

## Capítulo 9

### Sistemas de produção - Vacas em lactação em confinamento

Marcos Inácio Marcondes<sup>1</sup>, Polyana Pizzi Potta<sup>2</sup>, André Caldato<sup>2</sup>, Emília Mara Rabelo Caldato<sup>2</sup>, Luiz Gustavo Ribeiro Pereira<sup>3</sup>

**Com a intensificação da atividade leiteira, o aumento da produção de leite por vaca e aumento da necessidade de suplementação, muitas propriedades optam pelo confinamento total dos animais. Entretanto, à medida que aumenta a aglomeração de animais, também aumentam o desafio sanitário e a dificuldade de se manter o conforto animal. Neste capítulo serão abordados alguns aspectos importantes sobre o manejo de vacas leiteiras cruzadas de zebuínas em sistema de confinamento.**

#### 1. INTRODUÇÃO

Quando se criam animais geneticamente superiores visando à elevada produtividade é preciso que as condições ambientais estejam o mais próximo possível das ideais. A adoção do confinamento possibilita a exploração do máximo potencial genético dos animais por ser capaz de proporcionar as condições ideais de manejo. No entanto, requer investimento elevado em instalações.

As instalações devem fornecer boa condição sanitária aos animais, uma vez que o tipo de piso, bem como o material

utilizado para cama estão diretamente relacionados ao controle de patógenos. Em sistemas de confinamentos com problemas estruturais e de manejo, a incidência de mastite pode ser elevada, o que reduz a produção de leite, bem como sua qualidade (Wilson et al., 2008), e também pode propiciar o aumento de problemas podais, uma das principais enfermidades em sistemas de confinamento (Barberg et al., 2007).

#### 2. TIPOS DE INSTALAÇÕES DE CONFINAMENTO

No Brasil, os sistemas de confinamento adotados são: *Free Stall*, *Compost barn*, *Loose Housing* e *Tie Stall*. Além das características arquitetônicas e funcionais, essas instalações se diferem quanto às condições sanitárias e de bem-estar oferecidas aos animais, o que define o manejo a ser adotado (Tabela 1). Cada tipo de instalação apresenta vantagens e desvantagens, mas desde que bem dimensionadas e manejadas, podem proporcionar aos animais conforto e higiene para que seu potencial produtivo seja expresso.

**Tabela 1.** Características das principais de instalações de confinamento

	Free Stall	Tie Stall	Loose Housing	Compost Barn
Tipo de Piso	Alvenaria	Emborrachado ou alvenaria com cama	Alvenaria na linha de cocho e palha na cama	Alvenaria na área de cocho e material composto na cama
Tipo de Cama	Individual	Individualizada	Cama coletiva	Cama coletiva
Alimentação	Coletiva	Individual	Coletiva	Coletiva
Agrupamento	Lotes	Individual	Lotes	Lotes

<sup>1</sup> Washington State University, marcos.marcondes@wsu.edu

<sup>2</sup> Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

<sup>3</sup> Embrapa Gado de Leite, Coronel Pacheco, MG, Brasil

### Free Stall

Geralmente é utilizado para vacas em lactação, mas também pode ser utilizado para animais em recria. Atenção deve ser dada às dimensões das camas, que variam de acordo com o tamanho do animal alojado.

Nesse tipo de instalação há camas individuais para descanso das vacas. São vários os materiais que podem ser utilizados para a cama, como palhas, areia e colchões, no entanto a areia é o material mais indicado devido às boas características de controle microbiano e conforto animal, além de não se compactar com facilidade (Van Gastelen et al., 2011). Em camas feitas de material orgânico pode haver maior desenvolvimento de patógenos durante a estação chuvosa do ano, o que aumenta a contagem de células somáticas (CCS) (Hogan et al., 1989). Nesse tipo de instalação a dimensão, o material utilizado e a limpeza são fatores importantes para manter as vacas limpas, o que auxilia no controle da mastite e outras patologias.

### Loose Housing

O *Loose Housing* propicia maior área de cama para descanso em comparação ao sistema de *free stall*, e geralmente é dotado de pista de alimentação concretada que permite o manejo dos dejetos por lavagem ou remoção mecânica, podendo possuir região de acesso para o banho de sol (solário). Esse tipo de confinamento geralmente é utilizado em fazendas que utilizam o *Free Stall* e no pré-parto as vacas são encaminhadas ao *Loose Housing* por possuir uma cama mais apropriada para o parto.

O ideal é que a cama esteja sempre limpa e seca, para reduzir o crescimento bacteriano que pode ser elevado nesse tipo de instalação, pois os materiais geralmente utilizados são palhas e outros materiais orgânicos, embora possa ser utilizada a areia. Para maior conforto e higiene dessa instalação, o material da cama deveria ser acrescentado duas vezes ao dia, manejo

que torna o sistema pouco prático.

### Compost Barn

Esse tipo de confinamento é semelhante ao *Loose Housing*, porém apresenta maior área de descanso, parede de concreto que separa a cama do corredor de alimentação e utiliza o sistema de compostagem da cama. Atualmente esse sistema vem crescendo muito no Brasil, podendo se tornar o principal sistema de confinamento de vacas leiteiras. É uma alternativa de menor custo em relação ao *Free Stall* e pode evitar problemas podais, quando bem manejado. Costa et al. (2018), em seu estudo, observaram que a prevalência de claudicação clínica em 50 fazendas brasileiras avaliadas é alta, sendo 42,5% para claudicação clínica e 21,2% para claudicação severa. Nesse mesmo estudo os sistemas que apresentaram menor prevalência de claudicação foram os de *Compost Barn*. O sistema pode também proporcionar maior conforto e bem-estar aos animais, assim como maior longevidade do rebanho (Janni et al., 2007).

A metragem de cama por vaca deve variar de acordo com a sua disponibilidade de reposição da mesma e clima do local. De forma geral as recomendações são de sete a 12 m<sup>2</sup>/vaca. Menores áreas de cama demandarão maior frequência de reposição, e em áreas de 15 a 20 m<sup>2</sup> por animal a frequência de reposição poderá ser reduzida. Para definição da área de cama outros fatores também deverão ser levados em consideração, como espaçamento de cocho, pluviosidade, temperatura e umidade, assim como disponibilidade de material de cama na região em que o galpão estiver localizado.

A umidade do material deve estar entre 50 e 60% para que ocorra o processo de compostagem, de forma a manter o equilíbrio entre bactérias benéficas e patogênicas (Barberg et al., 2007).

A cama de compostagem é rica em nutrientes, principalmente fósforo, potássio e nitrogênio e pode ser fonte de renda para a fazenda, reduzindo gastos com a adubação.

Logo, a escolha do momento da troca da cama deve ser estratégica, podendo ser retirada totalmente ou parcialmente uma vez por ano, antes do plantio da cultura mais exigente da propriedade (Barberg et. al, 2007).

Para a cama é utilizada inicialmente serragem seca e moída fina, sendo o material revirado de uma a três vezes ao dia para manter a superfície sempre seca e incorporar o esterco produzido pelos animais. Além do revolvimento da cama, o corredor de alimentação também deve ser limpo no mínimo duas vezes por dia, para evitar que os animais levem sujeira para a área de descanso, já que 20 a 25% do estrume está na pista de alimentação (Barberg et. al., 2007),

e para diminuir a umidade, que poderá favorecer problemas de casco. Na Tabela 2 estão resumidos alguns parâmetros do *compost barn*.

### Tie Stall

Esse tipo de instalação é utilizado no Brasil para animais de elevado mérito genético, experimentação animal e feiras agropecuárias, sendo que nas propriedades rurais normalmente não é adotado. No *Tie Stall* o animal fica em área restrita, sobre a cama, preso pelo pescoço com livre acesso ao cocho e bebedouro. Esse tipo de instalação permite maior controle da dieta, pois o consumo pode



**Figura 1.** *Compost Barn*, disponível em  
< <https://conexaosafra.com/eventos/exposul-rural/desvendando-compost-barn/>>

Tabela 2. Parâmetros para elaboração de um *Compost Barn*

Substrato da cama	Serragem moída, fina ou grossa, casca de arroz, casca de café, entre outros;
Área por animal	7 a 20 m <sup>2</sup> por animal;
Umidade da cama	50 a 60%;
Temperatura da cama	45 a 60 °C;
Pista de alimentação	No mínimo 4 metros;
Bebedouros	7,5 cm linear por animal;
Espaçamento de cocho	65 cm linear por animal;
Velocidade de vento	3 metros por segundo;

ser individualizado, proporcionando melhor manejo nutricional, além de eliminar a competição entre os animais.

### 3. MONITORANDO CONDIÇÕES DE BEM-ESTAR DE VACAS DE LEITE CONFINADAS

Para expressar todo potencial genético, o animal deve estar em boas condições de saúde, com suas exigências nutricionais atendidas e vivendo em ambiente confortável, com o mínimo de estresse. Assim, o bem-estar da vaca leiteira confinada é determinado pelas condições fisiológicas, o ambiente físico e social. O ambiente físico em sistema de confinamento constitui o clima do local (temperatura, umidade e ventilação), instalações (camas e materiais, cochos e pisos), som do ambiente e práticas de manejo adotadas com os animais (manejadores, ruídos de máquinas etc.). Já o ambiente social é caracterizado principalmente pela estrutura social dentro de um grupo.

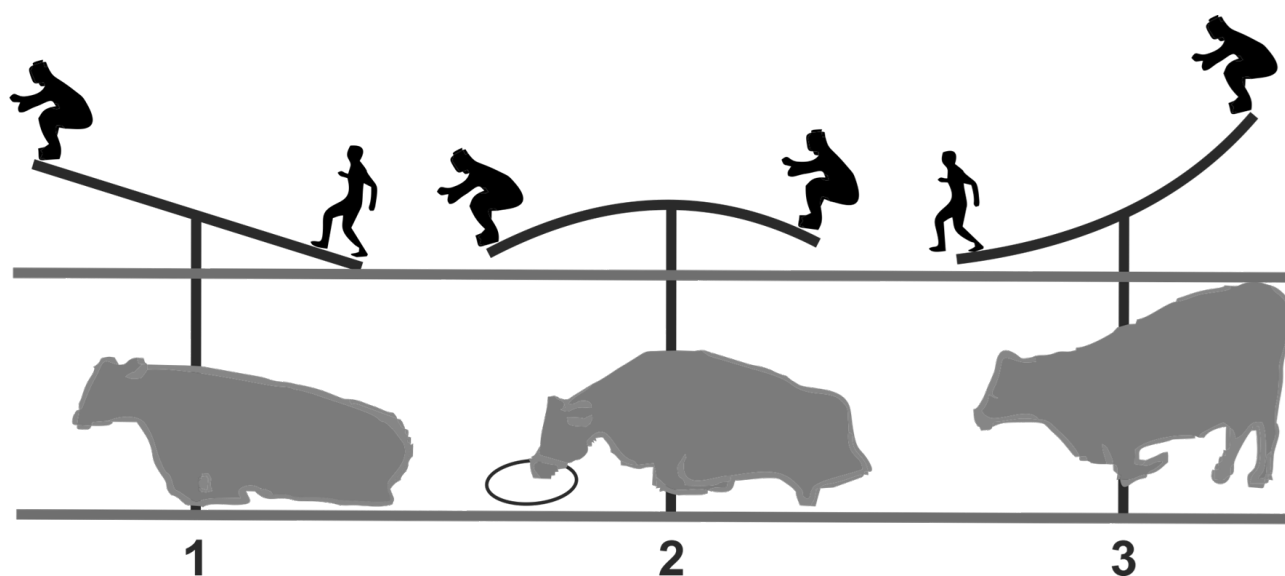
Uma questão importante referente ao ambiente físico de vacas em confinamento é o dimensionamento das instalações. A adequação do local de descanso das vacas tem efeito direto no comportamento de repouso e no potencial de produção e bem-estar animal.

#### 3.1. MONITORANDO CONDIÇÕES DE BEM-ESTAR NO *FREE STALL* E *TIE STALL*

Camas de *Free Stall* e *Tie Stall* adequadamente dimensionadas permitem que os animais entrem, se deitem, se levantem e saiam sem dificuldades, apresentando baixo risco de lesão.

O movimento realizado por vacas confinadas ao se levantar deve ser similar ao realizado pelas vacas em pastagens (Figura 2). Em confinamento, muitas vezes o espaço necessário para o movimento de levantamento não é considerado no dimensionamento das baias, ou seja, o espaço é bloqueado por paredes ou placas na frente das baias, prejudicando o movimento ascendente natural das vacas. Em uma cama menor do que o ideal ou em qualquer outra condição adversa, o movimento realizado para se levantar é invertido, fazendo com que parte do material de cama seja jogado para fora da cama, além de ferir o animal na região peitoral e dos jarretes.

As dimensões recomendadas para baias de *free stall* dependem do tamanho do animal explorado (Tabela 3 e Figura 3). Segundo Graves et al. (2005) itens como divisória, barra de contenção do pescoço e outras estruturas da baia devem servir como guias que definem a área de descanso



**Figura 2.** Movimento realizado pela vaca ao levantar-se, quando em condições de conforto (Adaptado de Schnitzer, 1971)

da vaca, mas sem impedir seu movimento ou resultar em lesões.

Se o rebanho não for homogêneo quanto ao tamanho das vacas, o recomendável é construir as baias com base no tamanho das maiores.

Um componente importante é a barra de contenção de pescoço, que ajuda a vaca a se posicionar quando entra na baia ou quando está em pé nela, antes ou depois de se levantar. Quando utilizado adequadamente, é fundamental para que os animais defequem fora da baia, permitindo que as camas fiquem limpas por mais tempo. Uma forma de avaliar a colocação adequada da barra de contenção do pescoço é observar se existe comportamento de “empoleiramento”, em que as vacas

ficam de pé com as mãos sobre as camas e com os pés nos corredores de tráfego. Quando as barras de contenção de pescoço estão baixas, as vacas terão dificuldade em entrar e ocorrerá o empoleiramento. Quando colocados adequadamente, as vacas permanecerão em pé nas baias, com os quatro pés sobre a cama, com as costas niveladas e com o topo do pescoço tocando suavemente a barra (Bewley, 2008).

Em adição aos movimentos anormais de levantamento e empoleiramento, outros comportamentos devem chamar atenção: vacas com partes do corpo projetadas para fora da baia, vacas ou baias muito sujas. A ocorrência dessa última situação pode indicar que os locais de repouso são desconfortáveis ou insuficientes. Em caso

**Tabela 3.** Dimensionamento das baias no *Free Stall* de acordo com o peso dos animais (Adaptado de Cook, 2019)

Dimensões da cama (cm)	Peso corporal (kg)							
	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
Colocação do divisor de cama (largura de cama) (A)	86	96	107	114	122	127	137	145
Comprimento total da cama de frente fechada (B1)	203	224	244	274	274	305	305	320
Comprimento total frente aberta, soma do comprimento das duas camas (B2)	396	427	457	488	488	518	518	549
Distância da parte traseira da cama até o parapeito (C)	Não recomendado		163	168	173	178	183	191
Largura do meio-fio traseiro (D)	15-20	15-20	15-20	15-20	15-20	15-20	15-20	15-20
Distância horizontal entre a barra de contenção e o final da cama na parte traseira, para baias de colchões (E)	117	140	163	168	173	178	183	191
Distância horizontal entre a barra de contenção e o final da cama na parte traseira, para baias profundas (E)	102	125	147	152	157	163	168	175
Distância da borda traseira do divisor de cama até o final da cama (F)	23	23	23	23	23	23	23	23
Altura do parapeito acima da parte superior da cama (cama solta ou tapete / superfície do colchão) (G)	Não recomendado		8	8	10	10	10	10
Altura da extremidade traseira divisor de cama em relação a superfície da cama (cama solta ou superfície do tapete / colchão) (H)	20	20	25	25	31	31	33	36
Largura da barra inferior e superior do divisor de cama (I)	61	71	76	84	84	91	91	91
Altura da barra de contenção em relação a superfície da cama (cama solta ou tapete / superfície do colchão) (J)	86	97	107	114	122	127	132	137
Altura de obstrução (K)	13-89	13-89	13-89	13-89	13-89	13-89	13-89	13-89
Distância horizontal do parapeito ao início ângulo da divisória de cama (L)	Não recomendado		51-56	51-56	51-56	51-56	51-56	51-56
Altura traseira do meio-fio (M)	15	20	20	20	20	20	20	20

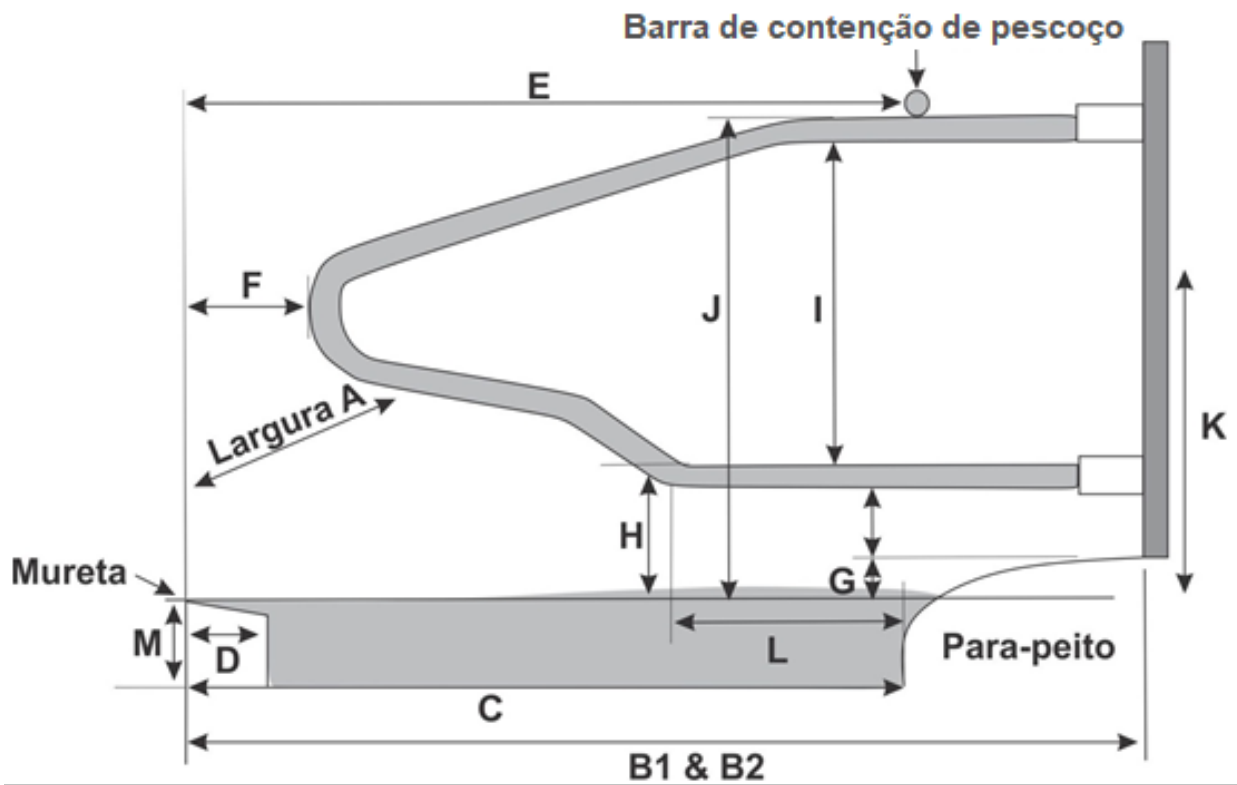


Figura 3. Referências das medidas da Tabela 3 (Adaptado de Cook, N. B. 2019)

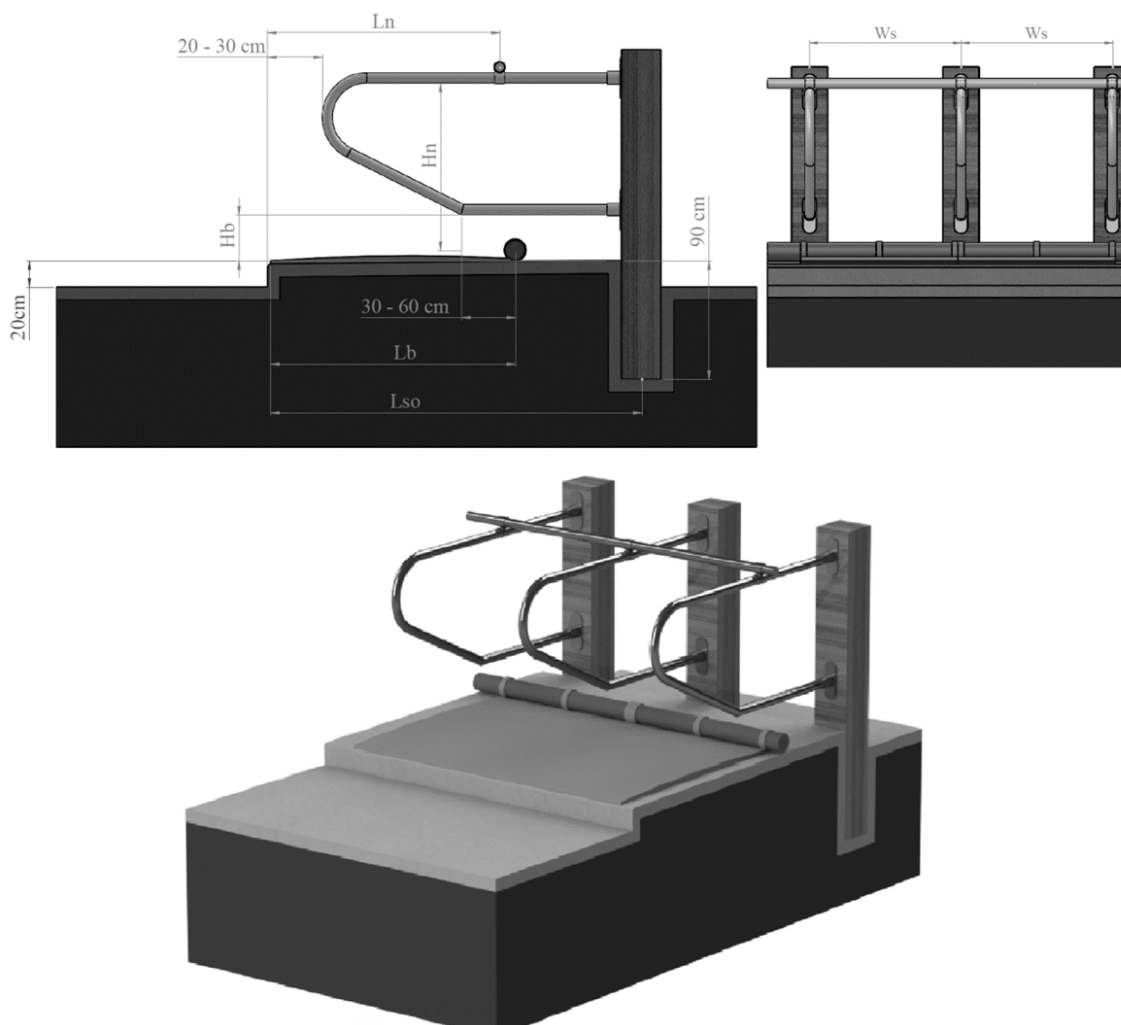


Figura 4. Exemplo de baia de Free Stall com frente aberta e com utilização de colchão como cama.

de camas estreitas é comum observar vacas invadindo espaços de outras, impedindo a utilização da cama ao lado, com contato excessivo do corpo com o divisor da cama, enquanto deitadas, ou entrando ou saindo dela.

Em sistemas de confinamento tipo *Free Stall* é comum o uso de número maior de animais que o número de camas. No entanto, o ideal é disponibilizar uma cama para cada animal alojado, pois em determinados horários do dia, as vacas podem sincronizar suas atividades habituais e deitar-se ao mesmo tempo. Por exemplo, duas horas após a ordenha, 90% das camas devem estar ocupadas (Bewley, 2010).

Algumas questões podem servir como guias para diagnosticar a adequação das camas em confinamentos (Tabela 4). Abaixo um exemplo de *checklist* para diagnosticar os prováveis problemas e acertos.

Além da observação do comportamento de descanso das vacas, a adequação das baias pode ser avaliada pela classificação das condições dos jarretes dos animais. Uma classificação possível é a desenvolvida pela Universidade de Cornell, que pontua de 1 a 3 a condição do jarrete (Figura 5). A saúde do jarrete indica a abrasividade da cama e o conforto da vaca. Lesões normalmente são resultados de uma

extensão prolongada ou de uma grande força aplicada sobre o jarrete, e podem levar à ruptura da pele causando maior oportunidade para que ocorra infecção, inchaço, desconforto e claudicação.

Outra classificação que pode auxiliar na verificação da adequação das baias é o escore de higiene, pois um dos mecanismos básicos de contaminação do úbere é por transferência direta (Cook e Reinemann, 2011), quando as vacas deitam em áreas contaminadas ou até mesmo nos corredores de tráfego, comportamentos comuns quando as camas não apresentam dimensões ou condição de conforto ideais.

Outro aspecto do ambiente físico é a presença de sons e ruídos. Vacas possuem alta capacidade auditiva e podem responder tanto de forma positiva como negativa aos estímulos sonoros. No momento da ordenha estímulos sonoros negativos, como gritos, podem desencadear aumento de retenção de leite residual e diminuição da produção de leite.

### 3.2. MONITORANDO CONDIÇÕES DE BEM-ESTAR NO COMPOST BARN E LOOSE HOUSING

As instalações de *Compost barn* e *Loose housing*, por envolverem camas coletivas, tendem a disponibilizar maior conforto aos animais alojados, pois possibilitam maior socialização, camas

**Tabela 4.** *Checklist* de perguntas para auxiliar no diagnóstico de qualidade da cama em instalações para confinamento de vacas em lactação

Observações	Sim	Não
As vacas são observadas preferindo deitar em suas camas do que nos corredores?		
As vacas entram e saem de suas baias com facilidade, sem hesitação?		
As vacas possuem espaço suficiente para se levantarem ou deitarem sem encostar em alguma parte da baía?		
Baixo risco de lesão quando as vacas entram ou saem da baía, deitam e se levantam?		
As vacas normalmente ficam pouco tempo de pé na baía, sem mostrar hesitação antes de se deitar?		
Existe espaço suficiente para as vacas levantarem a cabeça, para esticar e se levantar?		
Quando deitadas parecem calmas, não mudam muito de posição?		
As vacas estão bem, sem escoriações, lesões, abscessos ou hematomas, devido a entrada e saída das baias?		





**Figura 5.** Da esquerda para direita, escore (1) Sem inchaço e sem perda de pelo; (2) Sem inchaço e área sem pêlos no jarrete e (3) Inchaço evidente e lesão de pele

mais macias e menor contato dos animais com superfícies abrasivas. Vacas em *Compost Barn* conseguem manter 67% das atividades que praticam no pasto, sendo considerado um sistema que propicia conforto aos animais, quando bem manejado (Endres e Barberg, 2007).

Animais alojados em *Compost Barn* tendem a deitar por mais tempo e em posições naturais, o que é indicativo de conforto animal. Endres e Barberg (2007) avaliaram vários fatores em 12 fazendas de *Compost Barn* e comprovaram que em nove dessas fazendas os animais apresentaram pelo menos quatro posições naturais.

No entanto, assim como no *Free Stall* e *Tie Stall*, as duas instalações de camas coletivas podem proporcionar grande desconforto aos animais se não forem devidamente manejadas. O principal fator que influencia o conforto dos animais nesse sistema é a qualidade da cama. Camas muito úmidas e/ou com muita matéria orgânica e com presença de materiais abrasivos podem não ser atrativas aos animais.

Além da qualidade da cama, a temperatura do ambiente também é de extrema importância, pois em condições em que a temperatura esteja elevada os animais permanecem menos tempo deitados e ruminando. O escore de limpeza dos animais pode ser um indicativo da adequação do manejo das camas. Quando

grande parte do rebanho apresenta escore sujo e muito sujo, o manejo do composto deve ser revisto.

#### 4. LIMPEZA DAS INSTALAÇÕES

A limpeza das camas, dos corredores, o revolvimento da cama e/ou reposição devem ser realizados duas vezes por dia, sendo que nos galpões das vacas em produção essa atividade é feita, normalmente, durante a ordenha, quando os animais saem da instalação. A higiene das instalações está diretamente relacionada com a dos animais, que por sua vez se correlaciona com os índices de mastite (Schreiner and Ruegg, 2003).

##### 4.1. ESCORE DE HIGIENE

O escore de higiene ou de limpeza da vaca foi sugerido pela Federação Norte Americana de Produtores de Leite (NDPF- *National Dairy Producers Federation*). A tabela de escores tem como objetivo demonstrar o quanto as vacas estão sujas, e está também relacionada à incidência de mastite, à prevalência de dermatite interdigital e à dificuldade dos animais para realização do controle térmico.

A escala de escores (Ruud et al., 2010) envolve a avaliação de cinco pontos no animal e notas que variam de um a



quatro. Ao fim, obtém-se a média das cinco avaliações para cálculo do escore de limpeza (Figura 6).

## 5. ESCORE DE LOCOMOÇÃO

Problemas podais são frequentes em sistemas de confinamento. As vacas estão sujeitas a escorregões, sendo que o número de quedas e a quantidade de animais em passos lentos podem indicar pisos ou áreas de trânsito inadequadas. Vacas de leite são susceptíveis a muitas doenças podais, podendo ter origem traumática, infectocontagiosa, parasitária e metabólica (nutricional). Lesões de origem traumática e infectocontagiosa normalmente são decorrentes do ambiente em que a vaca vive e estão relacionadas à umidade elevada, condições inadequadas de higiene, instalações com piso abrasivo e falta de uso de pedilúvio.

A afecção podal reduz a mobilidade da vaca e bem-estar, podendo levar à claudicação, diminuição do consumo, problemas de fertilidade e queda na produção de leite (Reiter e Bewley, 2011). Para diagnosticar e planejar as ações para minimizar os problemas de casco pode

ser adotado a avaliação do escore de locomoção (Figura 7), sendo (1) Normal, animal não apresenta claudicação; (2) Animal apresenta linha do dorso lombo retilínea em estação e levemente arqueada em movimento; (3) Linha dorso lombo arqueada em estação e movimento; (4) Claudicação evidente, redução do tempo de apoio do membro acometido no solo.

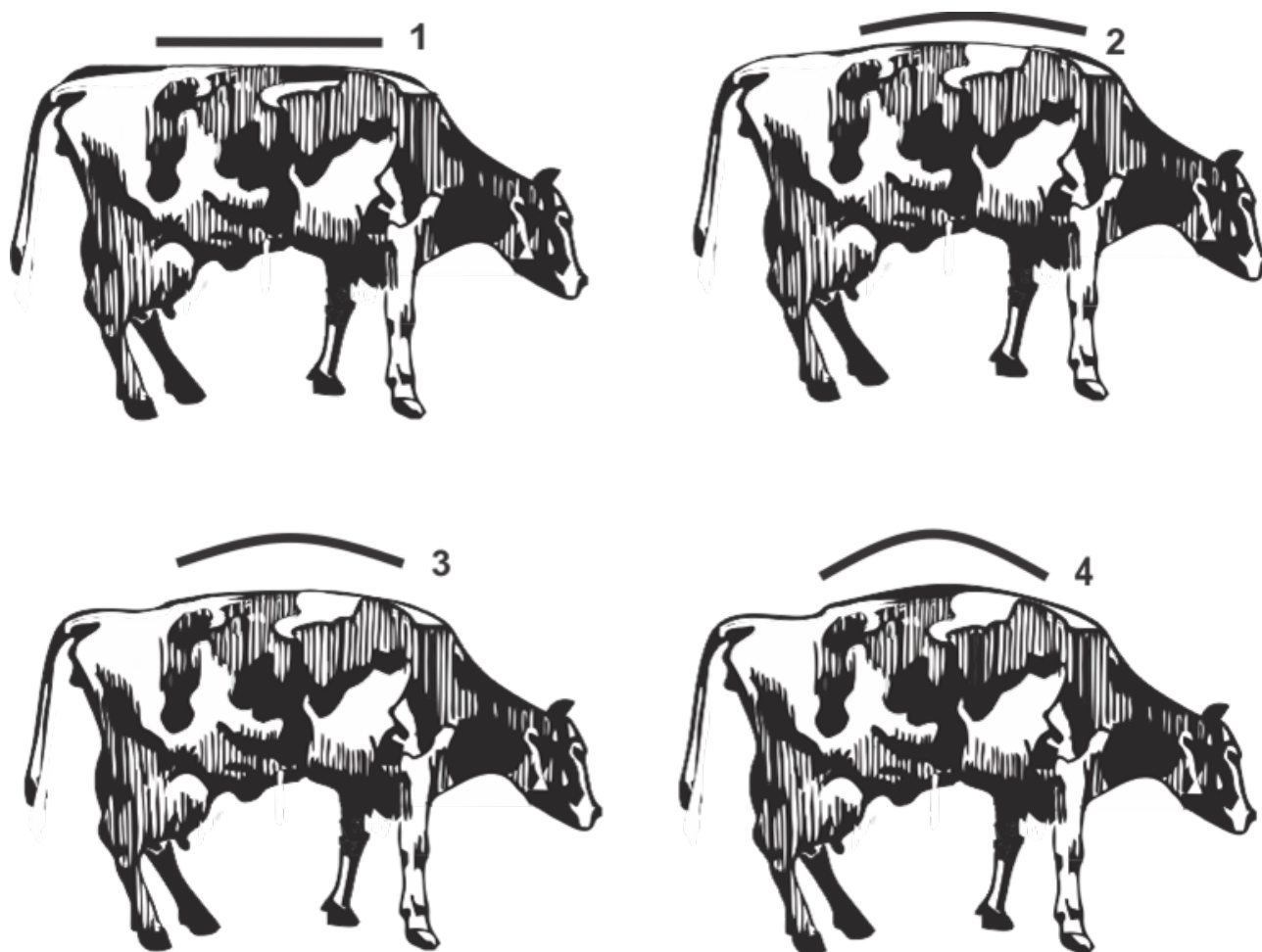
Berry e Cook (2005) recomendam que a avaliação seja feita mensalmente ou no máximo com intervalos de 60 dias, quando as vacas estiverem passando por superfície plana, nivelada, com tração adequada e sempre deve ser realizada no mesmo local, de preferência por um mesmo avaliador. Recomenda-se também que, no momento da avaliação, as vacas estejam caminhando em seu próprio ritmo, tranquilamente. Um horário de avaliação muito adotado é durante a saída da sala de ordenha.

## 6. AGRUPAMENTO DE VACAS EM LACTAÇÃO

O agrupamento de animais em qualquer tipo de sistema de produção é de extrema importância, pois permite

Escore de Limpeza	1- Limpo	2- Ligeiramente sujo	3- Sujo	4- Muito sujo
Posterior				
Coxa				
Porção Inferior da Pata				
Úbere				
Barriga				

Figura 6. Escores de Limpeza segundo metodologia proposta por Ruud et al. (2010).



**Figura 7.** Escore de locomoção de 1 a 4.

racionalizar o uso da mão-de-obra e de recursos alimentares, facilitando o manejo diário dos animais. O principal objetivo do agrupamento é a redução da heterogeneidade dentro do grupo e aumento da variabilidade entre grupos, de acordo com o critério adotado. Além disso, o agrupamento deverá manter as atividades normais que compõem a rotina diária dos animais, minimizar as interações sociais negativas e incentivar as interações positivas (Grant e Albright, 2001).

Muitos critérios podem ser adotados em sistemas de confinamento. Os mais conhecidos são: produção de leite, período de lactação, produção de leite corrigida para 4% de gordura, mérito leiteiro e nutrientes requeridos por kg de matéria seca ingerida (método de Cluster).

O critério de agrupamento por produção de leite (PL) é o critério mais adotado no Brasil. Porém, quando usado

isoladamente apresenta desvantagens, como a presença de vacas vazias e prenhes no mesmo lote, dificultando o manejo reprodutivo (Silva e Veloso, 2009). Isso se torna menos problemático em rebanhos homogêneos. A razão da ampla utilização desse método é a utilização aparentemente mais econômica e racional da alimentação. No entanto, utilizando-se somente esse critério, pode ocorrer grande variabilidade nas exigências nutricionais dentro do lote, já que elas não dependem apenas do nível de produção, mas também da ordem de parto, composição do leite, tamanho do animal e alteração de condição corporal (Reis et al., 2009). Esse método, por exemplo, tende a inserir vacas grandes, com alto consumo e com baixo teor de gordura no grupo de alta produção. As primíparas, por sua vez podem ficar prejudicadas pois além de ainda estarem em crescimento, produzem menos leite que vacas adultas. A utilização

da ordem de parto como critério adicional pode contornar esse tipo de problema (Grant e Albright, 2001).

A adoção do período de lactação como critério de agrupamento consiste, basicamente, na separação de vacas em três grupos: com até 100 dias de lactação, de 101 a 200 dias de lactação e outro de 201 ao final da lactação. No entanto, grupos extras, de vacas com até 21 dias pós-parto e de primíparas pode ser recomendado. O critério período de lactação pode não ser adequado para rebanhos heterogêneos pois, ao adotá-lo, vacas de diferentes produções de leite e diferentes exigências nutricionais podem ser agrupadas, levando à super ou subalimentação.

O critério que utiliza a produção de leite corrigida para 4% de gordura ( $PLC_{4\%}$ ) leva em conta a correção para porcentagem de gordura no leite. Nesse caso, a correção deve ser feita utilizando a fórmula adotada pelo NRC (2001):

$$PLC_{4\%} = (0,4(\text{kg de leite/dia}) + 0,15(\% \text{ de gordura}/100) (\text{kg de leite/dia}))$$

Como a porcentagem de gordura no leite influencia as exigências nutricionais dos animais, esse critério apresenta-se mais vantajoso que o anterior, que considera apenas a produção de leite.

O mérito leiteiro (ML) como critério de formação de grupos de alimentação pode ser calculado da seguinte maneira:

$$ML = PLC_{4\%}/PV_{0,75}$$

O mérito leiteiro contempla a eficiência biológica dos animais, ou seja, vacas com mérito leiteiro elevado apresentam menor peso metabólico e alta produção de leite e gordura. Dentre os critérios de agrupamento, o mérito leiteiro é o que permite maior homogeneidade dentro do grupo em termos de exigências nutricionais, pois a exigência nutricional depende também do tamanho do animal (Reis et al., 2009).

$PLC_{4\%}$  e ML são critérios simples, mas, por exigirem o uso de planilhas para a realização de cálculos, tornam-se menos utilizados por parte dos produtores.

O método de Cluster, proposto

por McGilliard et al. (1983), realiza o agrupamento de vacas em lactação utilizando de forma simultânea às exigências em energia (Mcal de energia líquida/Consumo de matéria seca, CMS) e proteína bruta (% de PB/CMS). O método de Cluster, em termos de atendimento às exigências nutricionais, parece ser o melhor método (McGilliard et al., 1983; Williams e Oltenacu 1992). No entanto, exige habilidades computacionais por parte do nutricionista para a adequada utilização.

Independente do critério a ser utilizado, é recomendável a formação de lote de vacas primíparas (Grant e Albright, 1995). Essa prática garante tratamento diferenciado, já que as primíparas apresentam maior exigência nutricional por ainda estarem em fase de crescimento. Além disso, quando alojadas separadamente das vacas adultas, as primíparas apresentam melhor desempenho por não sofrerem dominância.

Praticamente em todos os critérios de agrupamento, em algum momento haverá necessidade de transferência de animais entre grupos. Quando uma vaca se desloca de um grupo para outro, ela é submetida tanto à tensão social quanto nutricional, o que pode levar a reduções no CMS e à queda da produção de leite. Ao realizar a transferência de animais entre grupos, muitos cuidados devem ser tomados. Prenhez confirmada, nível de produção de leite e escore de condição corporal devem ser os principais critérios para a decisão de mudança da vaca de um grupo para outro (Grant e Albright, 2001). Transferências em grupos podem ser menos prejudiciais, pois vacas transferidas individualmente podem sofrer agressões físicas e ameaças até encontrar o seu lugar na estrutura social do novo grupo. De acordo com Schein e Fohrman (1955), é necessário aproximadamente uma semana para o restabelecimento da hierarquia após a inserção de novas vacas no grupo.

O tamanho de grupos a ser formado depende do tamanho do rebanho, mão-de-obra disponível, espaço de cocho e

bebedouro, instalações, interações sociais, capacidade da sala de ordenha e de espera, e condições ambientais.

É recomendável que os animais não permaneçam mais de uma hora na sala de espera da ordenha e que os lotes sejam compostos pelo número de animais múltiplo da capacidade da ordenhadeira. Outro fator que pode ser considerado é o espaço disponível de cocho. Quando a dieta é fornecida em forma de dieta total (concentrado junto do volumoso) e o tempo de acesso excede 20 horas por dia, 0,50m de cocho por vaca pode ser suficiente, mas 0,65m é o mínimo recomendado para todas as vacas se alimentarem ao mesmo tempo. No caso de elevada competição entre animais, espaçamentos variando de 0,75 a 1,0m são recomendados.

O aumento no número de lotes pode resultar em aumento na produção de leite e redução dos custos com a alimentação. A melhora na eficiência alimentar pode ocorrer devido à maior similaridade entre as exigências nutricionais dos animais do mesmo lote. Entretanto, o número de lotes a ser dividido do rebanho irá variar em função da disponibilidade de instalações e da capacidade logística para mistura e distribuição da dieta.

## 7. FREQUÊNCIA DE ORDENHA

A frequência de ordenha apresenta relação com a produção de leite e foi inicialmente estudada no final de 1800 (Wall e McFadden, 2008). Vacas ordenhadas duas vezes por dia podem produzir 20% mais leite do que em apenas uma ordenha (Dahl, 2005). Mas a aplicação mais comumente observada tem sido o aumento da frequência de ordenha de duas vezes para três vezes ao dia. Vacas ordenhadas três vezes ao dia geralmente produzem até 20% mais leite do que vacas ordenhadas duas vezes ao dia e, quando a frequência aumenta de três para quatro vezes ao dia, o aumento é próximo de 7% em relação à de três vezes ao dia (Wall e McFadden, 2008).

Claramente, o principal retorno do aumento da frequência de ordenha é o

aumento na produção de leite. No entanto, outros efeitos devem ser considerados. Pesquisas também foram conduzidas com o intuito de se avaliar o efeito do aumento da frequência de ordenha na composição do leite, e os resultados têm sido inconsistentes (McFadden e Wall, 2010). O aumento da frequência de ordenha de duas para três vezes ao dia reduz a contagem de células somáticas e a ocorrência de mastite. Segundo Hogeveen et al. (2001), há redução na contagem de células somáticas de 193.000 para 162.000 células/mL de leite ao aumentar para três ordenhas diárias. Um ponto que também vem sendo discutido é o efeito do desempenho reprodutivo de vacas ordenhadas mais frequentemente. Wall e McFadden (2008) observaram inconsistência nos resultados de estudos que avaliaram o desempenho reprodutivo frente ao aumento da frequência de ordenha e argumentam que há quem acredite que o baixo desempenho das vacas está associado à deficiência de manejo e não ao aumento da frequência.

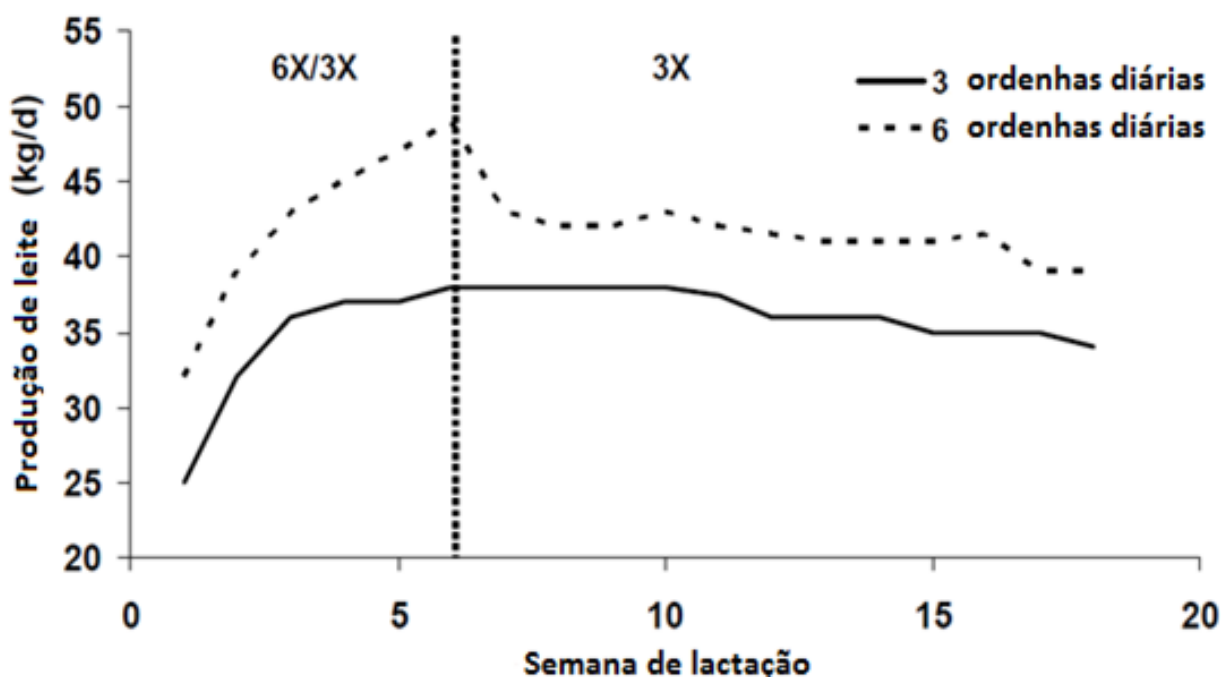
Uma alternativa de manejo é o aumento da frequência de ordenha somente no início da lactação, normalmente nos primeiros 21 dias após o parto, e posteriormente retornar à frequência convencional ao longo de toda a lactação. Essa prática tem apresentado aumento na produção de leite, com persistência desse efeito mesmo quando as ordenhas extras são eliminadas (Tabela 5).

A frequência de ordenha a ser praticada em cada fazenda deve ser definida com base nas características de cada sistema de produção. Silva e Veloso (2009) recomendam a prática da segunda ordenha para propriedades que possuem vacas com produções de mais de 10 kg/dia, em média. Recomendam ainda a terceira ordenha para rebanhos com produções de mais de 30 kg/vaca/dia, normalmente de alto potencial genético, porém é possível que em animais cujo espaçamento de úbere seja menor, primíparas por exemplo, produções acima de 25 kg/vaca/dia em que já esteja ocorrendo muito gotejamento de

**Tabela 5.** Respostas na produção de leite para o aumento da frequência de ordenha no início da lactação em vacas leiteiras

Fonte	Paridade/Raça	Tratamentos	Resultados
BarPeled et al., 1995	Múltiparas/Holandês	6 sem. pós-parto: 3x vs. 6x >6 semanas: 3x	+7kg/dia +5kg/dia
Hale et al., 2003	Múltiparas/Holandês	21 dias pós-parto: 2x vs. 4x >21 dias: 2x	+9kg/dia +4,6kg/dia <sup>1</sup> +2,6kg/dia <sup>2</sup>
Lima et al., 2011	Múltiparas/F1 Hol x Zebu	21 dias pós-parto: 2x vs. 4x >21 dias: 2x	+4kg/dia +1,5kg/dia

<sup>1</sup>4ª a 10ª semana; <sup>2</sup>10ª a 44ª semana

**Figura 8.** Produção de leite frente a diferentes frequências de ordenha no início da lactação (seis semanas) e posterior resposta após retorno à frequência convencional (Adaptado de BarPeled et al., 1995).

leite, poderão ter resultados interessantes. Para a tomada de decisão sobre o número de ordenhas a ser realizado, o possível impacto financeiro deverá ser avaliado. O aumento na produção de leite deverá cobrir os custos adicionais do aumento da frequência de ordenha: energia elétrica, dieta, materiais e medicamentos de ordenha, material de limpeza, dentre outros. Além das adequações trabalhistas da implementação de mais um turno de serviço.

Com o aumento da frequência de ordenha, o manejo alimentar também deve ser ajustado, pois animais ordenhados mais

vezes ao dia podem ter menos tempo para se alimentar. Vacas passam cerca de 21 horas por dia descansando, se alimentando e ruminando, por isso, deve-se tomar cuidado com o possível impacto negativo do aumento da frequência de ordenha nos aspectos produtivos e de saúde do animal (Dahl, 2005).

## 8. CONSIDERAÇÕES BÁSICAS SOBRE MANEJO DE ALIMENTAÇÃO

A alimentação em confinamento normalmente é feita na forma de dieta total (DT). Esse método consiste no

fornecimento combinado do volumoso, concentrado energético e proteico, núcleos minerais e vitamínicos e possíveis aditivos em única mistura.

As vantagens associadas a este método são (Lammers et al., 2003):

- Proporciona ambiente mais estável para os microrganismos ruminais;
- Diminui a incidência de problemas digestivos e metabólicos;
- Aumenta cerca de 5% na produção de leite;
- Limita a seleção por parte dos animais;
- Proporciona maior precisão do fornecimento e consumo do que foi formulado;
- Evita alimentação na sala de ordenha;
- Pode mascarar o sabor de alimentos pouco ou não aceitáveis pelos animais;
- Aumenta o tempo de descanso para as vacas;
- Dá homogeneidade à dieta;

A adoção da dieta completa requer cuidados, conforme Lammers et al. (2003):

- Manutenção de equipamentos para produção e fornecimento da ração;
- Calibração adequada de balanças para permitir pesagem mais acurada possível;
- Formulação e fornecimento da dieta;
- Alimentação de grupos distintos;
- Em caso de utilização de feno, equipamento especial para cortá-lo pode ser necessário;
- Averiguação frequente do teor de matéria seca da silagem;
- Análise da composição química dos ingredientes;
- Manejo adequado no armazenamento de todos os alimentos, alimentos de qualidade e sem deteriorização.

Uma parte crítica do manejo alimentar é a formulação de dietas com precisão. A alimentação deve ser gerenciada de modo que os nutrientes fornecidos correspondam àqueles requeridos e consumidos por cada grupo do rebanho. Uma dieta formulada deve ser o mais próximo possível daquela fornecida e finalmente daquela consumida. Para isso, chama-se atenção para o manejo do cocho. É importante verificar níveis de consumo de ração para cada grupo no rebanho para ajustar o fornecimento. Isso é possível por meio da avaliação, de forma subjetiva, das sobras nos cochos através de notas ou escore, conforme a Tabela 6.

Um dos objetivos da avaliação do escore de cocho é evitar grandes variações no consumo diário de alimento pelos animais, além de poder contribuir para detecção de possíveis problemas no consumo como, por exemplo, acidose. O ideal é que a leitura de cocho seja realizada pela manhã e é importante que a oferta nunca seja aumentada em mais de 10% do trato anterior. Para fazer anotações precisas é importante alimentar adequadamente as planilhas de leitura de cocho, que devem estar em locais de fácil visualização, no vagão ou próximo ao cocho, de modo que facilite as anotações, como: número do lote, número de animais, peso dos animais, dias naquela alimentação, sobras diárias e quantidades totais fornecidas diariamente.

Um ponto que requer atenção é a alimentação de vacas em grupo. Por mais homogêneo que seja um grupo, uma super ou subalimentação poderá ser observada. Reis et al. (2009) sugerem que se faça um desafio nutricional sobre a produção média de leite do grupo. Esse desafio pode ser a média de produção de leite do lote mais

**Tabela 6.** Escore de cocho e recomendações de manejo para vacas leiteiras em confinamento

Escore	Quantidade de sobras	Recomendação
0	Sem alimento no cocho	Aumentar a quantidade fornecida
1	Até 2,5% de sobra	Aumentar a quantidade fornecida
2	2,5 a 5% de sobras	Quantidade ideal
3	5 a 10% de sobras	Quantidade ideal
4	Mais de 10% de sobras	Reduzir quantidade fornecida
5	Alimento intacto	Reduzir quantidade, identificar o problema



30% (para lote muito heterogêneo), mais 20% (grupos heterogêneos) ou mais 10% (grupos homogêneos). Outra possibilidade é somar à média o desvio padrão do grupo em uma, duas ou três vezes, de acordo com a heterogeneidade do grupo, encontrando assim a produção de leite para a qual deverá ser formulada a dieta.

### **Escore 0 – sem alimento no cocho**

Os escores de cocho de notas 0 e 1 indicam que a quantidade fornecida foi inferior à necessária. Se as vacas estiverem consumindo os últimos 5% da quantidade de alimento fornecido, com frequência é alguma forragem com pouca aceitabilidade, estragada ou de qualidade inferior. Nesses casos deve-se aumentar a quantidade de alimento desses lotes. O que se observa é o cocho liso, todo o material grosseiro e silagem de má qualidade foram ingeridos pelos animais. Além de ingerir menor quantidade de nutrientes que o necessário, comeram até frações normalmente de menor aceitabilidade, indicando falta de alimento (Figura 9).

### **Escore 1 - até 2,5% de sobra**

Observa-se nesse caso que as sobras são apenas as partículas grosseiras do trato e silagem de má qualidade.

Nesses casos é indicado aumentar um pouco da dieta total para esses lotes, pois eles já podem apresentar subnutrição limitando a sua produção. Em lotes de alta produção e desafio, essas situações não podem ocorrer

em hipótese alguma pois, nessa fase, poderá comprometer toda a lactação do animal. A quantidade fornecida deve ser aumentada gradualmente. Essa prática se torna mais facilitada com um vagão forrageiro com balança, pois a dieta pode ser cadastrada por animal e caso esteja com pouca sobra pode-se aumentar o número de animais do lote. Como exemplo, se o número real do lote é 60 animais e a sobra está baixa, no próximo trato poderá ser aumentado para 61 animais, assim todos os ingredientes serão aumentados proporcionalmente. Porém caso a diferença esteja muito grande e seja preciso aumentar muito a quantidade para suprir a necessidade dos animais, torna-se indispensável que o nutricionista recalcule toda a dieta para verificar o que está acontecendo, que pode ser um erro de matéria seca de algum alimento, subestimativa de consumo, entre outros fatores.

### **Escore 2 – 2,5% até 5% de sobra**

Como o escore é realizado de manhã e os animais vão ser alimentados logo em seguida, um escore entre 2 e 3 é o ideal. Quando se tem maiores sobras o alimento começa a se deteriorar, o que não é interessante. Nesses casos deve-se manter a quantidade fornecida.

### **Escore 3 – 5% até 10% de sobra**

O escore 3 é o ideal, é preciso ter atenção para que as sobras não ultrapassem 10%, devendo-se então reduzir



**Figura 9.** Escores de cocho 0 e 1 respectivamente.



gradativamente a quantidade fornecida, evitando-se. Todavia é preciso se atentar caso a sobra ocorra de forma abrupta, pois pode ser alerta de algum problema, como por exemplo alimentos deteriorados, animais doentes, erros de mistura e estresse térmico.

#### Escore 4 - acima de 10% de sobra

Compreende sobras de 10% a 90%, assim o ideal é que a dieta seja reformulada, pois ela pode estar superestimando o consumo dos animais, o que ocasionou a sobra excessiva.

#### Escore 5 - alimento intacto

Escores de cocho de nota 4 e 5 significam sérios problemas de alimentação no rebanho. As causas devem ser investigadas. Flutuações de consumo são normais, mas sempre os animais devem consumir algo. Uma vez que os cálculos foram feitos de maneira correta esse tipo de sobra não deve ocorrer.

## 8.2. FREQUÊNCIA DE FORNECIMENTO DE DIETA

Promover consumo de matéria seca adequado deve ser o objetivo quando se deseja sustentar produção de leite eficiente. A disponibilidade do alimento em forma de DT ao longo do tempo e a distribuição de todo o consumo no decorrer do dia parece contribuir ainda mais para a população microbiana manter-se estável (Nocek e Braund, 1985). O fornecimento de alimentos é estímulo para aumentar o consumo das vacas (DeVries et al., 2005), assim como a rerepresentação da dieta. O aumento da frequência de fornecimento da dieta aumenta a produção de leite e diminui problemas metabólicos em vacas. Contudo, os resultados de pesquisas que avaliaram o efeito da frequência de fornecimento da dieta sobre o desempenho de vacas leiteiras são variáveis (Tabela 7).

Phillips e Rind (2001), DeVries et al. (2005) e Mantysaari et al. (2006) acreditam que a baixa frequência de fornecimento de DT pode resultar no



**Figura 10.** Escores de cocho 4 e 5 respectivamente

**Tabela 7.** Efeitos observados na literatura sobre o aumento da frequência de fornecimento da dieta em vacas de leite

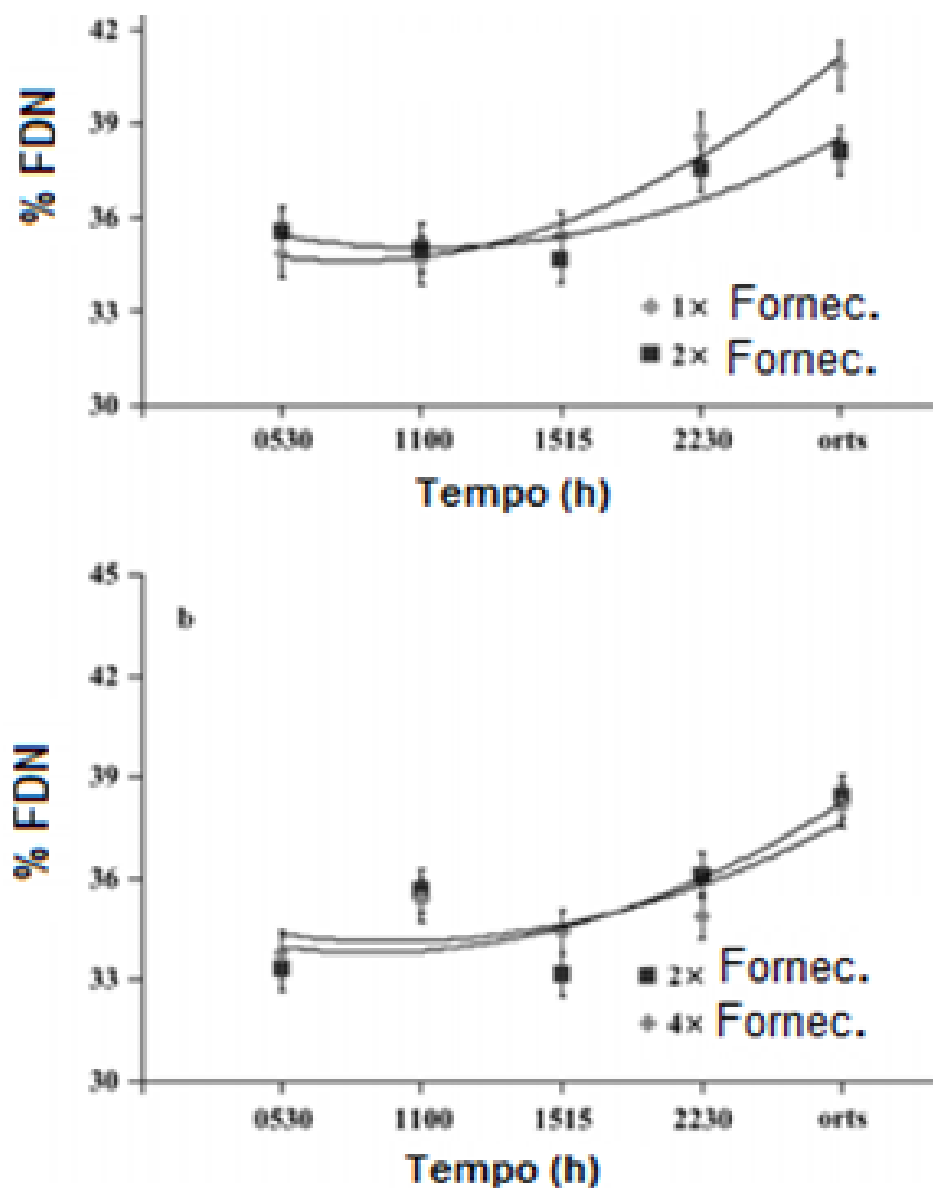
Fonte	Frequência de alimentação	Efeitos observados
Shabi et al., 1999	2 → 4	> % proteína, gordura e lactose no leite; > Consumo de MS
Phillips & Rind, 2001	1 → 4	< PL; < Consumo de MS
Mantysaari et al., 2006	1 → 5	< Consumo de MS

aumento da concorrência entre as vacas e, por isso, algumas vacas podem até modificar seu momento de alimentação para evitar interações negativas. DeVries et al. (2005) observaram igualdade de acesso para se alimentar quando se aumentou a frequência de fornecimento da dieta, e que vacas subordinadas não foram deslocadas do cocho quando alimentadas mais de uma vez. Uma alternativa para estimular o consumo de alimentos sem a necessidade de aumentar o número de fornecimentos é reapresentar ou revirar a dieta no cocho ao longo do dia.

O tamanho de partículas do volumoso também é um ponto que vem sendo discutido. Partículas longas são rejeitadas, sendo observado maior conteúdo fibroso no cocho ao longo do dia (Figura 11) e consequente menor consumo de fibra fisicamente efetiva (DeVries et al., 2005; Endres e Espejo, 2010). DeVries et al. (2005), apesar de terem observado o mesmo comportamento de fibra no cocho, ou seja, aumento curvilíneo ao longo do dia, para três diferentes frequências (1x, 2x e 4x), recomendam maiores frequências de fornecimento da dieta por diminuir a seleção de partículas longas.

Apesar das pesquisas e teorias, DeVries et al. (2005) comentam que o que

se tem praticado é o fornecimento da dieta duas vezes ao dia, mas que há ainda produtores que fornecem apenas uma vez ao dia com intuito de reduzir custos operacionais. A aplicação de maiores frequências dependerá, de uma maneira geral, do custo-benefício. No entanto é válido lembrar que em dietas com adição de muitos subprodutos e/ou dietas com matéria seca abaixo de 40%, o fornecimento em apenas uma vez ao dia poderá favorecer a deterioração dos alimentos e redução do consumo.



**Figura 11.** Porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN, % da MS) no alimento presente no cocho ao longo do dia; (a) Dieta fornecida uma vez vs. dieta fornecida duas vezes ao dia, (b) Dieta fornecida duas vezes vs. dieta fornecida quatro vezes ao dia (Adaptado de DeVries et al., 2005).

### 8.1. AVALIAÇÃO DO TAMANHO DE PARTÍCULA E FIBRA EFETIVA DA DIETA DE VACAS CONFINADAS

Um ponto importante para se avaliar a DT em animais confinados é a quantidade de fibra fisicamente efetiva para evitar distúrbios ruminais. Para avaliar este parâmetro Lammers et al. (1996) e Heinrichs et al. (1999) sugeriram o fracionamento da DT pelo método “Penn state particle size”, que avalia o tamanho de partícula da dieta total. Esse método consiste no uso de quatro peneiras, ordenadas com peneira com maior diâmetro de poro na parte superior (crivo de 19 mm), seguida das peneiras com crivos médios (8 mm), menores (1,18 mm) e fundo fechado, onde são depositadas as partículas inferiores a 1,18 mm. A DT (200g) é colocada na primeira peneira e deve-se agitar a caixa horizontalmente, cinco movimentos por lado e girar até completar 40 movimentos. Depois pesa-se quanto ficou em cada peneira e no fundo, para então encontrar as respectivas porcentagens. As recomendações de tamanho de partícula de DT consideradas ideais nas bandejas superior, média, inferior e fundo, são: 2-8; 30-50; 10-20 e 30-40%, respectivamente.

Esse sistema vem sendo também utilizado para avaliação da fibra efetiva (FDNfe). Zebeli et al. (2012) sugerem a utilização do parâmetro FDNfe > 1,18, determinado multiplicando-se a proporção da MS retida nas peneiras de 19 e 8 mm pelo teor de FDN total da dieta ou alimento. As recomendações de Mertens (1997) para o conteúdo de FDNfe > 1,18 são de 22%

para manter um pH médio do rúmen de 6,0, e 20% para manter a porcentagem de gordura no leite de vacas Holandês em meio da lactação próximo a 3,4%. Já Zebeli (2012) sugeriu níveis de 31,2% de FDNfe > 1,18 ou 18,5% FDNfe considerando apenas as partículas retidas nas peneiras de 19 e 8 mm (FDNfe>8).

Para exemplificar, em uma dieta com silagem de milho, pré-secado de azevém e concentrado (Tabela 8), estimando-se que a FDNfe seja aquela FDN nas partículas retidas nas peneiras com tamanho superior a 1,18 mm. No exemplo apresentado na Tabela 8, 60% do pré-secado, 50% da silagem de milho e 10% do concentrado ficaram retidos em peneira com tamanho superior a 1,18 mm. Nesse exemplo, a silagem de milho não fornece a fibra longa efetiva para manter a função ideal do rúmen. Recomenda-se FDNfe de 20 a 22% da matéria seca da ração total (Zebeli et. al., 2012). O nível e o tipo de amido também afetariam os resultados. Outro cálculo feito por alguns programas de balanceamento de ração é o FDN de forragem (todas as forragens têm um valor atribuído de 100% e os concentrados são zerados). No exemplo na Tabela 8, a FDN de forragem seria de 6,2 kg (2,7 kg do pré-secado e 3,4 kg da silagem de milho) resultando em 27 % de FDN de forragem (acima do mínimo de 21%). A vantagem do FDNfe é considerar o FDN de todas as fontes de alimentos, todos os alimentos são ajustados com base no tamanho de partícula e o nível de FDN em cada alimento (quantidade alimentada e porcentagem de FDN).

**Tabela 8.** Cálculo da FDN total e efetiva dos alimentos de uma dieta para vacas em lactação

	MS (kg)	%FDN	FDN (kg)	%FDNe	kg FDNe
Alimentos	(a)	(b)	(a x b = c)	(d)	(c x d)
Pré-secado	6,9	40	2,7	60*	1,6
Silagem de milho	6,9	50	3,4	50**	1,7
Concentrado	9,3	10	0,9	10***	0,1
Total	23,0		7,1		3,4
Porcentagem			31 (7,1/23 kg)		15 (3,4/23 kg)

\*Pré-secado com 40% do material na última bandeja (100-40)

\*\*Silagem de milho com 50% do material na última bandeja (100-50)

\*\*\*Concentrado finamente moído ou peletizado.

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A decisão de produzir leite com animais confinados deverá levar em consideração o objetivo de produção, o valor a ser investido, o clima e relevo do local, a raça a ser utilizada, a disponibilidade de mão de obra, os alimentos disponíveis e a disponibilidade de material para a cama.

Posterior à definição do sistema que melhor se adequará a cada fazenda, o dimensionamento adequado dos galpões é de suma importância. Galpões bem dimensionados oferecem aos animais condições de descanso, acesso à água e à comida, e adequado conforto térmico.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, D. B.; E. J. DePeters, and R. C. Laben. 1986. Three times a day milking: effects on milk production, reproductive efficiency, and udder health. *Journal of Dairy Science*, 69:1441-1446.
- Amos, H. E., T. Kiser, and M. 1985. Loewenstein. Influence of milking frequency on productive and reproductive efficiencies of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 68:732-739. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(85)80880-8
- Barberg, A.E., M.I. Endres, J.A. Salfer, and J.K. Reneau. 2007. Performance and Welfare of Dairy Cows in an Alternative Housing System in Minnesota. *Journal of Dairy Science*. 90:1575–1583. doi:10.3168/jds.S0022-0302(07)71643-0.
- Bauman, D.E. 1992. Bovine Somatotropin: Review of an Emerging Animal Technology. *Journal of Dairy Science*. 75:3432–3451. doi:10.3168/jds.S0022-0302(92)78119-3.
- Bewley, J. M.; Robertson, L. M.; Eckelkamp, E. A. A. 2017. 100-Year Review: Lactating dairy cattle housing management. *Journal of Dairy Science* 100, 12.
- Butler, S. T.; Marr, A. L.; Pelton, S. H.; Radcliff, R. P.; Lucy, M. C. and Butler, W. R. 2003. Insulin restores GH responsiveness during lactation-induced negative energy balance in dairy cattle: effects on expression of IGF-I and GH receptor 1A. *Journal of Endocrinology* 176:205-217. doi:10.1677/joe.0.1760205.
- Cervieri, R. C.; Carvalho, J. C. F. and Martins, C. L. 2009. Evolução do manejo nutricional nos confinamentos brasileiros: importância da utilização de subprodutos da agroindústria em dietas de maior inclusão de concentrado. p.2–22. In: *Simpósio Internacional de Nutrição de Ruminantes – Recentes avanços na nutrição de bovinos confinados*. UNESP, Botucatu, SP.
- Coelho, S. G.; Campos, B. G.; Lima, J. A. M.; Carvalho, A. U. 2012. Mecanismos de ação do bSTr e uso em vacas mestiças. p.182-194. In: *Anais do VI Simpósio Mineiro e I Simpósio Nacional de Nutrição de Gado de Leite*. FEPMVZ, Belo Horizonte, MG.
- Cook, N. B. 2019. Optimizing Resting Behavior in Lactating Dairy Cows Through Freestall Design. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 35:93-109. doi: 10.1016/j.cvfa.2018.10.005.
- Costa, J. H. C.; Burnett, T. A.; von Keyserlingk, M. A. G.; Hötzel, M. J. 2018. Prevalence of lameness and leg lesions of lactating dairy cows housed in southern Brazil: Effects of housing systems. *Journal Dairy Science* 101 (3):1-11.
- Doepel, L.; Lapierre, H. and Kennelly, J. J. 2002. Peripartum performance and metabolism of dairy cows in response to prepartum energy and protein intake. *Journal Dairy Science* 85:2315–2334. doi:10.3168/jds.S0022-0302(02)74312-9.
- Fontes, C.; Meserole, V. K.; Mattos, W.; Barros, R.P.; Wu, Z. and Huber, J. T. 1997. Response of Brazilian Crossbred Cows to Varying Doses of Bovine Somatotropin. *Journal Dairy Science* 80:3234–3240. doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)76297-0.
- Gastelen, S.; Westerlaan, B.; Houwers, D. J. and van Eerdenburg, F. J. C. M. 2011. A study on cow comfort and risk for lameness and mastitis in relation to different types of bedding materials. *Journal Dairy Science* 94:4878–88. doi:10.3168/jds.2010-4019.
- Hayden, J. M.; Williams, J. E. and Collier, R. J. 1993. Plasma growth hormone, insulin-like growth factor, insulin, and thyroid hormone association with body protein and fat accretion in steers undergoing compensatory gain after dietary energy restriction. *Journal of Animal Science* 71:3327–3338. doi: 10.2527/1993.71123327x
- Hogan, J. S.; Smith, K. L.; Hoblet, K. H.; Todhunter, D. A.; Schoenberger, P. S.; Hueston, W. D.; Pritchard, D. E.; Bowman, G. L.; Heider, L. E.; Brockett, B. L. and Conrad, H. R. 1989. Bacterial Counts in Bedding Materials Used on Nine Commercial Dairies. *Journal Dairy Science* 72:250–258. doi:10.3168/jds.S0022-0302(89)79103-7.
- Janni, K. A.; Endres, M. I.; Reneau, J. K.; Schoper, W. W. 2007. Compost dairy barn layout and

- management recommendations. American Society of Agricultural and Biological Engineers 23 (1):97-102.
- Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 80 (7):1463-1481. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(97)76075-2
- Moallem, U.; Folman, Y. and Sklan, D. 2000. Effects of Somatotropin and Dietary Calcium Soaps of Fatty Acids in Early Lactation on Milk Production, Dry Matter Intake, and Energy Balance of High-yielding Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 83:2085–2094. doi:10.3168/JDS.S0022-0302(00)75090-9.
- Radcliff, R. P.; McCormack, B. L.; Keisler, D. H.; Crooker, B. A. and Lucy, M.C. 2006. Partial Feed Restriction Decreases Growth Hormone Receptor 1A mRNA Expression in Postpartum Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 89:611–619. doi:10.3168/JDS.S0022-0302(06)72124-5.
- Rausch, M. I.; Tripp, M. W.; Govoni, K. E.; Zang, W.; Webert, W. J.; Crooker, B. A.; Hoagland, T.A. and Zinn, S.A. 2002. The influence of level of feeding on growth and serum insulin-like growth factor I and insulin-like growth factor-binding proteins in growing beef cattle supplemented with somatotropin1. *Journal of Animal Science* 80:94-100. doi: 10.2527/2002.80194x
- Ruud, L.E.; Bøe, K. E. and Osterås, O. 2010. Risk factors for dirty dairy cows in Norwegian freestall systems.. *Journal of Dairy Science* 93:5216-24. doi:10.3168/jds.2010-3321
- Sant'anna, a C. and Paranhos da Costa M. J. R. 2011. The relationship between dairy cow hygiene and somatic cell count in milk.. *Journal of Dairy Science* 94:3835-44. doi:10.3168/jds.2010-3951
- Schreiner, D. A. and Ruegg, P. L. 2002. Effects of Tail Docking on Milk Quality and Cow Cleanliness1. *Journal of Dairy Science* 85:2503–2511. doi:10.3168/jds.S0022-0302(02)74333-6
- Schreiner, D.A., and P.L. Ruegg. 2003. Relationship Between Udder and Leg Hygiene Scores and Subclinical Mastitis. *J. Dairy Sci.* 86:3460–3465. doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)73950-2.
- Sniffen, C. J.; Beverly, R. W.; Mooney, C. S.; Roe, M. B.; Skidmore, A. L. and Black, J. R. 1993. Nutrient Requirements Versus Supply in the Dairy Cow: Strategies to Account for Variability. *Journal of Dairy Science* 76:3160–3178. doi:10.3168/JDS.S0022-0302(93)77655-9.
- Weary, D.M.; Schuppli, C. A. and von Keyserlingk, M. A. G. 2011. Tail docking dairy cattle: Responses from an online engagement. *Journal of Animal Science* 89:3831–3837. doi: 10.2527/jas.2011-3858
- Weber, M.S.; Purup, S.; Vestergaard, M.; Akers, R. M. and Sejrsen, K. 2000. Regulation of Local Synthesis of Insulin-Like Growth Factor-I and Binding Proteins in Mammary Tissue. *Journal of Dairy Science* 83:30–37. doi:10.3168/JDS.S0022-0302(00)74851-X
- Wilson, D.J.; Grohn, Y. T.; Bennett, G. J.; González, R. N.; Schukken, Y. H. and Spatz, J. 2008. Milk production change following clinical mastitis and reproductive performance compared among J5 vaccinated and control dairy cattle.. *Journal of Dairy Science* 91:3869–79. doi:10.3168/jds.2008-1405
- Zebeli, Q.; Aschenbach, J. R.; Tafaj, M.; Boguhn, J.; Ametaj, B. N. and Drochner, W. 2012. Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 95,3. doi: 10.3168/jds.2011-4421
- Zhao, X.; Burton, J. H. and McBride, B. W. 1992. Lactation, Health, and Reproduction of Dairy Cows Receiving Daily Injectable or Sustained-Release Somatotropin. *Journal of Dairy Science* 75:3122–3130. doi:10.3168/JDS.S0022-0302(92)78075-8.
- Zinn, R. A., and Shen, Y. 1997. Factorializing postruminal protein supplies for feedlot cattle: Assessment of 1996 NRC beef metabolizable protein concepts. p.35–43. In: *Proceedings of Southwest Nutrition & Management Conference*, 12. University of Arizona, Phoenix, AZ.