentrado contendo milho moído corroborou para maiores pesos de carcaça, além de melhorar o marmoreio e aumentar o índice de vermelho da carne, em novilhas confinadas no período seco do ano.

Altas inclusões de amido na dieta podem provocar entretanto distúrbios metabólicos que podem ser minimizados pelo uso de aditivos e/ou combinação de ingredientes. Dessa forma, o uso de coprodutos pode baratear a dieta e melhorar a saúde ruminal.

COPRODUTOS

A transformação na cadeia de nutrição animal nas últimas décadas fez com que a academia e indústria dedicassem esforços em pesquisas e desenvolvimento para melhorar a classe dos subprodutos. Por definição, subprodutos são materiais residuais de um processo de produção primária. Já os coprodutos são mercadorias secundárias desejáveis que são geradas durante o processo de fabricação, possuindo qualidade nutricional e menor custo⁹⁹.

A utilização deste grupo na nutrição animal está de acordo com os princípios da conservação do meio ambiente, porque a indústria por vezes tem dificuldade no escoamento de seus resíduos o que gera grave entrave ambiental. Portanto, a transformação desses resíduos em coprodutos minimiza os danos e prejuízos causados ao ambiente^{100,101}, além de apresentar valores econômicos e nutricionais atrativos, como supracitado. Ademais, não compete com a alimentação humana, diferentemente dos ingredientes convencionais, milho e soja.

Vale ressaltar que a possibilidade de incorporação desta categoria na propriedade está ligada a diferentes fatores, como: disponibilidade desse material, nível de tecnologia empregada na produção, da competição com produtos convencionais, da seguridade de utilização, dos valores monetários e nutricionais.

Entre as diversas fontes alternativas de alimentos para ruminantes podem ser citados os coprodutos da soja e do milho, como: casca de soja, farelo de gérmen e DDG (Dried Distillers Grains).

Casca de Soja

Das 141,26¹⁰² milhões de toneladas de soja produzida atualmente no Brasil, parte considerável é destinada ao mercado externo, o outro montante que permanece no país supre a necessidade das indústrias alimentícias, químicas, e de uma parcela significativa da cadeia de nutrição animal, monogástricos e ruminantes. É notório sua competitividade. Desta maneira, buscando driblar as amarras do mercado, a casca assim como outros derivados da soja, surgem como alimentos alternativos.

Do ponto de vista nutricional, a casca de soja é um suplemento energético, chegando a deter de 74 a 80% do valor nutricional do milho em grão quando incluída de quantidades moderadas a altas em concentrados para bovinos em fase de terminação. Possuindo valor de fibra extremamente superior aos proporcionado pelo milho¹⁰³. Literaturas existentes apontam que a digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) pode alcançar até 95%¹⁰⁴. Em virtude desta característica e dos baixos teores de lignina, Garleb et al. (1998), afirma que a casca de soja pode substituir volumosos de alta qualidade, em períodos de escassez. Outro ponto positivo, colocado por Mulrhead¹⁰⁵, é o atrativo quantitativo que esse coproduto apresenta, uma vez que, para cada 100 kg de soja processada há aproximadamente 8 kg de casca de soja resultante.

Ensaio realizado por Restle et al.¹⁰⁶, concluiu que a inclusão de casca de soja, em substituição ao grão de sorgo, na dieta de novilhas na fase de terminação em confinamento se faz eficaz por corroborar para uma melhora no ganho de peso e na conversão alimentar. Sendo que a proporção de casca incluída na dieta deve respeitar os índices econômicos da propriedade e avaliar o melhor efeito associativo entre os alimentos. O resultado encontrado na ocasião condiz com os apresentados por Fis-

cher et al.¹⁰⁷ e Gomes¹⁰⁸, anteriormente, em que a casca de soja substituiu o grão de milho em até 75% na dieta de novilhas e 100% na dieta de novilhas na fase de terminação em confinamento. Tais resultados foram atribuídos ao melhor aproveitamento da fração fibrosa de dietas contendo o coproduto.

Pesquisa semelhante utilizando vinte ovinos machos não castrados concluiu que a inclusão de casca de soja em substituição ao fubá de milho, não apresenta prejuízos nos índices produtivos quando incluída até 75% no concentrado, ou 24% na dieta total. Na ocasião foram mensurados o consumo, digestibilidade dos nutrientes, ganho de peso diário e a conversão alimentar. Redução com gastos em alimentação e aumento da margem bruta em comparação à dieta formulada apenas com milho como ingrediente energético foram observados¹⁰⁹.

A utilização da casca de soja na alimentação de ruminantes pode ser utilizada sem perdas dos índices do rebanho, deve ser explorada visando o máximo desempenho animal, aproveitando, principalmente, o provável efeito associativo dos alimentos no rúmen, observado nos níveis intermediários, 25 a 75% de substituição proporcionaram os maiores ganhos¹¹⁰.

Farelo de gérmen de milho

Outro coproduto que detém expressiva participação nas dietas de bovino de corte em substituição ao milho grão, parcial ou total, utilizado para suprir as demandas energéticas dos ruminantes é o farelo de gérmen de milho. O coproduto é obtido após o processamento por via seca do milho para extração do óleo, detém aproximadamente 9,3% de proteína bruta (PB), 7,2% de extrato etéreo (EE), 32,4% de fibra em detergente neutro (FDN) e 85,30% de NDT¹¹¹.

Em estudo que visou avaliar o desempenho de novilhas Nelore alimentadas com casca de soja ou farelo de gérmen de milho em substituição parcial ao milho moído, foi encontrado que a substituição de 70% do milho moído por casca de soja ou farelo de gérmen de milho não apresentou decréscimo no desempenho dos novinhos confinados, resultados semelhantes ao supracitados¹¹². Quando se avalia as características de carcaça, as dietas compostas por milho e as que contem farelo de gérmen apresentam diferença significativa em relação a área de olho de lombo (AOL) e a espessura de gordura subcutânea, tal afirmação ficou evidenciada em pesquisa realiza-



Preparação de silagem de milho verde, Fazenda Guadalupe, Minas Gerais



Milho, Fazenda Entre Rios, Distrito Federal



Sorgo-forrageiro; o menor valor energético é compensado pelo custo mais baixo. Fazenda Ilha Funda, Minas Gerais

da por Mendes et al.¹¹³, onde AOL obtida com a dieta de farelo de gérmen foi 10,6% inferior e a espessura de gordura 17,0% superior em relação à dieta exclusiva de milho¹¹⁴.

Ferreira et al.¹¹⁵ elucidaram a degradação da matéria seca, da proteína e dos aminoácidos, no rúmen, do milho em comparação ao seu coproduto, germens de milho, pela técnica *in situ*. O experimento avaliou diferentes percentagem de inclusão de extrato etéreo em ambos alimentos, e a influencia do efeito da extrusão. Foi verificada uma maior degradação ruminal da MS e da PB nas amostras de germens, assim como maior disponibilidade de aminoácidos. A extrusão potencializou a degradação ruminal da MS dos subprodutos, de maneira dependente do nível de gordura, e aumentou a degradação ruminal da MS e da PB do milho. A degradabilidade ruminal da lisina não apresentou diferenças significativas entre os grupos principais. Já o aminoácido metionina mostrou menor degradabilidade ruminal no milho em relação aos germens. A degradabilidade da treonina não diferiu, nem em relação ao tratamento térmico.

Grãos secos de destilaria (dried distiller's grains, DDG)

Dried Distiller's Grains (DDG), em tradução livre “grãos secos de destilaria”, é um produto secundário do processo fabril de produção de etanol a partir de duas matérias primas: grãos de milho e sorgo, oriundos das usinas alcooleiras que trabalham na entressafra produzindo etanol a partir de grãos quando não há disponibilidade de cana de açúcar, conhecidas também como usinas flex. Sua composição bromatológica apresenta alta proteína de baixa degradação ruminal, teores de proteína bruta variando de 27 a 32%, além de 7 a 9% de fibra bruta, 8 a 12% de extrato etéreo. E os valores de energia digestível variando de 3.870 a 4.050 Kcal de ED/Kg¹¹⁶. Segundo os autores, Kerr et al.¹¹⁷ e Dozier et al.¹¹⁸, a concentração de aminoácidos, assim como a de fosforo também podem apresentar variações de acordo com a produção. Estudo desenvolvido *in vitro*, em 2021 concluíram que a utilização de DDGS na alimentação de bovinos é uma excelente alternativa para incremento proteico e calórico da dieta. Entretanto, devido a inconstância nutricional do coproduto, sua utilização em formulações requer maior atenção, realização de análises bromatológicas foram recomendadas pelos autores^{119 120 121}.

Revisão bibliográfica realizada por Ferrari¹²² usando metanálise de nove experimentos verificou que a inclusão de 40% de DDG na MS da dieta bovinos de corte confinados mostrou correlação positiva no consumo de matéria seca, ganho médio diário e eficiência alimentar. Mais estudos avaliados demonstram que GMD, CMS e eficiência alimentar aumentaram com a inclusão de 35%. Nestes estudos, o DDG utilizado apresentava média de proteína bruta (PB) de 28% e extrato etéreo (EE) de 10%.

Ferrari¹²³ desenvolveu tese para a avaliar impacto do uso de DDG em substituição á fonte proteica e parte da fonte energética de animais em terminação, confinados, durante a época seca do ano. O consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) foi de 4,52 kg/dia, o de nutrientes digestíveis totais (CNDT) de 6,69 kg/dia. A relação de volumoso-concentrado foi de 30:70 resultando no consumo de 20,94% FDN com digestibilidade de 49,81% e digestibilidade da MS e MO de 62,04 e 60,11%, respectivamente. Ao final do experimento, o rebanho apresentou ganho médio diário (GMD) de 1,420 kg/dia e peso final (PF) de 525kg.

Buckner et al.¹²⁴ testaram diferentes porcentagem de inclusão de DDG na MS da dieta de bezerras, variando de 0 a 40 %. Os tratamentos que continham o coproduto resultaram em maior ganho médio diário em comparação com a dieta controle, 0% de grãos secos de destilaria. As características da carcaça dos animais estudados não sofreram alterações nos diferentes tratamentos. Por fim, indagaram que as inclusões de até 40% apresentam resultados zootécnicos satisfatório, sendo os níveis de 20 a 30% de maior viabilidade econômica¹²⁵.

Diversos são os coprodutos que temos no Brasil, os quais possuem suas particularidades e sazonalidades; como por exemplo caroço de algodão, polpa cítrica, melaço de soja, glicerina, farelo de girassol. A inclusão está diretamente ligada a disponibilidade da região. O efeito poupa-terra pelo uso de coprodutos na alimentação de bovinos de corte é muito importante para toda cadeia produtiva devido a utilização racional de alimentos e a produção de proteína animal através de um produto que possui baixo valor nutricional para monogástricos.

DIETA COM ALTO TEOR DE CONCENTRADO

Nutricionistas definem que dietas de alto grão ou alto concentrado são aquelas que possuem acima de 70% de grãos na matéria seca, podendo chegar até a inclusão máxima de 90% de grãos ou outros alimentos concentrados.

Apesar de ter gerado conflitos no início de sua utilização, atualmente a dieta é bem quista na nutrição animal. Pesquisa desenvolvida por Oliveira e Millen¹²⁶ em comparação com Millen et al.¹²⁷ mostra que, em estudo publicado em 2009, 58% dos confinamentos utilizavam dietas contendo entre 71% e 90% de concentrado, já os pecuaristas que utilizavam entre 81% e 90% de concentrado na dieta, representavam menos que 20% das propriedades consultadas. No estudo subsequente de 2014, a taxa de confinamentos que utilizavam dietas entre 71% e 90% de concentrado saltou para aproximadamente 82%, e os que utilizavam entre 81% e 90% subiu para 42,4 %. Assim sendo, pode-se verificar um aumento significativo na utilização de

dietas com alta inclusão de grãos na terminação de bovinos confinados, em um espaço de 5 anos¹²⁸.

Essa prática se popularizou entre os criadores, pois propicia um rápido ganho de peso; aumenta a eficiência alimentar diminuindo o tempo ao abate; possibilita carcaças com melhor acabamento, maior rendimento e uniformidade no desempenho dos animais. Apresenta também menor custo de mão-de-obra, assim como menor necessidade de armazenamento de alimentos e maior padronização da dieta ofertada. Além de diminuir o custo por unidade de energia líquida de manutenção e de energia líquida de ganho, comparada às dietas tradicionais^{129,130,131,132}.

Outro fator positivo considerado na utilização de dietas de alto grão é a mitigação de gases de efeito estufa. Como supracitado, ao aumentar a proporção de concentrado na dieta e diminuir a quantidade de fibra, o animal tende a ter uma deposição de gordura mais acelerada e, assim, chega ao ponto de abate mais rapidamente¹³³. Outra via de mitigação é a presença do amido, principal constituinte em dietas ricas em concentrado. O ingrediente propicia a produção de propionato, que inibe o crescimento de bactérias metanogênicas.

Alterar o nível de consumo de ração, as características dietéticas ou as condições da fermentação ruminal afetam o grau de degradação do substrato pelos microrganismos e a sua eficiência de multiplicação. Como consequência ocorrem mudanças na população microbiana, bem como, de substrato alimentar não degradado que flui do rúmen para o intestino delgado. Desta maneira, o desenvolvimento de estratégias alimentares que reduzam a emissão de metano pode trazer benefícios não somente ao meio ambiente, mas também ao próprio animal¹³⁴. Estudos desenvolvidos por Chizzotti et al.¹³⁵ concluíram que animais que recebem suplementação múltipla nas secas e nas águas e a terminação em confinamento, totalizando vinte meses tem a emissão de metano reduzida em 53%, podendo chegar a 68% de redução no caso de animais superprecoces, animais abatidos com 14 meses.

A dieta de alto concentrado apresenta inúmeras vantagens produtivas, é notório. Porém, carrega consigo riscos associados a distúrbios metabólicos. O aumento de carboidratos não estruturais na dieta pode gerar um desequilíbrio entre a produção de Ácidos Graxos Voláteis (AGVs), compostos finais da fermentação microbiana dos carboidratos no rúmen, favorecendo a síntese de ácido lático e aumentando a incidência de timpanismo e acidose ruminal, ocasionando queda nos índices do rebanho, uma vez que animais acometidos por essas enfermidades tendem a diminuir a ingestão de matéria seca e apresentam menor ganho de peso decorrendo em prejuízos financeiro^{136,137}.

Uma maneira encontrada pela academia científica para corrigir esses problemas é a utilização de aditivos alimentares. De acordo com Garcia¹³⁸, os aditivos têm como finalidade atuar na fermentação ruminal, podendo agir como promotor microbiano, reduzindo, eliminando ou modificando os processos ineficientes de digestão.

Terminação a pasto com alto concentrado

No início dos anos 2000, técnicos da empresa Novanis (agora Agrocerec Multimix), enfrentavam o desafio de terminar animais a pasto de forma eficiente. Na época, o semiconfinamento (estratégia que visa o fornecimento de suplementação na quantidade de 1% do peso vivo do animal) já era realidade no Brasil, porém, apresentava certa limitação de uso em cenários de pastos de pior qualidade.

A saída encontrada foi “copiar” do confinamento o uso de alto concentrado e adaptá-lo a realidade do pasto. O que mais tarde veio a ser chamado de TIP (terminação intensiva a pasto), tinha no fornecimento de ração à pasto (fornecimento de 1,5 a 2,0% do peso vivo de ração) uma alternativa para a engorda dos animais.

O que nascia no Estado do Mato Grosso (MT) de forma tímida, foi ganhando mais expressão entre pecuaristas, ao passo que os técnicos da empresa implementavam no campo projetos que contemplavam maior eficiência na logística de distribuição da ração e estruturação dos piquetes (tamanho e disponibilidade de cocho).

Em 2011, o primeiro estudo científico, conduzidos na Apta/Colina-SP, por Moretti (2015), deu início a uma série de aprendizados sobre a estratégia de engorda à pasto. Foi, por exemplo, deste primeiro estudo, que surgiu parte dos dados que originaram o conceito do rendimento do



TIP, local, Estado

ganho. Em sua tese, Moretti (2015) comparando a engorda no confinamento e na TIP, observou que os animais apresentavam diferenças no ganho de peso, porém, quando avaliado sobre a ótica do ganho em carcaça, as diferenças deixavam de existir.

Dos benefícios que podemos listar para a TIP, destacam-se: maior facilidade de adoção frente ao confinamento (instalações), o pasto é o volumoso, manejo operacional mais simples, ausência de refugio de cocho, ambiência e bem-estar animal, aumento da produção de arrobas por hectare e oportunidade de rodar o ano todo.

Cabe destacar que a TIP não é uma estratégia concorrente ao confinamento, mas sim, uma opção que surge para os pecuaristas. Hoje, existem fazendas operando com o confinamento e TIP de maneira complementar de forma estratégica dentro do sistema produtivo.

Das várias oportunidades para o uso da TIP, sua adoção em sistemas de integração lavoura pecuária, tem permitido ao produtor a colheita da terceira safra (arrobas/ha), contribuindo para a expansão de ambas as estratégias, agregando ao sistema produtivo sustentabilidade econômica e ambiental.

Por fim, não se esqueça da importância do pasto, ele é o componente que dará saúde para o rúmen. Da mesma forma que no confinamento, o uso de aditivos e um bom protocolo sanitário e de adaptação são fundamentais para o sucesso da TIP.

OS ESFORÇOS PARA REDUZIR A EMISSÃO DE GÁS METANO

EMPRESAS JÁ ESTÃO LANÇANDO NO MERCADO ADITIVOS PARA A RAÇÃO QUE PODEM REDUZIR A EMISSÃO DE GÁS METANO. ESTUDOS INDICAM BONS RESULTADOS.

Dentre os principais aditivos alimentares utilizados na pecuária de corte, os ionóforos são os que detêm grande importância quando o assunto é a prevenção de distúrbio metabólico. De acordo com Austice Smith¹³⁹, ionóforo é um termo genérico aplicado a um número de compostos do grupo dos antibióticos denominados poliésteres. Agem diretamente na fermentação ruminal, modificando a população microbiana do rúmen, selecionando os microrganismos gram-negativos, bactérias produtoras de ácido propiônico. Atuam também no crescimento das gram-positivas, maiores produtoras de ácidos láctico, mitigando-as ou as inibindo^{140,141}.

A seleção microbiológica provocada pelos ionóforos, tem como consequência alterações nos padrões ruminais com aumento da eficiência energética, principalmente, em função do favorecimento da síntese de ácido propiônico, e redução da relação acetato/propionato. Há também uma diminuição na produção de metano, além de uma restrição na produção de ácido láctico e nas perdas de aminoácidos que seriam potencialmente fermentados no rúmen, resultando na diminuição de desordens ruminais^{142,143}.

No entanto, desde que o mercado iniciou a utilização destes antibióticos na alimentação animal, pesquisadores argumentam que há consequências negativas para a saúde humana e o meio ambiente. O principal questionamento é o risco dos resíduos destas substâncias gerarem resistência e mutação bacteriana. A indagação perdura até a atualidade, acalorada ainda mais pela crescente preocupação dos consumidores com relação à qualidade e sustentabilidade dos produtos de origem animal¹⁴⁴.

Pesquisas realizadas por autores do setor, realmente evidenciaram que o uso de antibióticos na nutrição animal pode gerar resíduos na produção, representando riscos à saúde humana por causar reações alérgicas em indivíduos hipersensíveis, além de propiciar a seleção de populações de bactérias resistentes, o que compromete o uso de antibióticos nos seres humanos¹⁴⁵. Foi com base nesta discussão que em 2003, a União Europeia proibiu o uso de antibióticos promotores de crescimento em alimentos para animais (UE, 1831/2003)¹⁴⁶, fomentando ainda mais a discussão nacional.

Não obstante, pesquisadores do campo se esforçaram em achar os limites máximos de inclusão e determinar o tempo de carência dos produtos, paralelamente a uma legislação que garante segurança nos derivados de origem animal, mas é notório que ainda falta conscientização por parte dos produtores e uma maior fiscalização por parte das autoridades competentes. Diante de tal conjuntura, ainda existe um cenário polarizado em relação ao uso de aditivos sintéticos, que dificulta discussões sobre o tema, acarretando dúvidas e contradições no mercado de proteína animal.

ADITIVOS ALTERNATIVOS

Com os dilemas dos antibióticos houve uma crescente procura por suplementação orgânica, denominada também como aditivos “limpos” ou alternativos, a categoria não gera impactos negativos ao meio ambiente, além de apresentar boa viabilidade econômica, sem prejuízo aos índices do rebanho.

Uma estratégia que tem se mostrado eficiente é o emprego de probióticos e prebióticos, podendo ser encontrados em

literaturas mais recentes como DFM, direct-fed microbials “fonte natural de microrganismos (viáveis)”, a troca ocorreu por solicitação do Food and Drugs and Administration (FDA). Bactérias, fungos e leveduras se enquadram nesta categoria¹⁴⁷. O efeito final que se objetiva com a adição desses ingredientes é eliminar ou impedir a ação de microrganismos patogênicos aumentando o desempenho animal¹⁴⁸.

Literatura existente denota que os DFMs podem agir no rúmen e no intestino, melhorando a eficiência alimentar através da síntese de composto antimicrobiano, diminuindo o número de células patogênicas. Podem também, alterar o metabolismo microbiano através de modificações na atividade enzimática, e agem estimulando o sistema imune do hospedeiro, através do aumento dos níveis de anticorpos e da atividade dos macrófagos¹⁴⁹. Pesquisas desenvolvidas por Martin & Nisbet¹⁵⁰ e Wallace¹⁵¹ citado por Nicodemo, indicaram que aditivos microbianos podem melhorar a produção de ruminantes em cerca de 7% a 8%, percentagem semelhante à de ionóforos.

LEVEDURAS

As leveduras, particularmente a *Aspergillus oryzae* e *Saccharomyces cerevisiae*, vem sendo usadas como aditivo alternativo a alguns anos, sendo o DFM de maior interesse na nutrição de ruminantes. Apresentam bons resultados para ganho de peso e produção de leite, apesar dos efeitos serem ocasionais, estando ligados diretamente a dosagem do aditivo e da dieta ingerida¹⁵².

São organismos unicelulares, anaeróbios facultativos, que apresentam inúmeros meios de ação na nutrição animal. Apesar dos esforços da academia científica até hoje nem todos os mecanismos utilizados por esse composto puderam ser elucidados de maneira clara, explicando porque pesquisas com esse ingrediente apresentam tantas variações apesar de resultados satisfatórios. Um meio bastante estudado é a modificação do ambiente ruminal, de maneira geral, quando suplementado com *Saccharomyces cerevisiae*, o hospedeiro apresenta um aumento na população de bactérias celulóticas, isto porque, o composto consome quantidade de oxigênio superior a aquele presente no fluido ruminal, deixando o ambiente favorável às bactérias anaeróbicas, propiciando assim uma melhor degradação da fibra ingerida corroborando para uma maior ingestão de matéria seca^{153,154}.

Algumas hipóteses foram sendo desenvolvidas para explicar os reais efeitos da inclusão deste microrganismo na dieta de ruminantes, algumas delas se baseiam na habilidade das leveduras em fornecer importantes nutrientes ou cofatores nutricionais que podem estimular a atividade microbiana. De acordo com Sene¹⁵⁵, as leveduras fornecem nutrientes, como o ácido málico e outros ácidos dicarboxílicos, que estimulam o crescimento de outras bactérias ruminais, em especial as fermentadoras de lactato, influenciando uma diminuição deste ácido no fluido ruminal¹⁵⁶ e promovendo maior estabilidade do pH.

ENZIMAS

Champe e Harvery¹⁵⁷ definiram enzimas como sendo proteínas globulares, de estrutura terciária e quaternária, que agem como catalisadores biológicos, aumentando a velocidade das reações químicas no organismo, sem serem, elas próprias alteradas neste processo. Sendo específicas para os substratos e responsáveis em dirigir todos os eventos metabólicos. As enzimas digestivas detêm sítio ativo que permite atuação na ruptura de uma determinada ligação química¹⁵⁸, sob condições favoráveis de temperatura, pH e umidade^{159,160}.

A suplementação enzimática na dieta de bovinos tem como principais objetivos: remover ou destruir os fatores anti nutricionais dos grãos, aumentar a digestibilidade total da ração, potencializar a ação das enzimas endógenas e diminuir a poluição ambiental causada por nutrientes excretados nas fezes¹⁶¹. Podendo ser divididas em dois tipos: 1) responsáveis por complementar quantitativamente as enzimas digestórias endógenas do animal; 2) enzimas que não são inerentes ao hospedeiro, ou possui baixa síntese.

A utilização de enzimas endógenas, como as fibróticas, tem mostrado resultados satisfatórios na nutrição de ruminantes, como aumentos na digestibilidade da matéria seca (MS), da fibra em detergente neutro (FDN) e no ganho de peso em bovinos^{162,163,164}, avaliando o desempenho de novilhos em confinamento, observaram aumentos de 5,99 kg/dia para 6,72 kg/dia na ingestão de MS e de 0,94 kg/dia para 1,16 kg/dia no ganho médio diário com a suplementação enzimática (celulase e xilanase).

Outra enzima endógena bastante estudada, é a amilase. Silva¹⁶⁵ ressalta que o aumento da inclusão de concentrado nas dietas de confinamento pode acarretar em alterações no trato digestório e minimizar a digestão do amido, provocando perdas do mesmo pelas fezes, diminuindo sua eficiência na utilização pelo animal. Rubio et al.¹⁶⁶ observaram que a adição de amilase em cordeiros promoveu melhor aproveitamento do amido, resultando no aumento de 13,9% no ganho de peso diário em animais suplementados.

Alguns autores como Tricarico et al.¹⁶⁷ apontam alguns ressaltos sobre a utilização de enzimas amilolíticas, isto por que, a digestão do amido pelos ruminantes acontece de maneira extensa e não possui característica limitante na produção da mesma forma que a digestão incompleta ou lenta da fibra apresenta, atrelada ao fato de que a rápida digestão de quantidades excessivas

sivas de amido pode acarretar em acidose ruminal, o que representa um risco em potencial para a inclusão de amilases exógenas na dieta de ruminantes. No entanto, este mesmo autor em estudos anteriores concluiu que a excreção de amido nas fezes demonstra um possível potencial de degradabilidade de frações que não foram aproveitadas ao longo do trato digestório¹⁶⁸.

Apesar da necessidade de maiores estudos referente a suplementação de enzimas, a utilização de estas nas dietas dos animais possibilita a inclusão de uma gama de ingredientes que possuem nutrientes pouco disponíveis aos ruminantes, como: farelos de arroz e trigo, cevada e aveia, pelo fato dos animais sintetizarem pouca ou nenhuma enzima para a sua digestão¹⁶⁹.

ADITIVOS COMERCIAIS

Entre os microrganismos presente na digestão ruminal, as arqueas metanogênicas são amplamente estudadas, visto que o seu produto final, o metano, é um dos gases que mais contribuem para o efeito estufa. Estima-se que o rebanho nacional é responsável pela emissão de cerca de 17% de metano, além de uma alta produção de dejetos¹⁷⁰.

De acordo com Matthews et al.¹⁷¹, as arqueas representam menos de 4% da população total microbiana, estritamente anaeróbicas e as únicas capazes de produzir CH₄. Além dos impactos ambientais, a fermentação entérica gera gasto de energia pelo hospedeiro. Estudos demonstram que essa perda pode chegar de 2% a 12% em relação a energia bruta total da alimentação, interferindo diretamente na produtividade do animal, retardando o crescimento e a engorda durante o manejo do rebanho, resultando em prejuízos econômicos para os criadores^{172,173}.

Garcia¹⁷⁴ aponta que diversos fatores são capazes de influenciar a produção de metano via fermentação entérica, como consumo de alimento, composição dieta, tipo de carboidratos, granulometria de partículas, digestibilidade dos alimentos, e suprimento de minerais.

E é devido a essa interação entre a alimentação e a produção de metano, que os novos aditivos além de serem pensados para aumentar os índices produtivos são feitos para mitigar a emissão de gases do efeito estufa. O Fator P® é um aditivo 100% orgânico desenvolvido pela empresa Premix, composto de aminoácidos, minerais, probióticos e ácidos graxos funcionais que promovem a aumento na digestibilidade dos alimentos fibrosos, modulam a fermentação ruminal e absorção de nutrientes.

Segundo Fernandes et al.¹⁷⁵ a inclusão deste aditivo orgânico na alimentação do animal favorece ganho de peso em até 20%, melhora a reprodução das fêmeas, podendo reduzir o manejo sanitário e melhorar a resposta imunológica do animal. Corroborando também com a redução da emissão de metano por kg de carne ou leite produzidos.

Em experimento realizado com bovinos confinados recebendo dietas com alta quantidade grãos, divididos em dois tratamentos, sendo a única diferença o aditivo utilizado: aditivo natural (Fator P®), e promotores de crescimento convencionais (monensina e virginiamicina). Os resultados mostram que não houve diferenças para CMS e GMD durante todo o tempo de experimento. Pode-se concluir que o uso do aditivo natural para rações Fator P® pode ser utilizado como alternativa aos antibióticos em dietas de alto concentrado para bovinos de corte em sistema de confinamento¹⁷⁶.

Em experimento semelhante realizado por Leite et al.¹⁷⁷, foi evidenciado maior consumo de matéria seca no período inicial do confinamento, bem como alteração do comportamento animal neste mesmo período. Os animais com aditivo não antibiótico consumiram mais alimento e ruminaram mais no período de adaptação e consequentemente obtiveram maiores ganhos neste período.

Garcia¹⁷⁸, utilizando este mesmo produto em comparação com aditivos monensina sódica e levedura, encontrou correlação positiva *in vitro* na mitigação de gás metano em dietas. Trabalho publicado por Ferreira et al.¹⁷⁹, a partir de ensaios de biologia molecular, permitiu avaliar a dinâmica da flora microbiana do ecossistema ruminal pela técnica de PCR em tempo real (*Polymerase Chain Reaction in Real Time*), quantificando a população de bactérias metanogênicas. Houve redução de 64,8% (p = 0,0009) da população de bactérias metanogênicas totais em amostras biológicas de líquido ruminal de bovinos tratados com aditivo.

BOVAER

Outro aditivo que tem por função reduzir a metanogênese ruminal é o 3-Nitrooxipropanol, desenvolvido pela DSM Nutritional Products. Ele também apresenta números expressivos no auxílio a mitigação. Estudo desenvolvido pela empresa em parceria com a Universidade Estadual Paulista, em Jaboticabal, testou durante 96 dias, 138 touros Nelores, com peso inicial aproximado de 360 kg para a inclusão do aditivo na dieta, sendo três tratamentos, 0mg/dia, 100mg/dia, 150mg/dia. Nos dois últimos grupos, foi registrada diminuição na emissão de metano em 44,2% e 54,5%, respectivamente. Para ambos resultados, não houve prejuízo no desempenho zootécnicos dos animais¹⁸⁰. Apesar de ser novidade no Brasil, diversas pesquisas utilizando o 3-Nitrooxipropanol, mesmo composto utilizado no aditivo Bovaer® em diferentes países, apresentaram resultados satisfatórios na inibição da síntese da enzima metil coenzima M redutase^{181,182,183}.

Gado Nelore, Fazenda Guadiana, São Paulo



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resumo, o futuro da produção de bovinos está vinculado ao aumento na produtividade de maneira sustentável, com integração adequada das tecnologias disponíveis e da gestão existente na propriedade. Produzindo proteína animal de qualidade, em quantidade e preservando recursos naturais.

O uso de aditivos na alimentação animal é uma ferramenta para contribuir com o desempenho animal, melhorando a eficiência do metabolismo de energia, alterando os tipos de ácidos graxos voláteis produzidos no rúmen e diminuindo a energia perdida durante a fermentação do alimento. O melhor desempenho animal é resultante de maior retenção de energia durante a fermentação ruminal.

E vale ressaltar que o uso de aditivos é complementar às boas práticas de manejo e nutrição animal. Dessa forma, o seu uso não deve ser pensado isoladamente, e sim em conjunto com outras práticas de manejo realizados dentro da fazenda, considerando a relação custo/benefício como um dos fatores a serem levados em conta.

NOTAS

1 Mottet et al. (2017) [completar](#)

2 Dias Filho (2018)

3 Araújo et al., 2011.

4 Oliveira e Cerri (2015)

5 PAUSTIAN et al., 2007

6 HUTCHINSON et al., 2007

7 CRISTOPHER, 2007

8 Oliveira e Cerri (2015)

9 OLIVEIRA e CORSI, 2005.

10 SILVA et al., 2011

11 Fonte

12 IBGE. Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/>

13 ADAMI et al., 2012

14 OLIVETTE et al., 2010.

15 BARCELLOS, 1996

16 EUCLIDES FILHO, 1996

17 ZIMMER & CORRÊA, 1999

18 VALOTE, Priscila Dornelas. Acúmulo de forragem e estrutura do cultivares BRS Zuri e BRS Quênia (maximus s Pasto s d as Megathyrus) sob manejo rotacionado. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Instituto de Zootecnia (UFRRJ). 2018. 61p. Disponível em: <http://cursos.ufrj.br/posgraduacao/ppgz/files/2019/07/Acmulo-de-Forragem-e-Estrutura-dos-Pastos-das-Cultivares-BRS-Zuri-e-BRS-Quenia.pdf>. Apud: SERRÃO, E. A. A.; SIMÃO NETO, M.S. Informações sobre duas espécies de gramíneas forrageiras do gênero Brachiaria na Amazônia: B. decumbens Stapf. e B. ruziziensis Germain et Everard. Série Estudos sobre forrageiras na Amazônia. Belém: Ipean, 1971. 31p.

19 Chase (1944)

20 FONSECA & MARTUSCELLO, 2010

21 MACHADO et al., 2010

22 MARTUSCELLO et al., 2007

23 DA SILVA et al., 2008

24 MINGOTTE et al., 2011

25 ZANINE et al., 2011

26 CARNEVALLI et al., 2006

27 MACHADO et al., 2017

28 Fonte

29 VALLE et al., 2017

30 EMBRAPA, 2014

31 EMBRAPA, 2015

32 EMBRAPA, 2017

33 EMBRAPA, 2017

34 EMBRAPA, 2017

35 Maciel et al., 2018

36 Braga et al., 2019

37 Euclides et al., 2016

38 DA SILVA, 2009

39 JANK et al., 2017

40 Euclides et al., 2016

41 EUCLIDES et al., 2014

42 Barcellos et al., 2008

43 Almeida et al., 2002

44 Leite et al., 1992

- 45 Vilela et al., 1999
46 Vilela; Ayarza, 2002
47 Valle et al., 2001
48 POPPI; McLENNAN, 1995
49 POPPI; McLENNAN, 1995
50 MOORE et al., 1999
51 POPPI; McLENNAN, 1995
52 POPPI; McLENNAN, 1995
53 REIS et al., 2003
54 Poppi e Mclelennan (1995)
55 Freitas et al
56 Zervoudakis et al. (2001)
57 Freitas et al. (2011).
58 Prohmann et al. (2004)
59 Cruz et al. (2000)
60 Zervoudakis et al. (2002)
61 Ortega et al. (2016)
62 ORTEGA et al. (2016)
63 Fernandes et al. (2010)
64 ROCHA, 1999
65 POPPI; McLENNAN, 1995
66 HADDAD; CASTRO, 1998
67 EUCLIDES et al., 1994
68 PAULINO, 1999
69 REIS et al. 2003
70 EUCLIDES, 2001
71 EUCLIDES, 2002
72 REIS et al., 1997
73 EUCLIDES, 2001
74 PAULINO, 1999
75 Detmann et al. (2004)
76 DETMANN et al. (2004)
77 FERNANDES et al. (2003)
78 CANESIN et al., 2007
79 CANESIN et al., 2007
80 BOHNERT et al., 2002
81 Moraes et al. (2005)
82 Góes et al. (2005)
83 Simioni et al. (2009)
84 Simioni et al. (2009)
85 Beaty et al. (1994)
86 Lanna e Almeida (2005)
87 Beefpoint/Abiec 2021
88 Araújo Filho et al. (2019)
89 Abiec (2021)
90 ZEN et al., 2008
91 MORAIS et al., 2006
92 D' Aurea et al., (2021)
93 Fonte da Tabela 7
94 JOHNSON & JOHNSON, 1995
95 Zambom et al. (2008)
96 SENAR, 2018
97 Santos et al., (2004)
98 Clarindo et al. (2008)
99 GERON, 2007
100 SILVEIRA et al., 2002
101 PEREIRA et al., 2009
102 CONAB, 2021
103 LUDDEN et al. 1995
104 SILVA, 2004
105 Mulrhead, 1993.
106 Restle et al. (2004)
107 Fischer et al. (1990)
108 Gomes, 1998
109 SANTOS et al., 2008
110 RESTLE et al., 2004
111 ROCHA et al., 2003
112 EZEQUIEL et al., 2006
113 Mendes et al. (2005),
114 MENDES et al., 2005
115 Ferreira et al (2007)
116 SPIEHS et al., 2002
117 Kerr et al., (2016)
118 Dozier et al., (2017)
119 DIAN, et al., 2021
120 Kerr et al., (2016)
121 Dozier et al., (2017)
122 Ferrari (2019)
123 Ferrari, 2019.
124 Buckner et. al. (2008),
125 BIZUCA, 2020
126 Oliveira e Millen (2014)
127 Millen et al. (2009)
128 SENE, 2017
129 BULLE et al., 2002.
130 BROWN et al., 2006.
131 MARCONDES et al., 2011.
132 CARVALHO et al. 2015.
133 MEDEIROS, 2020b
134 MARTIN et al., 2008
135 Chizzotti et al. (2012)
136 NETO et al., 2014
137 SENE, 2017
138 Garcia (2016),
139 Austice Smith (1980
140 SENE, 2017;
141 VIEGAS, 2019
142 McGUFFEY et al., 2001
143 OLIVEIRA; ZANINE; SANTOS, 2005
144 GEWEHR; LAWISCH, 2003
145 STOLKER; BRINKMAN, 2005
146 Fonte
147 SITTA 2011
148 SENE, 2017
149 SAAD, 2006
150 Martin & Nisbet, (1992)
151 Wallace, (1994) apud Nicodemo, 2001
152 WALLACE, 1994
153 MARTIN e NISBET, 1992
154 WALLACE e NEWBOLD, 1992
155 Sene (2017)
156 GOMES, 2009
157 Champe e Harvery (1989)
158 Penz Júnior, 1998
159 CAMPESTRINI; SILVA; APPELT, 2005
160 SENE, 2017
161 Guenter, 2002 (completar) citado por Sena, 2017 (completar)
162 BEAUCHEMIN et al., 1996
163 HUNT et al., 1995
164 McAllister et al., 1999
165 Silva (2017)
166 Rubio et al. (2001)
167 Tricarico et al (2008)
168 TRICARICO., 2007
169 CAMPESTRINI; SILVA; APPELT, 2005
170 SEEG-BR, 2018
171 Matthews et al. (2019),
172 BERCHIELLI; MESSANA; CANESIN, 2012
173 LAN; YANG, 2019
174 Garcia (2013)
175 Fernandes et al. (2018)
176 Oliveira et. al 2019
177 Leite et al (2019)
178 Garcia (2013)
179 Ferreira et al. (2019)
180 ARAÚJO et al., 2020
181 MORENO et al., 2019
182 MORENO; WALKER; HRISTOV, 2019
183 MCGINN et al., 2019

Gado Guzerá, Fazenda Amar, Minas Gerais



Pastagem natural, raça Brangus, local, estado

