

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**INGESTÃO DE MATÉRIA SECA POR VACAS LEITEIRAS:
IMPLICAÇÕES NO DESEMPENHO PRODUTIVO: “Revisão
Bibliográfica”**

BRENO BARDELLA MORAIS
ORIENTADOR: PROF. DR. MAURO DAL SECCO DE OLIVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das
exigências para graduação em
Engenharia Agrônômica.

JABOTICABAL – SP
1º Semestre/2021

FICHA CATALOGRÁFICA

M827i **Morais, Breno**
 Ingestão de matéria seca por vacas leiteiras : implicações no
desempenho produtivo / Breno Moraes. -- Jaboticabal, 2021
 71 p. : tabs.

 Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia
Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
 Orientadora: Mauro Dal Secco Oliveira

 1. Bovino de leite. 2. Nutrição animal. 3. Ruminantes alimentação e
ração. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

DEPARTAMENTO:

CERTIFICADO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**TÍTULO: INGESTÃO DE MATÉRIA SECA POR VACAS LEITEIRAS:
IMPLICAÇÕES NO DESEMPENHO PRODUTIVO: "REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA"**

ACADÊMICO: BRENO BARDELLA MORAIS

CURSO: ENGENHARIA AGRONOMICA

ORIENTADOR: Prof. Dr. Mauro Dal Secco De Oliveira

PERÍODO: 1º SEMESTRE **ANO:** 2021

Aprovado : ☒ X

Este trabalho é recomendado para compor a base de dados CAPELO.

Sim ☒ X Não ☐

Reprovado: ☐

BANCA EXAMINADORA:

(Nomes) (Assinaturas)

PRESIDENTE:

MEMBRO: MÁRCIO KAZUAKI KISHIMOTO

Marcio K. Kishimoto

MEMBRO: KAREN DAYANA PRADA MEJIA

Karen P.

Jaboticabal 15/07/2021

Aprovado em reunião do conselho do departamento em: 15/07/2021

Chefe do Departamento

DEDICATÓRIA

Dedico o trabalho desenvolvido a todos meu parentes e amigos que me ajudaram durante minha graduação, tanto na ajuda emocional e financeira para que eu finalizasse com sucesso minha jornada e ser um profissional de sucesso e exercer minha função com êxito utilizando todos os conhecimentos que adquiri na faculdade me tornando um excelente profissional, respeitando e me dedicando à profissão de Engenheiro Agrônomo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha mãe, Maria Aparecida Bardella, minha irmã, Barbara Bardella Moraes, e meu padrasto Antônio Bernardo Felix, que me proporcionaram toda ajuda possível para o término de minha graduação. Sem eles eu não seria a pessoa que sou e não conquistaria o que conquistei hoje. Gostaria de agradecer também todos meus outros familiares e amigos, principalmente todos os moradores da república Canekão, que posso chamar de irmãos, no qual foram essenciais na minha jornada durante a graduação.

OBRIGADO!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE FIGURAS	VII
RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX
1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVO	9
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3.1. ASPECTOS GERAIS SOBRE A INGESTÃO DE MATÉRIA SECA POR VACAS LEITEIRAS.....	10
3.2. FATORES RELACIONADOS COM A INGESTÃO DE MATÉRIA SECA PELOS BOVINOS.....	23
3.2.1. FATORES REGULADORES.....	24
3.2.2. FATORES QUÍMICOS E METABÓLICOS.....	46
3.2.3. FATORES NEURO-HORMONAIS.....	51
3.2.4. FATORES AMBIENTAIS E MANEJO NUTRICIONAL.....	54

3.2.5. INGESTÃO DE ÁGUA E ALIMENTOS.....	58
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

LISTA DE TABELAS

PÁGINA

Tabela 1 – Quantidade de concentrado (kg/vaca/dia) de acordo com a época do ano.....	21
Tabela 2 – Efeito da entrega de alimentação (1, 2, ou 3 x por dia) e de paridade (PP = primíparas; mp = multíparas) em IMS, comportamento de alimentação, taxa de alimentação, tipo de dieta e comportamento e duração de consumo por dieta.....	27
Tabela 3 – Quantidade de água estimada diariamente para animais leiteiros.....	60

LISTA DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1 – Balanço de fatores que influenciam a ingestão de alimentos em ruminantes.....	25
Figura 2 – Cascata da saciedade.....	26
Figura 3 – Representação gráfica do controle físico do consumo	35
Figura 4 – Representação gráfica do controle metabólico do consumo	47
Figura 5 – Regulação do consumo, com base na equação algébrica simples, mostrando o consumo esperado quando limitado pela demanda energética ou enchimento físico.....	51

RESUMO**INGESTÃO DE MATÉRIA SECA POR VACAS LEITEIRAS: INPLICAÇÕES
NO DESEMPENHO PRODUTIVO: Revisão Bibliográfica**

A ingestão de matéria seca (IMS) é a variável mais importante que afeta o desempenho produtivo animal, pois garante ao organismo, nutrientes adequados e substratos energéticos para as reações bioquímicas que contribuem nas oscilações do metabolismo celular. A IMS afeta diretamente fatores produtivos, principalmente na bovinocultura de leite, em que é necessário atingir níveis ótimos de produção e reprodução. Em adição a IMS pode corresponder de 60 a 90% das variações no desempenho dos bovinos e somente de 10 a 40% do restante são relacionados a variações na qualidade nutricional dos alimentos. Nesta revisão sobre a importância da ingestão de matéria seca por vacas leiteiras, utilizaram-se informações acerca das diversas fontes, dentre elas instituições de pesquisas, sites especializados, revistas de divulgação nacionais e internacionais, boletins técnicos, circulares técnicas, artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais e livros.

Palavras-chave: Alimentação, Bovino, Manejo nutricional, Nutriente, Produção de leite.

SUMMARY

DRY MATTER INTAKE BY DAIRY COWS: IMPLICATIONS ON PRODUCTIVE PERFORMANCE: Bibliographic Review

In this review on the importance of dry matter intake by dairy cows, information was used from various sources, including research institutions, specialized websites, national and international dissemination magazines, technical bulletins, technical circulars, articles published in journals national and international books. Dry matter intake (DMI) is the most important variable that affects animal performance, as it guarantees the organism adequate nutrients and energetic substrates for biochemical reactions that contribute to fluctuations in cellular metabolism. DMI directly affects productive factors, especially in dairy cattle, where it is necessary to achieve optimum levels of production and reproduction. In addition, DMI can correspond to 60 to 90% of the variations in the performance of cattle and only 10 to 40% of the rest are related to variations in the nutritional quality of the food.

Key words: Food. Bovine. Nutritional management. Nutrient. Milk production.

1. INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que influenciam a eficiência produtiva em sistemas de produção de leite, o custo de alimentação do rebanho é a mais importante variável dos custos operacionais de produção (BATH; SOSNIK, 1992).

A alimentação do rebanho nos sistemas de produção de leite influencia de maneira significativa os custos de produção, podendo chegar até a 75% dos custos totais de produção. Dessa forma, em se tratando da bovinocultura leiteira a alimentação do rebanho em lactação muitas vezes é o item de maior custo (OLIVEIRA, 1998).

Nesse sentido, o conhecimento do consumo de matéria seca (CMS), do valor nutritivo das forrageiras tropicais e de seu potencial produtivo possibilitam maior previsibilidade das respostas produtivas dos animais. Somente a partir do conhecimento quantitativo do CMS, poderão ser balanceadas dietas que resultem em maior eficiência dos sistemas de produção, por minimizar os custos com a alimentação e as perdas em nutrientes (RUSSELL et al., 1992). Entretanto, a criação de animais ruminantes, segundo o paradigma do desenvolvimento sustentado exige, dentre outros aspectos, adequado manejo nutricional efetuado a partir de modelos que precisam ser desenvolvidos para as condições climáticas do nosso País (MALAFAIA et al., 1999).

2. OBJETIVO

A presente revisão de literatura teve como objetivo, verificar a influência da ingestão de matérias seca de vacas leiteiras e suas implicações no desempenho e eficiência de produção.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Foi realizada uma revisão da literatura que permitiu verificar a influência da ingestão de matéria seca pelas vacas leiteiras, sob vários aspectos. Para tal e maior facilidade de abordagem do tema, foram utilizados itens e subitens envolvendo os mais importantes aspectos relacionados com o desempenho produtivo de vacas em lactação.

Por meio das informações obtidas na literatura consultada, foi possível proporcionar subsídios e maiores esclarecimentos sobre a ingestão de matéria seca por vacas leiteiras, envolvendo aspectos tais como: definição, formas de utilização, características e efeitos sobre o consumo de nutrientes, produção e composição do leite, dentre outros. Foram utilizadas informações de revistas especializadas em produção animal (nacionais e internacionais), sites, boletins

técnicos, anais de congressos e simpósios, teses, dissertações e de livros especializados em pecuária leiteira.

3.1. Aspectos gerais sobre a ingestão de matéria seca por vacas leiteiras

O consumo voluntário refere-se à quantidade máxima de matéria seca que o animal ingere espontaneamente. A quantidade de alimento ingerido *ad libitum* é um fator fundamental, que frequentemente limita, no caso das forragens, a quantidade de energia e de elementos nutritivos ao ruminante (ALVES et al., 2001).

A água ingerida pelos bovinos tem a função de nutrição celular e compensar as perdas ocorridas pelo leite, fezes, urina, saliva, evaporação (suor e respiração) e também para manter a homeotermia, regulando a temperatura do corpo e dos órgãos internos (CAMPOS et al., 2006).

O consumo de matéria seca (CMS) é extremamente importante na nutrição porque estabelece a quantidade de nutrientes disponíveis para os animais. Estabelecer o CMS com precisão evita a sub ou superalimentação. A subalimentação restringe a produção e pode afetar a saúde do animal, enquanto a superalimentação aumenta o custo alimentar e pode resultar em maior excreção de nutrientes no ambiente (NRC, 2001). O problema mais frequente a ser resolvido em rebanhos de alta produção, tanto em produção de leite como para altos ganhos em massa, é a inabilidade dos animais de consumir alimento suficiente para atender as exigências de altos níveis de

produção. Em suma, o consumo de alimento é o principal fator limitante para a obtenção de performances máximas (MATTOS, 1995).

Vários fatores afetam a ingestão voluntária de matéria seca. Teorias individuais baseadas em enchimento físico do rúmen, fatores relacionados a *feedback* metabólico ou consumo de oxigênio, têm sido utilizados para determinação e/ou predição do consumo de matéria seca (NRC, 2001). Segundo Mertens (1992) e Van Soest (1994), em dietas constituídas exclusivamente de volumoso, principalmente aquelas constituídas por forrageiras tropicais, a distensão física é fator importante no controle do consumo voluntário. Nas dietas ricas em concentrado, a regulação do consumo é atribuída, principalmente, aos mecanismos quimiostáticos. Além da complexidade inerente às teorias acima, existem outros fatores relacionados à fisiologia e à habilidade sensorial do animal que interferem no consumo (BAUMONT, 1996).

Nos trópicos, onde os ruminantes são alimentados com forragens de digestibilidade mais baixas, o controle físico do consumo é ainda mais pronunciado do que aquele proveniente de pastos de clima temperado. São, portanto, recomendadas, para as avaliações do consumo potencial das forrageiras, estimativas a partir do enchimento físico do rúmen provocado pelo volumoso estudado (MADSEN *et al.*, 1997).

Nos sistemas de produção animal a pasto, o consumo é influenciado pela disponibilidade de forragem que é dada em kg de MS/kg de peso vivo ou kg de MS/100 kg de peso vivo (SILVA & PEDREIRA, 1996).

Sob pastoreio, o consumo de matéria seca é afetado pela altura da forragem, pela relação folha caule, pela densidade volumétrica da forragem e pela disponibilidade de pasto (GOMIDE, 1993).

O CMS das pastagens está diretamente ligado ao desempenho dos animais, porque determina a quantidade de nutrientes ingeridos, os quais são necessários para atender as exigências de manutenção e produção animal (GOMIDE, 1993).

Sob pastejo, os animais selecionam, preferencialmente, folhas. Isso ocorre, provavelmente, em virtude de serem mais acessíveis, de menor resistência à apreensão (MINSON, 1982) e de melhor qualidade (VAN SOEST, 1987).

De acordo com Wade; Lewis (1987), os animais parecem detectar as plantas ou partes destas mais nutritivas, de forma que as dietas são, em geral, mais digestíveis, mais proteicas e menos fibrosas que a forragem disponível.

Segundo Van Soest (1965), o teor de fibra em detergente neutro (FDN) é o fator mais limitante do consumo de volumosos, sendo que os valores dos constituintes da parede celular superiores a 55-60% na matéria seca correlacionam-se de forma negativa com o consumo de forragem. Além da composição química, a disponibilidade de forragem pode influenciar o consumo. Em pastagens, deve-se trabalhar numa situação de oferta de forragem não limitante, para avaliação consistente do consumo (MERTENS, 1994).

Van Soest (1994), concentrações de proteína bruta acima de 7% não são bem correlacionadas com o consumo; porém, abaixo desse nível, ocorre decréscimo na ingestão. A determinação do CMS a pasto é complexa e não pode ser realizada diretamente, como em confinamentos (MINSON, 1982).

Para tanto, a técnica dos indicadores tem sido frequentemente empregada. Essa tem sido uma alternativa para determinação do CMS a pasto e se baseia na obtenção da massa consumida por meio da relação entre a excreção fecal e a digestibilidade da dieta. Essa estimativa, que utiliza a extrusão na determinação da digestibilidade, aumenta a exatidão dos resultados por considerar a seletividade da dieta ingerida pelos animais (AROEIRA, 1997).

Nesse sentido, a determinação da excreção fecal pelo método dos indicadores baseia-se no emprego de um indicador externo, ao qual, sendo ingerido na dieta, deve ser recuperado totalmente nas fezes. Entre os indicadores existentes, o óxido crômico tem sido o mais amplamente empregado na determinação da excreção fecal (PRIGGE *et al.*, 1981), apresentando as vantagens de ser barato, facilmente incorporado à dieta e analisado com relativa facilidade (MERCHEN, 1988).

O procedimento tradicional de utilização consiste na aplicação de duas doses diárias, de mesmo peso, em intervalos de tempo definidos, com coletas concomitantes (HOPPER *et al.*, 1978), sendo necessário um período de adaptação de 5 a 7 dias, anterior ao início das coletas fecais, a fim de se alcançar um platô de concentração nas fezes (OWENS; HANSON, 1992), e um período de coleta de 5 a 7 dias. Tanto a acurácia como a precisão dessa técnica tem sido

demonstrada (PRIGGE *et al.*, 1981; PEREIRA *et al.*, 1983); embora, em sua grande maioria, com animais em confinamento.

Barbosa *et al.* (2002) destacou que num sistema de alimentação para vacas em lactação, para ser implementado, é necessário considerar o nível de produção, o estágio da lactação, a idade da vaca, o consumo esperado de matéria seca, a condição corporal, tipos e valor nutritivo dos alimentos a serem utilizados. O estágio da lactação afeta a produção e a composição do leite, o consumo de alimentos e mudanças no peso vivo do animal.

Nas duas primeiras lactações da vida de uma vaca leiteira, deve-se fornecer alimentos em quantidades superiores às aquelas que deveriam estar recebendo em função da produção de leite, pois estes animais ainda continuam em crescimento, com necessidades nutricionais muito elevadas. Assim, recomenda-se que aos requerimentos de manutenção sejam adicionados 20% a mais para novilhas de primeira cria e 10% para vacas de segunda cria. Recomenda-se alimentar as vacas primíparas separadas das vacas mais velhas. Este procedimento evita a dominância, aumentando o consumo de matéria seca (BARBOSA *et al.*, 2002).

As vacas não devem parir nem excessivamente magras nem gordas. Vacas que ganham muito peso antes do parto apresentam apetite reduzido, menores produções de leite e distúrbios metabólicos como cetose, fígado gorduroso e deslocamento do abomaso, além de baixa resistência aos agentes de doenças. 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 (BARBOSA et al., 2002).

As vacas, nas primeiras semanas após o parto, não conseguem consumir alimentos em quantidades suficientes para sustentar a produção crescente de leite neste período, até atingir o pico, o que ocorre em torno de cinco a sete semanas após o parto. O pico de consumo de alimentos só será atingido posteriormente, em torno de nove a dez semanas pós-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 (BARBOSA et al., 2002).

Algumas recomendações são fundamentais, independente do sistema de produção, ou seja, vacas manejadas em pastagem ou confinadas (Barbosa et al., 2002):

- Devem ser manejadas em pastagens de excelente qualidade e em quantidade suficiente para permitir alta ingestão de matéria seca. Para isto, o manejo dos pastos em rotação é prática recomendada. Deve-se fornecer volumoso de boa qualidade com suplementação com concentrados e mistura mineral adequada. Vacas de alto potencial de produção devem apresentar um consumo de matéria seca equivalente a pelo menos 4% do seu peso vivo, no pico de consumo. Vacas que são ordenhadas três vezes ao dia consomem 5 a 6% mais matéria seca do que se ordenhadas duas vezes ao dia;

- Para vacas mantidas em pastagens, durante o período de menor crescimento das forrageiras, há necessidade de suplementação com volumosos: capim-elefante verde picado, cana-de-açúcar adicionada de 1% de ureia ou hidrolisada com cal virgem ou hidratada (Oliveira, 2010), silagem, feno ou forrageiras de inverno. Para vacas de alta produção leiteira ou animais confinados, forneça silagem de milho ou sorgo, à vontade;
- Uma regra prática para determinar a quantidade de volumoso a ser fornecida é monitorar a sobra ou o excesso que fica no cocho. 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;
- Para cada dois quilogramas de leite produzidos, a vaca deve consumir pelo menos um quilograma de matéria seca. De outra forma, ela pode perder peso em excesso e ficar mais sujeita a problemas metabólicos;
- O concentrado para vacas em lactação deve apresentar 18 a 22% de proteína bruta (PB) e acima de 70% de nutrientes digestíveis totais (NDT), na base de 1 kg para cada 2,5 kg de leite produzidos. Pode-se utilizar uma mistura simples à base de milho moído e farelo de soja ou de algodão, calcário e sal mineral ou dependendo da disponibilidade, soja em grão moída ou caroço de algodão. Algumas opções para formulação de concentrado são apresentadas na Instrução Técnica para o Produtor de Leite - Sistemas de Alimentação nº 40. Opções de concentrados para vacas em lactação;

- Vacas de alta produção de leite, manejadas em pastagens ou em confinamento, precisam ter ajustes em seu manejo e plano alimentar. Para vacas com produções diárias acima de 28-30 kg de leite, deve-se fornecer concentrados com fontes de proteína de baixa degradabilidade no rúmen, como farinha de peixe, farelo de algodão, soja em grão moída, tostada etc.;
- Vacas com produções acima de 40 kg de leite por dia, além de uma fonte de gordura, como caroço de algodão, soja em grão moída ou sebo, devem receber gordura protegida (fonte comercial) para elevar o teor de gordura da dieta total para 7-8%. Essas vacas devem receber uma quantidade diária de gordura na dieta equivalente à quantidade de gordura produzida no leite. Instrução Técnica para o Produtor de Leite - Sistemas de Alimentação nº 47. Alimentação e manejo de vacas de alto potencial genético;
- Dieta completa é uma mistura de volumosos (silagem, feno, capim verde picado) com concentrados (energéticos e proteicos), minerais e vitaminas. A mistura dos ingredientes é feita em vagão misturador próprio, o qual contém balança eletrônica para pesar os ingredientes. Muito usada em confinamento total, tem a vantagem de evitar que as vacas possam consumir uma quantidade muito grande de concentrado de uma única vez, o que pode causar problemas de acidose nos animais. Além disso, recomenda-se a inclusão de 0,8 a 1% de bicarbonato de sódio e 0,5% de óxido de magnésio na dieta total, para evitar problemas com acidose;

- O melhor teor de matéria seca da ração total está entre 50 e 75%. Rações mais secas ou mais úmidas podem limitar o consumo. Por isso, o teor de umidade da silagem deve ser monitorado semanalmente, se possível. Normalmente, as vacas se alimentam após as ordenhas. Mantendo a dieta completa à disposição dos animais nesses períodos, pode-se conseguir aumento do consumo voluntário.

- Para reduzir mão-de-obra na mistura de diferentes formulações para os grupos de vacas com diferentes produções médias, a tendência é de se formular uma dieta completa com alto teor energético e com nível de proteína não-degradável que atenda ao grupo de maior produção de leite. Os demais grupos, vacas no terço médio e vacas em final de lactação, naturalmente já controlariam o consumo, ingerindo menos matéria seca;

- Para assegurar consumo máximo de forragem, principalmente na época mais quente do ano, deve-se garantir disponibilidade de alimentos ao longo do dia. Deve-se encher o cocho no final da tarde, para que os animais possam ter alimento fresco disponível durante a noite. Dessa forma, as vacas podem consumir o alimento num horário de temperatura mais amena.

Ainda segundo Barbosa et al. (2002), vacas em lactação requerem uma 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 litros de água para cada litro de

leite produzido. Quando a temperatura ambiente se eleva, nos meses de verão, o consumo de água aumenta substancialmente.

No terço médio da lactação, as vacas já recuperaram parte das reservas corporais gastas no início da lactação e já deveriam estar enxertadas. A produção de leite começa a cair e as vacas devem continuar a ganhar peso, preparando sua condição corporal para o próximo parto. O fornecimento de concentrado deve ser feito com 18 a 20% de proteína bruta, na proporção de 1 kg para cada 3 kg de leite produzidos acima de 5 kg, na época das chuvas, e a mesma relação acima de 3 kg iniciais de leite produzido, durante o período seco do ano (Tabela 1).

TABELA 1. Quantidade de concentrado (kg/vaca/dia) de acordo com a época do ano.

Produção de leite (kg/vaca/dia)	Quantidade de Concentrado (kg/vaca/dia)	
	Época das "águas"	Época seca
3 a 5	-	1
5 a 8	1	2
8 a 11	2	3
11 a 14	3	4
14 a 17	4	5
17 a 20	5	6

Fonte: Barbosa et al. (2002).

No terço final da lactação, as vacas devem recuperar suas reservas corporais e a produção de leite já é bem menor que nos períodos anteriores. Deve-se alimentar as vacas para evitar que ganhem peso em excesso, mas que tenham alimento suficiente, principalmente na época seca do ano, para repor as reservas corporais perdidas no início da lactação. É o período em que ocorre a secagem do leite, encerrando-se a lactação atual e o início da preparação para o próximo parto e lactação subsequente (BARBOSA et al., 2002).

O período seco, compreendido entre a secagem e o próximo parto, em rebanhos bem manejados sua duração é de 60 dias. É fundamental para que haja transferência de nutrientes para desenvolvimento do feto, que é acentuado nos últimos 60-90 dias que precedem o parto, a glândula mamária regenere os tecidos secretores de leite e acumule grandes quantidades de anticorpos, proporcionando maior qualidade e produção de colostro, essencial para a sobrevivência da cria recém-nascida (BARBOSA et al., 2002).

O suprimento de proteína, energia, minerais e vitaminas é muito importante, mas deve-se evitar que a vaca ganhe muito peso nesta fase, para reduzir a incidência de problemas no parto e durante a fase inicial da lactação. Isso se deve, principalmente, à redução na ingestão de alimentos pós-parto, o que normalmente se observa com vacas que parem gordas (BARBOSA et al., 2002).

Nas duas semanas que antecedem ao parto deve-se iniciar o fornecimento de pequenas quantidades do concentrado formulado para as vacas em lactação, para que se adaptem à dieta que receberão após o parto. As quantidades a serem fornecidas variam de 0,5 a 1% do peso vivo do animal, dependendo da sua condição corporal (BARBOSA et al., 2002).

Na alimentação animal é extremamente importante o conhecimento sobre os mecanismos que controlam a seleção e ingestão de alimentos, já que a ingestão de alimentos depende da quantidade total de nutrientes que o animal precisa para crescimento, saúde e produção. Os nutrientes absorvidos dependem da digestibilidade, mas o consumo é responsável pela maior parte das diferenças entre os alimentos, e nesse contexto a digestibilidade está relacionada com a cinética e taxa de passagem da digesta pelo trato digestivo (SILVA, 2011).

3.2. Fatores relacionados com a ingestão de matéria seca pelos bovinos.

Conforme Moreira et al. (2008) alguns fatores podem influenciar a ingestão de matéria seca, tais como:

- Síndrome da vaca gorda – complicações no pós-parto e decréscimo na ingestão de matéria seca. No entanto não se conseguiu, na relação entre condição corporal e ingestão de matéria seca no pré-parto, envolver causa e efeito (Van Soest, 1994);
- Composição e nutrientes contidos na ração, tratamento ou não do alimento pode influenciar a ingestão de matéria seca;

- A concentração sérica de vários hormônios, aumentando ou diminuindo pode influenciar a IMS;
- Desenvolvimento de desordens metabólicas pode causar redução na IMS;
- Posição da vaca no grupo (dominante ou submissa);
- Idade, peso, tamanho corporal, número de animais no rebanho;
- Estádio fisiológico (proximidade do parto);
- Número de refeições diárias (frequência limitada ou *ad libitum*);
- Restrição alimentar, área de cocho, disponibilidade d'água;
- Densidade do nutriente dietético; valor nutritivo da dieta;
- Tipo de dieta volumosa (plantas C3 ou C4); digestibilidade da fibra; Nutrientes digestivos totais (NDT);
- Presença de monômeros fenólicos; % de folhas; % componentes estruturais indigestíveis;
- Palatabilidade, características dietéticas, aditivos e forma e consistência da dieta (aumentam a IMS);
- Sistema de alimentação (dieta completa estimula IMS);
- Fatores edafoclimáticos (ventos, temperatura, pressão, precipitação pluviométrica, radiação solar, umidade) – quando exacerbados podem levar a um decréscimo na IMS;
- Produção de saliva; atividade microbiológica ruminal;
- Tamponamento ruminal;
- pH ruminal.

3.2.1. Fatores reguladores

Os ruminantes aprendem a associar as consequências pós ingestivas de um alimento com suas propriedades sensoriais, e usam suas preferências ou aversões condicionadas para fazerem a seleção dos alimentos (FORBES; PROVENZA, 2000).

A partir da Figura 1 podem ser observados, de forma esquemática, os principais fatores que atuam na regulação do consumo.

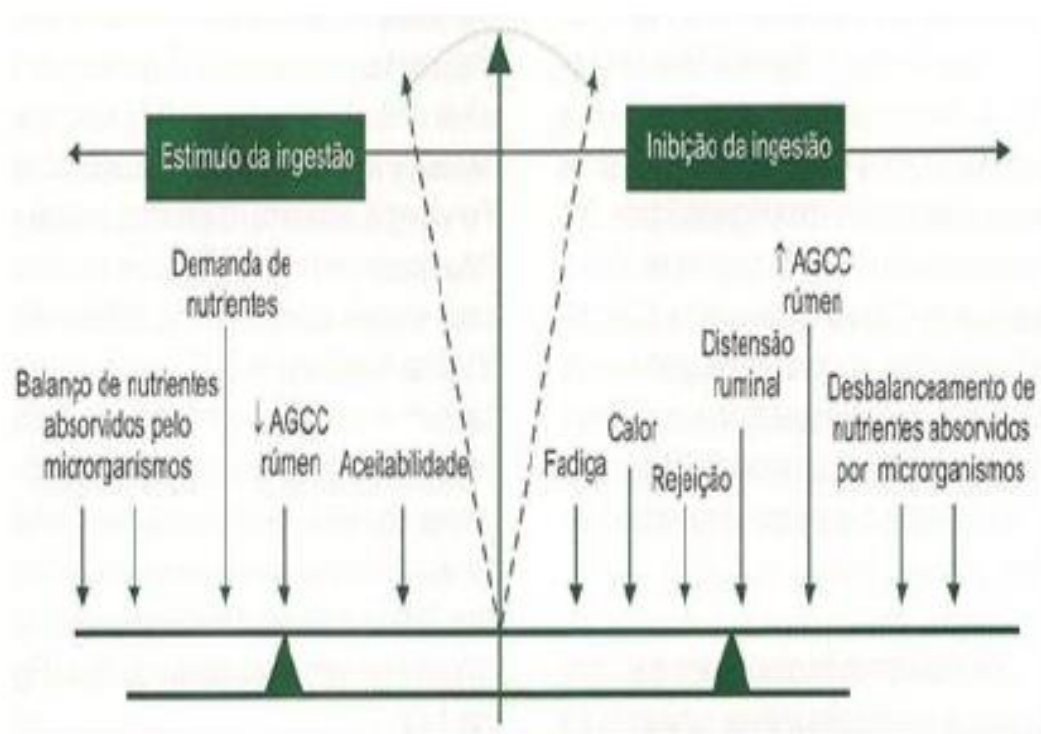


FIGURA 1: Balanço de fatores que influenciam a ingestão de alimentos em ruminantes. Fonte: Preston; Leng, 1987 citados por Oliveira et al., (2017).

Anteriormente acreditava-se que aceitabilidade era uma característica do alimento, no entanto, agora é vista como uma função individual do animal (FORBES, 1999). Hoje, sabe-se que é possível fazer com que animais que preferiam anteriormente um alimento de sabor adocicado (palatável) demonstrar aversão a esse sabor através da associação a um estímulo não condicionado desagradável (FORBES; PROVENZA, 2000).

Os nutrientes requeridos pelos animais são regulados por uma cascata de retroalimentação (*feedback*) estabelecida a partir da visão e cheiro do alimento, gosto, efeitos gástrico e intestinal, respostas do fígado, sinais ligados ao sangue e deposições teciduais inadequados (Figura 2).

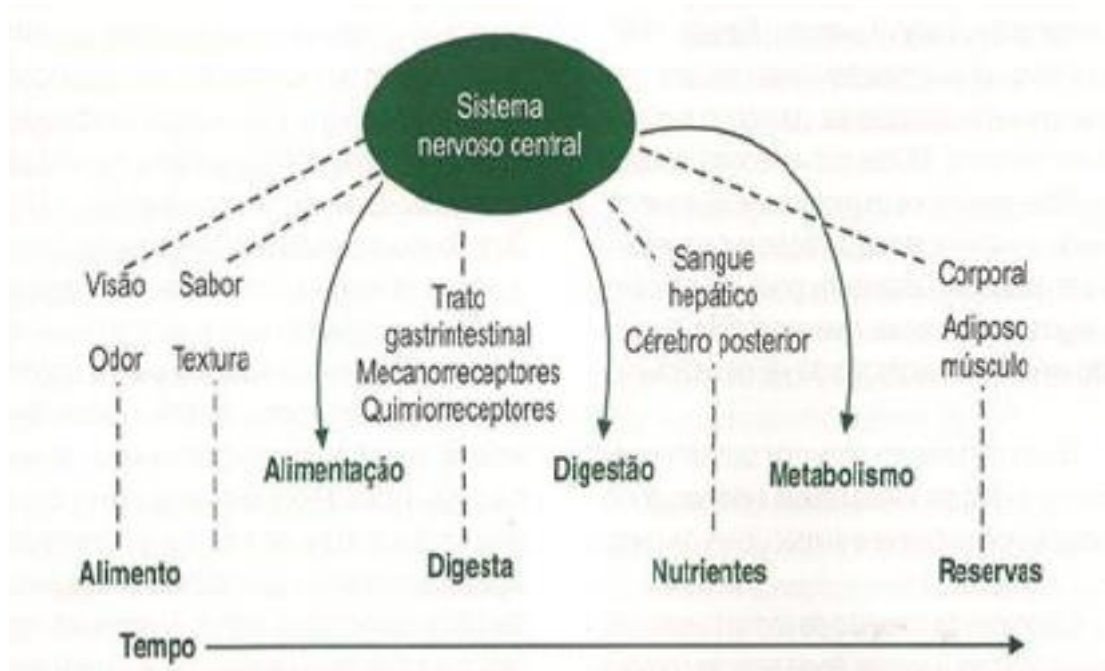


FIGURA 2: Cascata da saciedade. Fonte: FORBES; PROVENZA, (2000).

Essa reação é capaz de ser usada para criar associações de comandos e continuidade da alimentação que são usados na seleção de alimentos a serem ingeridos e no controle da ingestão voluntária do alimento. O consumo de alimento em ruminantes é regulado por mecanismos que atuam a longo e em curto prazo. No entanto, o local primário responsável pelo controle integrado da ingestão de alimento e equilíbrio energético no corpo é o sistema nervoso central (SNC), embora muitos mecanismos específicos não sejam totalmente entendidos (Tabela 1).

TABELA 1. Efeito de entrega de alimentação (1, 2, ou 3 x por dia) e de paridade (PP= primíparas; mp= multíparas) em IMS, comportamento de alimentação, taxa de alimentação, tipo de dieta e comportamento e duração de consumo por dieta.

Variáveis	1x		2x		3x	
	PP	MP	PP	MP	PP	MP
IMS (kg/d)	24,3	30,6	24,3	29,7	24,4	31,1
Comportamento						
alimentação (min/d)	238,6	219,9	247	220,6	234,3	219,3
Taxa alimentação (kg/min)	0,11	1,15	0,1	0,14	0,11	0,14
Frequência fornecimento dieta (dietas/d)	9,3	9,5	9,3	9,6	9,5	9,6
Tipo dieta (Kg/dieta)	2,7	3,3	2,7	3,2	2,7	3,3
Duração por dieta (min/dieta)	26,7	23,6	27,9	23,3	26	23,6

¹Dados calculados em 7 d por 12 vacas em cada tratamento. 2 P = paridade; T = frequência de entrega de alimentos para animais; P x T = interação. 3 Comprimento (min) e tamanho (kg) da primeira refeição consumida após o retorno de ordenha, com base em critérios vaca refeição individual. Fonte: Hart et al. (2014).

Sendo assim, Mertens (1994) e Coelho da Silva (2006) atribuíram o controle da ingestão de alimentos a três mecanismos básicos: o físico, que está associado à capacidade de distensão do rúmen-retículo em função do teor de fibra em detergente neutro (FDN) da ração; o fisiológico, que é regulado pelo

balanço nutricional da dieta, especificamente relacionado à manutenção do equilíbrio energético; e a regulação psicogênica, relacionada à resposta do animal a fatores inibidores ou estimuladores no alimento ou no manejo alimentar. Sobre essa questão, Silva (2011) afirma que além dos fatores físicos, existem também os fatores químicos e metabólicos que estão relacionados com informações geradas por receptores não suficientes para o SNC saber exatamente a quantidade de nutrientes ingeridos; e fatores neuro-hormonais que está relacionado com os hormônios que sinalizam a regulação do consumo.

A baixa Ingestão de matéria seca (IMS) pelas vacas leiteiras também pode limitar a produção de leite, sendo assim, vacas leiteiras em pastejo, muitas vezes a ingestão de nutrientes é insuficiente para corresponder ao potencial produtivo dos animais (BARGO et al. 2003).

Nestas condições, os animais podem apresentar um desequilíbrio nutricional, precisando então de suplementação alimentar: energética, proteica e mineral (FREITAS et al., 2003). Numa tentativa de aumentar a ingestão de matéria seca (IMS) total e manter a produtividade, ocorre o fornecimento de suplementos. No entanto, o que se observa com esse procedimento é que a resposta do aumento da produção de leite ao incremento do suplemento pode variar acentuadamente, principalmente devido, a uma redução IMS do pasto (STOCKDALE, 2000 & BARGO et al., 2003).

A diminuição da IMS de pasto com aumento do IMS do concentrado pode ser considerada uma substituição da alimentação e pode ser notada principalmente pela mudança no comportamento de pastejo (BARGO et al., 2003). No estudo de Sheahan et al. (2011) evidenciaram redução no pastejo,

quando foi acrescida na dieta 1 kg de suplemento. Outro aspecto importante é que nem sempre o uso da suplementação pelos animais, está ligada a altas produtividades. Soriano et al. (2000) suplementando as vacas leiteiras a pasto, com 6 kg de diferentes formas de milho (moído grosso, fino e com alta umidade), ao longo de 11 semanas, verificaram redução da produção leiteira até a 4ª semana, para então estabilizar. Os autores sugerem que houve a limitação da IMS do pasto, devido ao uso da suplementação, que não está necessariamente relacionada à qualidade da forragem, mas a substituição da alimentação.

Estudos semelhantes feitos por Sheahan et al. (2011) compararam a produção e a qualidade do leite, utilizando 0, 3 e 6 kg de concentrado em vacas leiteiras, nos diferentes estágios de lactação (pico, médio e final). Os resultados evidenciaram que independentemente do nível de lactação houve redução da IMS do pasto e um acréscimo de IMS total.

No mesmo estudo também houve variação nos teores de gordura e de proteína do leite, independentemente do nível de lactação, sendo que no pico de lactação, o teor de gordura variou de 4,29% para 3,74% e o teor de proteína de 3,38% para 4,47% para valores de 0 e 6 kg de concentrado. Além da quantidade e qualidade de alimento ofertado, pode ocorrer diferença também em relação à IMS e de produtividade, em função do horário que o suplemento é oferecido aos animais.

Sheahan et al. (2013) fizeram um comparativo com vacas leiteiras que recebiam somente pastagem, pastagem (+) suplemento no período da manhã e pastagem (+) suplemento no período da tarde. Eles notaram que houve redução da IMS do pasto, nos dois períodos, porém no período da tarde, essa redução

foi maior. No mesmo estudo houve aumento na produção de leite em relação as que recebiam apenas pasto (26,6 kg/dia), e quando essa suplementação ocorreu no período da manhã esse aumento foi maior (28,1 kg/dia), do que quando recebiam à tarde (27,6 kg/dia).

Ao analisar este estudo é possível notar que o manejo alimentar está relacionado com vários aspectos, desde a qualidade, a quantidade, e a maneira que os alimentos são oferecidos aos animais, e que estes aspectos podem influenciar nos resultados de produtividade e qualidade do leite.

Sendo assim, se a pastagem tiver boa qualidade, a suplementação pode não ter o efeito esperado, como o aumento da produtividade.

Segundo Freitas et al. (2003) o aproveitamento de forragens de baixa qualidade está diretamente ligado aos microrganismos ruminais, que para fermentarem este alimento necessitam de substratos energéticos, proteicos e minerais que auxiliam no seu desenvolvimento. Estes por sua vez aperfeiçoam o processo de digestão das fibras desse material.

Logo, a suplementação, por permitir a correção das deficiências nutricionais, pode contornar essas limitações, tornando eficiente a transformação da forrageira em produto animal (FREITAS et al., 2003).

Desta forma, excessivas proporções de forragens ou forragens de baixa qualidade podem limitar a disponibilidade de energia para o crescimento microbiano devido à lenta passagem através do rúmen e do sistema digestivo, exercendo grandes restrições à IMS, além disso, o teor de Fibra em Detergente Neutro (FDN) está associado diretamente com o volume ocupado pelo alimento no rúmen, por ser mais dificilmente digerida (BORGES et al., 2009).

Além disso, nas dietas deficientes em energia, por exemplo, pode ocorrer a além da redução da produção de leite, excessiva perda de peso, problemas na reprodução e redução da resistência a doenças, por outro lado, o excesso de energia nas dietas, pode levar ao acúmulo de gordura nos animais, problemas metabólicos, além de aumentar os custos com a alimentação (WEISS, 1993).

Outro fator que deve ser levado em consideração é o pH ruminal, pois altas doses de concentrado na dieta podem reduzir drasticamente o pH ruminal devido a sua rápida fermentação, além do mais, valores de pH inferiores a 6,2 inibem a taxa de digestão e exercem pressão seletiva sobre os microrganismos (ARCURI et al., 2011).

São vários fatores, então, interligados e que deixam claro que o planejamento alimentar é de grande importância na produção e que, no entanto, dependem de conhecimentos sobre a potencialidade nutricional dos alimentos disponíveis para a alimentação do rebanho, das exigências nutricionais de cada categoria, níveis de produção do animal e de conhecimentos básicos para formulação de ração (SALMAN et al., 2011).

No que diz respeito à nutrição, dieta é considerada com frequência sinônimo de ração, ou seja, tudo que um animal consome em 24 horas (SALMAN et al., 2011). Ainda de acordo com Salman et al. (2011) no caso da dieta dos ruminantes são incluídos alimentos volumosos (forragens) e concentrados, que devem ser misturados em uma proporção adequada para garantir desempenho reprodutivo e produtivo do animal, além de garantir a eficiência econômica do sistema, como foi comentado anteriormente.

Em relação ao processo de formulação de ração, esse pode ser dividido em três etapas: avaliação das exigências nutricionais dos animais, estimativa dos nutrientes fornecidos pelos alimentos e modelagem do problema para a obtenção de uma combinação de alimentos, que além de abranger as exigências do animal, tenha um custo mínimo (SALMAN et al., 2011).

Finalmente depois de estimado, as exigências nutricionais dos animais e o valor nutricional dos alimentos é necessário escolher a modelagem do problema para a obtenção de uma combinação de alimentos que farão parte da dieta do animal.

- Fatores físicos

Sabe-se que o consumo voluntário de matéria seca está limitado pela capacidade de distensão física do rúmen. Dessa forma, quando os animais se alimentam de dietas palatáveis, porém em alta quantidade e baixas em concentração energética, o consumo é limitado por restrição na capacidade de enchimento do trato digestivo (MERTENS, 1994).

O consumo é limitado pelo tempo necessário para processar a forragem ingerida (mastigação) em partículas suficientemente pequenas que possam deixar o rúmen, ou seja, o tempo total de mastigação por unidade de forragem consumida, o tempo gasto ruminando e o tempo gasto comendo está correlacionado com a qualidade da forragem (NASCIMENTO et al., 2009).

As características físicas e químicas da dieta, como conteúdo de fibra da dieta, tamanho de partícula, fonte da fibra, digestibilidade da fração FDN (fibra em detergente neutro), fragilidade da partícula, facilidade de hidrólise do amido

e fibra, produtos da fermentação de silagens, concentração e características da gordura suplementada, além da quantidade e a degradação da proteína podem afetar grandemente o consumo de matéria seca de animais ruminantes, ao determinarem a integração dos sinais envolvidos na regulação do mesmo (NASCIMENTO et al., 2009).

O teor de FDN da dieta é um dos principais determinantes da regulação física do consumo tornando-se o fator que mais afeta o consumo à medida que o requerimento energético do animal e o efeito de enchimento das dietas aumentam, devido sua baixa velocidade de digestão, sendo associado com a capacidade de enchimento do trato digestivo (ALLEN, 2000).

Segundo Detmann et al. (2014) após realizar uma meta-análise com dados de 53 estudos com vacas em lactação e 126 estudos com bovinos confinados em crescimento e terminação publicados em Brasil de 1990 a 2012 para avaliar a regulação da ingestão voluntária em bovinos alimentados à vontade com dietas à base de forragens tropicais concluiu que a IMS diminuiu linearmente conforme a fração FDN da dieta aumentou, onde o consumo voluntário foi regulado pelas limitações físicas e metabólicas dos animais.

Para animais que têm altas exigências energéticas, a distensão ruminal tem um efeito maior sobre o consumo de matéria seca, pois o animal precisa ingerir uma maior quantidade de nutrientes para atender às suas necessidades, não podendo assim, atingir o nível de consumo necessário em função da limitação na capacidade volumétrica do rúmen (NASCIMENTO et al., 2009).

MERTENS (1992) sugeriu que a limitação por enchimento pode ser correlacionada com a quantidade de FDN de uma ração e propôs o valor máximo de consumo de 1,2% do peso vivo em FDN como nível de consumo regulado por mecanismos físicos. No entanto, SILVA et al. (2009) sugeriram em sua revisão que os consumos de FDN próximos de 1,8% do peso vivo podem ser alcançados por animais em pastejo de Brachiarias no período seco, diferindo da informação citada anteriormente (CARDOSO et al., 2014).

ALLEN (2000) realizou diversos experimentos comparando forragens com diferentes digestibilidade da FDN, porém os teores de FDN e de PB eram semelhantes, para vacas leiteiras em lactação, e constataram aumentos significativos na ingestão de MS e produção de leite, quando a digestibilidade da FDN era maior.

A necessidade de se alimentar é determinada pelo potencial genético do animal e pelo estágio fisiológico. Vacas de baixa produção consomem menos que vacas de alta produção e o consumo é variável ao longo da lactação. Há várias dúvidas se a produção de leite leva ao consumo ou se o consumo leva à produção de leite. Aparentemente as vacas consomem alimento para atender à exigência energética, logo, entende-se que o consumo parece ser determinado pela produção de leite (ALLEN, 1996).

A FDN, por causa de sua baixa velocidade de digestão é considerada o nutriente mais associado com a capacidade de enchimento do trato digestivo pela dieta (ALLEN, 1996). Dietas com alto teor de fibra têm o consumo limitado fisicamente, ou seja, o CMS máximo atingido é determinado pela capacidade de enchimento do trato digestivo por fibra.

A Figura 3 mostra a relação entre o teor de FDN da dieta e o CMS (% do peso vivo).

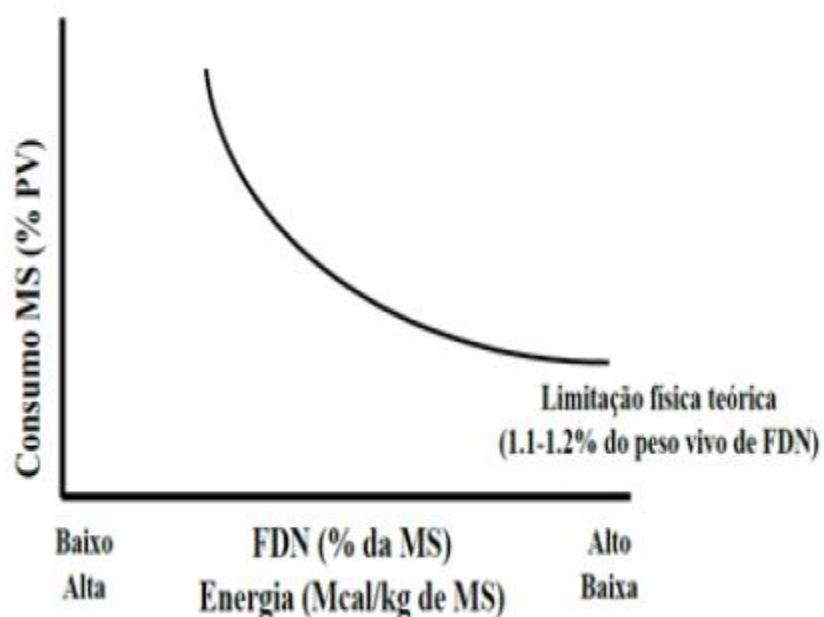


FIGURA 3: Representação gráfica do controle físico do consumo. Fonte: Adaptado de Pereira (2015)

A partir da Figura 3, nota-se que o aumento no FDN dietético é sinônimo de queda no conteúdo de energia da mesma. Por este mecanismo, dietas com alto teor de FDN seriam menos consumidas que dietas com baixo teor de FDN. Este conceito é importante para compreender qualidade em pastagens, por exemplo. Pastos de alta qualidade têm baixo FDN e, portanto, propiciam alto consumo diário pelos animais. O CMS, por este mecanismo, é ditado pela relação entre a capacidade de consumo de FDN e a concentração de FDN na dieta.

Conforme SANTOS (2021), o manejo alimentar tem como objetivo fazer com que a dieta formulada seja a mesma ou a mais próxima possível da ingerida pelo animal, fazendo com que o resultado colhido pelo produtor seja fiel ao planejado. Para que isto ocorra é preciso conhecer os animais, o ambiente, os maquinários utilizados para pesagem, mistura e distribuição desta dieta, a infraestrutura da propriedade e treinamento da equipe que será responsável por essas etapas.

O consumo voluntário de alimentos pelas vacas é influenciado por dois principais fatores: físico (enchimento físico do rúmen causado pela fibra das dietas) e metabólico (sensação de saciedade causada por dietas com alta densidade energética). Basicamente, os alimentos que causam enchimento físico são os volumosos (silagens, pasto, entre outros) e os que trazem bastante energia para a dieta são os que compõem a fração concentrada ou farelada das dietas, conhecidos como ração. No Brasil, o fator que mais limita o consumo é o físico (SANTOS, 2021).

É importante lembrar que a capacidade de distensão do rúmen varia de acordo com a produção leiteira do animal. Ou seja, quanto maior a necessidade de nutrientes, maior será a tolerância do animal quanto à distensão ruminal.

É de suma importância o conhecimento dos alimentos (volumosos e concentrados), assim como a relação com vários fatores (SANTOS, 2021):

- **Volumosos**

São alimentos integrantes deste grupo aqueles que possuem nível superior a 18% de Fibra Bruta (FB) em sua composição. Portanto, esses alimentos são os principais responsáveis por fornecer este nutriente que comentamos anteriormente, garantindo a correta movimentação do alimento dentro do rúmen do animal e, conseqüentemente, melhor aproveitamento de tudo que é ingerido.

Em relação ao volume, dois pontos essenciais no dia a dia da fazenda são importantes para serem observados: teor de matéria seca e tamanho das partículas.

Silagens, por exemplo, com teor de matéria seca por volta de 30%, facilitam o consumo e evitam a seleção de ingredientes pelos animais. Silagens com matéria seca mais alta que 30% tendem a reduzir o consumo. Silagens mais úmidas, com teor de MS um pouco abaixo dos 30% podem ter sua palatabilidade alterada por se tornar mais perecível. Por isso, é sempre bom tomar muito cuidado na observação do teor de umidade das silagens e ponto correto de ensilagem.

O tamanho das partículas na dieta também influencia no consumo, sendo que partículas menores possuem alta taxa de passagem, ficando menos tempo no rúmen, proporcionando assim maior consumo e no caso das partículas maiores ocorre o inverso; elas ficam mais tempo no rúmen.

O problema é que partículas maiores podem provocar um desequilíbrio na quantidade e na proporção dos ingredientes (provocada pela facilidade de

seleção dos ingredientes) ingerida da dieta estabelecida pelo nutricionista. Por isso, identificar a maneira que estamos picando esse material antes de ser fornecido aos animais e adequar nosso maquinário contribui para correta nutrição.

- **Concentrados**

Dentro dessa categoria colocamos os alimentos que possuem em sua composição um teor menor que 18% de FB, podendo ainda ser sub categorizados em concentrado energético (teor de proteína menor que 16%) e concentrado proteico (teor de proteína maior que 20%).

Tratando-se desta categoria, a inclusão de ingredientes de alta palatabilidade é um ponto importante para aumento do consumo de matéria seca. A ração fornecida às vacas em lactação deve apresentar entre 18 a 24% de Proteína Bruta (PB) e acima de 70% de nutrientes digestíveis totais (NDT). O fornecimento pode seguir a regra de 1 kg de ração para cada 3 litros de leite produzidos.

- **Fornecimento da dieta**

Após verificar os componentes da dieta, podemos partir para os métodos de fornecimento desta. Hoje em dia podemos dividir o fornecimento em dois grupos: ração totalmente misturada ou fornecimento com componentes separados.

- **TMR (Ração Totalmente Misturada ou dieta completa)**

A TMR ou dieta completa é a mistura dos volumosos, concentrados energéticos, concentrados proteicos, minerais e vitaminas. Adota-se este tipo de dieta para evitar que as vacas consumam grande quantidade de concentrado de uma só vez. Ao fornecer dieta completa é sugestivo alcançar o teor de matéria seca da mistura final entre 50 e 75%, e, como a silagem de grãos representa parcela significativa na dieta, monitorar a matéria seca, como mencionado, é primordial.

Iniciado nos Estados Unidos na década de 50, o conceito denominado *total mixed ration* (TMR) ou “dieta completa” foi adotado por muitas fazendas e a partir daí amplamente difundido. A TMR é um método de alimentação que combina todas as forragens, grãos, coprodutos, minerais, vitaminas e aditivos alimentares formulados, para propiciar concentração de nutrientes especificada em uma única mistura de alimentação (SEBASTIÃO, 2019).

Essa mistura completa é então oferecida de livre escolha e deve ser o mais constante possível, ou seja, idêntica entre os diversos tratos e ao longo dos dias. Atualmente, esse é o principal método de alimentação adotado para vacas de alta produção em confinamento na maioria dos países com destaque na produção de leite. De forma prática, o objetivo é fazer com que a dieta ingerida pelo animal seja a mais próximo possível da dieta preparada pelo tratador, e formulada previamente no computador (SEBASTIÃO, 2019).

Algumas das principais vantagens da TMR são (Sebastião, 2019):

- Menores variações na proporção de nutrientes ingeridos. Nesse sentido, cada refeição feita pelo animal permite a ingestão balanceada de nutrientes, resultando na estabilidade das condições de fermentação e manutenção de pH ruminal, possibilitando maior crescimento de microrganismos ruminais;
- Menor efeito negativo da baixa aceitação pelos animais sobre alguns alimentos, como: a ureia, calcário e sabões de cálcio. Além disso, o uso da TMR pode melhorar a operacionalização e a eficiência do uso da mão de obra empregada na rotina de alimentação;
- Maior otimização do trabalho de preparo e distribuição dos alimentos, reduzindo custos com mão de obra e aumentando a rapidez com que a comida é disponibilizada aos animais;
- Potenciais aumentos no teor de gordura do leite e outros componentes do leite, devido a melhor fermentação do rúmen e ao equilíbrio dos nutrientes que estão sendo consumidos. Potenciais aumentos da produção de leite podem variar de 1 a 2,5 kg de leite, comparado à oferta de alimentos separados.

- **Componentes separados**

Quando se utiliza o fornecimento da dieta com componentes separados, ou seja, consumo de pasto mais fornecimento de concentrado separado, ocorre maior dificuldade em formular dieta com teores específicos de nutrientes e o consumo do volumoso geralmente não é conhecido. Então, para otimizar este método, o que pode ser feita é uma simulação do consumo de volumoso pelo

método do quadrado, estimando assim o consumo de nutrientes pelo pasto e completando o que falta via ração.

- **Fornecimento de mistura mineral**

O fornecimento de minerais é de suma importância e, caso os animais estejam sob regime de pastagem e não recebam ração, estes devem ser suplementados no cocho coberto e à vontade, para evitar déficit dos minerais exigidos que possam limitar a produção.

- **Frequência de fornecimento**

Além de atentar à dieta em si, aos métodos de fornecimento, a frequência com que é fornecida requer cuidados. Ela deve seguir a regra de que sempre precisa haver alimento disponível no cocho, ou seja, é preciso que haja sobra de alimento com a mesma aparência, cheiro e temperatura da que foi fornecida entre as refeições. Esta quantidade de sobras deve ser em torno de 3 a 5% da matéria natural fornecida e o ajuste precisa ser feito diariamente.

Para estimular o consumo, o sugerido é mexer ou empurrar a dieta a cada 30 minutos, duas horas após o período de fornecimento. Além disso, aumentar a quantidade de tratos por dia também influencia positivamente o consumo de matéria seca pelos animais.

A dieta total deve estar invariavelmente fresca e disponível ao animal, pois a qualidade da dieta impacta diretamente no consumo de matéria seca e no aumento da produção de leite. Além disso, a alimentação frequente tem um impacto positivo sobre a saúde animal em geral. Mas isso não significa fazer vários tratos ao longo do dia, desde que sempre tenha disponibilidade de alimento no cocho (FONTES, 2020).

Ou seja, é preciso que haja sobra de alimento com a mesma aparência, cheiro e temperatura da que foi fornecida entre as refeições. Sendo assim, mexer o trato e deixar ele mais próxima da vaca já é suficiente para estimular o consumo dos animais (FONTES, 2020).

- **Cochos**

Ficou evidenciada a importância de bebedouros bem estruturados e capazes de atender a demanda por água pelas vacas. Então, para o fornecimento da dieta, o cocho também precisa ser dimensionado para atender a necessidade de alimentação diária das vacas. O espaço linear, altura e profundidade do cocho precisam ser compatíveis ao tamanho do lote e dos animais.

O indicado é que a área linear deve ter pelo menos 46 centímetros quando os animais têm acesso em período integral aos alimentos e de 0,8 a 1 metro quando estão em regime de acesso limitado ou quando não é possível separar as primíparas das múltiparas. A altura e profundidade dependem da altura média dos animais, variando, em geral, pela raça.

As vacas devem comer com suas cabeças abaixadas, como acontece quando estão pastando. Se o comedouro estiver alto, elas irão reduzir a mastigação e salivação.

Outro ponto é que o piso do comedouro não pode estar no mesmo nível que o piso em que a vaca está, para facilitar o acesso (FONTES, 2020).

- **Divisão de lotes**

Algumas práticas de manejo podem ser adotadas para otimizar o manejo alimentar e, neste sentido, recomenda-se separar os animais em lotes com animais de semelhante exigência nutricional, buscando sempre grupos homogêneos. O intuito da formação de lotes é proporcionar oportunidade para que todas as vacas tenham acesso ao cocho, evitando dominância de animais. O agrupamento pode ser feito seguindo os fatores: ordem de partos (primíparas e multíparas); produção de leite (alta, média e baixa produção); escore corporal; dias em lactação (DEL); situação reprodutiva.

- **Rotina**

Por fim, os bovinos leiteiros são animais extremamente responsivos à rotina implantada, ou seja, qualquer alteração no manejo diário bem como nos horários de manejo, refletem no consumo e no desempenho animal. Então, é preciso ter rotina estabelecida de horários, prezar pela qualidade do alimento fornecido todos os dias e buscar fornecer dieta semelhante (não alterar bruscamente).

As vacas leiteiras são animais extremamente metódicos em relação a rotina implantada. Desta forma, qualquer alteração no manejo diário, bem como nos horários de manejo, reflete no consumo e no desempenho animal. É preciso ter rotina estabelecida de horários, prezar pela qualidade do alimento fornecido todos os dias e, quando necessário, fazer ajustes e alterações nas dietas, mas deve acontecer de forma gradual. Para estimular ainda mais o consumo é importante ficar atento a reduzir o esforço das vacas para chegar até o alimento (FONTES, 2020).

- Fatores psicogênicos

O mecanismo psicogênico envolve respostas no comportamento do animal a fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento ou ao ambiente que não são relacionados à energia ou enchimento da dieta. Fatores como sabor, odor, textura, aparência visual de um alimento, status emocional do animal, interações sociais e o aprendizado podem modificar a intensidade do consumo de um alimento (MERTENS, 1994).

Tais fatores afetam o consumo em ruminantes e devem ser agregados em uma classe de moduladores ou modificadores psicogênicos do consumo. A modulação psicogênica nada mais é que um fator de ajustamento escalar, que determina elevações ou reduções no consumo predito, física ou fisiologicamente, devido a interações entre animal e meio (NASCIMENTO et al., 2009).

Os alimentos que serão ingeridos irão ser selecionados por visão e/ou cheiro e a decisão, em relação a comer ou não, é tomada. Uma vez na boca, o alimento pode ser engolido ou rejeitado, dependendo do seu gosto e textura (CARDOSO et al., 2014). Segundo DETMAN et al. (2007), a ureia é um bom controlador de consumo de suplementos para bovinos em pastejo devido ao aprendizado em função de sensações de mal-estar nos animais. As características sensoriais da ureia também controlam o consumo de suplementos, devido ao sabor amargo e odor característico.

Portanto, sabe-se que a amônia em excesso é absorvida pela parede do rúmen e, no fígado, é convertida a ureia. Esta conversão custa ao animal 12 kcal/g de nitrogênio (VAN SOEST, 1994). Sendo assim a utilização da ureia como regulador de consumo de suplemento deve ser avaliado sobre a eficiência de utilização do nitrogênio, e a possibilidades de excessos do nitrogênio (CARDOSO et al., 2014).

As características estruturais do pasto, como altura, relação folha/caule e densidade também afetam o consumo, por influenciarem o tamanho do bocado, a taxa de bocado e o tempo de pastejo. O tamanho dos bocados apreendidos, pelos bovinos em pastagens tropicais, pode limitar o consumo de forragem.

Dentre as características relacionadas ao alimento, o fator de maior impacto na regulação psicogênica do consumo de alimento parece estar relacionado à palatabilidade. Segundo Mertens (1996), palatabilidade é definida como a característica dos alimentos associada com a aceitabilidade gustatória, olfatória, e visual pelos animais. No entanto, Forbes (1995), afirma que muitas controvérsias estão relacionadas à sua real influência no controle do consumo

voluntário. Elementos sensores do olfato e paladar podem influenciar a seleção e o consumo de vários alimentos em inúmeras espécies.

A maior razão para que a palatabilidade tenha sido definida em termos de preferência entre alimentos é porque diferenças no consumo entre alimentos escolhidos livremente podem ser usados para quantificar a preferência. Quando dois alimentos são fornecidos aos animais simultaneamente, a quantidade de cada alimento consumido pode ser uma medida quantitativa de preferência.

3.2.2. Fatores químicos e metabólicos

A regulação metabólica do CMS é ditada pela demanda de energia do animal. Em dietas onde o teor de FDN não é alto o suficiente para limitar o consumo fisicamente, o consumo máximo atingido é aquele suficiente para atender a demanda metabólica de energia. Em animais leiteiros consumindo dietas com baixo teor de forragem este mecanismo de regulação é prevalente. Distintamente da curva de regulação física, na curva de regulação metabólica o CMS aumenta com aumento no teor de FDN da dieta, sinônimo de queda na concentração de energia da mesma (Figura 4).

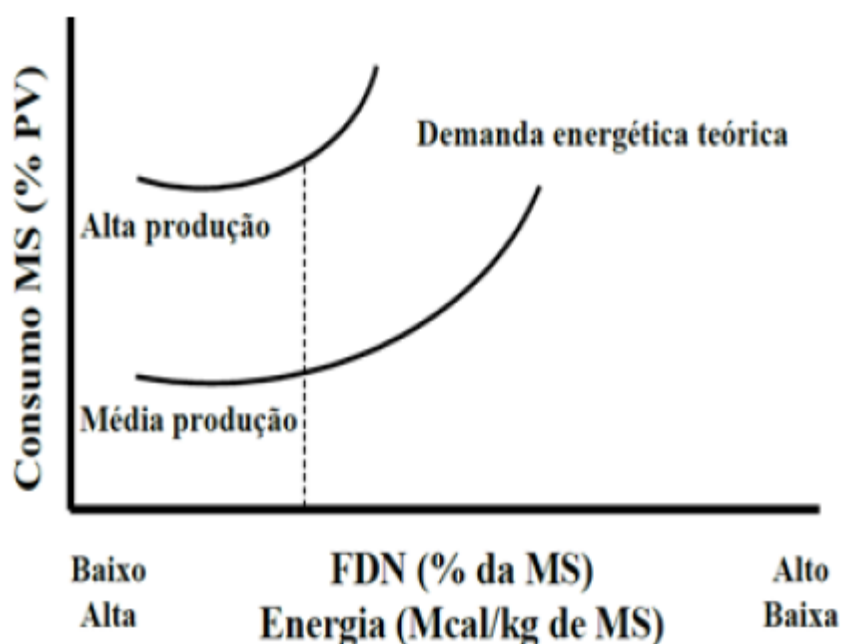


FIGURA 4: Representação gráfica do controle metabólico do consumo. Fonte: PEREIRA, (2015)

Sendo assim, em quantidades menores que às previstas, quando o consumo é limitado pelo enchimento da ração, o consumo cessa e as demandas relativas ao potencial de desempenho ou estado fisiológico do animal são atendidas. Forbes (1993) concluiu que os ruminantes em geral são capazes de controlar seu consumo energético de maneira semelhante aos animais de estômago simples, desde que a densidade de nutrientes da dieta seja suficientemente alta para que as restrições físicas não interfiram.

O princípio da teoria desta regulação de consumo baseia-se no seguinte conceito: se um animal dispõe de uma quantidade de nutrientes, principalmente energia e proteína, superior aos requerimentos de manutenção e produção, fatores fisiológicos atuarão, deprimindo o apetite e, portanto, seu consumo. Essa teoria

relaciona a qualidade do alimento, no que se refere à sua digestibilidade, com o consumo animal, considerando que, quando melhora a qualidade da dieta, aumenta o aporte de nutrientes por unidade de alimento – por exemplo, a concentração energética do alimento (Mcal/kg MS); dessa maneira, o animal necessitará consumir menor quantidade de matéria seca para dispor da quantidade de nutrientes requerida, dentro de certos limites de digestibilidade do alimento.

Muitas forragens de alta digestibilidade podem ser potencialmente ingeridas em quantidades menores que as previstas pela teoria do controle físico. Nesses casos, o consumo é, então, mais provavelmente determinado por entraves metabólicos relacionados à habilidade animal em utilizar nutrientes absorvidos que desencadeiam reações hormonais de regulação de consumo (NASCIMENTO et al., 2009).

O sinal de saciedade é o reflexo do excesso de um ou mais metabólitos que aparecem na corrente sanguínea em uma taxa maior do que eles podem ser removidos, resultando em uma elevação na concentração sanguínea. Há poucas evidências de que a utilização de glicose ou sua concentração sanguínea tenha um papel significativo no controle da ingestão de alimento no ruminante (SILVA, 2011).

O fígado é o primeiro órgão a receber um quadro relativamente completo do que está sendo absorvido do aparelho digestivo, e sinaliza para o sistema nervoso central (SNC) pelos nervos autonômicos (FORBES, 2000). Essa sinalização também pode ocorrer com os quimiorreceptores da parede intestinal

que sinalizam a existência de certas condições, como pH, osmolaridade e certos metabólitos (SILVA, 2011). É por meio destes mecanismos o animal pode enviar ao sistema nervoso central avisos com mais antecedência sobre o potencial de mudanças no estado metabólico e riscos de toxicidade.

A pressão osmótica no fluido do rúmen-retículo também pode influenciar sinais de saciedade e, às vezes, ser confundida com os efeitos dos ácidos graxos voláteis. Segundo Allen (2000), a osmolaridade, do fluido do rúmen é altamente variável, dependendo do conteúdo de sais minerais e fermentabilidade da matéria orgânica da dieta. O aumento da osmolaridade está associado com várias respostas fisiológicas que podem afetar a saciedade, então pode-se dizer que a depressão na ingestão de alimento por infusão de acetato de sódio no rúmen, provavelmente, deve-se a seu efeito em osmolaridade.

Os efeitos de hiperosmolalidade no rúmen sobre o término de uma refeição são possivelmente medidos por excitação de osmorreceptores localizados em outro lugar no trato gastrointestinal ou em outros locais alcançados pelo sistema circulatório, como o fígado ou o cérebro. A desidratação também pode reduzir a ingestão de alimentos, pois esta estimula a vasopressina (LANGHANS; ROSSI; SCHARRER, 1995).

O teor de proteína na dieta tem correlação positiva com consumo em vacas lactantes, sendo este efeito proveniente parcialmente do aumento da proteína degradável no rúmen e melhora na digestibilidade dos alimentos. Em rações de baixo teor proteico, a quantidade total de proteína ingerida pode aumentar se houver aumento na demanda de energia, aumentando o consumo.

Teores críticos de ingestão de proteína provocam queda no consumo, sendo que para ruminantes o limite crítico é mais baixo devido à síntese de proteína microbiana (CARDOSO et al., 2014).

Bach et al. (2012) realizaram um estudo com 32 cordeiros mestiços para avaliar se o fornecimento de diferentes níveis de proteínas (10,9% e 20,4% de PB) e diferentes sabores (sabor umami e mistura - doce, amargo e umami) iria alterar as preferências de consumo. No geral, o consumo de ração ou desempenho animal não foi afetado diretamente pela escolha do sabor oferecido a cordeiros. No entanto, é possível observar que a limitação do fornecimento de PB compromete a ingestão de matéria seca e que houve uma interação ($P < 0,01$) entre nível de PB, sabor e dia de testes sobre as preferências de alimentação.

Sabe-se que a gordura pode inibir a digestão da fibra com possíveis efeitos na distensão do rúmen-retículo causando o efeito de enchimento. A suplementação de gordura na dieta de vacas em lactação está associada ao aumento da densidade energética desta consequentemente ao seu consumo. Contudo Allen (2000) verificou na maioria dos trabalhos revisados que a adição de gordura aumentou a energia ingerida e produção de leite, enquanto que em outros foi verificada redução no consumo e digestibilidade da MS.

A máxima ingestão de MS (Figura 5) ocorre quando a ingestão regulada pelos requerimentos energéticos é igual à ingestão limitada pela repleção ruminal (NASCIMENTO et al., 2009). Os autores sugerem que, no caso de animais em confinamento, em que o nível de energia - efeito fisiológico - regula o consumo, o aumento da eficiência energética favorece a redução do consumo

de alimentos por satisfazer as necessidades nutricionais (OLIVEIRA; REIS; BERTIPAGLIA, 2013).

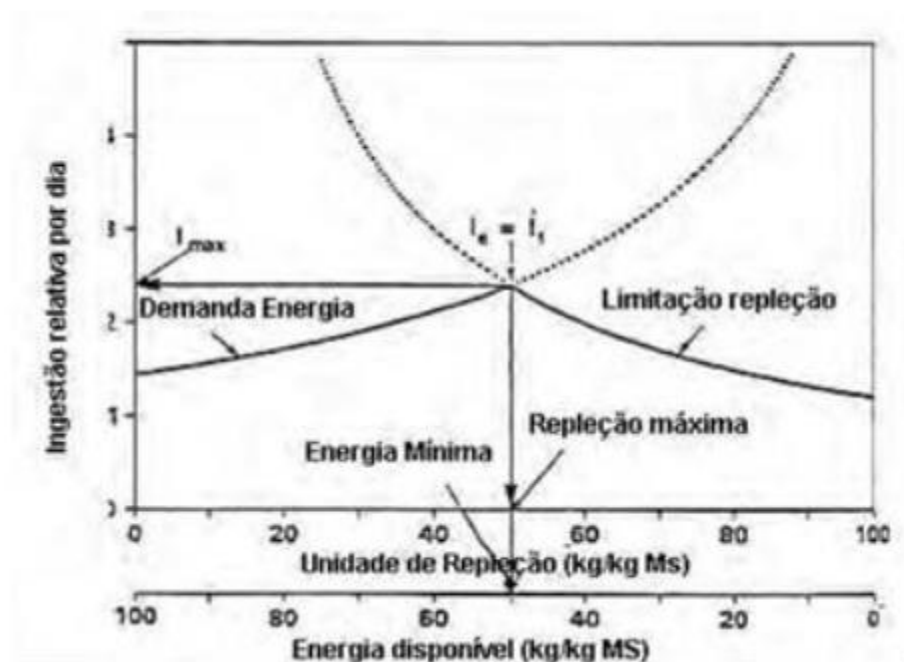


FIGURA 5: Regulação do consumo, com base na equação algébrica simples, mostrando o consumo esperado quando limitado pela demanda energética ou enchimento físico. Fonte: Adaptado de Mertens, 1994.

3.2.3. Fatores neuro-hormonais

O sistema nervoso central (SNC) é claramente o integrador de muitas ações do animal, tais como exercer papel vital no controle do consumo voluntário, tão bem como crescimento, deposição de gordura e reprodução. O cérebro coleta informações de sensores e receptores especiais da parede do trato digestivo e tecidos metabolizadores. Estas informações são integradas de

tal forma a determinar que alimento ingerir e se o consumo deve iniciar ou cessar (FORBES, 2007).

Diversos hormônios como os reprodutivos, do estresse, leptina, insulina, glucagon, e outros, têm sido apontados como sinalizadores da regulação do consumo (INGVARTSEN; ANDERSEN, 2000).

A leptina é produzida nas células adiposas e atua como regulador da ingestão de alimentos bem como nas reservas corporais. Sua síntese é regulada pelos principais hormônios que controlam a atividade do tecido adiposo. Além do efeito sobre a redução da ingestão de alimento, leptina tem um forte efeito sobre o metabolismo do corpo, ela também aumenta a liberação do hormônio estimulante da tireoide, resultando na produção de tireoxina pela glândula tiroide (SILVA, 2011).

A leptina regula o armazenamento, equilíbrio e uso de energia pelo organismo. Além disso, sinaliza o estado nutricional do organismo para outros sistemas fisiológicos. Esse hormônio é secretado pelo tecido adiposo branco e liga-se a receptores específicos na circulação sanguínea e leva a informação para o cérebro da quantidade de energia corporal depositada na forma de gordura, ativando com isso o centro de saciedade (FORBES, 2007).

A insulina exerce efeitos biológicos sobre os tecidos cerebrais, atuando como neuromoduladores no sistema nervoso. Acredita-se que este hormônio seja um sensor do metabolismo periférico, devido à correlação positiva entre a concentração plasmática de insulina e os níveis de reservas gordurosas. A concentração de insulina aumenta com a severidade da adiposidade.

No SNC a insulina se liga a receptores cerebrais específicos, onde os neurônios com maior concentração de receptores de insulina são encontrados nas áreas mais importantes para o controle do consumo e do metabolismo energético no cérebro (INGVARTSEN; ANDERSEN, 2000).

Em resumo, a insulina pode exercer um papel em longo prazo na regulação do consumo e do peso vivo em ruminantes, mas ela não parece exercer papel de deprimir o consumo em vacas de leite no início da lactação quando a concentração de insulina é baixa (FORBES, 2007).

Rottman et al. (2015) realizou um experimento com vacas leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes quantidades de FDN. Foram utilizadas 9 vacas em lactação, distribuídas em quadrado latino 3x3, uma dieta controle (CON, 33,3% FDN); uma dieta pobre em fibras (LF, 29,6% FDN), e uma dieta rica em fibras (HF, 34,8% FDN). Concluíram que animais alimentados com dietas ricas em fibras podem reduzir a ingestão através do preenchimento físico, e animais alimentados com dietas baixa em fibra aumenta a insulina e reduz ácidos graxos não esterificados (NEFA).

Por sua vez, o glucagon é um hormônio considerado também como regulador de consumo de ruminantes e pode reduzir o consumo de matéria seca em ratos e humanos, entretanto sua atuação não é diretamente no cérebro, mas através do fígado, uma vez que injeção na veia-porta é mais efetiva deprimindo o consumo mais do que na circulação geral, e seus efeitos podem ser anulados pela vagotomia hepática. Além disso, o glucagon é mais potente quando administrado na veia porta do que na veia cava inferior (NASCIMENTO, 2009).

Dos poucos estudos com glucagon sobre o consumo alimentar em ruminantes, um mostra que glucagon administrado intravenosamente em concentrações fisiológicas reduz o consumo em ovelha. Mais pesquisas, nesta área, são requeridas em ruminantes para identificar a importância do glucagon na regulação do consumo (NASCIMENTO, 2009).

3.2.4. Fatores ambientais e manejo nutricional

A produção das vacas leiteiras está associada a alguns fatores, como: condições climáticas, raças mais produtivas e alimentação. As vacas passam por fases em relação à produção de leite. Cada fase possui diferentes necessidades alimentares que, se não atendidas, podem impactar negativamente na produtividade. Por exemplo, as vacas necessitam ter, ao fim da gestação, um determinado nível de reserva de energia. Caso não o tenham, tendem a apresentar baixa produção de leite e outros distúrbios (SEBRAE, 2017).

Um sistema de alimentação eficaz baseia-se em requerimentos nutricionais, de acordo com cada fase do animal e considerando a composição química dos alimentos. Portanto, se as vacas são bem alimentadas conforme as suas exigências nutricionais, consegue-se eficiência alimentar, ou seja, produção de leite diária (kg) / ingestão de matéria seca diária (kg), (SEBRAE, 2017). Portanto, a alimentação está relacionada com aspectos ligados ao ambiente, uma vez que afeta a ingestão de matéria seca. Nesse sentido, destaca-se os seguintes aspectos (Sebrae, 2017):

- Clima ou temperatura: a zona de conforto para as vacas leiteiras é de 10 a 20°C, temperatura na qual seus corpos se mantêm constante. As vacas leiteiras armazenam calor e são ineficientes em dissipá-lo. Em temperaturas acima de 25°C, as vacas diminuem o consumo de matéria seca como forma de reduzir a temperatura corporal;
- Umidade: é fator importante para quando as temperaturas excedem os 25°C. Com a umidade alta no ambiente, as vacas não transpiram tanto e o consumo de alimentos é pouco afetado, pois há menos perda de nutrientes.
- Manejo: o sistema de alimentação afeta o consumo dos animais. Por exemplo, é preferível a utilização de cochos cobertos, para que fiquem mais confortáveis, bem como de piso de material, para não lesionar as patas e facilitar a limpeza.

Com a elevação das temperaturas, os animais podem entrar em estresse térmico. Quando isso acontece, a frequência respiratória aumenta e a ingestão da matéria seca reduz. Em casos moderados, os animais tendem a reduzir o consumo cerca de 10%. Já em casos severos, pode chegar em até 25% (FONTES, 2020).

Como a alimentação exerce um grande impacto sobre o custo de produção, saber escolher e utilizar os alimentos é fundamental. Uma boa dieta visa fornecer aos animais os alimentos na quantidade e na qualidade que eles necessitam, se aproximando ao máximo de suas exigências nutricionais. Como resultado, há uma melhora na produtividade e consequente redução de custos (VIANA, 2021).

Porém, formular uma dieta que atenda às necessidades dos animais vai além da produtividade e redução de custos. Ela está diretamente ligada à saúde animal. Dietas mal formuladas e desbalanceadas podem causar desordens como acidose ruminal, deslocamento de abomaso, problemas de casco e queda de imunidade. Apesar da importância de uma boa dieta, ela não é o único fator que compõe o manejo nutricional (VIANA, 2021).

- Fatores que compõem e afetam o manejo nutricional

Além da dieta, outros elementos exercem grande influência para se ter um bom manejo nutricional. São eles (Viana, 2021):

- Qualidade da água: é o nutriente mais importante da alimentação das vacas. Se a água estiver suja ou contaminada isso irá limitar a sua ingestão pela vaca, reduzindo também o consumo de alimentos;
- Qualidade da ração: rações e suplementos de qualidade contribuem para um bom desempenho produtivo e reprodutivo, além de melhorar o sistema imune;
- Espaço de cocho: limitações de espaço no cocho reduzem a ingestão de alimentos. É importante observar os lotes para adequar a dieta formulada com a dieta que efetivamente está sendo consumida pelos animais;
- Conforto animal: animais sob estresse térmico reduzem o consumo de alimentos e afeta a produção de leite e a reprodução;
- Saúde animal: animais doentes ou debilitados não ingerem quantidades suficientes de alimento, prejudicando o seu desempenho;

Algumas práticas influenciam diretamente na produção de leite e podem melhorar o manejo nutricional da propriedade, como (Viana, 2021):

- Tenha disponível forragem de qualidade. Pode ser pasto, silagem, feno ou outra forrageira, mas que tenha matéria seca com bom valor nutritivo. O volumoso de qualidade é essencial para a saúde ruminal e para a produção de leite;
- Se produz silagem, fique atento na hora da colheita. O tamanho do corte, a compactação e vedação do silo interferem muito na qualidade final da silagem, interferindo também na dieta que será formulada e consumida pelos animais;
- Utilize ingredientes de qualidade para a produção do concentrado;
- Dê preferência para sal mineral de empresas confiáveis;
- Forneça a dieta de acordo com as exigências das vacas. Em cada fase do período de lactação essa exigência será diferente, portanto, a dieta também deverá ser;
- Cuide dos bebedouros, forneça água limpa de qualidade e em quantidade suficiente para as vacas. No verão o consumo pode chegar a ser o dobro, por isso sempre tenhas bebedouros limpos para estimular o consumo;
- Promova espaço físico adequado para as vacas, especialmente a linha de cocho. Isso reduz a competição por comida e estimula o consumo;
- Nos períodos de maior estresse calórico, observe os animais, mensure as sobras no cocho e ajuste a dieta. Isso reduz desperdícios e minimiza a queda na produção de leite;

- Pelo menos duas vezes ao dia, empurre a comida para perto do cocho, pois isso estimula o consumo e evita desperdícios;
- Tenha atenção com o conforto térmico. A queda no consumo causa uma redução rápida na produção de leite;

O manejo nutricional é fundamental na pecuária leiteira, porém uma dieta sozinha não faz milagres. Para potencializar o potencial produtivo das vacas é preciso aliar uma boa dieta com o manejo adequado (VIANA, 2021).

Do ponto de vista da dieta, salienta-se que existem alguns fatores que estão associados ao animal, como (Sebrae, 2017):

- Individualidade: nem todos os animais comem da mesma forma, ou seja, é possível observar diferenças de preferências entre eles;
- Raça: algumas raças de bovinos podem apresentar maior consumo de alimentos que outras;
- Peso: quanto maior o peso do animal, maior o consumo de matéria seca por dia. Esse aumento no consumo está associado às necessidades energéticas do animal e ao tamanho de seu estômago;
- Fase da vida animal: conforme mencionado, as vacas possuem diferentes fases, o que impacta no seu comportamento de consumo de alimentos e em suas necessidades nutricionais;
- Composição corporal: quanto maior a reserva corporal (gordura) do animal, menor o consumo de alimentos, pois isso está associado ao teor de lipídeos no sangue, que inibe o apetite dos animais.

3.2.5. Ingestão de água e alimentos

- Ingestão de água

É extremamente importante o conhecimento sobre a ingestão de água pelos ruminantes, sendo essencial que a água seja de qualidade e disponível à vontade, pois é um nutriente tão importante quanto carboidrato, proteínas, minerais e vitaminas.

A água é um recurso escasso e finito, essencial para todos seres vivos, depois do oxigênio, é o nutriente essencial mais importante para os seres vivos. É o alimento de maior requisição quantitativa para o gado de leite. Vacas em lactação necessitam de mais água em relação a seu peso vivo do que as outras categorias de animais, pois o leite contém 87% de água. Para se ter uma ideia, o corpo do gado adulto apresenta cerca de 55 a 70% de água, chegando essa porcentagem a 80 a 85% no animal jovem e até 90% no recém-nascido. Os animais podem perder até 100% de seu tecido adiposo e mais de 50% de sua proteína corporal que eles sobrevivem, mas perdendo de 10 a 20% de sua água corporal eles morrem (CAMPOS *et al.*, 2006).

A água deve ser limpa, fresca, possuir níveis baixos de sólidos e de alcalinidade e ser isenta de compostos tóxicos. Uma concentração de 2% de sal (NaCl) na água pode ser considerada tóxica para os bovinos. Assim, uma fonte abundante de água limpa e de alta qualidade deve ser prioridade em uma propriedade rural (CAMPOS *et al.*, 2006).

Em clima temperado, a produção de um quilograma de alimento implica em um consumo grande de água. Para a produção de leite, o consumo é de

aproximadamente 10.000 litros de água/kg; e para carne, de 20.000 a 50.000 litros de água/kg. Esse volume total de água baseia na necessidade para produção das pastagens e alimentos concentrados utilizados pelos bovinos, além da quantidade ingerida pelos animais. Em clima tropical, esse consumo pode dobrar. O consumo de água por vacas em lactação depende de vários fatores: estado fisiológico, produção de leite, peso corporal, raça e consumo de matéria seca. Composição da dieta, ambiente, clima e qualidade da água são outros fatores que influenciam no consumo. Durante os meses mais quentes, as vacas sofrem estresse pelo calor e elevação da umidade, aumentando o consumo de água, com elevação na excreção de urina e alterando a composição dos dejetos (CAMPOS *et al.*, 2006).

O hábito no consumo de água segue o de consumo de alimento: o pico de consumo coincide com o pico de consumo de matéria seca, mesmo quando o alimento é oferecido várias vezes por dia. Picos de consumo são também observados após as ordenhas, quando podem representar até 40 a 50% do consumo total diário. Normalmente, os animais preferem consumir água com temperatura entre 25 e 30°C, com tendência de diminuir o consumo quando sua temperatura está abaixo de 15°C (CAMPOS *et al.*, 2006).

A água representa em média 70% da composição corporal dos animais adultos magros, e não é apenas um material inerte ou um solvente e sim um componente ativo e estrutural do corpo. A água tem elevada capacidade ionizante para facilitar as reações energéticas nas células e alto calor específico

que permite absorver o calor dessas reações com um mínimo de elevação da temperatura corporal (MAYNARD et al., 1979).

As propriedades sensoriais do alimento e da água são importantes para estimular a ingestão. A sensação de secura durante a ingestão de alimento há muito tem sido considerada como um estímulo à ingestão de água para facilitar a mastigação e deglutição de alimentos secos. Além disso, as ingestões de alimento e de água atendem aos mecanismos homeostáticos, satisfazendo ou evitando deficiências nos metabólitos energéticos e fluidos do corpo. A ingestão de alimento requer ingestão de água e esta, por sua vez, parece facilitar o consumo de alimento. Por outro lado, ingestão de alimento é normalmente reduzida quando há escassez de água (LANGHANS; ROSSI; SCHARRER, 1995).

A água é extremamente importante para qualquer organismo vivo, o que se pode verificar facilmente pelo cessar imediato de funções vitais quando não se dispõe de água suficiente, em contraste com o longo período vital quando se limita outros nutrientes. O requerimento de água por vacas leiteiras varia de 40 a 65 litros por dia, podendo atingir quantidades duas a três vezes maiores, segundo o peso vivo, quantidade de leite produzida, ingestão de matéria seca e temperatura ambiente. A frequência de bebida de água pelos animais está relacionada com a temperatura, baixa umidade relativa, dietas com alto teor de sal ou proteína. Existem observações de que, quando a água foi disponível e de fácil acesso, os bovinos usualmente beberam duas a cinco vezes por dia, e nunca mais de sete vezes (VIEIRA, 1987).

A redução de 50% no consumo de água pelas vacas em lactação pode reduzir a produção de leite em 50% e o peso corporal em 15% após quatro dias. As vacas sob restrição de água assumem comportamento agressivo em volta dos bebedouros e gastam menos tempo em repouso. A água potável para bovinos leiteiros deve ser disponível à vontade, com bebedouros mantidos à sombra, principalmente nas regiões quentes (LITTLE *et al.*, 1980). Na Tabela 4, embora não exista regra segura para determinação da exigência de água, como média, são destacados alguns valores.

TABELA 4: Quantidade de água estimada diariamente para animais leiteiros.

Categoria animal	T° ambiente (°C)	ingestão de água/dia (kg/kg MS consumida)
Manutenção, acima 100 kg	até 10	6,5
	10 a 15	3,5
	15 a 20	3,6
	20 a 27	4,0 a 4,2
	> 27	5,6
Últimos 4 meses gestação	independente	1,5 X manutenção
Em lactação	independente	mais 1,5 a 2 kg água/L leite além da
manutenção		

Fonte: Vieira (1987).

Segundo NRC (2001), pode recomendar a ingestão de kg de água por kg de leite produzido segundo equações prévias, nas quantidades que variaram de 2,0 a 3,0 kg água/L leite produzido com 87% d'água, para animais produzindo entre 33 e 35 litros/leite/dia.

A relação entre ingestão de água e de alimento é influenciada por vários fatores, entre eles a composição do alimento, temperatura ambiente e demandas

produtivas. Alimentos com alto teor de umidade vão demandar menor ingestão de água em espécie. Com base na elevada relação entre balanço de água e de eletrólitos no corpo, também alimentos ricos em sais vão resultar em maior consumo de água; dessa forma a relação água matéria seca ingerida vai aumentar. A suplementação adequada de sal não parece influenciar muito o consumo de água e alimentos. Alimentos ricos em proteína frequentemente resultam em maior demanda de água, em consequência do incremento calórico da proteína e da eliminação de resíduos do metabolismo (SILVA, 2011).

Sendo assim, observa-se que o consumo de água é influenciado por variáveis ambientais, como a composição do alimento e temperatura ambiente, bem como por demandas produtivas, como a lactação. Não obstante, em condições dentro da zona de termoneutralidade e com alimentos que não contêm excesso de sais ou proteína, há uma correlação linear altamente significativa entre consumo de oxigênio e taxa de renovação de água no corpo que é refletida, no final das contas, na correlação elevada e positiva entre a quantidade de alimento e de água consumida, na maioria das condições (SILVA, 2011).

Outro item bastante importante, quando se trata do manejo alimentar de vacas leiteiras, é o consumo de água. Isso porque o consumo inadequado influencia diretamente o desempenho na produção leiteira. A conta é simples: as vacas precisam beber cerca de 2,6 litros de água limpa e fresca para produzir 1 litro de leite. Assim, o consumo médio para uma vaca em lactação é 90 litros/dia, podendo este valor ser alterado com incremento de 20 a 100% pelo estresse térmico (SANTOS, 2021).

Entendendo o comportamento e a necessidade animal é possível fazer uma melhor projeção da demanda por água em certos momentos do dia. Isso porque até 2 horas após a ordenha, 75% dos animais vão até os bebedouros e cerca de 30 a 50% da ingestão diária de água de vacas em lactação ocorre até uma hora após as ordenhas. Isto mostra que é preciso um bebedouro com grande capacidade de armazenamento de água para saciar a necessidade de todo lote, além de alta vazão do bebedouro, pois a demanda após a ordenha é maior. Outro fator a se atentar é que é preciso ter disponíveis bebedouros com água limpa e fresca nas demais instalações que as vacas permanecerem (SANTOS, 2021).

- Ingestão de alimentos

São diversos os fatores que afetam a alimentação, os quais podem estar associados ao alimento, ao animal, às condições climáticas etc. São exemplos de fatores relacionados ao alimento (Sebrae, 2017):

- **Ração:** quantidade de alimento que um animal recebe em 24 horas, sendo uma mistura de ingredientes e aditivos. Para que seja balanceada, deve atender às necessidades nutricionais dos animais e, para isso, cálculos devem ser feitos;
- **Odor, sabor, textura e temperatura:** são fatores que devem ser observados na alimentação, pois afetam o seu consumo. Rações compostas por 30 a 35% de matéria seca, alcalinas e flavorizadas com melaço ou outros ingredientes são exemplos de características que atraem o palato dos animais e estimulam o consumo dos alimentos;

- Formas de apresentação do alimento: pode ser granulada ou moída, que estimulam o consumo, ou na forma de mistura. É interessante oferecer o alimento de forma frequente e com mesma quantidade diária, para melhorar a ingestão de matéria seca.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a regulação da ingestão de matéria seca seja o resultado de uma complexa interação entre fatores físicos, metabólicos e quimiotáticos, dentre outros relacionados à habilidade psicológica e sensorial dos animais, é de extrema importância que os produtores de leite, observem certos detalhes a fim de proporcionar as melhores condições possíveis para a ingestão de matéria seca pelas vacas leiteiras.

Destaca-se que vacas em lactação são altamente susceptíveis a fatores externos quando se trata da produção de leite.

O manejo alimentar nutricional é responsável por grande parte dos custos de produção, se trata dos componentes que mais influenciam o desempenho animal. Os bovinos respondem diferentemente a vários tipos de alimentos e de dietas, alterando os níveis de produção, fertilidade e comportamento alimentar. Desta forma, conceitos básicos de alimentação aliados ao conhecimento etológico dos animais podem e devem ser utilizados para incrementar sua produção de leite. Os fatores que afetam o consumo alimentar em bovinos, especialmente em vacas leiteiras no sentido de proporcionar melhor

aproveitamento dos alimentos fornecidos, que alteram os requerimentos dos animais e que refletem na sua produção.

Como a alimentação exerce um grande impacto sobre o custo de produção, saber escolher e utilizar os alimentos é fundamental. Uma boa dieta visa fornecer aos animais os alimentos na quantidade e na qualidade que eles necessitam, se aproximando ao máximo de suas exigências nutricionais, face à ingestão de matéria seca. Como resultado, há uma melhora no desempenho produtivo, reprodutivo e consequente redução de custos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN MS. **Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle.** Journal of Dairy Science, 83: 1598–1624. 2000

ALLEN MS. **Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants.** J. Anim. Sci., p. 3063- 3075, 1996.

ALVES AA, SALLES RO, AZEVÊDO DMMR, AZEVÊDO AR. **Fatores que interferem no consumo de alimento pelos ruminantes: Uma revisão.** Rev. Cient. Prod. Anim., v. 3, n. 2, p. 62-72, 2001.

ARCURI, P. B., LOPES, F. C. F. & CARNEIRO, J. C. 2011. **Microbiologia do rúmen.** In: Berchielli, T. T., Pires, A. V. & Oliveira, S. G. (eds.) Nutrição de Ruminantes. FUNEP, Jaboticabal, Brazil. 1ª ed. Jaboticabal: Funep, p.111-140, 2006.

AROEIRA, L. J. M. **Estimativas de consumo de gramíneas tropicais.** In: TEIXEIRA, J. C. (Ed.) 1997. Digestibilidade em Ruminantes. Lavras: UFLA/FAEP. p.127-163

BACH A, VILLALBA JJ, IPHARRAGUERRE IR. **Interactions between mild nutrient imbalance and taste preferences in young ruminants.** J. Anim. Sci. p. 1015–1025, 2012.

BARBOSA *et al.* **Sistema de produção de leite (Zona da Mata Atlântica).** <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. 2002. Disponível em <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteZonadaMataAtlantica/alimentacao3.html>.

BARGO, F., MULLER, L. D., KOLVER, E. S., & DELAHOY, J. E. (2003). **Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture.** Journal of Dairy Science, v. 86, n. 1, p. 1-42, 2003.

BATH, D. L.; SOSNIK, U. **Formulation, delivery and inventory control of cost-effective rations.** In: VAN HORN, H. H.; WILCOX, C. J. (Eds.). Large Dairy Herd Management. Savoy: American Dairy Science Association, 1992. p.709-719.

BAUMONT, R. **Palatability and feeding behavior in ruminants.** A review. Ann. Zootech, v.45, p.385-400; 1996

BORGES, A. L. C.; GONÇALVES, L. C.; GOMES, S. P. **Regulação da ingestão de alimentos.** IN: GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. (editores). Alimentação de gado de leite. Belo Horizonte: FEPMVZ, p. 1-25, 2009

CAMPOS, A. T. **Importância da água para bovinos de leite** – instrução técnica para o produtor de leite. Embrapa Gado de leite. 2006.

CARDOSO ES *et al.* **Reguladores de consumo de bovinos em pastagem: recentes avanços.** Revista eletrônica Nutritime. Artigo 271, vol. 11, nº 5, p. 3672-3682. 2014.

COELHO DA SILVA JF. **Mecanismos reguladores de consumo.** In: Berchielli TT, Pires AV, Oliveira SG. (Eds). Nutrição de ruminantes. 1.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.

DETMANN E, GIONBELLI MP, HUHTANEN P. **A meta-analytical evaluation of the regulation of voluntary intake in cattle fed tropical forage-based diets.** J. Anim. Sci. p. 4632–4641. 2014.

DETMANN E, PAULINO MF, VALADARES FILHO SC *et al.* **Fatores controladores de consumo em suplementos múltiplos fornecidos ad libitum para bovinos manejados a pasto.** Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia, v.55, p.73-93, 2007

FONTES. **Sistema de produção de leite com recria de novilhas em sistemas silvipastoris.** <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>. 2020. Disponível em <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteRecriadeNovilhas/alimentacao.htm>.

FORBES JM, PROVENZA FD. **Integration of learning and metabolic signals into a theory of dietary choice and food intake**. In: Cronjé PB. (Ed.). Ruminant physiology, digestion, metabolism, growth and reproduction. CAB international, p. 03-19, 2000.

FORBES JM. **Natural feeding behavior and feed selection**. In: Heide D. et al. (Eds). Regulation of feed intake, CAB international, p. 03-12, 1999.

FORBES JM. **VOLUNTARY FEED INTAKE**. IN: FORBES JM, FRANCE J. (Eds.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: University Press, 1993. p.479-494.

FORBES JM. **VOLUNTARY FEED INTAKE**. IN: FORBES JM, FRANCE J. (Eds.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: University Press. 2007.

FORBES JM. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. CAB International, Biddles Ltd, UK, 1995, 532 p.

FREITAS, S. G.; PATIÑO, H.O.; MÜHLBACH P.R. F.; GONZÁLES, F.H.D. **Efeito da Suplementação de Bezerros com blocos multinutricionais com a Digestibilidade**. O Consumo e os Parâmetros ruminais. Revista Brasileira de Zootecnia, vol.32, n.6, p. 1508- 1515,2003.

FREITAS, S. G.; PATIÑO, H.O.; MÜHLBACH P.R. F.; GONZÁLES, F.H.D. **Efeito da Suplementação de Bezerros com blocos multinutricionais com a Digestibilidade**. O Consumo e os Parâmetros ruminais. Revista Brasileira de Zootecnia, vol.32, n.6, p. 1508- 1515,2003.

GOMIDE. J. A. **Produção de leite em regime de pasto**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.22, n.4, p.591-613, 1993.

HART KD, MCBRIDE BW, DUFFIELD TF, DEVRIES TJ. **Effect of frequency of feed delivery on the behavior and productivity of lactating dairy cows**. J. Dairy Sci. 97 :1713–1724. 2014.

HOPPER, J. T.; HOLLOWAY, J. W.; BUTTS JR., W. T. **Animal variation in chromiun sesquioxide excretion patterns of grazing cows**. Journal of Animal Science, v.46, n.4, p.1098-1102, 1978.

INGVARTSEN KL, ANDERSEN JB. **Integration of metabolism and intake regulation: a review focusing on periparturient animals**. Journal of Dairy Science, p. 1573-1597. 2000.

LANGHANS W, ROSSI R, SCHARRER E. **Relatinships between feed and water intake in ruminants**. In: Englehardt WV et al. (Eds). Ruminant

Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and reproduction. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, Germany, p. 199-216, 1995

LITTLE, W.; COLLIS, K.A.; GLEED, P.T.; SANSON, B.F.; ALLEN, W.M.; WICK, A.J. **Effect of reduced water intake by lactating dairy cows on behaviour, milk yield and blood composition.** London. Veterinary Research, v. 6. n. 26, p. 547-51, 1980.

MADSEN, J.; HVELPLUND, T.; WEISBJERG, M. R. **Appropriate methods for evaluation of tropical feeds for ruminants.** Animal Feed Science and Technology, v.69, n.2, p.53-66. 1997.

MALAFIA, P. A. M.; VALADARES FILHO, S.C.; VIEIRA, R.A.M. **Kinetic parameters of ruminal degradation estimated with an non-automated system to measure gas production.** Livestock Production Science, v.58, p. 65-73, 1999.

MATTOS, W. R. S. **Nutrição de bovinos tendo em vista performances máximas: parte II Nutrição para performances máximas.** In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. **Nutrição de Bovinos: Conceitos Básicos e Aplicados.** 5. ed.; Piracicaba: FEALQ, 1995. p.209.

MAYNARD LA et al. **Animal Nutrition.** 7 edition, McGraw-Hill Book Company, NY, 1979. 602p.

MERCHEN, N. R. **Digestion, absorption and excretion in ruminants.** In: CHURCH, D.C. (Ed.) The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition. New Jersey: Prentice Hall. p.172-201, 1988

MERTENS, D. R. **Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras, 1992. Anais... Lavras: SBZ, 1992. p.188-219.

MERTENS, D. R. **Regulation of forage intake.** In: FAHEY JR., D.C. (Ed.) Forage Quality, Evaluation and Utilization. Madison: American Society of Agronomy. p.450-492, 1994.

MERTENS D. R. **Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations.** Informational Conference with Dairy and Forages Industries. US Dairy Forage Research Center, 1996.

MINSON, D. J. **Effect of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake.** In: HACKER, J. B. (Ed.) Nutritional Limits to Animal Production From Pastures. Queensland: Farnham Royal, CAB, 1982. p.167-182

MOREIRA *et al.* **Consumo e desempenho de vacas guzerá e girolando na caatinga do sertão pernambucano.** Caatinga, v.20, n.3, p.13-21, 2007

NASCIMENTO PML, FARJALLA YB, NASCIMENTO JL. **Consumo voluntário de bovinos.** Rev. Electrón. Vet. Vol. 10, nº 10, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, **Nutrient Requirements of Dairy Cattle.** 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC. 2001.

OLIVEIRA AP, REIS RA, BERTIPAGLIA LMA *et al.* **Substituição de monensina sódica por bicarbonato de sódio em dietas de novilhas confinadas.** Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.65, n.4, p.1149-1157, 2013.

OLIVEIRA, B.C.; CAETANO, G.A.O.; CAETANO JÚNIOR, M.B.; MARTINS, T.R.; OLIVEIRA, C.B. Mecanismos reguladores de consumo em bovinos de corte, **Nutritime Revista Eletrônica**, v.14, n.4, p.6066-6075, 2017.

OLIVEIRA, M. D. S. **Cana-de-açúcar hidrolisada na alimentação de bovinos –Técnica da hidrólise com cal virgem ou hidratada.** FUNEP: Jaboticabal, 116p. 2010.

OLIVEIRA, M.D.S. **Pecuária Leiteira.** 1^a. Ed. FUNEP: Jaboticabal, SP, 1998. 71p.

OWENS, F. N.; HANSON, C. F **External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants.** Journal of Dairy Science, v.75, n.9, p.2605-2617, 1992.

MN PEREIRA. **Regulação e estimativa do consumo de matéria seca.** Módulo 3. Curso online: Formulação de dietas para bovinos leiteiros. Agripoint, 2015.

PEREIRA, J. C; GARCIA, J. A.; COELHO DA SILVA, J. F. *et al.* **Estudos de digestão em bovinos fistulados, alimentados com rações tratadas com formaldeído e contendo óleo.** II. Métodos para estimativa da excreção de matéria seca fecal. Revista Brasileira de Zootecnia, v.12, n.3, p.429-439, 1983.

PRIGGE, E. C.; VARGA, G. A.; VICINI, J. L. *et al.* **Comparison of ytterbium chloride and chromium sesquioxide as fecal indicators.** Journal of Animal Science, v.53, n.6, p.1629-1633, 1981.

RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. **A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation.** Journal of Animal Science, v.70, n.12, p.3551-3561, 1992.

SALMAN, A. K. D.; OSMARI, E. K.; SANTOS, M. G. R. **Manual prático para formulação de ração para vacas leiteiras**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 24 p. 2011.

SANTOS, L. S. **Como planejar de forma eficiente a nutrição dos bovinos leiteiros**. <https://www.baldebranco.com.br/>. 2021. Disponível em <https://www.baldebranco.com.br/como-planejar-de-forma-eficiente-a-nutricao-dos-bovinos-leiteiros/>.

SEBASTIÃO, G. **Boas práticas na confecção e oferta de dietas completas para vacas leiteiras**. <https://agrocere multimix.com.br/>. 2019. Disponível em <https://agrocere multimix.com.br/blog/boas-praticas-na-confeccao-e-oferta-de-dietas-completas-para-vacas-leiteiras-parte-1/>.

SEBRAE. **Dieta para bovinos leiteiros A importância da alimentação**. Artigo 1403 SEBRAE. 2017.

SHEAHAN, A. J.; GIBBS, S. J.; ROCHE, J. R. **Timing of supplementation alters grazing behavior and milk production response in dairy cows**. Journal of Dairy Science, v. 96, n. 1, p. 477-483, 2013.

SHEAHAN, A. J.; KOLVER, E. S.; ROCHE, J. R. **Genetic strain and diet effects on grazing behavior, pasture intake, and milk production**. Journal of Dairy Science, v. 94, n. 7, p. 3583-3591, 2011

SILVA JFC. **Mecanismos reguladores de consumo**. In: Berchielli TT, Pires AV, Oliveira SG. Nutrição de ruminantes. Jaboticabal:Funep, 2011. Cap. 3. 61:82.

SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S. **Fatores condicionantes e predisponentes da produção animal a pasto**. In: SIMPÓSIO SOBRE MAJEJO DA PASTAGEM. 13. PIRACICABA, 1996. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1996. 352p. p.97-122.

SORIANO, F. D.; POLAN, C. E.; MILLER, C. N. **Milk production and composition, rumen fermentation parameters, and grazing behavior of dairy cows supplemented with different forms and amounts of corn grain**. Journal of Dairy Science, v. 83, n. 7, p. 1520-1529. 2000.

STOCKDALE, C. R. **Levels of pasture substitution when concentrates are fed to grazing dairy cows in northern Victoria**. Animal Production Science. v. 40, n. 7, p. 913-921, 2000.

VAN SOEST, P. J. Interactions of feeding and forage composition. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS**, 4. Brasília, 1987. Proceedings... Brasília: EMBRAPA, 1987. p.971-988.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Ithaca: 2. ed., Cornell University Press, 1994. 476p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Ithaca: 2. ed., Cornell University Press, 1994. 476p.

VAN SOEST, P. J. **Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake relation to chemical composition and digestibility**. Journal of Animal Science, v.24, n.3, p.834-844, 1965.

Viana, E. P. **Manejo nutricional de vacas leiteiras**.
<https://esteiogestao.com.br/>. 2021. Disponível em
<https://esteiogestao.com.br/manejo-nutricional-de-vacas-leiteiras/>.

VIEIRA, P. F. **Problemas relacionados com o confinamento de gado leiteiro**. IN 5o Simpósio sobre produção animal, 1987. São Paulo, S. P. Anais..., 1987.

WADE, D. D.; LEWIS, C. E. **Managing southern ecosystems with fire**. Rangelands, v.9, n.3, p.115-122, 1987.

WEISS, W. P. **Predicting Energy Values of Feeds**. Journal of Dairy Science, v. 76, n. 6, p. 1802-1811, 1993.