

CAPÍTULO 13

Alimentos e alimentação

Aline Fernanda Ramos
Ana Karina Dias Salman
Aníbal Coutinho do Rêgo
Cristian Faturi
Gerbson Francisco Nogueira Maia
Jucilene Cavali
Marlos Oliveira Porto
Maykel Franklin Lima Sales

Introdução

O objetivo deste capítulo é apresentar as principais etapas dos processos de conservação de forragens, bem como as características dos principais alimentos disponíveis na Região Amazônica. Com base nessas informações, serão apresentadas orientações técnicas para formulação de misturas concentradas, bem como para a alimentação e suplementação mineral e vitamínica dos rebanhos leiteiros da região.

Produção de forragens conservadas

A utilização de forragens conservadas para alimentação do rebanho leiteiro no período de baixa produção forrageira é uma alternativa fundamental para garantir a produção nos períodos críticos. Por isso, é de grande importância que técnicos e produtores tenham pleno conhecimento da inserção das propriedades rurais nas diferentes zonas climáticas da Região Amazônica. Esse conhecimento sobre o clima é fundamental para auxiliar na tomada de decisão sobre o momento ideal para se proceder à colheita da forragem e iniciar os processos de conservação. As informações sobre clima podem ser obtidas na internet, como, por exemplo, no site do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet)¹.

Feno

A fenação é o processo pelo qual a planta forrageira é conservada por meio da desidratação. O feno é o produto da fenação, em que o teor de umidade da forragem

¹ Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>.

é reduzido de, aproximadamente, 85% para 15% (Figura 1). O princípio básico da fenação resume-se na conservação do valor nutritivo da forragem pela rápida desidratação da planta quando cortada e expostas ao ambiente. Assim, a qualidade do feno está associada aos fatores relacionados com as plantas que serão fenadas, às condições climáticas ocorrentes durante a secagem e ao sistema de armazenamento empregado (Reis et al., 2010). Especificamente na Região Amazônica, o principal entrave para a produção de feno é a falta de condições climáticas ideais (excesso de umidade) no momento da secagem e para o armazenamento dos fenos.

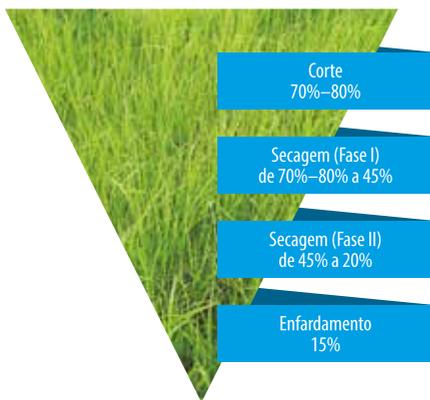


Figura 1. Teor de umidade da forragem nas principais fases do processo de fenação.

Foto: Aníbal Coutinho do Rêgo

Levando-se em consideração a correta condução da cultura forrageira, do ponto de vista agrônomo, o processo de fenação consiste nas seguintes operações:

Produção da Forragem → Corte → Secagem → Enleiramento e Enfardamento → Armazenamento

Quando a cultura atinge o máximo da produtividade com bom valor nutritivo, deve-se proceder à etapa de corte. Essa etapa é um fator-chave na produção de fenos de qualidade, pois, em determinadas regiões, podem ocorrer chuvas frequentes no momento em que os fatores rendimento e bom valor nutritivo se aliam. Portanto, atenção deve ser dada na tomada de decisão ao iniciar essa etapa, pois, no momento do corte, os informes meteorológicos não devem prever chuvas por 3 dias consecutivos. Para se proceder ao corte da planta, normalmente se utilizam duas opções: em grande escala, utilizam-se segadoras (máquinas específicas para cortar a planta forrageira sem dilacerá-la) e, em pequena escala, a utilização de roçadoras costal é bastante comum. Não é recomendada a utilização de roçadoras convencionais acopladas a tratores, pois tal equipamento dilacera a planta, o que aumenta as perdas físicas e o valor nutritivo.

Quando cortada para fenação, a planta forrageira contém elevado conteúdo de água em sua estrutura (de 70% a 80% de umidade), por isso ela deve ser mantida de forma espalhada no campo para secar o mais rápido possível, dando preferência para que essa etapa ocorra nas horas mais quentes do dia. Assim, durante as primeiras horas após o corte, a planta perderá maior proporção de água, por isso é importante que no primeiro dia as condições climáticas sejam de baixa umidade (abaixo de 50%), elevada temperatura e velocidade do vento. Depois de algumas horas após o corte, o material cortado na parte superior fica mais desidratado do que o das camadas inferiores, por isso é importante fazer o revolvimento e a inversão dessas camadas. Quanto maior o número de revolvimentos, maior e mais rápida será a desidratação da forragem. Esse processo também favorece a secagem mais uniforme na massa, no entanto a prática excessiva leva a perdas físicas pelo desprendimento de lâmina foliar do caule, principalmente quando o revolvimento do material ocorre próximo de ser enfardado e em leguminosas. Normalmente, em larga escala são utilizados ancinhos revolvedores nessa etapa; por sua vez, em pequena escala, esse procedimento é feito de forma manual com a utilização de ganchos apropriados.

Na Região Amazônica, em virtude da elevada umidade relativa do ar, dificilmente um dia é suficiente para desidratar de forma adequada a forragem. Isso porque, na primeira hora após o corte, a desidratação da planta é rápida, mas, depois de algumas horas, a planta não perde água na mesma velocidade e a desidratação passa a ser mais lenta. Assim, faz-se necessária a continuação da desidratação no dia seguinte; e, para isso, é importante que o material seja enleirado ao final do primeiro dia. Na segunda fase de secagem, a perda de água é moderada. A fase final inicia-se quando a umidade da planta fica próxima de 45%, sendo menos influenciada pelo manejo e mais sensível às condições climáticas do que nas etapas anteriores, principalmente quanto à umidade relativa do ar (Reis et al., 2010). Essa é considerada uma das fases mais críticas do processo de fenação. A ocorrência de chuvas nessa fase eleva demasiadamente as perdas de nutrientes por meio da lixiviação.

A etapa de enleiramento final da forragem é uma preparação para a execução da próxima fase (recolhimento e enfardamento), que é realizada por ancinhos enleiradores. Antes do recolhimento, deve-se verificar o teor de umidade do feno. Para isso, podem ser utilizados diferentes métodos, como equipamentos detectores de umidade, ou pode-se torcer um feixe de feno e observar a ausência de umidade e se o feno não está quebradiço (Reis et al., 2010).

Ao final do processo, o produto obtido deve ter as seguintes características: baixa relação caule-folha, coloração verde, umidade baixa, sem incidência de bolores (fungos) e cheiro agradável. Para o armazenamento dos fardos em galpões, deve-se garantir que o ambiente seja bem arejado e protegido de chuvas. É importante ter em mente que todo esse processo de produção, dependendo da região e das condições climáticas, poderá levar em média 4 dias e que conduções equivocadas no processo poderão resultar em volumosos de baixa qualidade e não em fenos.

Características da planta e culturas para fenação

Quando o foco do cultivo for a fenação, o produtor deve atentar para a escolha de espécies forrageiras já adaptadas às condições da região e priorizar o cultivo daquelas que possuam as seguintes características: elevada produtividade, bom valor nutritivo e dotadas de estruturas morfológicas que facilitem o processo de desidratação, como a presença de caules finos. Nos estados da Região Amazônica, as forrageiras pertencentes ao gênero *Brachiaria*, além de serem as mais cultivadas, apresentam potencial e características estruturais que facilitam a desidratação. As forrageiras do gênero *Cynodon* (Tifton, capim-estrela e Jiggs) também apresentam características favoráveis para fenação. Na Tabela 1, destacam-se algumas vantagens e limitações da utilização de fenos em propriedades leiteiras na Amazônia.

Tabela 1. Vantagens e limitações do uso do feno como forragem conservada em propriedades leiteiras na Amazônia.

Vantagem	Limitação
Inúmeras espécies forrageiras, tanto gramíneas como leguminosas, podem ser utilizadas no processo	Falta de condições climáticas ideais durante o processo de secagem da planta forrageira na região
Boas condições para produção de espécies forrageiras a serem fenadas o ano todo	Dificuldades estruturais da propriedade para a produção própria, por causa da falta de infraestrutura
Pode ser armazenado com pequenas alterações no valor nutritivo da planta forrageira	Exigência de equipamentos que quase sempre estão indisponíveis para venda ou terceirização no mercado local
Pode ser produzido e utilizado em grande ou pequena escala	Desconhecimento do valor nutricional do feno para compor a dieta dos animais, o que leva a um fator cultural na não adoção dessa tecnologia
Pode ser colhido, armazenado e fornecido aos animais manualmente ou em processo inteiramente mecanizado	
Não deterioração no fornecimento, pois é um produto estável em contato com o oxigênio e consegue permanecer mais tempo no cocho sem estragar	

Fonte: Adaptado de Reis et al. (2010).

Silagem

A silagem é uma alternativa de conservação de forragem para a alimentação do gado leiteiro no período seco do ano. É o produto do processo de ensilagem, no qual bactérias produtoras de ácido lático fermentam carboidratos solúveis contidos na estrutura da planta, convertendo-os em ácidos orgânicos, principalmente ácido lático, na condição de ausência de oxigênio (Weinberg; Muck, 1996). A partir dessa fermentação, o pH da massa declina e inibe o crescimento de microrganismos que podem deteriorar o material ensilado. Desse modo, a forragem fica preservada no interior de estruturas físicas denominadas de silos. Em geral, o processo de ensilagem oferece meios para preservar o valor nutritivo de uma dada cultura desde a colheita até a alimentação dos ruminantes. Diferentemente da fenação, a silagem é um produto obtido da conservação de plantas forrageiras in natura, ou seja, com elevado teor de umidade.

Processo produtivo

O processo produtivo da silagem pode ser dividido nas seguintes etapas:

- **Produção da forragem (condução da cultura)** – Inicia-se pela escolha da cultura a ser ensilada considerando as características produtivas da planta e as adaptações ao sistema de produção da região.
- **Colheita do material** – Nessa etapa, deve-se considerar o estágio de maturidade (observando o teor de MS recomendado), a altura de corte, o tempo de colheita, o tamanho de corte das partículas e a pré-secagem, se necessário.
- **Adição de aditivos químicos ou biológicos** – Quando pertinente, para evitar fermentação indesejada.
- **Transporte e enchimento do silo** – Deve-se levar em conta a distância entre a lavoura e o silo e a duração do processo. Entre os vários tipos de silo, destacam-se: trincheira, superfície, *bag* e bola.
- **Compactação** – Deve-se observar a intensidade, o tempo, o tamanho de partícula e o teor de matéria seca.
- **Vedação** – Considerar os tipos de lona disponíveis no mercado e a qualidade do material de cobertura da lona, pois, quando exposta ao sol diretamente, os

poros da lona se dilatam, permitindo a entrada do oxigênio, o que provoca a deterioração da massa.

- **Abertura do silo** – No mínimo 28 dias após o fechamento.
- **Fornecimento aos animais** – Se houver uma camada de silagem escura e/ou com mofo, essa deve ser descartada antes da retirada, deixando apenas a quantidade de silagem que será oferecida imediatamente aos animais. A camada de silagem a ser retirada diariamente não deve ser inferior a 25 cm. Por isso, o tamanho (volume) do silo deve ser dimensionado de acordo com o número de animais e com o período em que serão alimentados com a forragem ensilada.

A Figura 2 ilustra as etapas de colheita (A) e compactação (B) de um silo trincheira. Destaca-se que, na Região Amazônica, a terceirização dos serviços de colheita das culturas a serem ensiladas tem crescido substancialmente. Isso se deve ao elevado custo de aquisição dos maquinários e ao baixo uso desses equipamentos ao longo do ano.

Fotos: Anibal Coutinho do Rêgo



Figura 2. Colheita de milho para produção de silagem no município de Paragominas, PA: colheita (A) e compactação (B).

Características da planta para ensilagem

Com relação às características intrínsecas à planta, algumas devem ser levadas em consideração para que o processo fermentativo ocorra de forma satisfatória, entre as quais se destaca o teor de matéria seca (MS) da planta no momento da colheita, que deve conter de 30% a 35% de MS. Na tomada de decisão para início da colheita, o produtor pode usar diversos critérios para avaliar o teor de MS da cultura utilizada. No caso da cultura do milho e do sorgo, o melhor momento é quando os grãos estão no estágio farináceo. No milho, isso pode ser observado pelo enchimento

dos grãos na metade da linha do leite. Outro artifício utilizado é a determinação da MS em amostras da cultura pelo uso da secagem em forno micro-ondas, que é uma técnica rápida e promove resultados próximo aos obtidos em laboratório. Na fase de enchimento dos grãos em culturas como milho e sorgo, o acúmulo de MS por dia de desenvolvimento da planta é próximo a 0,5%, o que proporciona ao produtor uma janela de colheita de 10 dias, levando em consideração que as culturas devem ser colhidas com MS entre 30% e 35%.

O conteúdo de carboidratos solúveis em plantas tropicais influencia a possibilidade de alcançar boa fermentação e produzir silagem de alta qualidade. Seu teor é fundamental para que os processos fermentativos se desenvolvam de forma eficiente, pois esse é o principal substrato para o desenvolvimento da população de bactérias produtoras de ácido lático que reduzem o pH e conservam o material ensilado. O poder tamponante (PT) é a capacidade de resistência às variações no pH do meio, que é influenciado pela concentração de ânions (sais de ácidos orgânicos; ortofosfatos; sulfatos; nitratos) e pelo conteúdo de nitrogênio (N). Neste último caso, a influência é de 10% a 20%. Quanto menor a capacidade tamponante da cultura, maior será a habilidade de redução do pH na fase de fermentação inicial, favorecendo assim o processo de ensilagem.

Culturas utilizadas para produção de silagem

Várias são as espécies utilizadas para produção de silagem. Na Região Amazônica, principalmente em regiões com atividade agrícola forte, são utilizadas diversas culturas, entre elas o milho, o sorgo, o capim-elefante e a cana-de-açúcar. Em um levantamento sobre práticas de produção e utilização de silagens em fazendas leiteiras no Brasil, Bernardes e Rêgo (2014) observaram que 97,0% dos produtores entrevistados usam o milho para produção de silagem. Trata-se de uma prática comum nas regiões onde há grande exploração da cadeia produtiva do leite (Melo et al., 1999). Essa preferência está relacionada ao fato de essa cultura apresentar adequados teores de matéria seca no momento ideal da colheita, baixo poder tampão e bons teores de carboidratos solúveis em água para boa fermentação, aspectos esses que dão origem a silagens de qualidade (Kiyota et al., 2011). No entanto, na região Norte tal cultura é mais utilizada em regiões mais próximas dos grandes centros ou das fronteiras agrícolas.

No fim do período chuvoso dessa região, é comum haver produção excedente de capins tropicais, principalmente capim-elefante e capins do gênero *Panicum*. Entretanto, essas

culturas apresentam elevado teor de umidade, baixos teores de carboidratos solúveis e alto poder tampão e, conseqüentemente, limitações para uso como silagem.

Uma alternativa para contornar tais limitações é o uso de subprodutos da agroindústria regional como aditivo absorvente de umidade, como, por exemplo, o farelo de dendê e a torta de murumuru (Menezes, 2012). Pode-se ainda realizar a ensilagem da cultura de alto teor de umidade juntamente com a planta inteira de milho (Santos et al., 2011, 2014; Townsend et al., 2013). Vários subprodutos podem ser utilizados como absorvente de umidade, desde que sejam pré-secos, como, por exemplo, os subprodutos de frutas regionais (cupuaçu, manga, coco, bacuri, biribá, pupunha, buriti, graviola e tucumã), os subprodutos da mandioca (rama, folhas, casca, cepa e bagaço) e os resíduos de cervejaria. Já para aumentar o teor de carboidratos solúveis na massa ensilada, os produtores têm a opção de adicionar melaço de cana-de-açúcar (Silva, 2012). Destaca-se que é importante que o produtor e o técnico atentem para o preço e a disponibilidade dos subprodutos supracitados na região. Na Tabela 2, são destacadas algumas vantagens e limitações do uso de silagem como forragem conservada em propriedades leiteiras na Amazônia.

Tabela 2. Vantagens e limitações do uso de silagem como forragem conservada em propriedades leiteiras na região Norte.

Vantagem	Limitação
Facilidade de condução pelo conhecimento das técnicas inerentes ao processo	O processo é caracterizado pelas perdas ao longo da colheita, do armazenamento e do descarregamento até a ingestão pelo animal
Boas condições para produção de espécies forrageiras a serem fenadas o ano todo	Dificuldades estruturais da propriedade para a produção própria, em razão da falta de infraestrutura
É um alimento de boa aceitabilidade pelos animais	Dependendo dos insumos utilizados, pode gerar um produto de elevado custo
Pode ser produzido e utilizado em grande ou pequena escala	Jamais a silagem de determinada cultura terá seu valor nutritivo melhorado pelo processo de conservação
É uma opção de aproveitamento do excedente de produção	O armazenamento de grandes volumes de forragem pode gerar maiores custos ao produtor
É considerada uma boa fonte energética	
Proporciona a maximização da produção animal nos meses de escassez de alimento	
Pode ser armazenada em estrutura simples	

Principais alimentos para misturas concentradas

Soja

Além da soja em grão, existem os produtos resultantes da extração do seu óleo, como a casquinha de soja e o farelo de soja, e este último é o mais utilizado em misturas

concentradas para bovinos. Cada tonelada de soja moída para a extração do óleo gera, em média, 73% a 78% de farelo e 5% de casca. A seguir esses três ingredientes são brevemente descritos.

Soja em grão

O grão de soja possui proteína de alta degradabilidade ruminal, muito interessante para vacas de alta produção leiteira. Como oleaginosa, pode ser utilizada também para elevar o valor energético das dietas. A quebra do grão cru, pela moagem, por exemplo, pode aumentar a eficiência na digestão no rúmen, facilitando principalmente o acesso ao amido. Já o processamento pela tostagem diminui a degradabilidade ruminal (aumento do teor de proteína não degradável no rúmen) e elimina fatores antinutricionais. Para ruminantes, não há restrição quanto a sua inclusão na dieta, no entanto recomenda-se não utilizar ureia quando o grão estiver cru. Além disso, deve-se ter atenção quanto aos efeitos deletérios do excesso de gordura. No caso do grão tostado, o aquecimento inativa as enzimas urease e lipase, o que aumenta o tempo de armazenamento do alimento.

Casquinha da soja

A casca da soja passa por dois processos: tostagem para inativar a enzima urease e posterior moagem para aumentar a densidade do material. Suas características físico-químicas, a facilidade de aquisição em algumas regiões e seu preço competitivo fazem dela um alimento interessante para o gado leiteiro. É composta principalmente de fibra de alta degradabilidade potencial, que pode contribuir para um ambiente ruminal mais favorável para a fermentação, além de oferecer menor risco de acidose. É classificada como fonte não forrageira de fibra, porque contém aproximadamente 43% de celulose e 18% de hemicelulose, sendo muito pouco lignificada (1,4% a 4,3%). O teor de amido tem variado de 0% a 9,4%, com valores médios de 3,6%, e pectina em torno de 12,8% da MS.

A substituição do milho pela casca de soja em até 30% em dietas de alto grão (com mais de 60% de concentrado em relação ao volumoso) não afeta o consumo nem apresenta redução significativa da produção total de leite (Ipharraguerre; Clark, 2003; Pedroso et al., 2007). Essa substituição pode chegar até 50% desde que se aumente a proporção de concentrado na dieta ou para animais com menor exigência.

Farelo de soja

É o principal representante dos concentrados proteicos. Pode ser a única fonte proteica da dieta, com alto teor de proteína, alta aceitabilidade, digestibilidade total e degradabilidade ruminal. Na obtenção do farelo, o aquecimento reduz os fatores antinutricionais da soja e aumenta a proporção de proteína não degradada no rúmen (PNDR). Para vacas de alta produção, nos primeiros 100 dias de lactação, o requerimento de PNDR é maior (de 40% a 45% da proteína ingerida). Por isso, o tratamento térmico da soja pode ser interessante, porque reduz a degradabilidade ruminal e aumenta a quantidade da proteína conhecida como *bypass* (proteína bruta que escapa da degradação no rúmen).

Milho

É o principal representante dos concentrados energéticos por causa do seu elevado teor de amido. Quando utilizado em excesso ou fornecido ao rebanho sem adaptação prévia, pode causar problemas metabólicos, como a acidose e a laminite. Além disso, é necessário ser fornecido em harmonia com uma fonte de N disponível, em geral o farelo de soja, sendo ambos principais ingredientes das rações comerciais.

Sorgo

O grão de sorgo surge como opção ao milho pela semelhança em relação ao valor nutritivo e pelo menor custo. Dependendo do genótipo e das condições de cultivo, os teores de fenóis totais, em que o tanino se enquadra, ficam em média inferiores a 0,5%, mas podem ser encontradas variedades com 3%. Em média, apresenta menor valor de digestibilidade do amido e, conseqüentemente, valor energético um pouco menor em comparação ao milho.

Milheto

É um cereal interessante por causa da menor exigência hídrica e da fertilidade de solo. É uma cultura produtiva e surge como opção à safrinha do milho e da soja. Por ter crescimento precoce (espigamento, em média, aos 60 dias após plantio) e alta produção de biomassa, é uma boa alternativa para cobertura do solo (produção de palhada) na Amazônia em sistemas conservacionistas, como plantio direto, rotação e sucessão de culturas, e ainda para a produção de silagem (Torres et al., 2008; Melo et al., 2015).

Torta de dendê ou de palmiste

A Região Amazônica destaca-se no cultivo da palma de óleo ou dendezeiro, favorecida pelo clima tropical úmido, principalmente o estado do Pará, maior produtor nacional da cultura. A torta de palmiste, mais conhecida como torta de dendê, é o produto gerado após a extração do óleo de palmiste, obtido por prensagem da amêndoa do dendê. Por ser resultante da extração do óleo, a composição química da torta pode variar bastante entre as empresas produtoras e até mesmo entre as prensas dentro da mesma empresa, o que resulta na falta de padronização da composição do produto.

De forma geral, a torta de dendê pode ser considerada um concentrado altamente fibroso, com teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) que podem ficar acima de 70% e com mais de 15% de lignina na MS. Observa-se uma grande variação no teor de extrato etéreo, entre 7% e 14%. Esses fatores, associados à baixa aceitabilidade da torta, têm sido relacionados com a redução no consumo voluntário de bovinos leiteiros e ovinos quando a torta de dendê é adicionada ao concentrado em substituição ao milho e/ou ao farelo de soja, com efeitos negativos sobre a digestibilidade da dieta e a produção animal (Vasconcelos, 2010; Maciel et al., 2012). É uma opção de menor custo para compor dietas para animais com menor exigência, como vacas secas ou em final de lactação ou, ainda, em períodos de escassez de forrageira, quando pode substituir parte dos volumosos de baixa qualidade ou aumentar o teor de concentrado na dieta. Entretanto, recomenda-se não ultrapassar 40% da composição dos concentrados.

Torta de coco

A torta de coco tem atraído a atenção de técnicos e produtores, principalmente no estado do Pará, segundo maior produtor brasileiro de coco, por ser um concentrado proteico de menor custo em relação ao farelo de soja. A torta de coco é resultante da prensagem do endosperma sólido do coco (polpa), que é misturado ao material proveniente da despeliculagem, com característica mais fibrosa. A maior ou menor inclusão desse material fibroso, associado ao método e à eficiência de extração, provoca grande variação na composição química da torta. A falta de padronização do produto praticamente exige que se realize a análise antes de sua utilização, para garantir os teores de nutrientes adequados à ração. Como o teor de gordura na dieta acima de 5%–6% prejudica a fermentação ruminal, com efeitos negativos sobre o consumo e a produtividade de bovinos, o elevado teor de extrato etéreo (EE) da

torta de coco, geralmente acima de 20%, limita sua inclusão na ração (Correia et al., 2014). Por sua vez, em virtude da alta digestibilidade da fibra e da boa qualidade da proteína, pode ser utilizada na alimentação de vacas leiteiras de alta produção (Bosa et al., 2012; Silva, 2016).

Mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é cultivada em todo o território brasileiro, e a região Norte é responsável por aproximadamente 38% da produção nacional. A produção de mandioca é uma atividade de excelente empregabilidade, sobretudo para pequenos produtores. As raízes são utilizadas para fabricação de farinhas, a fécula (ou amido) para produção de polvilho, a parte aérea da planta é utilizada como fonte proteica no enriquecimento de farinhas. Cerca de 10% da mandioca total utilizada na fabricação de farinha é eliminada na forma de casca e cerca de 3% a 5% na forma de farinha de varredura. Tanto a casca quanto a farinha de varredura podem ser aproveitadas na alimentação de bovinos (Caldas Neto et al., 2000). As raízes in natura também podem ser fornecidas picadas aos animais após lavagem para que o excesso de terra seja retirado. Entretanto, se forem de variedade brava (teor de ácido cianídrico-HCN acima de 50 mg kg^{-1}), será necessário o descanso por um dia antes do fornecimento, ou então devem ser desidratadas ao sol (raspas) para volatilização e redução dos teores de HCN, o que também facilita o armazenamento e a incorporação na ração.

O principal resíduo da produção de farinha é a casca da mandioca, a qual é constituída por ponta da raiz, casca e entrecasca. Apresenta alta variabilidade na sua composição química, com maior teor de FDN em relação às raspas (20%-40%), porém ainda apresenta boa porcentagem de amido residual, podendo chegar a 40% da MS. É um produto de baixo custo que pode ser aproveitado em dietas para animais de menor exigência nutricional ou em períodos de escassez de forrageira, aumentando o teor de concentrado da dieta.

Subprodutos do cupuaçu

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.) pode ser encontrado nas regiões Sul e Sudeste da Amazônia Oriental, mas seu cultivo está presente em todo o bioma Amazônia por ser uma das frutas mais atrativas da região. A semente resultante da despoupa do fruto após desidratada e moída apresenta teor de extrato etéreo de

16,8% (Giordani Júnior, 2017). A torta do cupuaçu é obtida da extração de óleo (manteiga), por prensa mecânica, da semente (amêndoa) livre do resíduo da polpa e após passar por um processo de fermentação e torra.

Em estudo realizado no estado de Mato Grosso para avaliar a torta de cupuaçu na alimentação de ovinos, Pereira (2009) observou teores de proteína bruta (PB) e EE de 19,5% e 20,4%, respectivamente. Lima (2005), que avaliou a torta de cupuaçu na alimentação de búfalas no estado do Pará, observou que os teores de PB e EE foram de 13,4% e 13,7%, respectivamente. Em estudo para avaliar o uso da torta de cupuaçu na alimentação de vacas Girolando em Rondônia, Salman et al. (2014) observaram valores de PB e EE de 12,59% e 12,33%, respectivamente. Essas variações podem estar relacionadas aos diversos fatores que podem interferir na composição química e bromatológica de um alimento ou subproduto, como características edafoclimáticas, condições de fertilidade do solo, maturidade da planta e diferenças genéticas entre elas, assim como, no caso específico do EE da torta do cupuaçu, o método de extração da manteiga.

Babaçu

O babaçu (*Orbygnia speciosa*) pertence à família das palmeiras. É dotada de frutos com sementes oleaginosas das quais se extrai um óleo utilizado na alimentação humana, na fabricação de remédios e cosméticos, além de ser alvo de pesquisas para produção de biocombustíveis. A torta de babaçu é resultante do processo de extração do óleo e, como quase todos os subprodutos agroindustriais, sua composição química é bastante variável e seu valor nutricional é prejudicado em razão da presença de partículas de endocarpo e de cascas que aumentam os teores de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina, reduzindo a digestibilidade da MS. O teor de EE da torta de babaçu varia entre 5,8 a 9,4 (% na MS). Segundo Castro (2012), a torta de babaçu pode substituir em até 19% a cana-de-açúcar hidrolisada na dieta total de novilhas leiteiras mestiças Holandês x Zebu.

Formulação de dietas para bovinos leiteiros

O primeiro passo do processo de balanceamento de dietas para animais é conhecer os alimentos disponíveis. Na Tabela 3, são apresentadas algumas características de alimentos volumosos e concentrados, além de alguns subprodutos da agroindústria que são normalmente utilizados na alimentação de bovinos. Foram incluídas apenas

Tabela 3. Teores de matéria seca (MS), nutrientes digestíveis totais (NDT), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) em alguns alimentos volumosos e concentrados (energéticos e proteicos) disponíveis na Região Amazônica.

Alimento		MS (%)	NDT	PB (% de MS)	FDN
Volumosos					
Pasto	<i>Brachiaria</i> spp.	34,1	51,0	6,9	70,6
	Capim-marandu	34,1	58,1	7,7	72,1
	Capim-xaraés	24,1	-	9,3	69,6
	Humidícola	29,6	-	7,4	78,2
	Mombaça	27,6	-	10,7	70,2
Capineira	Capim-elefante	26,7	47,0	6,6	74,4
Cana-de-açúcar	Planta inteira	28,1	63,6	2,6	55,9
Silagem	Milho	30,9	61,9	7,3	55,7
	Sorgo	30,7	53,5	7,0	61,7
	Capim-elefante	27,5	-	5,5	75,3
Concentrados energéticos					
Arroz	Farelo	88,1	79,5	14,4	34,7
Babaçu	Torta	90,7	65,9	19,3	71,4
Cupuaçu	Torta	93,5	-	13,5	46,5
	Semente	91,0	83,5	8,3	51,4
Dendê/Palmiste	Torta	92,5	60,5	15,5	71,7
Girassol	Semente	92,4	-	19,0	28,6
Mandioca	Farinha de varredura	91,5	70,6	2,4	12,2
	Raiz dessecada	43,9	-	2,4	-
	Raspa	87,0	-	3,3	10,4
Milho	Grão inteiro	88,9	76,4	14,1	18,1
	Grão triturado	91,6	86,4	9,0	20,7
	DPS ⁽¹⁾	87,8	68,2	8,1	38,9
	Silagem de grão úmido	69,9	-	7,9	12,4
Murumuru	Torta	89,0	-	9,9	83,9
Pupunha	Farinha	94,4	-	4,0	59,8
Sorgo	Grão	87,7	78,4	9,6	13,2
	Silagem de grão úmido	77,6	-	8,1	9,4
Soja	Casquinha	92,5	77,0	13,0	62,0
Concentrados proteicos					
Algodão	Caroço	90,8	82,9	23,1	45,0
	Farelo	89,8	65,8	38,0	43,7

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Alimento		MS (%)	NDT	PB (% de MS)	FDN
Babaçu	Torta	90,0	55,2	21,31	72,3
Castanha	Torta	95,3	-	33,2	48,5
Cervejaria	Resíduo úmido	16,1	76,8	29,2	47,7
Coco	Torta	90,8	-	21,6	40,6
Girassol	Farelo	90,4	-	31,5	43,8
Glúten	Farelo	87,5	73,5	23,2	39,5
Soja	Farelo	88,6	81,0	45,0	14,8
	Grão	90,8	91,0	38,7	14,0

⁽¹⁾DPS = Desintegrado com palha e sabugo.

Fonte: National Research Council (2001), Salman et al. (2011), Bosa et al. (2012), Maciel et al. (2012), Menezes (2012), Silva (2016), Giordani Júnior (2017) e Valadares Filho et al. (2017).

informações referentes aos teores de MS, nutrientes digestíveis totais (NDT), PB e FDN dos alimentos com o intuito de facilitar e ilustrar os exemplos de cálculo das proporções de ingredientes nas misturas concentradas que serão apresentadas mais adiante. No entanto, Valadares Filho et al. (2017) vêm há alguns anos organizando sistematicamente informações detalhadas das características nutricionais das principais forragens e alimentos utilizados na alimentação de rebanhos bovinos no Brasil, as quais estão disponíveis para consulta no site da Universidade Federal de Viçosa².

Os concentrados podem ser formulados de forma manual e simples, utilizando-se o método do Quadrado de Pearson ou equações algébricas, sendo formas alternativas e emergenciais no caso de falta de programas de formulação de ração mais sofisticados (Lana, 2007).

Método do Quadrado de Pearson

O método do Quadrado de Pearson pode ser utilizado com dois ou mais alimentos concentrados, dos quais um deve ser proteico (farelo de soja) e outro energético (milho grão triturado). A seguir, será descrita a formulação de um concentrado com 22,0% de PB, utilizando os dois ingredientes supracitados: farelo de soja (FS) com teor de 45,0% de PB e milho grão triturado (MGT) com 9,0% de PB.

² Disponível em: <<http://cqbal.agropecuaria.ws/index.php>>.

Exemplo 1

Concentrado com farelo de soja (FS) e milho grão triturado (MGT)

Ingredientes	Valor de PB (%)	Valor esperado	Diferença	Proporção no concentrado (%)
FS	45	22	13 [9-22]	36,1 [13 ÷ 36 × 100]
MGT	9		23 [45 - 22]	63,9 [23 ÷ 36 × 100]
Total			36 [13 + 23]	100 [36,1 + 63,9]

As proporções de cada ingrediente são estimadas pela diferença entre o teor de PB de cada ingrediente (Tabela 3) e o teor de PB desejado no concentrado (valor esperado). Então, de acordo com o exemplo 1, são 13 partes do FS ($9 - 22 = 13$) para 23 partes de MGT ($45 - 22 = 23$ partes de MGT), que, em 100 kg de uma mistura de ração concentrada, representa 36,1 kg de FS e 63,9 kg de MGT.

Na formulação com três ingredientes, dos quais dois são proteicos e um energético, ou um proteico e dois energéticos, procede-se à mistura dos ingredientes com mesma classificação nutricional.

Exemplo 2

Concentrado com dois ingredientes proteicos – farelo de soja (FS) e farelo de algodão (FA) –, mais uma fonte energética – milho grão triturado (MGT). Primeiramente, estima-se o teor da mistura proteica com 50,0% de FS e 50,0% de FA, conforme quadro a seguir:

Ingrediente	PB ingrediente (%)	Proporção dos ingredientes (%)	PB na mistura (%)	Cálculo
FS	45	50	22,5	$45 \times 50 \div 100$
FA	38	50	19,0	$38 \times 50 \div 100$
Total			41,5	22,50 + 19,00

Após proceder à mistura dos ingredientes proteicos, e conhecendo seu teor de PB (41,5%), realiza-se a aplicação do Quadrado de Pearson, que é descrito a seguir:

Ingredientes	Valor de PB (%)	Valor esperado	Diferença	Proporção no concentrado (%)
Mistura proteica (FS + FA)	41,5	22	13 [9–22]	40 [13 ÷ 36 × 100]
MGT	9		19,5 [41,5 – 22]	60 [19,5 ÷ 32,5 × 100]
Total			32,5 [13 – 19,5]	100 [40 + 60]

Pelo método do Quadrado de Pearson, ainda é possível fazer a inclusão de núcleo mineral-vitamínico (conforme recomendação dos fabricantes), que suplementa as deficiências de macro e microminerais e também a de vitaminas da dieta de bovinos leiteiros.

Exemplo 3

Para a inclusão de 4,0% de núcleo mineral-vitamínico no concentrado formulado no exemplo 1, é preciso primeiramente calcular o teor de PB prévio que será utilizado no Quadrado de Pearson, para que se obtenha ao final o teor de PB desejado. Para isso, realiza-se uma regra de três inversa:

PB esperada no concentrado	22	100%
PB prévia	x	96%
PB prévia (%) = $22 \times 100 \div 96 = 22,92$		

De posse do valor prévio do teor de PB, realiza-se o Quadrado de Pearson. A soma das partes referentes aos ingredientes proteicos e energéticos é igual a 96,0%, devido à inclusão de 4,0% do núcleo mineral-vitamínico:

Ingredientes	Valor de PB (%)	Valor esperado	Diferença	Proporção no concentrado (%)
FS	45	22,92	13,92 [9 - 22,92]	37,12 [13,92 ÷ 36 × 96]
MGT	9		22,08 [45 - 22,92]	58,88 [22,08 ÷ 36 × 96]
Total			36 [13,92 + 22,08]	96 [37,12 + 58,88]

O teor de proteína da mistura deve ser estimado conforme quadro a seguir:

Ingrediente	Proporção dos ingredientes (%)	PB ingrediente (%)	PB na mistura (%)	Cálculo
FS	37,12	45	16,70	$37,12 \times 45,00 \div 100$
MGT	58,88	9	5,30	$58,88 \times 9,00 \div 100$
Núcleo M-V	4,00	0	0,00	$4,00 \times 0 = 0$
Total			22,00	16,70 + 5,30

É possível balancear a mistura concentrada considerando dois nutrientes, tais como NDT e PB. Nessa situação, denomina-se Quadrado de Pearson Duplo.

Exemplo 4

Cálculo de um concentrado com 22% de PB e 72% de NDT, utilizando FS, MGT, farelo de algodão (FA) e torta de babaçu (TB). As características químicas desses ingredientes foram apresentadas na Tabela 3. Primeiro, calculam-se duas misturas: M1 (exemplo 1) e M2 com o teor de PB similar (22% de PB). A mistura M2 deve ser balanceada conforme o exemplo a seguir:

Ingredientes M2	Valor de PB (%)	Valor esperado	Diferença	Proporção no concentrado (%)
FA	38	22	0,7 [21,3 – 22]	4,19 [0,7 ÷ 16,7 × 100]
TB	21,3		16 [38 – 22]	95,81 [16 ÷ 16,7 × 100]
Total			16,7 [0,7 + 16]	100 [4,19 + 95,81]

Em seguida, o teor de NDT de cada mistura (M1 e M2) deve ser estimado conforme os quadros a seguir:

Ingrediente	Proporção na M1 (%)	NDT ingrediente (%)	NDT M1 (%)	Cálculo
FS	36,11	81,00	29,25	$36,11 \times 81,00 \div 100$
MGT	63,89	86,40	55,20	$63,89 \times 86,40 \div 100$
Total	100		84,45	29,25 + 55,20

Ingrediente	Proporção na M2 (%)	NDT ingrediente (%)	NDT M2 (%)	Cálculo
FA	4,19	65,77	2,76	$4,19 \times 65,77 \div 100$
TB	95,81	49,38	47,31	$95,81 \times 49,38 \div 100$
Total	100		50,07	2,76 + 47,31

Obtidos os teores de NDT (84,45% e 50,07% das misturas M1 e M2, respectivamente) com teores de PB idênticos (22% de PB), procede-se à resolução de um novo Quadrado de Pearson para a obtenção de uma terceira mistura (M3), com os respectivos percentuais de M1 e M2:

Exemplo 4. Continuação

Mistura	Valor de PB (%)	Valor esperado	Partes	Diferença	Proporção no concentrado (%)
M1	84,45	72	21,93	[50,07 – 72]	63,79
M2	50,07		12,45	[84,45 – 72]	36,21
Total				34,38	100

Por fim, calcula-se a proporção de cada ingrediente na M3, constituída de 63,89% da M1 e 36,20% da M2, conforme quadro a seguir:

Ingrediente	Proporção nas misturas (%)	Relação M1:M2	Proporção em M3 (%)	Cálculo
FS	36,11	63,79	23,03	$36,11 \times 63,79 \div 100$
MGT	63,89	63,79	40,75	$63,89 \times 63,79 \div 100$
FA	4,19	36,21	1,52	$4,19 \times 36,21 \div 100$
TB	95,81	36,21	34,70	$95,81 \times 36,21 \div 100$

Softwares para balanceamento de rações

Atualmente, os softwares mais utilizados para formulação de ração para bovinos têm como base a programação linear, em que são empregadas várias equações múltiplas que podem agrupar informações de grande número de ingredientes ao mesmo tempo, juntamente com várias restrições, sejam informações nutricionais ou de custos, no qual o formulador deve estabelecer os limites máximos e mínimos de inclusão dos ingredientes, conforme as características e exigências nutricionais da categoria animal. De posse desses softwares, além de formular concentrados energéticos ou proteicos e misturas minerais, é possível o balanceamento de dieta total (volumosos mais concentrados) para diferentes categorias de bovinos leiteiros. A maioria dos programas de formulação funciona com equações para balancear rações de custo mínimo.

De acordo com Pastore et al. (2010), na formulação de custo mínimo, a variável a ser minimizada é o custo total da dieta, que pode ser expresso por $(MIN)_z$, também chamado de função objetivo:

$$(MIN)C = \sum_1^n (I_n \times C_n)$$

em que:

$(MIN)_z$ = custo mínimo.

I = ingredientes.

C = custo do ingrediente.

De acordo com esses mesmos autores, as exigências ou os limites de inclusão dos ingredientes formam as inequações ou equações que são chamadas de restrições do modelo, as quais são expressas da seguinte maneira:

$$\sum_1^n (I_n \times C_n) \geq \text{ou} \leq \text{ou} = \text{Exig}(N)$$

em que:

$I_n \geq 15\%$ = a quantidade do ingrediente n deve ser igual ou maior que 15%.

$\text{Exig}(N)$ = exigências nutricionais (limite de inclusão do ingrediente).

Tomando como base a elaboração de um concentrado com valores de 26%, 82%, 0,90% e 0,45% de PB , NDT , cálcio (Ca) e fósforo (P), respectivamente, e utilizando-se a composição química dos ingredientes farelo de soja (FS), grão de milho triturado (GMT), fosfato bicálcio (FB) e calcário calcítico, pode-se ilustrar a utilização das seguintes equações na programação linear:

$$PB(\%) = FS \times 0,4876 + GMT \times 0,0938 + FB \times 0,00 + CC \times 0,00 \text{ (Restrição, } PB = 26\%)$$

$$NDT(\%) = FS \times 0,8073 + GMT \times 0,8603 + FB \times 0,00 + CC \times 0,00 \text{ (Restrição, } NDT \geq 82\%)$$

$$Ca(\%) = FS \times 0,0033 + GMT \times 0,0003 + FB \times 0,2416 + CC \times 0,3735 \text{ (Restrição, } Ca = 0,90\%)$$

$$P(\%) = FS \times 0,0057 + GMT \times 0,0025 + FB \times 0,1851 + CC \times 0,0001 \text{ (Restrição, } P = 0,45\%)$$

Suponha-se que o custo do quilograma dos alimentos seja $FS = R\$ 1,80$; $GMT = R\$ 0,75$; $FB = R\$ 2,00$ e $CC = R\$ 0,20$. Por programação linear, é possível

construir equações para cálculo do custo mínimo do quilograma do concentrado, de forma que todas as restrições citadas sejam atendidas.

A equação para obtenção do custo mínimo é apresentada a seguir:

$$\text{Custo (R\$ por kg)} = FS \times 1,80 + GMT \times 0,75 + FB \times 2,00 + CC \times 0,20$$

A função de valor mínimo para determinada restrição pode ser obtida por meio de ferramentas simples de planilhas eletrônicas, como, por exemplo, o Solver da planilha Excel.

O resultado desse exemplo é uma ração concentrada com 26% de PB, contendo a seguinte proporção de ingredientes (em % da MS): 55,81 de MGT, 42,55 de FS, 1,51 de FB e 0,37 de CC. O custo por kg dessa ração em reais (R\$) é de 1,19.

Alimentação do rebanho leiteiro

Para que o sistema de alimentação seja eficiente, devem-se considerar as particularidades nutricionais de cada categoria animal do rebanho (bezerras, novilhas, vacas secas e vacas em lactação). Dessa forma, a seguir encontram-se as informações separadas por categoria animal.

Bezerras (0–12 meses)

Objetivo: Garantir que os animais adquiram imunidade e desenvolvam o retículo-rúmen.

Principais cuidados no caso de aleitamento artificial:

1º dia – Fornecimento de colostro o mais rápido possível após o parto. Se não for possível via mamada, deve-se fornecer em mamadeira na quantidade de 10% do PV.

1ª semana – Fornecimento de leite com o uso de balde ou mamadeira ou outro recipiente similar, na quantidade de 4 L divididos em duas refeições diárias durante a primeira semana de vida do animal. A higiene e a desinfecção dos recipientes utilizados devem ser realizadas diariamente logo após o término do aleitamento.

2ª semana – A mesma quantidade de leite pode ser oferecida uma vez ao dia (de manhã ou à tarde). Deve-se iniciar o fornecimento de alimentos sólidos. Como as bezerras têm elevada exigência nutricional, deve-se fazer uso de capins de alto valor

nutricional, de porte baixo e de folhas tenras, que podem ser picados e oferecidos no cocho ou em piquetes bem manejados. As gramíneas do gênero *Cynodon*, como o capim-estrela, o *coast-cross* e *tifton*, são as mais indicadas para essa categoria. O uso de silagem deve ser evitado até os 3 meses de idade.

Observação:

O concentrado inicial deve ter na sua composição alimentos considerados de excelente qualidade, como grãos de milho, raspa de mandioca, farelo de soja, farelo de algodão e misturas minerais e vitamínicas. O desmame pode ser realizado quando as bezerras apresentarem consumo de dieta sólida em torno de 600 g–800 g por dia, o que ocorre com 6 a 8 semanas de vida.

Novilhas (desmame até a 1ª cobrição)

Objetivo: Atingir peso e escore corporal (EC) adequados (EC = 3, na escala de 1 a 5) para cobrição o mais cedo possível de forma economicamente viável. O peso corporal (PC) mínimo recomendado para cobrição de novilhas mestiças Holandês x Zebu é de 360 kg, o que ocorre por volta dos 18–20 meses de idade, dependendo do manejo nutricional adotado.

Principais cuidados: Pastos bem manejados podem suprir os nutrientes para o crescimento das novilhas, desde que uma mistura mineral esteja sempre à disposição. A suplementação volumosa na estação seca pode ser feita com silagem de milho (ou sorgo) ou capim-elefante verde picado ou cana-de-açúcar (adicionada ou não de 1% de mistura de ureia mais sulfato de amônio). O fornecimento de concentrado às

Observação:

Deve-se evitar até os 6 meses de idade ganho de peso diário acima de 900 g e EC acima de 3,5. Altas taxas de ganho nesse período podem prejudicar o desenvolvimento da glândula mamária e a futura produção de leite da novilha. Os cochos para suplementação alimentar devem ser dimensionados considerando 30 cm linear por animal, o que reduz a competição entre animais durante a alimentação.

novilhas depende da idade, da qualidade do alimento volumoso utilizado e do plano de alimentação adotado. Até o início da puberdade (idade ao primeiro cio), a dieta (volumoso ou volumoso e concentrado) deve ter 14% de PB e 65% de NDT.

Vacas

Ao se alimentarem, as vacas primíparas devem estar separadas das vacas mais velhas (múltiparas), a fim de evitar comportamentos de dominância que diminuem o consumo e prejudicam a produção de leite.

O monitoramento da condição corporal de vacas no período pré-parto é recomendado para evitar que as vacas cheguem ao parto magras ($EC < 2,5$) ou gordas ($EC > 4$). Vacas que chegam ao parto com excesso de gordura corporal apresentam menor capacidade de consumo no período pré-parto, têm maior chance de apresentar distúrbios metabólicos como cetose, fígado gorduroso e deslocamento do abomaso e, conseqüentemente, problemas de reprodução e de produção de leite.

Um plano de alimentação para vacas em lactação deve considerar os três estádios da curva de lactação, pois as exigências nutricionais dos animais são distintas para cada um deles. Nas primeiras semanas após o parto, as vacas não conseguem consumir alimentos em quantidades suficientes para sustentar a produção crescente de leite até o pico da lactação, que ocorre em torno de 5 a 7 semanas após o parto. Por isso, é importante que recebam uma dieta que possa permitir a maior ingestão de nutrientes possível, evitando que percam muito peso e tenham sua vida reprodutiva comprometida. Logo, as vacas devem ter acesso às pastagens de excelente qualidade manejadas de forma que haja sempre disponibilidade de forragem em quantidade e qualidade suficiente para permitir alta ingestão de matéria seca. Para isso, o manejo dos pastos em sistema de lotação intermitente é prática recomendada.

Durante a estação seca (período de escassez de chuvas), período em que ocorre menor disponibilidade de forragem na pastagem, há necessidade de suplementação com volumosos: silagem, feno, capim-elefante verde picado e/ou cana-de-açúcar (adicionada ou não de 1% de mistura de ureia mais sulfato de amônio).

O monitoramento da sobra ou do excesso que fica no cocho é uma regra prática para determinar a quantidade de volumoso a ser fornecida. Caso não haja sobras ou se sobrar menos do que 10% da quantidade total fornecida no dia anterior, aumente a quantidade de volumoso a ser fornecida. Caso haja muita sobra, reduza a quantidade.

A mistura concentrada com 18%–22% de PBe 60%–70% de NDT deve ser acrescentada ao volumoso e dividida em duas refeições diárias, de preferência após a ordenha. Deve-se tomar o cuidado de retirar restos de alimentos mofados do cocho antes de fornecer nova alimentação.

Na estação das chuvas, deve ser fornecido 1 kg de concentrado para cada 3 kg de leite produzido acima de 5 kg. No período seco, deve se utilizar a mesma relação, porém acima de 3 kg de leite produzidos.

No terço final da lactação, a produção de leite é bem menor em relação ao início, e a capacidade de ganho de peso é crescente, por isso deve-se tomar cuidado para evitar que as vacas ganhem condição corporal em excesso ($EC > 3,5$). Nesse período, a suplementação com concentrado pode ser suspensa, principalmente se a condição corporal estiver acima de 3,5. Para a manutenção do peso, pode-se fazer a suplementação apenas com volumoso no período seco.

Vacas em lactação requerem quantidade muito grande de água, uma vez que o leite é composto de 87% a 88% de água. Ela deve estar à disposição dos animais, à vontade e próxima dos cochos. Normalmente, as vacas consomem 8,5 L de água para cada litro de leite produzido.

Suplementação mineral e vitamínica

Os minerais têm papel importante para o sistema reprodutivo, sendo essenciais na manutenção do crescimento, no metabolismo energético, nas respostas imunológicas, entre outras funções relacionadas não só com a manutenção da vida, mas também com a produção animal.

Em quantidades adequadas, os alimentos são capazes de fornecer os minerais para suprir as necessidades diárias dos animais. No entanto, a alimentação dos rebanhos leiteiros na Região Amazônica é baseada em pastagens que raramente contêm, em quantidades necessárias, todos os nutrientes essenciais ao bom desempenho reprodutivo e produtivo (Tokarnia, 2010).

Deficiências severas de minerais são detectáveis com relativa facilidade, já que causam perturbações ou sintomas bastante característicos (Tabela 4). Por sua vez, estados de carências mais leves, que causam sinais pouco específicos, como redução na taxa de crescimento, problemas de fertilidade, baixo rendimento de carcaça e menor produção de leite, são tão ou mais importantes, uma vez que passam muitas vezes despercebidos e causam perdas econômicas consideráveis (Tokarnia et al., 2000).

Tabela 4. Principais distúrbios e doenças causadas pela deficiência de minerais em bovinos leiteiros.

Elemento ⁽¹⁾	Doença/Distúrbio
Ca, P	Raquitismo, osteomalacia; abortos; baixa produção de leite
P	Atraso da puberdade e estro pós-parto, moderada à baixa taxa de concepção, nascimento de fetos mortos ou fracos
Mg	Tetania
Fe, Cu	Anemia
Cu	Alterações cardíacas, alterações na coloração dos pelos, atraso no estro e baixa na taxa de concepção, aborto ou mumificação do feto
Mn	Estro silencioso, estro irregular, infertilidade, abortos, redução na motilidade dos espermatozoides (SPTZ), nascimento de animais deformados
Se	Retenção de placenta
Co	Baixa taxa de concepção

⁽¹⁾ Ca = cálcio; P = fósforo; Mg = magnésio; Fe = ferro; Cu = cobre; Mn = manganês; Se = selênio; Co = cobalto.

Fonte: adaptado de Mendonça Júnior et al. (2011).

Recomenda-se disponibilizar mistura mineral para os animais de forma que o consumo diário seja cerca de 30 g a 50 g de cloreto de sódio por animal, o que representa entre 60 g e 100 g de uma mistura mineral completa e pronta para o uso (Peixoto et al., 2005).

Para a maioria dos minerais, com exceção do Ca, a absorção pelo animal não possui controle e regulação precisos e depende integralmente da oferta de quantidade suficiente do mineral na dieta. Dessa forma, as determinações das exigências dos minerais foram formuladas por métodos fatoriais. Pelo método fatorial, as quantidades necessárias para atendimento das exigências diárias são obtidas pela soma das necessidades de manutenção, lactação, gestação e crescimento, levando em consideração o coeficiente de absorção do mineral. A recomendação, nesse caso, leva em consideração a concentração do elemento na dieta para concretizar o desempenho esperado: ganho ou manutenção de peso ou produção de leite (National Research Council, 2001; Mattos; Souza, 2006).

Dos cerca de 50 minerais contidos no organismo, somente 15 são indispensáveis aos processos metabólicos e, por essa razão, devem estar presentes na alimentação: Ca, P, magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), cloro (Cl), enxofre (S), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), iodo (I), cobalto (Co), zinco (Zn), selênio (Se) e molibdênio (Mo). Os sete primeiros são denominados macrominerais, pois são necessários aos animais em quantidades maiores, geralmente em gramas. Os oito últimos são denominados

microminerais, porque são necessários aos animais em pequenas quantidades, em miligramas ou microgramas (Tokarnia et al., 2000).

O Ca representa de 1% a 3% do PC dos animais e participa ativamente da mineralização óssea, regulação metabólica, coagulação sanguínea e transmissão de impulsos nervosos. Aproximadamente 99% do Ca estão localizados no esqueleto, no qual, juntamente com o P, garante a força e a durabilidade dos ossos. Para manutenção de rebanhos não lactantes, a quantidade exigida de Ca absorvível é de 1,54 g por 100 kg de PC. Para animais lactantes, a necessidade de manutenção é de 3,10 g por 100 kg de PC (González, 2000).

No momento do cálculo e do balanceamento da dieta, é importante lembrar que os níveis de minerais em cada alimento não representam a real quantidade a ser absorvida pelos animais. O National Research Council (2001) sugeriu que os coeficientes de absorção de Ca variam de acordo com o tipo de alimento. Por exemplo, nas pastagens e forragens verdes, o coeficiente é de 30%; para os grãos e seus farelos ou subprodutos, é de 60%. Já para alguns suplementos minerais, como o carbonato de cálcio, seria de 70%; e para o fosfato bicálcico, 94%. Uma inadequada relação Ca:P pode alterar os requerimentos de manutenção desses minerais.

O P é o segundo elemento mineral mais abundante no organismo animal. Sua concentração no organismo varia entre 0,7% e 1,2%. Além de sua participação vital no desenvolvimento e na manutenção dos tecidos esqueléticos, funciona como um componente dos ácidos nucleicos, que são essenciais para o crescimento e a diferenciação celular. Em conjunto com outros elementos, o P tem também papel na regulação osmótica e no equilíbrio ácido-base, além de ter vital importância em funções metabólicas, incluindo a utilização de energia e transferência de elétrons, formação de fosfolípidos, transporte de ácidos graxos e formação de aminoácidos e proteínas (Underwood, 1981). O P é exigido pelos microrganismos do rúmen para o crescimento e o metabolismo celular (National Research Council, 2001).

Da mesma forma que, para os demais macrominerais, as exigências de P para manutenção têm sido calculadas pela soma das excreções metabólicas fecais e urinárias desse elemento. O Agricultural Research Council (1980) considerou a exigência diária de P absorvível para manutenção de 1,0 g kg⁻¹ de MS consumida pelo animal.

Diversos alimentos podem ser utilizados na dieta do animal para atender as exigências de fósforo. Os teores de P em gramíneas forrageiras tropicais variam de 0,8 g kg⁻¹ a 3,0 g kg⁻¹ de MS. Os níveis mais baixos não permitem elevados desempenhos na

ausência de suplementação com outras fontes, entretanto tem-se observado que, em pastagens tropicais bem manejadas, os teores de P tendem a ser mais elevados, de 2 g kg⁻¹ a 3 g kg⁻¹ de MS, o que reduz, mas não elimina, a necessidade de fornecimento suplementar de P.

Não existem incrementos significativos na produção ou no desempenho reprodutivo de vacas que ingerem quantidades de P acima das suas necessidades reais. Assim, para rebanhos com produções de leite médias, as quantidades de P nas dietas devem variar entre 3,2 g kg⁻¹ e 4,2 g kg⁻¹ de MS consumida (National Research Council, 2001).

O fosfato bicálcico é uma das fontes de P mais utilizadas na suplementação do rebanho bovino brasileiro. Mas, atualmente, alguns fertilizantes fosfatados, como, por exemplo, o superfosfato triplo e o fosfato monoamônio, têm sido usados como fontes para ruminantes. Os fosfatos de rocha também podem ser utilizados, no entanto deve-se ter cuidado com a concentração de flúor, já que, a partir de 30 mg kg⁻¹ de MS na dieta de bovinos, o nível é considerado tóxico (McDowell, 1992 citado por Costa e Silva et al., 2016). A recomendação para a inclusão do fosfato de rocha na mistura mineral tem sido de 30% do P inorgânico total. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) proíbe a comercialização de misturas minerais contendo flúor acima de 2 mil miligramas por quilograma. Os fertilizantes superfosfato triplo, fosfato monoamônico e fosfato de rocha apresentam flúor na concentração de 57 mg kg⁻¹, 100 mg kg⁻¹ e 150 mg kg⁻¹, respectivamente (Barbosa, 2017).

Existem basicamente três tipos de fosfato bicálcico: os produzidos via cal virgem, via cal hidratada e aqueles produzidos via calcário. Contudo, não há na literatura trabalhos que comprovem maior ou menor biodisponibilidade do P para os diferentes fosfatos bicálcicos produzidos no Brasil (Balsalobre et al., 2006).

O K representa aproximadamente 0,3% da composição do organismo e é o terceiro elemento mais abundante no corpo dos animais. Atua na regulação da pressão osmótica, na transmissão de impulsos nervosos, na regulação do equilíbrio ácido-base, na contração muscular e no controle do equilíbrio hídrico. Por ter pouca reserva corporal, deve ser suprido diariamente. Deficiências de K são raras, pois os alimentos em geral são ricos nesse mineral.

As exigências de K absorvível para manutenção de vacas em lactação são de 0,038 g por 100 kg de PC, adicionadas de 6,1 g kg⁻¹ de MS consumida. Para crescimento, a exigência é de 1,6 g kg⁻¹ de ganho de peso diário; e, para lactação, de 1,5 g L⁻¹ de leite produzido (National Research Council, 2001). A principal fonte de K nos suplementos minerais é o iodato de potássio.

Aproximadamente 0,15% do peso corporal de um ruminante adulto é constituído de S. Geralmente a concentração desse mineral está diretamente relacionada à concentração de proteína da dieta. Caso se utilize N de fontes não proteicas, como no caso da ureia, devem-se incorporar fontes adicionais de S, visando assegurar a incorporação de N como proteína microbiana. As principais fontes são os sulfatos.

O Na e o Cl possuem aproximadamente a mesma concentração no organismo animal, em torno de 0,15%. Ambos atuam na regulação da pressão osmótica e do equilíbrio ácido-básico, bem como na condução nervosa, no transporte ativo de nutrientes e na contração muscular. Além disso, o Cl está diretamente ligado à formação de ácido clorídrico no suco gástrico. A principal fonte é o sal comum ou sal branco.

Apesar de se apresentar na maioria das vezes em concentração inferior à dos demais macronutrientes (aproximadamente 0,04% do PC), o Mg é componente dos ossos e participa ativamente das atividades neuromusculares. A principal fonte é o óxido de magnésio (Mattos; Souza, 2006).

Devem-se considerar dois pontos fundamentais no que se refere à suplementação mineral de bovinos. Primeiramente, é preciso estabelecer, com base no histórico e em exames clínicos, se há ou não deficiências em determinada região. Uma vez comprovada, deve-se realizar a suplementação mineral de forma correta. Em segundo lugar, considerando que crenças e equívocos cometidos em relação a esse assunto no Brasil podem causar prejuízos econômicos aos pecuaristas, devem-se seguir recomendações técnicas para suplementação fornecidas por profissionais idôneos e capacitados (Malafaia et al., 2014).

Um fator de suma importância a ser considerado é o correto dimensionamento dos cochos para o fornecimento das misturas minerais. Cochos inadequados para a suplementação mineral, assim como o fornecimento inconstante das misturas minerais e a adição de sal branco nas misturas acima das recomendações dos fabricantes, são determinantes para a ocorrência de deficiências de um ou mais minerais (Bomjardim et al., 2015).

De acordo com a Instrução Normativa nº 152, de 11 de outubro de 2004 (IN nº 152), do Mapa, os suplementos minerais são definidos conforme descrito a seguir:

- **Suplemento mineral:** Possui em sua composição macro e/ou microelementos minerais e pode apresentar no produto final um valor de equivalente proteico menor que 42%.

- **Suplemento mineral com ureia:** Possui na sua composição macro e/ou microelemento mineral e, no mínimo, 42% de equivalente proteico (no produto final).
- **Suplemento mineral proteico:** Possui na sua composição macro e/ou micro elemento mineral e pelo menos 20% de PB para fornecer, no mínimo, 30 g de PB por 100 kg de PC.
- **Suplemento mineral proteico-energético:** Possui na sua composição macro e/ou micro elemento mineral e pelo menos 20% de PB para fornecer, no mínimo, 30 g de PB e 100 g de NDT por 100 kg de PC.

Os suplementos minerais também são classificados quanto ao modo de uso:

- **Prontos para o uso:** Quando se apresentarem prontos para serem fornecidos ao animal.
- **Para mistura:** Quando necessitam ser misturados ao cloreto de sódio (sal comum) ou a outros ingredientes antes de serem fornecidos ao animal.

No entanto, no que diz respeito aos suplementos considerados para mistura, exceto as rações e concentrados, existem valores de referência que devem ser observados (Tabela 5), após a adição ser efetuada, e o cloreto de sódio não poderá exceder 60%

Tabela 5. Valores de referência em suplementos minerais para bovinos leiteiros.

Garantia ⁽¹⁾	Fêmeas em lactação	Outra categoria
Macrominerais (g kg⁻¹)		
Cálcio	Relação com fósforo de 1:1 até 7:1	Relação com fósforo de 1:1 até 7:1
Fósforo	73	40
Magnésio	15	5
Microminerais (mg kg⁻¹)		
Cobalto	25	15
Cobre	650	400
Iodo	40	30
Manganês	1.000	500
Selênio	10	5
Zinco	2.500	2.000
Vitaminas (UI kg⁻¹)		
Vitamina A	100.000	100.000
Vitamina D	10.000	10.000
Vitamina E	1.000	1.000
Consumo ⁽²⁾ (g por UA por dia)	70	70

⁽¹⁾Teor mínimo por kg da mistura final. ⁽²⁾Média para 1 UA = unidade animal (450 kg).

da mistura final. Também nos suplementos minerais prontos para o uso, o cloreto de sódio não poderá exceder 60%.

A IN nº 152 também proíbe a venda de suplemento fracionado e estabelece que os suplementos para alimentação animal devem ser comercializados embalados e rotulados, e neles deve haver informações claras, visíveis, legíveis e indelévels.

Os suplementos minerais devem apresentar na garantia os valores fornecidos por 100 g do suplemento e a quantidade em percentagem do valor de referência (VR), fornecida por 100 g de suplemento (Tabela 6). Para comparações entre produtos, pode-se elaborar uma tabela com as percentagens do VR fornecidas por diferentes suplementos e seleccionar o produto que melhor atende às necessidades do rebanho.

Tabela 6. Modelo de planilha para comparação dos valores de referência (VR) de diferentes produtos disponíveis no mercado.

Garantia	Valor de referência (VR) ⁽¹⁾	Quantidade fornecida por 100 g de suplemento	% do VR fornecido por 100 g de suplemento ⁽²⁾
Consumo de PB (g dia ⁻¹)	550,0	-(³)	-
Consumo de NDT (g dia ⁻¹)	4.000,0	-	-
Macrominerais (g dia⁻¹)			
Cálcio	14,0	-	-
Fósforo	11,0	-	-
Sódio	7,0	-	-
Magnésio	9,0	-	-
Enxofre	13,5	-	-
Potássio	54,0	-	-
Microminerais (mg dia⁻¹)			
Cobalto	0,9	-	-
Cobre	90,0	-	-
Iodo	4,5	-	-
Manganês	180,0	-	-
Selênio	0,9	-	-
Zinco	270,0	-	-
Ferro	450,0	-	-
Vitaminas (UI dia⁻¹)			
Vitamina A	20.000,0	-	-
Vitamina D	2.500,0	-	-
Vitamina E	350,0	-	-

⁽¹⁾Valor diário de referência para manutenção de um animal de 450 kg de PC (IN nº 152). ⁽²⁾Para o cálculo da “% do VR fornecida por 100 g de suplemento”: dividir o valor apresentado na coluna “Quantidade fornecida por 100 g de suplemento” pelo valor correspondente na coluna “Valor de referência”. ⁽³⁾Valor a ser definido pelo usuário da planilha.

Suplementação vitamínica

As vitaminas são elementos dietéticos essenciais, exigidas em pequenas quantidades, que participam do metabolismo normal dos tecidos, no entanto não participam da estrutura da célula. Embora requeridas em pequenas quantidades quando comparadas aos requisitos de energia e proteína, a deficiência de vitamina na dieta do animal produz sintomas específicos de deficiência, reduzindo índices de produtividade (National Research Council, 2001). Sob condições normais, os pastos tropicais fornecem a maioria das vitaminas ou de seus precursores em quantidades satisfatórias, dependendo do nível de produção do animal (Zeoula; Geron, 2006).

Exigências de vitaminas pelos ruminantes

Quando as vacas de alta produção são alimentadas com dieta volumosa baseada no uso de forragens conservadas (silagens, fenos, etc.) e com alto nível de inclusão de alimentos concentrados (grãos de cereais), o uso de vitaminas adicionais à ração é obrigatório. Sua falta simplesmente impede que os animais continuem produzindo e, ainda mais grave, compromete seu estado físico. Contudo, para animais de baixa a média produção (5 kg a 12 kg de leite por dia), mantidos em pastagens, a suplementação com vitaminas é completamente dispensável. Toda a exigência dos animais pode ser atendida pela dieta baseada em forragens verdes e pela ração concentrada baseada em grãos de cereais.

Os bovinos leiteiros, de todas as idades, requerem fontes dietéticas de vitaminas A e E, as quais estão amplamente presentes nas pastagens verdes. A síntese de vitaminas do complexo B e vitamina K ocorre durante a degradação e fermentação dos nutrientes presentes na dieta pela microbiota ruminal, o que nos leva a concluir que os ruminantes raramente são suplementados com essas vitaminas, exceto ruminantes jovens.

A vitamina D é sintetizada na pele dos animais, mediante a radiação ultravioleta sobre os esteróis presentes na pele dos ruminantes, devendo ser incluída na dieta apenas em regiões onde há baixo índice de radiação solar ou quando os animais são mantidos estabulados por longos períodos, sem acesso a áreas de sol.

A vitamina C é sintetizada nos tecidos, a partir de açúcares (glicose e galactose) e a niacina pode ser sintetizada a partir do triptofano, dependendo do nível desse aminoácido na dieta.

As vitaminas lipossolúveis, normalmente, são armazenadas no organismo. As vitaminas hidrossolúveis não são armazenadas, portanto exigem abastecimento quase diário e são excretadas principalmente pela urina.

Algumas das características de diferentes tipos de vitaminas são apresentadas a seguir:

- **Vitamina A:** É a de maior importância prática para os bovinos. É essencial para o crescimento, reprodução (espermatogênese), manutenção dos tecidos epiteliais, visão e crescimento ósseo. A deficiência de vitamina A pode predispor à perda de apetite, ao retardamento do crescimento e à queda na imunidade. Além desses sintomas, a deficiência pode resultar em cegueira noturna, infecções no aparelho respiratório e crescimento anormal do tecido poroso dos ossos, além de problemas relacionados com reprodução. A queda na imunidade é um dos problemas principais relacionados à deficiência de vitamina A.
- **Vitamina D:** A função primária da vitamina D é aumentar a absorção intestinal, a mobilização, a retenção e a deposição óssea do cálcio. Dietas com elevados teores de concentrado e animais em locais protegidos da radiação solar podem aumentar a necessidade de suplementação com vitamina D.
- **Vitamina E:** Está relacionada com diversas funções no organismo, das quais a mais importante é sua ação antioxidativa, que inibe a peroxidação dos ácidos graxos poli-insaturados presente nas membranas celulares. Além disso, auxilia na manutenção estrutural e na integridade de músculos esqueléticos, cardíacos e lisos e sistemas vasculares periféricos, além de atuar na resposta imune. Há uma inter-relação entre o Se e a vitamina E, pois ambos atuam na defesa da oxidação dos fosfolípidios celulares. Sua deficiência pode levar à doença do músculo branco em animais jovens, que se caracteriza pela calcificação anormal dos músculos. Tanto a distrofia muscular como a doença do músculo branco são prevenidas pela suplementação de vitamina E e de Se.

Considerações finais

Em um sistema de produção de leite, manter uma alimentação adequada é de fundamental importância, tanto do ponto de vista nutricional quanto econômico, já que a alimentação tem a maior representatividade no custo total do leite vendido, o que significa que os produtores devem dar muita atenção ao tema. Isso exige que

sejam realizados planejamentos acerca da disponibilidade de alimentos ao longo do ano e da possibilidade de suplementação nos períodos críticos de oferta de pasto, utilizando opções de alimentos de baixo custo, mas adequados do ponto de vista nutricional. Nenhuma categoria do rebanho deve ter sua alimentação negligenciada, por isso é importante conhecer as particularidades de cada uma, principalmente com relação as suas exigências nutricionais, as quais irão direcionar para o correto balanceamento da dieta a ser oferecida aos animais.

Referências

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. London: Agricultural Research Council: The Gresham Press, 1980. 351 p.
- BALSALOBRE, M. A. A.; MARTINS, A. L. M.; CRUZ, A. E.; SEVILLA, C. Formulação de misturas minerais para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 8., 2006, Piracicaba. **Minerais e aditivos para bovinos**: anais. Piracicaba: Fealq, 2006.
- BARBOSA, T. M. B. **Mineralogia e disponibilidade de fósforo em solos de terra firme da Amazônia Central**. 2017. 84 f. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) –Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- BERNARDES, T. F.; RÊGO, A. C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 3, p. 1852-1861, Mar. 2014. DOI: 10.3168/jds.2013-7181.
- BOMJARDIM, H. A.; OLIVEIRA, C. M. C.; SILVEIRA, J. A. S.; SILVA, N. S.; DUARTE, M. D.; FAIAL, K. C. F.; BRITO, M. F.; BARBOSA, J. D. Deficiências minerais em vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará, estado do Pará. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 409-416, maio 2015. DOI: 10.1590/S0100-736X2015000500004.
- BOSA, R.; FATURI, C.; VASCONCELOS, H. G. R.; CARDOSO, A. M.; RAMOS, A. F. O.; AZEVEDO, J. C. Consumo e digestibilidade aparente de dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de coco para alimentação de ovinos. **Acta Scientiarum**, v. 34, n. 1, p. 57-62, Jan.-Mar. 2012.
- CALDAS NETO, S. F.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; PRADO, I. N. do; dos SANTOS, G. T.; FREGADOLLI, F. L.; KASSIES, M. P.; DALPONTE, A. O. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2099-2108, 2000. Suplemento 1.
- CASTRO, K. J. de. **Torta de babaçu**: consumo, digestibilidade, desempenho, energia metabolizável, energia líquida e produção de metano em ruminantes. 2012. 89 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- CORREIA, I. M. S.; ARAÚJO, G. S.; PAULO, J. B. A.; SOUSA, E. M. B. D. Avaliação das potencialidades e características físico-químicas do óleo de girassol (*Helianthus annuus* L.) e coco (*Cocos nucifera* L.) produzidos no Nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, v. 10, n. 3, 034201, 2014.
- COSTA E SILVA, L. F.; VALADARES SILVA, S. C. V.; ROTTA, P. P.; MARCONDES, M. I.; GIOMBELLI, M. P.; ENGLE, T. E.; PAULINO, M. F. Exigências de minerais para bovinos de corte. In: VALADARES FILHO, S. C.; COSTA E SILVA, L. F.; GIOMBELLI, M. P.; ROTTA, P. P.; MARCONDES, M. I.; CHIZOTTI, M. L.; PRADOS, L. F. **Br-Corte**: exigências nutricionais de zebrúinos puros e cruzados. 3. ed. Viçosa: Ed. da UFV: DZO, 2016. p. 221-257.

- GIORDANI JÚNIOR, R. **Uso das sementes de cupuaçu trituradas na produção e qualidade físico-química do leite de búfalas suplementadas a pasto**. 2017. 46 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, RO.
- GONZÁLEZ, F. H. D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLES, F. H. D. (Ed.). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Ed. do UFRGS, 2000. p. 63-73.
- IPHARRAGUERRE, I. R.; CLARK, J. H. Soyhulls as an alternative feed for lactating dairy cows: a review. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 4, p. 1052-1073, 2003. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73689-3
- KIYOTA, N.; VIEIRA, J. A. N.; YAGI, R.; LUGÃO, S. M. B. (Org.). **Silagem de milho na atividade leiteira do sudoeste do Paraná: do manejo de solo e de seus nutrientes à ensilagem de planta inteira e grãos úmidos**. Londrina: Iapar, 2011. 124 p.
- LANA, R. P. **Sistema Viçosa de formulação de rações**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2007. 91 p.
- LIMA, M. L. M. Uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. p. 322-329.
- MACIEL, R. P.; NEIVA, J. N. M.; ARAÚJO, V. L. de; CUNHA, O. F. R.; PAIVA, J.; RESTLE, J.; MENDES, C. Q.; LOBO, R. N. B. Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhas leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de dendê. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 3, p. 698-706, 2012.
- MALAFIA, P.; COSTA, R. M.; BRITO, M. F.; PEIXOTO, P. V.; BARBOSA, J. D.; TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J. Equívocos arraigados no meio pecuário sobre deficiências e suplementação mineral em bovinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 244-249, 2014.
- MATTOS, W.; SOUZA, D. P. Minerais para vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 8., 2006, Piracicaba. **Minerais e aditivos para bovinos: anais**. Piracicaba: Fealq, 2006. p. 77-108.
- MELO, N. C.; FERNANDES, A. R.; GALVÃO, J. R. Crescimento e eficiência nutricional do nitrogênio em cultivares de milheto forrageiro na Amazônia. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 68-78, 2015.
- MELO, W. M. C.; PINHO, R. G. V.; CARVALHO, M. L. M. de; PINHO, E. V. de R. V. Avaliação de cultivares de milho para produção de silagem na região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 1, p. 31-39, jan./mar. 1999.
- MENDONÇA JÚNIOR, A. F.; BRAGA, A. P.; RODRIGUES, A. P. M. dos S.; SALES, L. E. M. de; MESQUITA, H. C. de. Minerais: importância de uso na dieta de ruminantes. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 7, n. 1, p. 01-13, 2011.
- MENEZES, B. P. de **Consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio e composição bromatológica da torta de murumuru (*Astrocaryum murumuru* var. *murumuru* Mart.), na alimentação de ruminantes**. 2012. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém, PA.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washinton, D.C., 2001. 381 p.
- PASTORE, S. C. G.; GAIOTTO, J. R.; RIBEIRO, F. A. S.; NUNES, A. J. P. Formulação de rações e boas práticas de formulação. In: FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. (Ed.). **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012.

- PEDROSO, A. M.; SANTOS, F. A. P.; BITTAR, C. M. M.; PIRES, A. V.; MARTINEZ, J. C. Substituição do milho moído por casca de soja na ração de vacas leiteiras em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1651-1657, 2007.
- PEIXOTO, P. V.; MALAFAIA, P.; BARBOSA, J. D.; TOKARNIA, C. H. Princípios de suplementação mineral em ruminantes. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 195-200, 2005. DOI: 10.1590/S0100-736X2005000300011.
- PEREIRA, E. M. O. **Torta de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) na alimentação de ovinos**. 2009. 118 f. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- REIS, R. A.; EVANGELISTA, A. R.; BASSO, F. C. É possível produzir feno de qualidade em clima tropical. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 5.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 3., 2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Ed. da UFV, 2010. v. 5. p. 463-512.
- SALMAN, A. K.; OSMARI, E. K.; SANTOS, M. G. R. dos. **Manual prático para formulação de ração para vacas leiteiras**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2011. 24 p. (Embrapa Rondônia. Documentos, 145).
- SALMAN, A. K.; SANTOS, M. G. R. dos; SANTOS, L. O.; TOWNSEND, C. R. **Avaliação nutricional de subprodutos do processamento agroindustrial de cupuaçu, pupunha e castanha-do-brasil em Porto Velho, Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2014. 15 p. (Embrapa Rondônia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 72).
- SANTOS, I. A. P.; DOMINGUES, F. N.; RÉGO, A. C. do; SOUZA, N. S. da S. de; BERNARDES, T. F.; BARATA, Z. R. P.; MORAES, C. M. de. Palm kernel meal as additive in the elephant-grass silage. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 3, p. 592-603, 2014. DOI: 10.1590/S1519-99402014000300006.
- SANTOS, L. O.; SANTOS, M. G. R. DOS; TOWNSEND, C. R.; SALMAN, A. K.; PEREIRA, R. G. de A. Composição bromatológica de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) com níveis crescentes de forragem de milho In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À PESQUISA DA EMBRAPA RONDÔNIA, 2., 2011, Porto Velho. **Anais...** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2011. p. 19. (Embrapa Rondônia. Documentos, 146).
- SILVA, J. S. L. P. da. **Efeitos da utilização de inoculantes microbianos em silagem de capim elefante com ou sem o uso de melaço**. 2012. 36 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Pará, Embrapa Amazônia Oriental, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA.
- SILVA, P. F. M. **Torta de coco na alimentação de ovinos**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, PA.
- TOKARNIA, C. H. **Deficiências minerais em animais de produção**. Rio de Janeiro: Ed. Helianthus, 2010.
- TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 127-138, 2000. DOI: 10.1590/S0100-736X2000000300007.
- TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 421-428, 2008.
- TOWNSEND, C. R.; SALMAN, A. K.; PEREIRA, R. G. de A.; SOUZA, J. P. de; SANTOS, L. O.; SANTOS, M. G. R. dos. **Composição químico-bromatológica da silagem de milho (*Zea mays*) com níveis de inclusão de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*)**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2013. 6 p. (Embrapa Rondônia. Circular técnica, 131).
- UNDERWOOD, E. J. **The mineral nutrition of livestock**. 2. ed. England: Farnham Royal, 1981. 180 p.

VALADARES FILHO, S. C.; MACHADO, P. A. S.; CHIZZOTTI, M. L.; AMARAL, H. F.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. CQBAL 3.0. [2017]. Disponível em: <<http://cqbal.agropecuaria.ws/index.php>>. Acesso em: 29 maio 2019

VASCONCELOS, H. G. R. **Potencial produtivo da torta de dendê na alimentação de ruminantes no Estado do Pará**. 2010. 56 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Belém, PA.

WEINBERG, Z. G.; MUCK, R. E. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 19, p. 53-68, 1996. DOI: 10.1111/j.1574-6976.1996.tb00253.x.

ZEOULA, L. M.; GERON, L. J. V. Vitaminas. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583 p.