

NRC 2001 de Gado de Leite: O Que Há de Novo?

Ric R. Grummer

Department of Dairy Science

University of Wisconsin-Madison

Introdução

O Conselho Nacional de Pesquisas (*National Research Council* - NRC) publica uma série de livros sobre as necessidades nutricionais de animais domésticos. Periodicamente, reúne um grupo de cientistas para revisar as necessidades nutricionais de uma determinada espécie. O comitê acaba de concluir a revisão da edição de 1989 sobre as Necessidades Nutricionais de Gado de Leite. Trata-se da sétima revisão e a data para publicação “oficial” é 16-17 de janeiro de 2001.

O comitê realizou uma ampla revisão da literatura científica e a partir daí foram reunidas informações para rever as necessidades nutricionais e as tabelas para cálculo de ração. Foram feitas muitas mudanças na edição do NRC de 1989 e o tempo não permite abordar todas elas. Essa apresentação vai se concentrar nos novos dados sobre o consumo de matéria seca e as necessidades de energia, proteína, Ca, P e vitaminas.

Consumo de matéria seca (CMS)

A edição de 1989 estimava o consumo de matéria seca da seguinte forma: ELI (Energia Líquida da lactação) necessária (Mcal)/concentração de ELI na dieta (Mcal/libra¹). Houve modificações de acordo com o estágio da lactação e o teor de umidade na dieta. Essa equação foi baseada no equilíbrio de energia, isto é, a longo prazo o consumo de energia deve ser igual ao seu dispêndio. Ela não foi criada para estimar o consumo de matéria seca no curto prazo. A edição do NRC 2001 utiliza a seguinte equação empírica para estimar o consumo de matéria seca no curto prazo:

$$\text{CMS (libra/dia)} = 2,203[(0,293 + 0,169 \times 4\% \text{ LCG} + 0,0439 \times \text{PV}^{0,75}) \times (1 - e^{(0,192 \times (\text{SL} + 3,67))})]$$

4% de LCG é anotado em libras de leite corrigido para 4% de gordura/dia. 4% LCG = 0,4 (libra de leite) + 15 (libra de leite x teste de gordura/100). PV = Peso Vivo em libras SL = Semana de Lactação. O termo exponencial é ajustado de acordo com a diminuição no consumo alimentar no início da lactação.

Proteína

Para a maioria dos nutrientes, inclusive a proteína, a edição do NRC 2001 estima tanto o fornecimento de nutrientes ao animal em qualquer dieta em qualquer nível de consumo (estimado ou real), como as necessidades nutricionais do animal.

Fornecimento: Entre as fontes de proteína para o intestino delgado se incluem a não degradável no rúmen (PNDR) da ração (*bypass*), a microbiana e a endógena. Esta última abrange a proteína de células mortas e das secreções no trato digestivo. A edição do NRC 1989 não levou em conta a contribuição da proteína endógena, ao contrário da edição de 2001. Inúmeras pesquisas demonstraram que o fornecimento de proteína microbiana para o intestino delgado foi superestimada na edição do NRC 1989 para os consumos alimentares típicos de vacas leiteiras lactantes. Esse problema foi corrigido na nova edição do NRC. Foi alterado o método para estimar o fornecimento de PNDR para o intestino. A versão anterior atribuía um valor de PNDR para as rações e presumia-se que esse valor era constante em todos os níveis de consumo alimentar. Porém, quando aumenta o consumo alimentar, sobe o índice de passagem da dieta pelo rúmen. Conseqüentemente, a ração fica menos tempo no rúmen e a quantidade de proteína que escapa da degradação (PNDR) aumenta. A nova edição do NRC leva isso em conta e, portanto, o valor da PNDR

¹ - 1 libra = 0,453 kg

para cada ração ou combinação de rações (dieta) muda de acordo com o nível de consumo alimentar. Isso é mostrado na Tabela 1. O resultado disso foi que de acordo com a edição do NRC 2001, uma dieta fornecida a uma vaca leiteira de alta produção irá conter mais PNDR do que estimado pela edição do NRC 1989.

Depois de estimada a quantidade de proteína que chega ao intestino delgado, deve-se estimar a digestibilidade de cada fonte de proteína (PNDR, microbiana, endógena) para determinar a quantidade de proteína metabolizável (absorvível) disponível para a vaca. Na última versão, a digestibilidade da PNDR foi presumida em 80% e considerada constante para todas as rações. Na edição do NRC 2001, admite-se que nem toda a PNDR é digerida de forma igual, portanto, foi atribuído um coeficiente de digestão para cada ração (ver Tabela 2).

Tabela 1. Efeito do consumo de matéria seca (CMS) no teor de proteína não degradável no rúmen (PNDR) de rações comuns

Rações	CMS, % peso vivo	Índice de Passagem	PNDR, % de PB
Farelo de soja	3	6,1	31,1
	5	9,1	38,6
Milho	3	6,1	43,8
	5	9,1	50,6
Silagem de milho	3	4,5	39,7
	5	6,2	42,8

Tabela 2. Digestibilidade da proteína não degradável no rúmen (PNDR) de várias rações

Feno de alfafa	75	Farinha de sangue	80
Silagem de alfafa	70	Resíduos de cervejaria	80
Feno de pastagem	70	Farelo de canola	75
Silagem de pastagem	65	Glutenose	92
		Levedura	80
Polpa de beterraba	80	Farelo de semente de algodão	80
Polpa cítrica	80	Farelo de pena	65
Casca de soja	70	Farinha de carne & osso	60
Semente de Algodão Inteira	80	Farelo de soja	93
		Farelo de soja	85
Cevada	85	Farelo de girassol	90
Milho	90		
Sorgo	85		

Fonte: Schwab, 2000

Finalmente, a edição do NRC 1989 não tentou estimar o fornecimento de aminoácidos para o intestino. Ela estima os fluxos de aminoácidos essenciais digeríveis e sua contribuição para a proteína metabolizável. Tomara que isso permita uma melhor estimativa das respostas dos animais nos casos de substituição dos suplementos de proteína.

Necessidades: Foram feitas várias alterações para estimar as necessidades de proteína, entre as quais:

1. Uma estimativa da necessidade de produção de proteína endógena (parte de manutenção; não incluída na edição do NRC 1989)
2. Nova equação para estimar as necessidades de proteína fecal metabólica (parte de manutenção)

3. As necessidades para crescimento foram adaptadas da edição do NRC para Gado de Corte 1996
4. Equações para necessidades durante a prenhez que reconhecem as mudanças que ocorrem com a evolução da gestação.
5. Alteração na eficiência da conversão de proteína metabolizável em proteína (verdadeira) no leite (0,67 em vez de 0,7)
6. “Necessidade” do teor de metionina e lisina na proteína metabolizável para maximizar o teor e a produção de proteína no leite.

Energia

Fornecimento: O comitê da edição do NRC 2001 concluiu que os valores de energia (ELI) nas rações listadas na edição do NRC 1989 eram muito altos e, em muitos casos, errôneos. Consequentemente, foram explorados novos métodos para determinar os valores de ELI para as rações. Na versão anterior, os valores ELI eram calculados a partir dos valores do NDT (Nutrientes digestíveis totais), que eram constantes para cada ração, e a equação para calcular a ELI do NDT era constante para todas as rações. Não se sabia a origem dos valores do NDT na edição do NRC 1989. No novo sistema adotado na edição do NRC 2001, o NDT é estimado a partir da análise dos nutrientes, de forma que se reconhece a individualidade das rações. As equações para a conversão do NDT em ELI foram modificadas para enfatizar o reconhecimento da variabilidade da eficiência da conversão de energia digerível em energia líquida. Finalmente, a versão anterior do NRC calculava a ELI, pressupondo um nível de consumo três vezes ao de manutenção; a edição do NRC 2001 permite calcular a ELI para qualquer nível de consumo alimentar.

Como resultado do novo sistema para cálculo do teor de energia nas rações, os valores da ELI para as rações na edição do NRC 2001 ficam em média 2% menores do que na edição do NRC 1989. Esse desconto será maior do que aquele para as forragens, sobretudo as de baixa qualidade. Concentrados ricos em amido terão valores de ELI semelhantes e rações com alto nível de proteínas podem apresentar valores de ELI mais altos. Haverá mudanças dramáticas no caso de algumas rações, como por exemplo, as sementes inteiras de oleaginosas. O valor da ELI da semente de algodão será 16% menor e o teor de ELI em grãos de soja torrados será 25% maior.

Necessidades: A necessidade de energia para manutenção não foi alterada, exceto pelos ajustes mais complexos para atividade. A edição do NRC 1989 indicava que as necessidades para manutenção deveriam ser aumentadas em 10% para vacas mantidas em boas pastagens e 20% para vacas em pouco pasto. A edição do NRC 2001 faz ajustes variáveis, dependendo da distância percorrida e da inclinação da pastagem. Por exemplo, custos mais altos de manutenção podem variar de 15 % para vacas em pastagens planas próximas à sala de ordenha em comparação a 50% para vacas em pastagens íngremes distantes da sala de ordenha.

Na edição anterior, as necessidades de energia para a produção de leite se baseavam no teor de gordura no leite. O resultado líquido foi uma superestimativa das necessidades de energia no caso de baixo teor de gordura no leite. As novas estimativas serão baseadas no teor de gordura, proteína e lactose no leite e nos seus respectivos valores de energia combustível. Caso não se saiba o teor de lactose, ainda será possível deduzir uma necessidade de energia para a produção de leite com base no teor de gordura e proteína. As equações para estimar as necessidades de energia durante a prenhez foram alteradas e levarão em conta o estágio da gestação.

Na edição anterior do NRC, as necessidades para crescimento eram 0,2 x as necessidades para manutenção no caso de vacas de primeira lactação e 0,1 x as necessidades para manutenção no caso de vacas de segunda lactação. Essa abordagem não era muito lógica. Como as necessidades para a manutenção estão indiscutivelmente relacionadas com o peso vivo, as necessidades para o crescimento eram mais altas no caso de vacas maiores e mais baixas no caso de vacas menores. Seria de se esperar que as necessidades para o crescimento fossem maiores em uma vaca que está mais longe do seu peso corporal na idade adulta. Na edição do NRC 2001, as necessidades para o crescimento foram extraídas de equações do NRC para Gado de Corte 1996 e se baseiam no peso vivo na idade adulta, nos pesos-alvo (por ex. na reprodução, primeiro parto, segundo parto), que são calculados a partir de um peso corporal adulto estimado, e nos dias para atingir os pesos-alvo.

Vitaminas

Infelizmente, os dados são escassos para determinar as necessidades de vitaminas. Muitas das informações utilizadas para tal finalidade na edição do NRC 1989 são muito antigas. O comitê usou os poucos dados disponíveis para avaliar e revisar as recomendações feitas na edição anterior. Tradicionalmente, a prevenção dos sintomas de deficiência tem sido o principal critério para estabelecer as necessidades. Ao fazê-lo na edição do NRC 2001, foram priorizados os efeitos potenciais farmacológicos das vitaminas ou seus efeitos na produção de leite, na reprodução e na saúde. As recomendações na versão anterior eram para o total de vitaminas (dieta basal mais suplementar). Como as concentrações de vitaminas nas dietas basais são variáveis e raramente conhecidas, as recomendações na edição do NRC 2001 são para fins de suplementação.

Vitamina A: Alguns dos dados levados em conta na edição do NRC 1989 foram baseados em testes em que houve suplementação de betacaroteno (convertido em vitamina A pelo intestino). Em geral, a suplementação de vitamina A é feita através de ésteres de retinil, cuja disponibilidade pode ser 50% menor do que a de betacaroteno. As necessidades anteriores eram baseadas em vacas que produziam menos de 9.000 libras de leite por lactação. Pesquisas recentes mostraram que a ingestão de aproximadamente 3 vezes a recomendação contida na edição do NRC 1989 durante o período de transição e o início da lactação pode estimular a produção de leite. Embora os resultados não sejam constantes, em alguns casos, o aumento da suplementação de vitamina A acima das atuais recomendações estimulou a função imune e a saúde mamária. Com base nessa informação, a recomendação para vitamina A aumentou. Na edição do NRC 1989, a recomendação era 35 UI do total de vitamina A/libra de PV; a nova recomendação na edição do NRC 2001 é 50 UI de vitamina A *suplementar* /libra de PV.

Vitamina E: A edição do NRC 1989 recomendava aproximadamente 150 UI/d para vacas secas e 300 UI/d para vacas lactantes (7 UI/libra de consumo de matéria seca). Inúmeros estudos realizados na Universidade do Estado de Ohio revelaram que é possível reduzir a incidência de mastite clínica através do consumo de níveis mais elevados de vitamina E. Pesquisas mais básicas mostraram um aumento da função dos neutrófilos em caso de suplementação acima das recomendações na edição do NRC 1989. Não foram realizados estudos sobre a resposta à dosagem para precisar uma recomendação. Porém, um estudo recente realizado no estado de Ohio mostrou uma redução da mastite clínica com o aumento das concentrações de vitamina E de 1000 UI/d para 4000 UI/d durante o período de transição pré-parto e de 500 para 2001 UI/d durante as primeiras quatro semanas pós-parto. Esse trabalho não foi repetido, portanto, o comitê manteve uma abordagem mais conservadora. As novas recomendações para vitamina E são 0,72 e 0,36 UI/libra de peso vivo para vacas secas e lactantes, respectivamente. Isso equivale a aproximadamente 36 e 9 UI/libras de consumo de matéria seca ou 1000 e 500 UI por dia. Como as concentrações de vitamina E na dieta são variáveis e baixas no caso de uso de rações armazenadas, a recomendação é para vitamina E *suplementar*.

Outras Vitaminas: As necessidades de vitamina D na edição do NRC 1989 só foram alteradas para especificar que a recomendação é para vitamina D suplementar em vez de total. Foram avaliadas pesquisas sobre outras vitaminas, mas não houve provas suficientes para estabelecer as necessidades na dieta.

Cálcio e Fósforo

Foi utilizada uma abordagem fatorial para determinar as necessidades da maioria dos minerais. Através desse método, as necessidades de minerais absorvíveis para manutenção, crescimento, prenhez e lactação são somadas e então divididas pelo coeficiente de absorção dos minerais na dieta. Na edição do NRC 1989, se atribuía um único coeficiente de absorção constante para cada mineral. Na edição do NRC 2001 reconheceu-se que há coeficientes de absorção variáveis para cada mineral, dependendo da fonte. Consequentemente, as necessidades de minerais variam de acordo com suas fontes na dieta.

Cálcio: O coeficiente de absorção atribuído ao cálcio era 0,38 na edição do NRC 1989. Na edição do NRC 2001, foi especificado um coeficiente de absorção de 0,30 às forragens, 0,60 aos concentrados e 0,5 a 0,95 às diversas fontes de cálcio inorgânico. A única alteração adicional são as necessidades para manutenção:

1989

Todas as vacas: 0,007 g/libra de peso vivo/0,38

2001

Vaca secas: (0,007 g/libra de peso vivo)/coeficiente de absorção

Vaca lactantes: (0,014 g /libra de peso vivo)/coeficiente de absorção

A necessidade de cálcio absorvível foi mantida no caso de vacas secas, mas duplicada no caso de vacas lactantes. Esse aumento é para justificar a maior secreção de cálcio no intestino com o aumento do consumo de matéria seca. Observa-se ainda que na edição do NRC 2001, o coeficiente de absorção não é constante, variando de acordo com a dieta.

Fósforo: Foi feita uma avaliação cuidadosa da literatura devido às preocupações ambientais relacionadas ao excesso de suprimento de fósforo. Daí resultaram novas equações para estimar as necessidades para a manutenção e a lactação, tendo sido adotados coeficientes de absorção variáveis. O coeficiente de absorção atribuído ao fósforo era 0,5 na edição do NRC 1989. Na edição do NRC 2001, foi atribuído um coeficiente de absorção de 0,64 às forragens, 0,70 aos concentrados e 0,3 a 0,95 às diversas fontes de fósforo inorgânico. Na edição do NRC 1989, a necessidade de fósforo absorvível diariamente para manutenção era 0,65 g/100 libra de peso vivo, ou aproximadamente 9 g/d para uma vaca com 1.400 libras de peso. Na edição do NRC 2001, as necessidades de fósforo absorvível para a manutenção (g/d) serão $(0,45 \times \text{libra CMS}) + (0,001 \times \text{libra PV})$. Para uma vaca de 1.400 libras que consome 50 libras de matéria seca, a necessidade seria 24 g/d, um aumento substancial em relação às recomendações anteriores. Contudo, na maioria dos casos o coeficiente de absorção do fósforo será maior ao se utilizar a edição do NRC 2001; portanto, o aumento relativo do fósforo na dieta não será tão dramático. As necessidades de fósforo absorvível durante a lactação variavam de acordo com o percentual de gordura no leite na edição do NRC 1989. O comitê da edição do NRC 2001 não encontrou provas suficientes para adotar uma necessidade variável de acordo com o percentual de gordura; a necessidade é fixada em 0,41 g/libra de leite. Novamente, as necessidades de fósforo na dieta durante a lactação serão menores na maioria dos casos devido ao maior coeficiente de absorção.

Resultados

As Tabelas 3, 4 e 5 comparam as estimativas de necessidades de nutrientes na edição do NRC de 1989 com as de 2001 para uma vaca adulta com 1.500 libras de peso, 100 de CMS, que produz 78 libras de leite por dia contendo 3,5% de gordura e 3,2% de proteína. Para gerar números a partir do modelo na edição do NRC 2001, foi preciso determinar uma dieta. Nesse exemplo, a dieta foi 37% de silagem de milho, 13% de feno de forragem de leguminosas (não madura), 20% de milho moído, 7% de casca de soja, 2% de gordura protegida, 8,25% de farelo de soja (48% de PB), 8,25% de farelo de soja extrudado (*expeller soybean meal*), 2,5% de farelo de glúten de milho, 0,54% de fosfato bicálcico, 0,30% de sal, 1,0% de bicarbonato de sódio e 0,04% de óxido de magnésio.

Nesse exemplo, as necessidades de energia entre as duas versões são muito semelhantes (Tabela 1). Provavelmente teria havido diferenças se a vaca do exemplo ainda estivesse em crescimento ou se tivessem sido consideradas as estimativas para atividade.

As necessidades de proteína bruta foram semelhantes. Porém, houve uma leve alteração para uma menor necessidade de PNDR e uma maior necessidade de PDR (Tabela 2). Como a edição do NRC 1989 superestimou a síntese de proteína microbiana, poder-se-ia esperar que as necessidades de PDR também tivessem sido superestimadas. Não foi esse o caso. A maior necessidade de PDR gerada pelo modelo da edição do NRC 2001 reflete principalmente uma menor eficiência na conversão da PDR em proteína microbiana. As necessidades de PNDR são determinadas pela diferença entre as necessidades e o fornecimento de proteína microbiana e endógena, e refletem alterações nas equações utilizadas para determinar tanto as necessidades como as mudanças nos coeficientes de digestibilidade da PNDR.

As necessidades de fósforo aumentaram para a manutenção e diminuíram para a lactação; as necessidades totais de fósforo são semelhantes nas edições do NRC 1989 e 2001. Neste exemplo, o coeficiente de absorção de cálcio foi 0,62 e, portanto, estima-se que as necessidades de cálcio na dieta sejam menores com o uso do modelo da edição do NRC 2001. Isso se aplicaria à maioria dos casos, pressupondo-se que o coeficiente de absorção calculado para o cálcio na dieta seja bem maior que 0,38.

Um aviso: Este é apenas um exemplo. A edição do NRC 2001 é muito mais dinâmica do que a de 1989. Em outras palavras, tanto o fornecimento como as necessidades de nutrientes mudam de acordo com o nível de consumo alimentar e o índice de passagem dos nutrientes pelo trato digestivo. Os coeficientes de absorção dos minerais não são constantes nas rações, portanto, as recomendações de dieta vão mudar de acordo com a composição dos ingredientes. Consequentemente, as diferenças entre a edição do NRC de 1989 e de 2001 ilustradas nas Tabelas 3, 4 e 5 não se aplicam a todos os casos.

Tabela 3. Comparação das estimativas das necessidades de energia nas edições NRC 1989 e 2001. Consulte o texto para descrição das vacas e da dieta.

	1989	2001
	ELI (Mcal/d)	
Manutenção	10,7	10,7
Lactação	24,2	24,4
Total	34,9	35,1

Tabela 4. Comparação das estimativas das necessidades de proteína nas edições NRC 1989 e 2001. Consulte o texto para descrição das vacas e da dieta.

	1989	2001
	PB (libra/d)	
PNDR	2,84	2,45
PDR	4,84	5,40
Total	7,52	7,85

Tabela 5. Comparação das estimativas das necessidades de cálcio e fósforo nas edições NRC 1989 e 2001. Consulte o texto para descrição das vacas e da dieta. O coeficiente de absorção do cálcio = 0,35/0,62 e do fósforo = 0,5/0,71 nas edições NRC 1989/2001.

	1989	2001
Ca	(libra/d)	
Manutenção	0,061	0,077
Lactação	0,234	0,142
Total	0,295	0,219
P		
Manutenção	0,043	0,079
Lactação	0,140	0,099
Total	0,183	0,177

Contagem de Células Somáticas como Ferramenta para Avaliação, Controle e Tratamento de Mastite

Pamela L. Ruegg, DVM, MPVM, Dip. ABVP-Dairy
University of Wisconsin, Madison, EUA

Introdução

A mastite é a enfermidade que ocorre com maior frequência e que acarreta os maiores prejuízos nas criações de gado de leite. As perdas por mastite podem ser ocasionadas tanto pela doença clínica como subclínica. Em geral, as perdas por mastite clínica são facilmente visíveis, consistindo em descarte de leite, quedas temporárias na produção leiteira e descarte prematuro.² A mastite subclínica tem maior importância em termos econômicos, devido aos efeitos de longo prazo causados pelas infecções crônicas na produção total de leite. Uma estimativa recente sobre as perdas na produção causadas pela mastite subclínica em criações de gado de leite nos EUA apontou um custo anual de 1 bilhão de dólares para o setor leiteiro.⁵ Ademais, foi comprovado que o risco de transgredir o nível permitido de resíduos de antibióticos no leite é maior nas propriedades que produzem leite de baixa qualidade.⁶ Por causa dessas graves consequências econômicas, a mastite constitui uma preocupação constante para a maioria dos pecuaristas de leite e médicos veterinários.

A mastite subclínica ocorre quando um patógeno infecta um ou mais quartos, mas não provoca uma ruptura dos alvéolos do úbere suficiente para levar à produção de leite visivelmente anormal. Nesse caso, o sistema imune da vaca reage à invasão de bactérias, enviando glóbulos brancos (GB) ao quarto inflamado para combater os agentes invasores. Através das contagens das células somáticas (CCS) é possível calcular a quantidade de GB e de células epiteliais mortas do úbere presentes no leite. Em um úbere sem infecção, a CCS geralmente é inferior a 200.000 células/ml. Contagens mais altas quase sempre estão ligadas a infecções bacterianas.

A relação entre mastite subclínica (quando avaliada pela CCS) e produção de leite já foi devidamente documentada. Uma revisão de 19 estudos sobre tal relação levou à conclusão que, acima de 50.000 células/ml, toda vez que a CCS duplicava, ocorria uma perda de 0,4 e 0,6 kg de leite por dia em vacas primíparas e multíparas, respectivamente.³ Estima-se que a produção total de leite durante o período de lactação diminui 80 kg no caso de primíparas e 120 kg no caso de multíparas sempre que a média geométrica das CCS acima de 50.000 células/ml duplica.

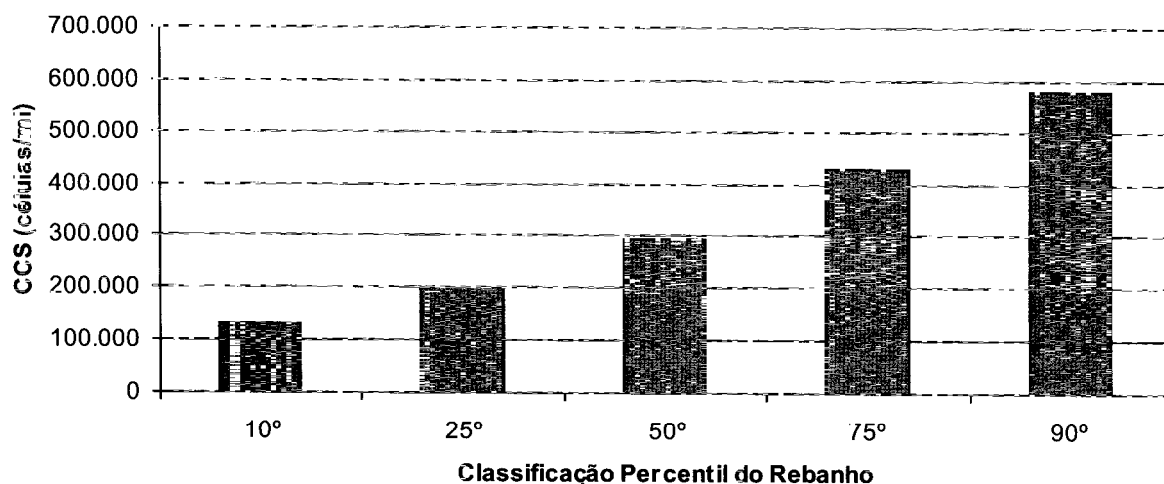
A maioria das empresas de processamento prefere comprar leite com CCS baixa, sendo que muitas oferecem incentivos financeiros aos criadores por leite de alta qualidade. O leite com CCS alta não é adequado para a indústria de processamento, pois encurta a vida de prateleira dos produtos derivados do leite, além de diminuir a qualidade e a quantidade de proteína no leite, reduzindo-se assim a produção de queijo. Já foi comprovado que mesmo aumentos moderados nas CCS individuais (>100.000/ml) podem reduzir a produção de queijo.¹

Reconhecimento dos Problemas por Mastite Subclínica

A observação de problemas de mastite varia bastante de uma propriedade para outra. O escore de referência mais comum quanto à qualidade do leite é a contagem de células somáticas no tanque de expansão (CCSTE). Toda propriedade de criação de gado leiteiro possui registros sobre CCSTE periódicas e sobre contagens de bactérias fornecidos pelo comprador do leite. As CCSTE variam de acordo com a região, a estação e o tamanho do rebanho. Muitas criações de gado de leite no estado de Wisconsin nos EUA têm uma produção constante de leite de alta qualidade. Em 1998, mais de 1.800 dessas propriedades apresentaram uma média de CCSTE <130.000 células/ml e mais de 4.500, < 200.000 células/ml. Nesse estado, as criações de gado leiteiro de categoria A com CCSTE > 400.000 células/ml foram classificadas entre as 25% dos piores rebanhos (Fig. 1).

A CCSTE máxima permitida para leite próprio para comercialização nos Estados Unidos é 750.000 células/ml. A qualidade do leite é monitorada a nível nacional através do uso de dados de sete normas para a comercialização (*Federal Milk Marketing Order* - trata-se de norma sobre comercialização de leite emitida pelo Secretário da Agricultura dos Estados Unidos, a qual estabelece preços mínimos pagos pela indústria de processamento aos produtores de leite

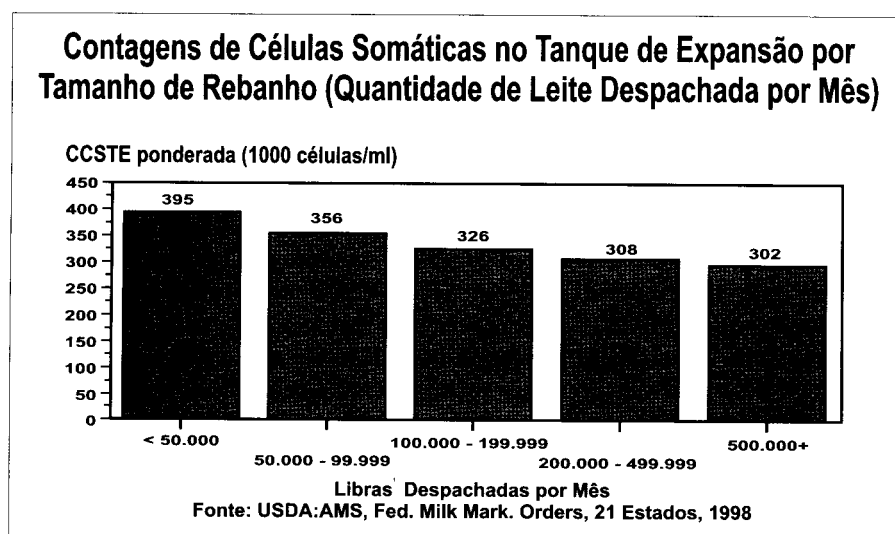
Figura 1. Percentis de CCS no Tanque de Expansão de Rebanhos Leiteiros de Categoria A no Estado de Wisconsin, EUA, em 1998



em uma determinada região.).⁴ No país todo, a média da CCSTE varia entre 300.000 e 400.000 células/ml. CCSTE mais elevadas são observadas em regiões onde o verão é úmido e quente, e estão estreitamente ligadas ao tamanho do rebanho (Fig. 2).

Em geral, a CCSTE reflete a prevalência de mastite subclínica em um determinado rebanho leiteiro. As metas para as CCSTE devem ser fixadas individualmente, mas é evidente que em muitas criações é possível obter uma produção constante de leite com CCSTE < 250.000 células/ml. Tais metas devem ser fixadas para cada propriedade leiteira com base na situação atual da criação, porém o objetivo principal deve ser a obtenção constante de leite com *CCSTE < 250,000 células/ml*.

Figura 2. Dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos sobre CCS em 1998



O Uso da Contagem de Células Somáticas na Avaliação de Problemas de Mastite em Rebanhos

Os valores das CCSTE podem revelar a existência de um problema de mastite, mas não defini-lo, seja em um rebanho, seja nos animais individualmente. Tanto a CCSTE como as médias simples dos valores individuais de CCS podem induzir em erro. Tomemos um rebanho hipotético "A" com uma prevalência de 10% de mastite subclínica (apenas uma em cada 10 vacas apresenta CCS > 250.000; Quadro 1). Devido à produção elevada e à CCS alta da "Vaca 10," a CCSTE no Rebanho A é 825.000 células/ml e a média aritmética (não-ponderada) da CCS individual é 390.000 células/ml. No Rebanho hipotético "B", 90% das vacas apresentam mastite subclínica (9 em 10 vacas com CCS > 250.000), mas a CCSTE é apenas 250.000 células/ml e a média simples da CCS individual é 280.000 células/ml. Os problemas subjacentes à mastite são totalmente diferentes nesses rebanhos.

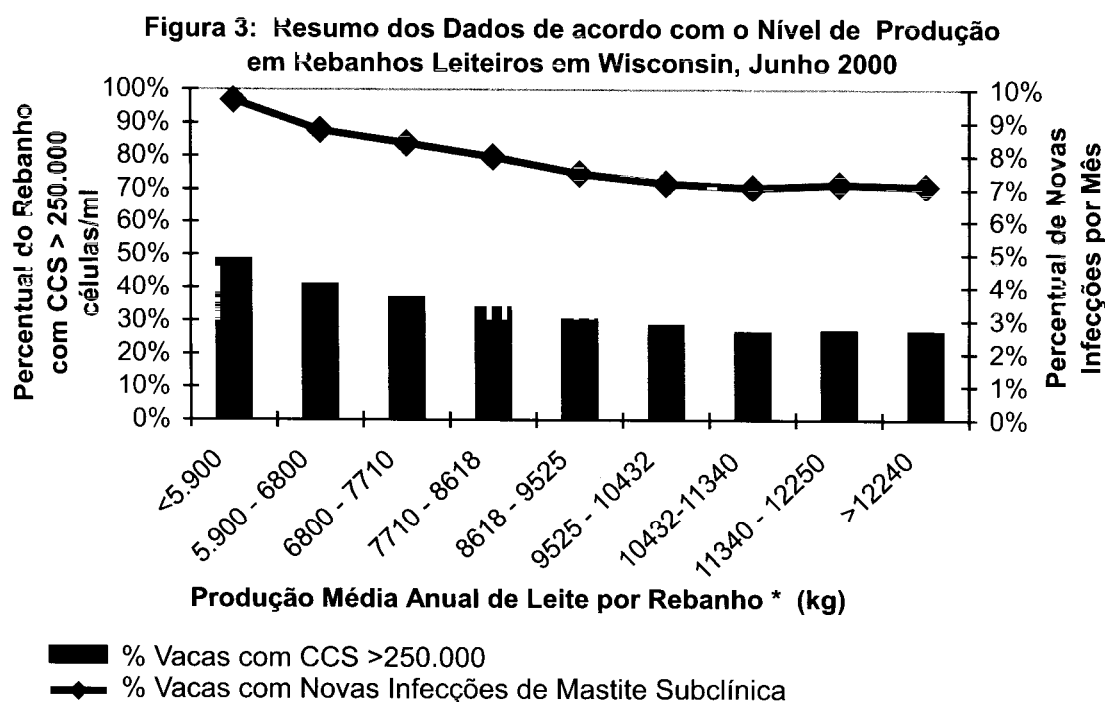
Quadro 1. Dados das CCS em 2 Rebanhos Hipotéticos

Rebanho Hipotético A				Rebanho Hipotético B			
Vaca	CCS (x1000)	Leite (kg)	Média Ponderada (CCS x kg)	Vaca	CCS (x1000)	Leite (kg)	Média Ponderada (CCS x kg)
1	100	22,7	2270	1	300	22,7	6804
2	100	22,7	2270	2	300	22,7	6804
3	100	22,7	2270	3	300	22,7	6804
4	100	22,7	2270	4	300	22,7	6804
5	100	22,7	2270	5	300	22,7	6804
6	100	22,7	2270	6	300	22,7	6804
7	100	22,7	2270	7	300	22,7	6804
8	100	22,7	2270	8	300	22,7	6804
9	100	22,7	2270	9	300	22,7	6804
10	3000	68,0	204000	10	100	68,0	6800

CCSTE estimada: $224.430/272 = 825$ (x 1000) CCSTE estimada: $68.036/272 = 250$ (x 1000)

É possível determinar a prevalência de mastite subclínica em um rebanho (o percentual de vacas com CCS > 250.000) através da obtenção dos valores individuais de CCS ou da realização do Teste de Mastite da Califórnia (CMT) em cada uma das vacas. A prevalência de mastite subclínica depende de dois fatores: 1) o índice de novas infecções (o percentual de vacas que desenvolvem novas infecções subclínicas) e 2) a duração de cada uma das infecções subclínicas. Em geral, a mastite causada por patógenos ambientais (coliformes e estreptococos ambientais) é de duração mais curta do que aquela causada por patógenos contagiosos (*Staph. aureus*, *Strep. ag* e *Mycoplasma bovis*). Caso os principais patógenos sejam bactérias ambientais, a adoção de medidas eficazes de controle que reduzem o índice de novas infecções pode diminuir rapidamente as CCSTE. Muitas vezes ocorrem outras melhorias gradativas na CCSTE quando são introduzidos programas de controle de patógenos contagiosos. Nos Estados Unidos, uma estratégia comumente utilizada para a redução da CCSTE é o descarte de vacas cronicamente infectadas com patógenos contagiosos. Muitos programas de controle da mastite se concentram excessivamente no descarte em vez de no controle de novas infecções. Em geral, as metas da indústria leiteira no caso de mastite subclínica são: **85% das vacas com contagens de células somáticas ≤ 250.000** e **menos de 5% das vacas desenvolvendo novas infecções por mastite subclínica ao mês**.⁸ Enquanto inúmeros rebanhos atingem essas metas, vários outros apresentam muito mais casos de mastite subclínica do que o esperado. A Figura 3 mostra o desempenho de rebanhos leiteiros no estado de Wisconsin nos EUA, os quais fazem parte de uma Associação para a Melhoria de Rebanhos Leiteiros². Os dados se referem a mais de 7.000 rebanhos, sendo que nenhuma categoria foi representada por menos de 40 rebanhos. Cerca de 40 – 50% das vacas estavam com mastite subclínica nos rebanhos de baixa produção e 29% delas nos rebanhos de alta produção. Menos de 5% das vacas apresentavam mastite subclínica nos 10% melhores rebanhos.

¹ 1 libra = 453,6 g



* A Produção Média Anual de Leite por Rebanho (Rolling Herd Average – RHA) se baseia nos dados dos últimos 12 meses. Concluído um novo teste, o registro do ano anterior para o mesmo período é deduzido e acrescentado o novo registro, calculando-se assim uma nova média dos últimos 365 dias. As RHAs são atualizadas a cada novo teste.

² No original, Dairy Herd Improvement Association – DHIA. Trata-se de uma entidade com programas e objetivos que visam melhorar a produção do gado leiteiro e a rentabilidade da pecuária de leite, sobretudo ajudando os criadores a manterem os registros sobre a produção de leite e o manejo.

Pesquisa da Causa de CCS Elevadas

Para as vacas individualmente, a mastite subclínica é definida de acordo com os valores da CCS ou os escores no CMT. É provável que toda e qualquer vaca com $CCS \geq 250.000$, independentemente da paridade ou do estágio no período de lactação, tenha mastite subclínica. Há várias outras maneiras de qualificar os valores individuais de CCS. O CMT é uma medida indireta da CCS e na ausência de relatórios individuais de CCS, ele pode ser utilizado em todas as vacas para determinar o grau de infecção. O sistema tradicional de escores do CMT se baseia em uma escala de 5 pontos (negativo, traço, 1,2,3). Contudo, todos os quartos com reações de traço ou mais apresentam CCS de no mínimo 300.000 células/ml, devendo ser considerados infectados com mastite subclínica. Um método comum para registrar valores individuais de CCS é o escore linear (ou log) de CCS.⁷ Os escores lineares de CCS foram desenvolvidos, porque os valores da CCS não se distribuem de forma regular. Portanto, o valor médio da CCS não é muito representativo do grau de infecção no rebanho. O Quadro 2 mostra a relação aproximada entre CCS, escores lineares de células somáticas e perda na produção.

Quadro 2. Relação entre o escore de células somáticas e a contagem de células somáticas

Escore	Cont. células somáticas – mediana (células/ml)	Variação Aproximada (células/ml)	Perda Leite Estimada (kg por Lactação) ^a	
			Lactação 1	Lactação 2+
0	12.500	0 a 17.000	0	0
1	25.000	18.000 a 34.000	0	0
2	50.000	35.000 a 70.000	0	0
3	100.000	71.000 a 140.000	90	180
4	200.000	141.000 a 282.000	180	360
5	400.000	283.000 a 565.000	270	540
6	800.000	566.000 a 1.130.000	360	720
7	1.600.000	1.131.000 a 2.262.000	450	900
8	3.200.000	2.263.000 a 4.525.000	540	1080
9	6.400.000	>4.526.000	630	1260

^a conversão aproximada de libras

Através de um exame detalhado dos valores individuais das CCS ou dos escores lineares é possível determinar tanto o período como a duração das infecções por mastite subclínica (Figura 4).

Figura 4. Valores de CCS e de Escores Lineares por mês em 3 vacas

NOME	Nº	Escore Linear Médio Lactação	Perda Estimada em 305 dias (US\$)	Escore Linear - 8 testes anteriores								CCS/EL - 4 testes anteriores				CCS	Libras Leite	Dias em Ordenha					
	Lactação	Ago		Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	EL								
LINNET	4	10	2, 1	S	S	FT	2,5	1,0	0,8	1,4	1,4	1,8	4,5	1,8	4,4	2,9	9,1	3,5	142	4,2	224	35	309
KITKAT	9	8	5, 6	\$ 205	S	8,1	5,7	5,2	5,9	4,8	4,5	4,8	5,5	580	5,0	409	5,4	523	7,1	1703	Seco		323
KRUNCH	23	5	5, 2	\$ 183	S	S	6,0	4,4	ND	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	Seco			75

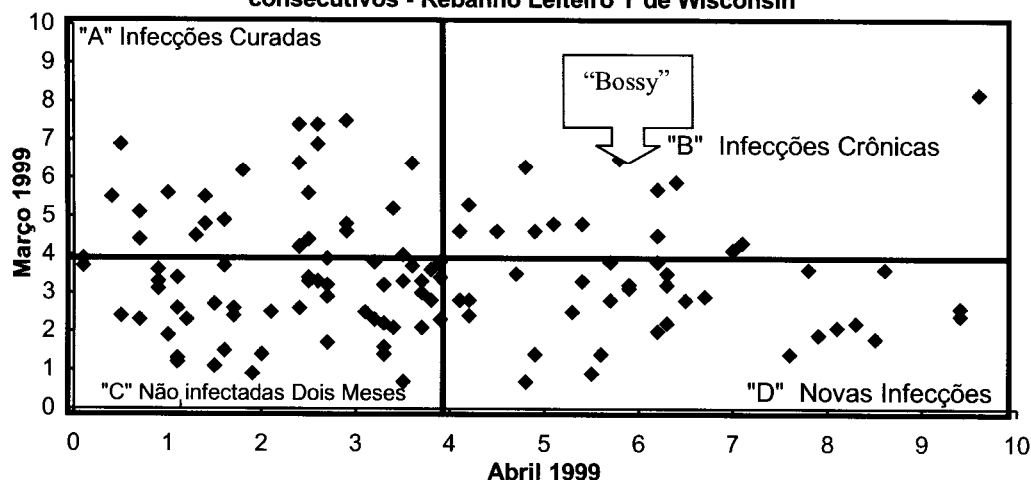
Infecção Crônica

¹ 1 libra = 453,6 g

Os patógenos contagiosos (principalmente *Staph aureus* e *Strep ag*) conseguem facilmente um nicho no ecossistema do gado de leite. O aspecto geralmente subclínico da infecção permite aos organismos escapar das defesas imunes da vaca. Conseqüentemente, muitas infecções com patógenos contagiosos são de longa duração e apresentam poucos sinais clínicos. O grau de exposição é extremamente importante na transmissão desses patógenos. Em geral, um aumento da exposição se traduz em padrões diferentes em um determinado rebanho, com maior prevalência (o índice total de infecção) de mastite subclínica entre as paridades e os estágios do período de lactação. Nesse caso, a prevalência da mastite subclínica geralmente é maior do que a incidência (o índice de novas infecções). Muitas vezes os patógenos ambientais tradicionais (coliformes, *Klebsiella* sp) provocam uma resposta imune mais intensa, redundando em sinais clínicos evidentes de mastite. Em geral, a duração da infecção subclínica é curta e a incidência, a prevalência e o índice de cura espontânea, semelhantes. Os estreptococos ambientais (*Str dysgalactia* e *Str uberis*) normalmente apresentam padrões indicadores tanto de patógenos contagiosos como ambientais.

Os valores individuais de CCS podem ser utilizados para determinar os problemas de mastite em um determinado rebanho. Uma maneira rápida de avaliar o grau de mastite subclínica em todo um rebanho é criar um **gráfico de dispersão**, usando dados de escores lineares de 2 meses consecutivos (Fig. 4). Cada um dos pontos representa os dados dos escores lineares de uma vaca. Os animais com escores lineares > 4 são considerados como tendo infecções subclínicas. Por exemplo, "Bossy" apresentou um escore linear de aprox. 6,5 em março e de aprox. 5,8 em abril, o que indica que a infecção era de natureza crônica.

Fig 4. Gráfico de Dispersão de Escores Lineares em dois meses consecutivos - Rebanho Leiteiro Y de Wisconsin



Nesse rebanho, as vacas com novas infecções subclínicas são mostradas no Quadrante "D." Trata-se das vacas que desenvolveram novas infecções subclínicas desde o último teste de CCS. O total de vacas contaminadas é a soma de "B" + "D". São todas vacas com escores lineares ≥ 4 . A grande quantidade de novas infecções e o número relativamente menor de infecções crônicas no rebanho "Y" é um forte indicador de problema de mastite ambiental (causada por patógenos, tais como *E. coli* ou estreptococos ambientais). Deve-se suspeitar da presença de patógenos contagiosos causadores de mastite (tais como *Strep ag*, *Staph aureus* e *Mycoplasma* spp.) em rebanhos com alta proporção de infecções crônicas (Quadrante B) e no caso de relativamente poucos animais com cura espontânea das infecções (Quadrante A). Gráficos de dispersão desse tipo são facilmente elaborados com o auxílio de algum programa de computador para manejo de gado leiteiro comercial e de programas de DHIA (Dairy Herd Improvement Association; ver nota de rodapé anterior). Podem ser calculadas outras fórmulas úteis para a definição de mastite subclínica:

- Proporção do total de novas infecções ("D"/("B"+"D")):

$$\frac{\text{Nº Vacas com novas infecções CCS} > 250.000}{\text{Total de Vacas com CCS} > 250.000}$$
- Proporção do total de infecções crônicas ("B"/("B"+"D")):

$$\frac{\text{Nº Vacas com CCS} > 250 \text{ para} > 1 \text{ teste}}{\text{Total de Vacas com CCS} > 250.000}$$

Identificação dos Fatores de Risco na Mastite Subclínica

O próximo passo no exame da mastite subclínica é identificar os fatores de risco para a infecção. Importantes fatores de risco a serem levados em conta incluem paridade, estágio no período de lactação, produção leiteira, condição dos tetos, histórico da CCS na lactação anterior, dados sobre a cultura do leite, grau de infecção nos quartos, histórico de compra e informações sobre o úbere. Em geral, recomenda-se organizar os dados em tabelas ou quadros para possibilitar o exame de vários fatores de risco simultaneamente (Figura 5). O padrão de desenvolvimento de novas infecções pode ser bastante revelador, apontando com precisão as possíveis causas de problemas de mastite. Menos de 10% dos animais de primeira lactação parem com mastite subclínica (A). CCS elevadas em vacas adultas durante o início da lactação podem indicar problemas de manejo no período seco (B). Nesse rebanho, 7 das 18 vacas adultas desenvolveram mastite subclínica antes dos 100 dias do período de lactação. O índice de novas infecções (33%) mostra que 6 das 7 vacas adultas infectadas se contaminaram desde a data do último teste. O ambiente e a terapia para vaca seca devem ser avaliados quando mais de 20% das vacas apresentarem valores de CCS acima de 250.000 células/ml no início do período de lactação. Recomenda-se também observar os padrões de mastite subclínica durante o ciclo de lactação (C). É comum aumentar a prevalência de mastite subclínica causada por patógenos contagiosos no decorrer do período de lactação, pois são maiores as chances de as vacas se exporem a esses microorganismos. A prevalência total de mastite nesse rebanho é 32% (D) (25% dos animais de primeira lactação e 38% das vacas adultas estão contaminadas). Oito por cento (8%) das vacas desenvolveram uma nova infecção desde a data de realização do último teste (D).

Figura 5. Indicadores de Diagnóstico de Mastite Subclínica

PERFIL ATUAL POR GRUPO DE LACTAÇÃO E DE TODAS AS VACAS												
Estágio de Lactação	Primeira lactação				Lactações posteriores				Nº de vacas			
	Nº vacas	EL médio	Novo EL>4	EL Alto>4	Nº vacas	EL médio	Novo EL>4	EL Alto>4	Nº vacas	EL médio	Novo EL>4	EL Alto>4
Inicial (1-100)	19	2,3	1 5%	2 11%	18	3,9	6 33%	7 39%	37	3,1	7 19%	9 24%
Intermediário (101-240)	8	2,3	1 13%	2 25%	23	3,0	1 4%	7 30%	31	2,8	2 6%	9 29%
Final (241 +)	42	3,3	1 2%	13 31%	32	3,6	1 3%	14 44%	74	3,4	2 3%	27 36%
Total - média	69	2,9	3 4%	17 25%	73	3,5	8 11%	28 38%	142	3,2	11 8%	45 32%

C

Em geral, é de grande utilidade reexaminar uma listagem de vacas com CCS elevadas escolhidas por suas contribuições individuais de células somáticas no tanque (Figura 6). Essa lista mostra a contribuição percentual de cada vaca na CCSTE. Essas vacas podem ter maior peso na obtenção de prêmios pela qualidade do leite. As 4 melhores vacas nesse relatório (“21”, “Hazel”, “Y-239” e “Y-234”) contribuíram com 41% de toda a CCSTE na data em que foram testadas. Esse registro mostra outras informações relevantes. Duas das 4 melhores vacas (21 & Y-239) apresentaram novas infecções subclínicas (indicadas com a letra “N”) e duas das infecções são reincidentes (indicadas com a letra “R”). Uma olhada rápida na lista revela que a maioria das vacas apresenta infecções reincidentes. Dependendo do tipo de patógeno causador das infecções, a decisão mais adequada para alguns desses animais pode ser o descarte.

Figura 6. Registro de CCS Elevadas

[C] VACAS COM CONTAGENS ALTAS DE CÉLULAS SOMÁTICAS				
NOME	Lact. Dias em Ordenha	EL Médio Lact.	CCS	% de células totais
21	N 4	9.6	9999	17
HAZEL	R 4	2.6	3686	10
Y-239	N 2	8.3	3958	8
Y-234	R 1	2.9	9999	6
231	R 1	7.6	2331	5
MANNIE	N 6	7.2	1827	5
34	R 3	4.4	1374	5
HANNAH	R 4	3.9	1181	5
108	R 1	4.6	1826	2
156	N 2	6.7	1317	2
147	R 1	5.2	883	1
3	R 3	3.9	615	1
MAGGY	R 5	5.7	611	1
130	R 3	2.8	600	1
VICKY	R 2	4.0	497	1
220	R 1	3.4	453	1
248	R 2	5.5	442	1

O Uso das Informações sobre CCS

Um das melhores formas de usar os dados sobre as CCS é na avaliação da eficácia das estratégias de controle da mastite. Em geral, o primeiro indicador da eficácia de tais estratégias de controle é uma queda no índice de novas infecções. Da mesma forma, esse índice pode subir antes do aumento da CCSTE, permitindo identificar um problema em desenvolvimento mais cedo. Os programas de controle da mastite são mais eficazes quando já se sabe qual o tipo de patógeno causador da doença. Vacas com CCS altas são boas candidatas à cultura bacteriológica. É comum receber resultado de cultura negativo de vaca contaminada, pois esses animais não eliminam continuamente níveis elevados de bactérias no leite. É possível melhorar ainda mais a sensibilidade da cultura através do cultivo de amostras de leite dos quartos com resultados positivos apenas no CMT.

A separação das vacas contaminadas é uma estratégia freqüentemente usada no controle da mastite contagiosa. Tal estratégia é geralmente empregada no controle de infecções causadas por *Staphylococcus aureus* e *Mycoplasma bovis*, devido aos índices de cura relativamente baixos obtidos nos casos de infecções provocadas por esses microorganismos. Caso a cultura indique que tais agentes representam os patógenos predominantes de mastite em um determinado rebanho, os valores da CCS podem ser utilizados para identificar as prováveis vacas a serem ordenhadas primeiro, agrupadas separadamente ou descartadas. Tais estratégias são todas empregadas para reduzir a probabilidade de exposição de vacas não contaminadas a esses patógenos.

Em geral, as vacas infectadas com *Streptococcus agalactia* apresentam contagens de células somáticas muito elevadas antes do tratamento. A eficácia do tratamento intramamário em tais vacas pode ser monitorada através dos valores de CCS pós-tratamento. Os valores das CCS das vacas que conseguiram reagir à terapia diminuem bastante pós-tratamento. As vacas tratadas que continuam a apresentar valores elevados de CCS devem ser novamente tratadas com antibióticos escolhidos de acordo com os perfis de sensibilidade.

Um outro uso dos valores das CCS é a escolha das vacas para descarte. Aquelas com infecção crônica de mastite subclínica mantêm patógenos contagiosos no rebanho leiteiro, podendo expor outros animais à doença. Deve-se cogitar o descarte de vacas com CCS constantemente elevadas.

As contagens de células somáticas são uma ferramenta-chave no controle da mastite, devendo tal procedimento ser incluso em todo e qualquer programa de controle dessa enfermidade.

Referências Bibliográficas

1. Barbano, DM, Rasmussen RR, and Lynch JM. 1991. Influence of milk SCC and milk age on cheese yield. *J Dairy Sci* 74:369-388.
2. Fetrow, J. Mastitis: an economic consideration. 2000. pp 3-47 in Proceedings of the 29th annual meeting of Natl. Mast. Coun., Atlanta, GA, Natl Mast Coun. Madison, WI.
3. Horte P, Seegers H. Calculated milk production losses associated with elevated somatic cell counts in dairy cows: review and critical discussion. 1998. *Vet Res.* 29(6):497-510.
4. Ott, SL, Smith, MA. Bulk tank somatic cell counts of milk in 21 states, 1998. 2000. pp 150-151 in Proceedings of the 39th annual meeting of National Mastitis Council, Arlington VA. Natl Mast Coun. Madison WI.
5. Ott, S. Costs of herd-level production losses associated with subclinical mastitis in US Dairy Cows. 1999. Pp 152-156 in Proceedings of the 38th annual meeting of National Mastitis Council, Arlington VA. Natl Mast Coun. Madison WI.
6. Ruegg PL, Tabone TJ. The relationship between antibiotic residue violations and somatic cell counts in Wisconsin dairy herds. 2000. *J Dairy Sci.* 83:2805-2809.
7. Shook, GE, 1982. Approaches to summarizing somatic cell counts which improve interpretability. Pp 150-166 in Proc. 21st Ann. Meet Natl. Mast Coun. Natl. Mastitis Council, Inc., Madison, WI.
8. Wallace RL. Detecting herd mastitis problems by computer. 2000. Pp 68-78 in Proc. 39th Ann. Mtg. Natl. Mastitis Council, Atlanta GA. Natl. Mastitis Council, Inc., Madison, WI.