

NUTRIÇÃO DE PRECISÃO EM GADO DE LEITE

Jorge Henrique Carneiro¹; Rodrigo de Almeida²

Introdução

Muitos se perguntam porque o tema nutrição de precisão ganhou tanta importância nos últimos anos? Na nossa modesta opinião são três os principais fatores envolvidos. Primeiro, o notável aumento no custo alimentar de rebanhos leiteiros, particularmente nos últimos 10 anos. Com este aumento no custo alimentar, as margens de lucro ficaram ainda mais estreitas na atividade leiteira, o que logicamente nos obriga a usar com maior racionalidade os recursos disponíveis. Segundo, porque a produtividade dos animais tem aumentado continuamente, chegando ao ponto que somente dietas corretamente formuladas permitem que altas produções sejam atingidas. E terceiro, mas não menos importante, porque a excreção do excesso de nutrientes tornou-se ambientalmente inaceitável.

Formulando dietas mais precisas

No que concerne ao tema deste artigo - nutrição de precisão em gado de leite - o importante é termos sempre em mente que a lactação representa a maior demanda nutricional em uma boa vaca de leite. Uma constatação relevante nesta discussão é que vacas leiteiras de hoje, particularmente as de alta produção, são alimentadas com dietas numa faixa bem estreita de possibilidades. Por conta das altas exigências energéticas e proteicas, produtores são obrigados a incluir uma significativa proporção de ingredientes concentrados na dieta destas vacas, principalmente grãos de cereais e farelos de oleaginosas, para que as exigências nutricionais sejam atendidas.

O problema é que não devemos nos esquecer que vacas leiteiras ainda são ruminantes, os quais também têm exigências mínimas de fibra, do contrário inúmeras desordens metabólicas podem aparecer, principalmente a acidose ruminal, mas também diarreia, úlceras ruminais, paraqueratose, abscessos hepáticos e laminite. As vacas devem alcançar altas produções sem comprometimento de sua saúde, de modo que possamos obter animais longevos em nossos rebanhos. Para atender estas exigências de fibra, e em particular de fibra fisicamente efetiva, ingredientes volumosos como pastagens, silagens, pré-secados, fenos e até palhas devem ser incluídos nas dietas, mas muitos destes ingredientes ricos em fibra são pobres em energia e/ou proteína.

Assim, é fácil constatar que as opções de dietas possíveis diminuem à medida que a produção de leite aumenta (Van Soest, 1994). Em outras palavras, o nutricionista de vacas de leite, e em particular o nutricionista de boas vacas de leite, se vê obrigado a trabalhar numa faixa bastante estreita, onde se pecar por um excesso de alimentos volumosos na dieta, a produção de leite será comprometida, mas por outro lado se errar por um excesso de alimentos concentrados na dieta, a saúde geral do rebanho, o teor de gordura do leite e a própria longevidade do plantel deverão sofrer prejuízos.

Outra razão pela popularidade deste conceito nutrição de precisão é a constatação de que hoje é inviável formular dietas com excessivas margens de segurança como fizemos no passado. Para exemplificar somente os principais nutrientes como proteína, fósforo e vários microminerais eram (e infelizmente ainda são) fornecidos em quantidades maiores às requeridas para garantir que a dieta tenha sucesso, e que independente do nível de consumo e da qualidade da mistura da dieta, todas as vacas recebam quantidades suficientes destes nutrientes e o potencial produtivo dos animais seja atendido. Mesmo reconhecendo que este conceito ainda é usado por muitos, principalmente por nutricionistas com limitada experiência prática e/ou por técnicos que não dispõem de boas ferramentas para formular com precisão, acreditamos que esta prática de sobreforneamento de nutrientes está com seus dias contados!

Por que dietas com excessivas margens de segurança serão cada vez mais menos toleradas? Primeiro, porque elas aumentam o custo alimentar e evidentemente diminuem a potencial lucratividade do negócio. Segundo, no caso de animais de alta produção em que a

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Paraná (UFPR); e-mail: jorgehcarneiro@gmail.com

² Professor Associado do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná (UFPR); e-mail: ralmeida@ufpr.br

ingestão de MS é limitante, sobre fornecer um nutriente pode implicar no subfornecimento de outro. E terceiro, por conta das preocupações ambientais relacionadas com o excesso na excreção de nutrientes, já que normalmente os nutrientes fornecidos em excesso não são incorporados ao leite e aos tecidos corporais, sendo simplesmente excretados via fezes e urina.

Uma pergunta que todo técnico que trabalha com vacas de leite já deve ter feito um dia, é “quantas dietas podem existir em uma fazenda?” A resposta correta é “quatro”; a dieta do nutricionista, estimada na base da matéria seca e normalmente formulada com o auxílio de programas de formulação, a dieta do produtor, onde as quantidades de cada ingrediente em kg de MS são convertidas em kg de MN (matéria natural) ou MO (matéria original), a dieta do empregado, que é aquela mistura de ingredientes disponibilizada no cocho, e finalmente a dieta da vaca, que é a dieta efetivamente ingerida pelos animais. É fácil de perceber que muitas coisas podem dar errado entre a formulação da dieta pelo nutricionista e o consumo desta dieta pelos animais. O ideal numa boa propriedade leiteira, onde os princípios da nutrição de precisão são seguidos, é que as quatro dietas acima descritas estejam muito próximas.

Várias práticas e atitudes podem ser adotadas para que as quatro dietas sejam parecidas, e vamos tentar destacar as mais importantes, não necessariamente em ordem de importância:

Programas de formulação robustos

Hoje há uma razoável disponibilidade de bons programas de formulação, com destaque aos softwares comerciais norte-americanos CPM-Dairy, AMTS e Spartan e aos softwares originais do NRC (2001) e do CNCPS (Tylutki et al., 2008). Vemos com entusiasmo o lançamento em 2014 e o crescimento atual do RLM (Ração de Lucro Máximo) Leite (Lanna et al., 2014), primeiro programa de formulação de dietas para vacas leiteiras tropicalizado para as condições brasileiras.

Disponibilidade de bons dados de entrada

Qualquer programa de formulação somente proporcionará boas dietas se os dados de entrada ou “inputs” forem acurados e atualizados. Assim acreditamos ser quase que imprescindível que o rebanho faça controle leiteiro mensal (oficial ou feito pelo próprio produtor) para que bons dados de entrada sejam gerados e usados nas descrições do animal, da fazenda e do manejo, informações estas exigidas pelo programa de formulação.

Disponibilidade frequente de análises bromatológicas

Todo programa de formulação de dietas para bovinos leiteiros possui uma biblioteca de alimentos, com os ingredientes mais comuns e suas análises médias obtidas no país ou na região de origem. Além disso, o nutricionista pode lançar mão de valores tabelados presentes em publicações nacionais. Mas nada supera a precisão que um técnico pode alcançar quando ao formular uma dieta ele usa análises bromatológicas recentes dos alimentos volumosos coletados e usados naquele momento na fazenda. Ressaltamos que deve-se tomar cuidado ao realizar a coleta do material que será enviado ao laboratório, uma vez que os erros na amostragem não poderão ser corrigidos durante a análise química. Sabe-se que principalmente os alimentos volumosos conservados apresentam grande variação dentro de um mesmo silo e até mesmo no próprio perfil do silo. Weiss et al. (2012) observaram a variação na qualidade de silagem de milho de um mesmo silo durante 14 dias consecutivos em fazendas leiteiras comerciais. Os autores encontraram uma variação de 12,2 e 11,2 pontos percentuais, respectivamente para os teores de amido e FDN, ao longo do estudo. Stone (2008) encontrou variação de 2,2 e 4,7 pontos percentuais nos teores de MS e FDN dentro do mesmo perfil do silo. Por isto, ressaltamos a importância de realizar análise frequente dos ingredientes utilizados na fazenda, principalmente dos volumosos, que estão mais sujeitos a variação. Infelizmente uma grande maioria dos produtores de leite brasileiros ainda encara as análises bromatológicas como um custo desnecessário e não como um importante investimento.

Determinação periódica do teor de MS dos alimentos

Num rebanho leiteiro que supostamente segue os preceitos da nutrição de precisão é imprescindível a determinação frequente do teor de MS dos alimentos, principalmente dos volumosos. Pela relevância deste item iremos detalhar esta discussão a seguir.

Adoção da dieta total misturada (TMR)

Para fazendas leiteiras de porte médio e grande (acima de 100 vacas em lactação) e que adotam sistemas intensivos ou semi-intensivos de produção, acreditamos que a aquisição de vagões misturadores é um investimento interessante, principalmente com a tendência atual de escassez e encarecimento da mão-de-obra! O fornecimento da dieta na forma de TMR é uma das únicas práticas nutricionais que permite o aumento concomitante da produção de leite, da porcentagem de gordura e da porcentagem de proteína. Em propriedades menores, mesmo com a impossibilidade de adquirir vagões misturadores, o produtor deve tentar sempre que possível misturar os ingredientes volumosos e concentrados com garfos ou outras ferramentas, antes de permitir o acesso dos animais ao alimento. O princípio da TMR, condizente com o conceito de nutrição de precisão, é que todo e qualquer bocado dado pela vaca leiteira ao longo do dia deveria ter a mesma composição.

Checagem da homogeneidade e do tempo de mistura em vagões misturadores

Devemos assegurar que os ingredientes foram colocados no vagão na ordem correta. Mesmo reconhecendo as particularidades de cada fazenda, uma boa recomendação inicial seria colocar primeiro o feno ou o pré-secado, adicionar em seguida todos os ingredientes concentrados e minerais e incluir por último a silagem de milho. Também devemos assegurar que a dieta final esteja de fato homogeneamente misturada, de modo que cada bocado do animal apresente a mesma proporção dos ingredientes. Em um método descrito por Oelberg (2011) para se avaliar a homogeneidade da mistura, propõe-se que logo após a distribuição da dieta no cocho o nutricionista colete 10 amostras equidistantes ao longo de toda a sua extensão, e posteriormente avalie cada amostra separadamente no conjunto de peneiras Penn State. Após esta avaliação, deve-se determinar o coeficiente de variação (CV) entre os 10 pontos amostrados para as proporções retidas nas peneiras de 8 e 1,18 mm. Basicamente, este CV deve ser inferior a 5%; se superior a 5%, deve-se investigar qual fator está influenciando negativamente sua qualidade. Dentre os principais fatores destacam-se a ordem de carregamento de ingredientes, a sobrecarga do vagão, a qualidade de manutenção do misturador e o tempo de mistura. O enchimento do vagão acima de 60-80% de sua capacidade máxima de carga compromete a homogeneidade final da dieta (Barmor, 2002). Carneiro et al. (2014) ao avaliarem as práticas de manejo alimentar de lotes de alta produção de 20 rebanhos leiteiros da bacia leiteira de Castrolanda, Castro, PR, obtiveram correlações positivas ($r = 0,53$ e $r = 0,64$) entre a porcentagem da carga máxima dos vagões que era preenchida e o CV das peneiras 2 e 3 da Penn State, respectivamente (Figura 1). Tempo de mistura adequado é fundamental para se obter dietas bem misturadas, sendo que, respeitadas as particularidades de cada propriedade, este resultado é alcançado com cerca de 5 minutos de mistura após a adição do último ingrediente. Quando o tempo de mistura é excessivo, as facas do vagão podem picar em excesso as partículas de fibra longa, o que pode diminuir em demasia o tamanho médio de partícula da dieta. Cuidado deve ser tomado para que vagões misturadores com desensiladeiras também não diminuam em demasia o tamanho médio de partícula da silagem.

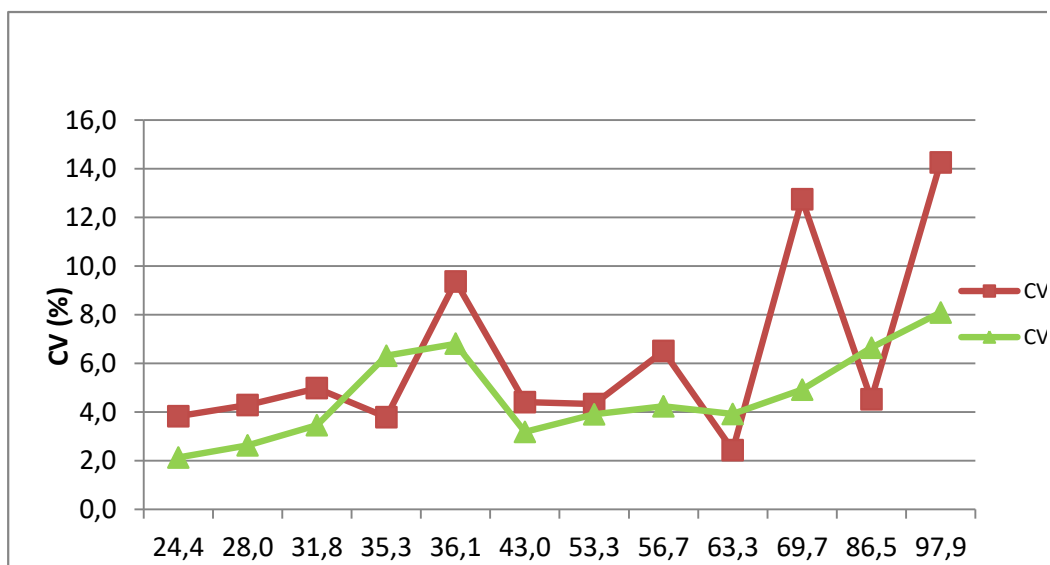


Figura 1 – Relação entre os coeficientes de variação das peneiras 2 e 3 da Penn State (CV Pen 2 e CV Pen 3, respectivamente) e o percentual carregado da capacidade máxima de carga dos vagões misturadores em lotes de vacas de alta produção em 20 rebanhos leiteiros da Castrolanda, Castro, Paraná.

Monitoramento do tamanho médio de partícula

Com o uso do conjunto de peneiras Penn State é possível monitorar o tamanho médio de partícula da dieta total, o que contribuirá para evitar uma indesejável seleção de alimentos pelas vacas. Muitos nutricionistas têm a idéia de que fornecer fibras excessivamente longas vão garantir maior saúde ruminal, aumentar ruminção, manter altos teores de gordura no leite e reduzir problemas de casco. Porém muitas vezes ao se trabalhar com fibras demasiadamente longas, ao invés de aumentar o consumo de fibra fisicamente efetiva se facilita a segregação da TMR no cocho, aumentando o consumo de partículas de menor tamanho, principalmente concentrado. Sova et al. (2013), avaliando o manejo alimentar de rebanhos comerciais da Califórnia obtiveram resultados interessantes ao correlacionar a seleção dos animais contra partículas longas e a produção de leite corrigida para 4% de gordura (PLC4%G), notando que ao incrementar a recusa destas partículas também há uma redução desta produção de leite corrigida. Por estes motivos é extremamente importante o monitoramento do tamanho médio de partícula da TMR, não pecando no excesso de partículas longas e facilitando a seleção, tampouco na falta das mesmas prejudicando a saúde ruminal. Entre as práticas de manejo nutricional que podem ser implementadas para minimizar a seleção no cocho, destacam-se: reduzir o tamanho de partícula da forragem para < 5 cm, aumentar a qualidade dos volumosos, limitar a inclusão de feno ou picá-lo para garantir sua completa ingestão, adicionar água ou alimentos líquidos quando a dieta total apresenta um teor de MS acima de 55-60%, fornecer mais tratos ao longo do dia e manter uma boa homogeneidade na mistura da TMR. Carneiro et al. (2014) observaram que dietas pobremente misturadas foram mais facilmente selecionadas pelas vacas, aumentando o teor de FDN nas sobras, apresentando correlação alta e positiva entre CV da Peneira 2 da Penn State e o teor de FDN das sobras ($r = 0,54$) (Figura 2).

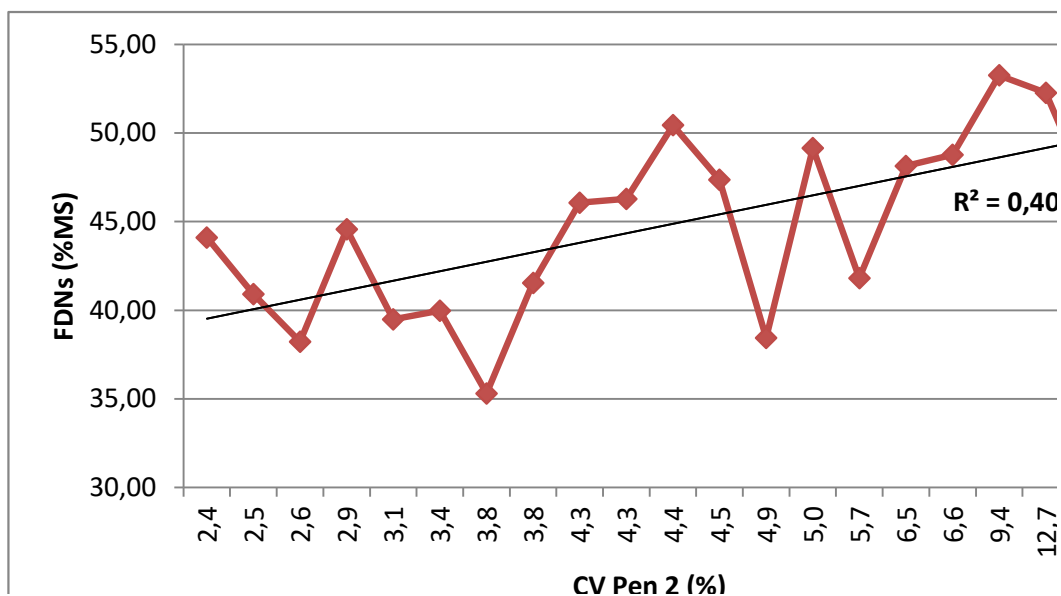


Figura 2 – Teores de FDN das sobras (FDNs) em função da homogeneidade da TMR, mensurada através do CV Pen 2, em lotes de vacas de alta produção em 20 rebanhos leiteiros da Castrolanda, Castro, Paraná.

Ajuste de sobras

De modo geral a recomendação de sobras no cocho é de 3 a 5% do total ofertado. Caso a quantidade restante no cocho ao final do dia seja superior a estes valores, atitudes devem ser tomadas para corrigir o problema e reduzir o desperdício. A prática de manejo de escore de cocho igual a 0 (zero) ou “lambido”, embora usual em confinamentos de bovinos de corte, não é recomendável na bovinocultura de leite. É comum encontrarmos produtores que ajustam as sobras reduzindo ou aumentando a quantidade do volumoso mais abundante na dieta, geralmente silagem de milho. Quando isto é feito, toda a proporção existente entre os ingredientes é alterada, e conseqüentemente há um desbalanceamento da dieta. Em fazendas que trabalham com balanças programáveis em seus misturadores, onde muitas vezes a dieta inserida no programa é por animal, uma boa prática para corrigir o problema é reduzir ou aumentar o número de cabeças a serem tratadas. Por exemplo, constatando que há uma proporção de sobra muito superior a 5% no trato anterior em um lote com 30 animais, ao invés de inserir o número de 30 vacas na balança, poderíamos inserir 29 animais ou menos, até que a proporção de sobras ideal seja alcançada. Quando não se lança mão desta ferramenta, todos os ingredientes da mistura devem ser reduzidos na mesma proporção, mantendo a relação original da dieta.

Reduzir a competição entre os animais no cocho

Diversos estudos têm demonstrado que a redução do espaço individual no cocho modifica completamente o comportamento alimentar dos animais, aumentando a seleção do alimento, reduzindo o tempo de alimentação diária, o número de visitas no cocho e principalmente o consumo de matéria seca. Em vacas de alta produção onde o consumo de MS é determinante para a produção de leite, a redução deste e conseqüentemente do aporte de nutrientes é completamente indesejável. Sova et al. (2013) observaram em seu estudo com fazendas comerciais uma relação que a cada 10 cm a mais de espaço linear de cocho houve um incremento de 0,06 pontos percentuais na porcentagem de gordura do leite. Fornecer um espaçamento na linha de cocho de mínimo de 70 cm por animal, utilizar canzís ou algum outro tipo de contenção e separar as primíparas das múltiparas podem ser boas práticas para reduzir a competição.

Amenizar os efeitos do estresse calórico

É nos meses mais quentes que a vaca leiteira mais seleciona ingredientes no cocho, consumindo preferencialmente alimentos concentrados em detrimento dos volumosos, o que poderá contribuir na ocorrência da acidose ruminal.

Monitoramento da composição do leite e do esterco

Parâmetros como percentuais de gordura e de proteína no leite e nitrogênio ureico no leite (NUL) (Doska et al., 2012) podem ser usados como indicadores de quão adequados estão os níveis proteicos e energéticos da dieta, bem como qual é a eficiência de utilização de N em vacas leiteiras. Outras práticas como mensurar subjetivamente a consistência do esterco e analisar o teor de amido fecal são ferramentas que podem ser agregadas numa rotina de monitoramento em fazendas leiteiras eficientes. Dados recentes do nosso grupo de pesquisa (Silva et al., 2014), em um levantamento em 20 rebanhos leiteiros paranaenses nas regiões de Castro, Carambei e Arapoti, encontrou a média de $3,66\% \pm 1,91\%$ de amido fecal. Outro resultado interessante (e coerente com o que esperávamos) é que os valores de amido fecal foram um pouco mais altos em abril/2014 (silagens de milho mais novas) do que em novembro/2013 (silagens de milho mais velhas). Quanto a digestibilidade aparente do amido, duas estimativas foram obtidas: $95,42\% \pm 2,39\%$ usando a equação sugerida por Fredin et al. (2014), na qual somente é considerado o amido fecal, e $94,34\% \pm 6,91\%$ usando a equação sugerida por Bat et al. (1997), na qual são contabilizados o amido fecal, o amido da dieta, a lignina fecal e a lignina da dieta. Embora os valores médios obtidos sejam satisfatórios, este levantamento demonstrou que há considerável oportunidade de avanço nesta área, particularmente nos rebanhos em que a digestibilidade aparente do amido foi inferior a 95%.

Em resumo, em toda fazenda leiteira onde as 4 dietas – “dieta do nutricionista”, “dieta do produtor”, “dieta do tratador” e “dieta da vaca”- são muito parecidas, podemos afirmar que os conceitos de nutrição de precisão estão sendo adotados e muito provavelmente que os impactos ambientais desta exploração leiteira são modestos.

Para averiguar se as três primeiras dietas (do nutricionista, do produtor e do tratador) são semelhantes, uma avaliação relativamente simples que pode ser feita é coletar uma amostra de dieta total recém-colocada no cocho, antes dos animais tocarem na comida, e enviá-la a um laboratório de nutrição animal, solicitando as análises químicas de matéria seca (MS), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB). Estes três resultados devem ser comparados com os valores estimados pelo programa de formulação e se os valores estiverem próximos, é sinal de que as 3 dietas são de fato semelhantes.

Segundo recomendação do renomado nutricionista norte-americano Michael Hutjens, a regra “3-2-1” pode ser usada neste caso. Esta regra prevê que para a porcentagem de MS a análise bromatológica deve estar ± 3 pontos percentuais do valor estimado pelo programa de formulação, o teor de FDA ± 2 pontos percentuais e a porcentagem de PB ± 1 ponto percentual.

Para checar se a dieta ofertada está de fato sendo integralmente ingerida pelos animais, além do monitoramento de sobras (de 3 a 5% em rebanhos leiteiros confinados), uma amostra destas sobras pode ser coletada e analisada em laboratório e seus valores nutricionais comparados com a da dieta recém colocada no cocho. O ideal é que as duas análises fossem rigorosamente iguais, assumindo que as vacas não fizessem seleção alguma no cocho (o que na prática é impossível). Mas se valores próximos forem obtidos, já é um bom sinal que a “dieta do empregado” está muito próxima da “dieta da vaca”.

Carneiro et al. (2014) avaliaram a acurácia entre a dieta que foi formulada, a que de fato foi oferecida, e a possivelmente ingerida pelas vacas em lotes de alta produção de 20 rebanhos leiteiros localizados no município de Castro, Paraná (Tabela 1).

Tabela 1 – Níveis nutricionais das dietas formuladas, ofertadas e sobras, bem como suas respectivas diferenças, em lotes de vacas de alta produção em 20 rebanhos leiteiros da Castrolanda, Castro, Paraná.

	Formulada	Ofertada	Sobras	Dif.1	Dif.2
MS (%)	49,07	48,25	46,34	-1,5	-3,8
PB (%MS)	16,18	15,14	13,74	-6,5	-9,3
FDN (%MS)	33,30	35,73	44,61	+7,3	+25,1
FDA (%MS)	18,70	16,77	22,01	-10,1	+31,6
Cinzas (%MS)	7,89	6,55	7,29	-18,6	+13,1

Dif. 1 = $((\% \text{Variável ofertada} - \% \text{Variável formulada}) / \% \text{Variável formulada}) \times 100$

Dif. 2 = $((\% \text{Variável sobras} - \% \text{Variável ofertada}) / \% \text{Variável ofertada}) \times 100$

Fonte: Carneiro et al. (2014).

Diferenças foram observadas tanto entre a dieta formulada e a ofertada como entre a ofertada e a supostamente consumida. Os principais fatores que influenciam as diferenças entre dieta formulada e oferecida são a variação na composição química dos alimentos, principalmente alimentos volumosos, e possíveis erros durante o carregamento dos ingredientes no vagão misturador. No estudo em questão as dietas ofertadas apresentaram menores teores de MS, PB, FDA e cinzas, e maiores de FDN quando comparados a dieta formulada. Acreditamos que erros durante o carregamento dos ingredientes volumosos (com maiores teores de FDN e menores de PB) são as causas mais prováveis para tais diferenças.

Diferenças ainda mais expressivas foram observadas ao comparar os níveis nutricionais da dieta ofertada e de suas respectivas sobras. Como já mencionado, caso não houvesse nenhum tipo de seleção da dieta no cocho por parte dos animais, a composição de ambas deveria ser estritamente a mesma. Evidentemente que isto não ocorre. Nesta avaliação, as sobras continham teores de PB reduzidos e valores de FDN e FDA bem maiores que o ofertado, apresentando um incremento médio de 25 e 31%, respectivamente. Dietas com partículas muito longas foram mais intensamente segregadas, uma vez que a proporção retida no topo do conjunto de peneiras Penn State (>19 mm) apresentou correlação alta e positiva com o teor de FDN ($r = 0,58$) e FDA ($r = 0,54$) das sobras (Figura 3). Tais evidências demonstram claramente que houve uma grande seleção da TMR pelas vacas, e neste caso contra as partículas longas.

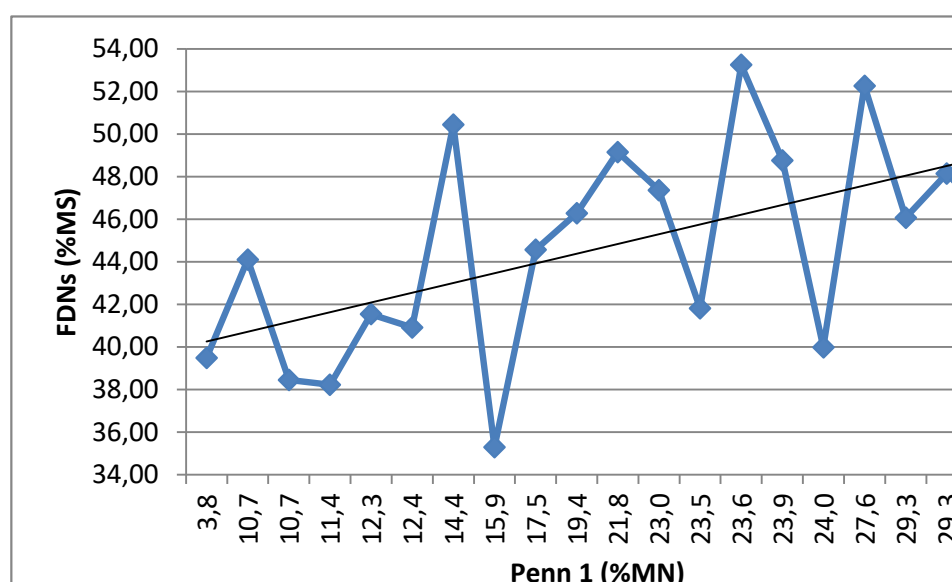


Figura 3 – Teores de FDN das sobras (FDNs) em função da proporção da dieta ofertada retida na peneira de 19 mm da Penn State em lotes de vacas de alta produção em 20 rebanhos leiteiros da Castrolanda, Castro, Paraná.

Determinação periódica do teor de MS dos alimentos

Muitos de nós já presenciamos situações em que um grupo de vacas tem sua produção de leite diminuída em vários litros por dia, sem que a dieta formulada tenha sido mudada. Pior, vacas sofrem acidose, param de comer ou tem uma queda expressiva no teor de gordura do leite, sem que a formulação da dieta tenha sido alterada. Muito provavelmente, estas quedas no desempenho e na sanidade ocorrem devido a mudanças na dieta que de fato está sendo oferecida às vacas. Entre as várias razões que podem levar a isso, uma das mais frequentes (e mais ignoradas) é a simples alteração do teor de matéria seca (MS) dos alimentos.

Nós formulamos dietas na base de MS porque vacas exigem quantidades específicas de nutrientes secos todos os dias para atender suas exigências de manutenção, crescimento, prenhez e lactação. Entretanto, mesmo alimentos aparentemente secos não são absolutamente secos. Além disso, alimentos úmidos e/ou fermentados (pastagens, silagens e alguns resíduos) podem conter uma grande proporção de água que dilui os nutrientes secos no alimento. Por exemplo, quando recomendamos 12 kg/vaca/dia de resíduo de cevada, com teor de MS de 20%, nós estamos na realidade ofertando somente 2,4 kg de nutrientes secos, já que os restantes 9,6 kg são representados por água. Embora as exigências e as formulações sejam estimadas na base

de MS, as recomendações de dietas para empregados e produtores devem ser dadas na base de matéria original, com a água incluída. Tudo isto é muito simples, exceto que o teor de MS dos alimentos não permanece constante de um dia para outro.

Tipicamente, mudanças em MS dentro do silo são muito frequentes porque os processos de enchimento e esvaziamento do silo misturam silagens de diferentes áreas, cortes e estágios vegetativos. Além de ser difícil recolocar as vacas no patamar anterior de produção após um problema nutricional como este, também é frustrante descobrir que a formulação da dieta não era o problema e sim algo simples como o teor de matéria seca de um ou mais ingredientes da dieta.

Embora as mudanças no teor de MS das forragens sejam graduais, dias chuvosos podem resultar em mudanças abruptas no teor de MS das forragens (de 5 a 15%MS), particularmente em silos horizontais e quando há silagem solta no piso do silo. Estas mudanças no teor de MS podem causar ocorrências agudas de acidose quando dietas de alta energia, que estão próximas ao limite mínimo de fibra, estão sendo fornecidas, já que neste caso uma menor quantidade de MS oriunda de forragem está sendo de fato ofertada.

Assim parece evidente que nós deveríamos mensurar rotineiramente a MS dos alimentos e usar esta informação para garantir que nossas vacas recebam as mesmas quantidades e proporções de nutrientes nas suas dietas todos os dias. Parece fácil; basta secar os ingredientes em uma estufa, determinar o teor de MS de cada alimento e reformular a dieta para ajustar pelos novos valores de MS. Entretanto, mensurar umidade não é tão simples quanto parece...

Em condições práticas, há quatro métodos possíveis para determinar o teor de MS: estufas, microondas, Koster e desidratadores. O método da estufa é acurado, pode analisar várias amostras ao mesmo tempo, não trabalha com altas temperaturas (o que minimiza as perdas de materiais não aquosos) e não demanda um pessoal qualificado. Por outro lado, 48-72 horas são necessárias para se obter o resultado final.

Dois outros métodos para determinação da MS ganharam popularidade nos últimos anos: microondas e Koster. A maior vantagem de ambos os métodos é que eles são extremamente rápidos, já que demandam tão somente de 10 a 30 minutos. Mas esta maior rapidez traz desvantagens, já que as amostras são submetidas a temperaturas mais elevadas. Por isso, ambos são menos acurados (porque há um grande risco de perder materiais não aquosos voláteis), somente uma amostra pode ser analisada de cada vez e exige um funcionário ou técnico mais qualificado e principalmente com paciência para pesar e re- pesar as amostras repetidamente, até que o peso da amostra se estabilize.

Uma das limitações mencionadas dos equipamentos acima (Koster e microondas) é o fato que somente uma amostra pode ser analisada de cada vez. Esta desvantagem parece não ser importante, mas devemos lembrar que boa parte das propriedades leiteiras fornece diariamente mais de um alimento volumoso às suas vacas. Exatamente por causa das limitações acima, uma nova metodologia tem sido sugerida. Desidratadores são de maneio tão simples quanto a estufa, 4 ou 5 amostras podem ser analisadas ao mesmo tempo e o equipamento é de um custo relativamente acessível (em torno de US\$250) para medianas e grandes propriedades.

Enfim, o teor de matéria seca dos alimentos é um conceito simples e que pode ter grande impacto nutricional na dieta que está sendo ofertada aos animais. Mas exatamente por se tratar de um conceito simples, sua importância é frequentemente relegada a um segundo plano, o que pode levar a decréscimos na produtividade e sanidade, particularmente em rebanhos de alta produção e em lotes alimentados com dietas de baixa proporção de fibra.

Nossa sugestão é que toda propriedade de bovinos leiteiros tenha seus ingredientes volumosos (pastagens, silagens, pré-secados e resíduos com alto teor de umidade) analisados para teor de MS uma vez por semana ou pelo menos uma vez por mês. Grandes propriedades leiteiras já deveriam pensar na aquisição de um equipamento para determinar o teor de MS dos alimentos volumosos, analisando o %MS diariamente e fazendo, no mesmo dia ou no dia seguinte, os ajustes necessários na dieta. Esta prática de maneio já é adotada com sucesso em grandes confinamentos de bovinos de corte no Brasil.

Dieta única vs. dietas distintas para cada lote

Esporadicamente somos consultados por produtores que nos perguntam se compensa ter todas as vacas comendo a mesma dieta, do início ao final da lactação. Mesmo não concordando com esta prática, reconhecemos que ela traz praticidade ao rebanho e pelo menor número de "batidas", há uma potencial diminuição nos erros de alimentação do rebanho. Os colegas que advogam a favor desta prática também afirmam que o menor consumo das vacas menos

produtivas, normalmente prenhas e no final da lactação, faz com que, pelo menos na teoria, elas não engordem excessivamente.

Devemos ressaltar que na dieta única deve-se formular a dieta para as melhores vacas do rebanho e não para as vacas de produção média. Trabalhos publicados na década de 80 sugerem que na dieta única a formulação deve “desafiar” a produção média do rebanho em 32%. Em outras palavras, se a produção média é de 25 L/vaca/dia, a dieta única deveria ser formulada para 33 L/vaca/dia (25 x 1,32).

Mas qual é o problema de formular uma dieta de 33 litros para um rebanho com produção média de 25 litros? Custo! Isto ocorre porque numa dieta para 33 litros deve-se incluir ingredientes e aditivos que são caros, mas necessários para as vacas de maior produção. Só que na dieta única, as vacas de baixa produção e de final de lactação também receberão esses ingredientes e aditivos, o que aumentará o custo alimentar médio do rebanho. Há também uma limitação adicional desta prática de manejo: muitas vacas de 15-18 litros consumindo a dieta para 33 litros irão engordar e poderão parir gordas, com excesso de condição corporal, o que deverá acarretar em diversos problemas na próxima lactação; maior frequência de distocia, menor consumo de MS no parto, maior propensão a desordens metabólicas (em particular cetose e fígado gorduroso), menor desempenho produtivo e dificuldades na reconcepção.

Enfim, para ser o mais direto possível, achamos que a adoção de dieta única para todas as vacas em lactação de um rebanho é incoerente com os conceitos de nutrição de precisão. Felizmente temos notado que a sua popularidade tem diminuído em granjas leiteiras brasileiras, e inclusive nos Estados Unidos, país onde esta prática foi muito popular na década de 90. Parece que as baixas margens de retorno com a atividade leiteira 5 anos atrás forçou os produtores norte-americanos a repensar esta prática de manejo alimentar.

Normalmente recomenda-se a divisão do rebanho em lactação por produção ou fases da lactação. Além disso, mesmo com o inconveniente de aumentar o número de lotes dentro do rebanho, acreditamos que a formação de um lote específico de primíparas possui diversos benefícios. Estes animais normalmente são submissos dentro da hierarquia social em lotes mistos com vacas múltíparas. Um dos principais efeitos negativos disso é a redução do consumo de MS pelas primíparas, levando muitas vezes a produtividade incompatível com a esperada para determinada dieta. De modo geral, em situações que haja competição por espaço no cocho, estes animais acabam tendo menor acesso ao mesmo, reduzindo o número de visitas ao cocho e conseqüentemente reduzindo também a produção de leite. Apenas o fato de separar fisicamente estes animais do restante do rebanho, mesmo que a mesma dieta das vacas de alta produção seja ofertada, certamente já traz grandes benefícios de desempenho produtivo imediato e para as lactações futuras, além do efeito existente sobre a sanidade da glândula mamária, uma vez que este lote pode ser ordenhado por primeiro.

Eficiência alimentar em vacas leiteiras

Ao contrário da avicultura e suinocultura que há muitas décadas têm dedicado esforços na melhoria da eficiência alimentar, o setor da bovinocultura leiteira somente passou a demonstrar interesse na avaliação deste parâmetro (conhecida por eficiência leiteira) nos últimos 10-15 anos. Por muitos anos se acreditou que vacas leiteiras que apresentavam o maior consumo seriam automaticamente também as vacas mais eficientes.

Hoje sabe-se que a realidade não é bem esta. Certamente reconhecemos que a correlação fenotípica entre produção de leite e consumo alimentar é positiva e alta, mas ela não é de 100%. Em outras palavras, num lote de vacas de alta e similar produção, há algumas vacas que comem um pouco menos e estas deveriam ser identificadas e selecionadas.

Certamente a motivação para a análise deste novo parâmetro é o fato de que o fornecimento de alimentos aos animais representa o item de maior custo em qualquer sistema de produção, particularmente dos mais intensivos e principalmente nos últimos anos com o notável aumento do custo de alguns ingredientes, principalmente os concentrados como o farelo de soja. Assim, ao contrário do que se acreditava no passado, não basta maximizar o consumo, pois vacas de maior consumo não são necessariamente as mais eficientes!

A fórmula para estimativa da Eficiência Leiteira (EL) é muito simples:

$$\text{EL} = \text{kg produção de leite} / \text{kg consumo MS}$$

O numerador produção de leite pode ou não ser corrigido para uma mesma composição. Caso esta correção seja possível, sugerimos que a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC3,5%G) seja estimada:

$$\text{PLC3,5\%G} = 0,4255 \times \text{PL} + 16,425 \times (\%G/100) \times \text{PL}$$

Na interpretação dos resultados, valores entre 1,3 e 1,5 são considerados normais. Valores superiores a 1,5 são excelentes e indicam alta eficiência leiteira. Por outro lado, valores inferiores a 1,3 são preocupantes, pois indicam um consumo demasiadamente alto e/ou uma produção aquém do esperado.

Fatores fisiológicos e não fisiológicos afetam este parâmetro zootécnico; entre os principais fatores fisiológicos que afetam a eficiência leiteira destacam-se:

- Volume de produção: altas produções de leite aumentam a eficiência leiteira, pela diluição das exigências de manutenção.
- Perda de peso ou de escore de condição corporal (ECC): vacas perdendo escore apresentam maior eficiência leiteira, já que estão “emprestando” nutrientes do seu organismo para dar suporte às produções de leite mais altas.
- Digestibilidade da dieta: forragens de alta qualidade aumentam a eficiência leiteira, já que apresentam maior digestibilidade.
- Sanidade do rebanho: vacas com acidose ou outros distúrbios metabólicos apresentam menor eficiência leiteira, já que menos nutrientes estão sendo produzidos e absorvidos.

Entre os principais fatores não-fisiológicos que afetam a eficiência leiteira:

- Estádio de lactação: vacas em final de lactação apresentam menor eficiência leiteira, já que estão recuperando ECC e estão mobilizando nutrientes para a formação do feto.
- Ordem de parição: vacas de primeiro parto apresentam menor eficiência, já que ainda precisam de nutrientes para o seu desenvolvimento.
- Fatores climáticos: vacas em estresse calórico apresentam menor eficiência leiteira, já que nutrientes que seriam utilizados na produção de leite são “desviados” para dissipar o excesso de calor.
- Sistema de produção: vacas produzindo leite a pasto apresentam menor eficiência, já que suas exigências de manutenção são 20 a 50% maiores do que as exigências de animais confinados.

Nutrição de precisão e impacto ambiental

Há mais de 25 anos a questão ambiental decorrente das atividades pecuária e agrícola está presente na pauta de discussões de muitos países, principalmente aqueles mais preocupados com a mitigação dos danos ao ambiente. A partir desses questionamentos tornou-se necessário reconhecer que a produção de alimentos por si só, gera algum tipo de impacto ambiental. Portanto, cabe aos pesquisadores a determinação do grau de severidade dos danos e a utilização de estratégias de manejo para a minimização dos efeitos negativos destes impactos ao ambiente.

Além disso, sabe-se que os recursos naturais utilizados nos processos de produção animal ou vegetal são todos finitos, significando que a proteção e o uso equilibrado destes recursos são imprescindíveis para a melhoria da eficiência dos sistemas produtivos como um todo. Deste modo, a tecnologia, em todas as suas possíveis formas, quando adaptada à realidade do produtor, é um importante meio para alcançar maiores ganhos de produção.

Nesse contexto, a partir do seu grande desenvolvimento, a bovinocultura leiteira passou a ser uma das atividades que podem contribuir para a poluição ambiental seja através da liberação de nitrogênio (N) e fósforo (P), contidos nas fezes e urina dos animais, como a partir da emissão de gases como o metano (CH₄), liberado pelos animais durante o processo de fermentação microbiana no rúmen.

Para exemplificar as perdas de nutrientes, estima-se que vacas Holandesas de tamanho médio, produzindo 27 kg/dia, eliminam anualmente 21,5 toneladas de esterco e neste, 118 kg de nitrogênio (N), 21 kg de fósforo (P), 66 kg de potássio (K), 50 kg de cálcio (Ca), entre outros nutrientes (Van Horn & Wilcox, 1992).

O problema do nitrogênio

Analisando o elemento nitrogênio, constituinte das proteínas, a eficiência de utilização deste elemento é um importante parâmetro na adequação dos níveis proteicos na dieta de vacas leiteiras. Conforme o NRC (2001) a eficiência bruta de utilização do N (g de N no leite por g de N na dieta) em vacas leiteiras é reduzida, cerca de 25% a 30%, podendo ser menor que 20% em rebanhos sob pastejo.

Nesse contexto, a alimentação de vacas leiteiras especializadas baseia-se na oferta dos nutrientes exigidos pelo animal de forma a atender suas necessidades adequadamente, sem que ocorra a falta ou o excesso de algum nutriente. A proteína, quando em excesso na dieta, além de promover maior produção de fezes (Wattiaux & Karg, 2004), também é responsável pela ineficiência de utilização do nitrogênio para a produção de leite. A maior produção de fezes aumenta tanto os custos de produção por conta da ineficiência na utilização dos nutrientes na dieta, como eleva os custos de transporte e deposição do esterco nas áreas de destino e, além disso, ocasiona maiores impactos ambientais.

As consequências ambientais do excesso de proteína na dieta de vacas leiteiras podem ser dramáticas em fazendas de alta produção. Hristov & Huhtanen (2008) concluíram que, com exceção da exportação de esterco para fora da propriedade, a redução nas concentrações de proteína bruta nas dietas é a mais importante ferramenta para minimizar as emissões de N em uma propriedade leiteira.

A elevada concentração de compostos nitrogenados na dieta aumentará não só o nível de uréia no leite como também nas fezes e na urina dos animais. O nitrogênio liberado desta forma pode ser perdido por lixiviação, volatilização ou percolação, que pode levar a um impacto ambiental negativo afetando principalmente os lençóis freáticos (Broderick & Clayton, 1997; Jonker et al., 2002).

A eficiência de utilização do nitrogênio (EUN) pode ser estimada a partir da relação entre a quantidade de nitrogênio secretado no leite e o nitrogênio ingerido pelos animais (Jonker et al., 2002; Chase, 2003; Colmenero & Broderick, 2006; Arriaga et al., 2009). O estudo deste parâmetro é extremamente importante em rebanhos leiteiros, pois conforme já explicado acima, a ineficiência na utilização do nitrogênio dietético é normalmente alta, o que resulta na excreção de grande parte do nitrogênio ingerido pelo animal.

Esta ineficiência é ainda mais importante se considerarmos que o nitrogênio é um dos nutrientes de maior custo nas dietas de bovinos leiteiros. No centro-sul do país o suplemento proteico mais usado em dietas de vacas leiteiras é o farelo de soja, ingrediente que verificou aumento expressivo de preço na última década, e particularmente no ano de 2012, onde a saca de soja atingiu cotizações recordes. Portanto, dependendo dos níveis de proteína bruta da dieta, haverá maior ou menor eficiência de utilização do nitrogênio, sendo que, de modo geral, quanto maiores os níveis de proteína bruta na dieta, menor a eficiência de utilização do nitrogênio (Jonker et al., 2002).

Jerszurki et al. (2012) apresentaram estimativas de EUN em 28 rebanhos leiteiros associados à Capal Cooperativa Agroindustrial Ltda., localizada no município de Arapoti, Paraná. As propriedades participantes possuíam em média 162 ± 75 vacas em lactação, na sua grande maioria da raça Holandesa, com produção média de $29,0 \pm 3,9$ kg/vaca/dia. A Tabela 1 apresenta os principais índices nutricionais, bem como as estimativas do balanço do N, avaliados nesta importante bacia leiteira paranaense.

Tabela 2 – Eficiência de utilização do N em rebanhos leiteiros da região de Arapoti, Paraná.

Variáveis	Média	Desvio- Padrão	Valor mínimo	Valor Máximo
Consumo MS (kg MS/vaca/dia)	20,96	1,40	15,18	25,67
Teor de proteína do leite (%)	3,14	0,11	2,84	3,49
Teor de proteína bruta da dieta (%)	15,57	0,74	12,47	17,31
Consumo N alimentar (g/dia)	523	49	357	679
Produção N leite (g/dia)	143	19	90	214
Perdas N fecal (g/dia)	202	16	147	253
Perdas N urinário (g/dia)	194	20	126	260
Eficiência de utilização do N (%)	27,31	2,82	19,20	38,01

Fonte: Jerszurki et al. (2012).

A estimativa de EUN foi 27,3%, similar às estimativas de Jonker et al. (2002) nos Estados Unidos e Arriaga et al. (2009) na Espanha, que obtiveram 25,8 e 28,4%, respectivamente, que bem demonstram a baixa eficiência de utilização de N pela vaca leiteira. Ainda, segundo Chase (2003), as estimativas de eficiência de utilização de nitrogênio na faixa de 25% a 30%, são similares às médias observadas em pesquisas com rebanhos comerciais.

Correlações fenotípicas entre a EUN e diversas variáveis também foram estimadas por Jerszurki et al. (2012). A correlação entre EUN e o teor médio de proteína bruta das dietas foi negativa e de moderada magnitude ($r = -0,27$), indicando que rebanhos que fornecem níveis excessivos de PB apresentam menor eficiência de utilização de N. Já a associação entre EUN e produção de leite foi positiva e de grande magnitude ($r = 0,64$), evidenciando que rebanhos de maior produtividade são os mais eficientes quanto ao balanço de N.

Há diversas medidas que podem ser tomadas como forma de maximizar a EUN e reduzir a excreção de N urinário no ambiente, dentre elas destacam-se: o uso da silagem de milho em adição à forragem na dieta, a utilização do NUL como ferramenta para o ajuste dos níveis proteicos na dieta, o balanço adequado entre os níveis de proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR), a formulação de dietas com o auxílio de programas que considerem o balanço entre os níveis de proteína metabolizável (PM) e de aminoácidos, como a lisina e a metionina e, como forma de promover adequada fermentação ruminal dos carboidratos e conversão da amônia em proteína microbiana, deve-se monitorar os níveis de CNF (carboidratos não fibrosos) e/ou de amido na dieta. Mas entre todos os fatores dietéticos que podem potencialmente afetar a uréia no leite, há praticamente um consenso na literatura consultada que o teor de proteína bruta dietética é o mais importante preditor do NUL (Broderick & Clayton, 1997; Godden et al., 2001; Nousiainen et al., 2004).

Colmenero & Broderick (2006) avaliaram 5 níveis de PB dietéticas (13,5; 15,0; 16,5; 17,9 e 19,4%), às custas da substituição progressiva de grão úmido de milho por farelo de soja, e concluíram que o nível intermediário de 16,5%PB foi suficiente para promover máximo fluxo ruminal de nitrogênio não amoniacal microbiano em vacas leiteiras.

Embora vários rebanhos norte-americanos estejam tendo sucesso em conciliar baixos níveis dietéticos de PB (inferiores a 16,0%PB) com altas produções de leite, acreditamos que no Brasil a redução muito exagerada dos teores de PB das dietas poderá comprometer a produção de leite. Assim, nossa recomendação para níveis dietéticos de PB em rebanhos leiteiros especializados (produções médias acima de 27 kg/vaca/dia) é trabalhar com 16,0-16,5%PB, particularmente nos lotes de alta produção. Ressaltamos que estes níveis já representam um avanço, pois há 10-15 anos atrás a maioria dos nutricionistas brasileiros recomendava para estes mesmos rebanhos, percentuais de PB entre 17,0-18,0%PB.

Em um experimento de 12 semanas, Chen et al. (2011) suplementaram vacas em lactação de alta produção com diferentes fontes de metionina. Os autores verificaram que ambas as suplementações aumentaram a produção de leite corrigida pela energia, a eficiência leiteira e os teores de proteína verdadeira e sólidos não gordurosos no leite. Chen et al. (2011) concluíram que quando suplementos de metionina foram adicionados a dietas com 15,6%PB, o desempenho foi igual ou superior ao observado quando vacas foram alimentadas com 16,8%PB, sem a suplementação de metionina. Talvez ainda mais relevante, a suplementação de metionina em dietas com baixos níveis dietéticos de proteína reduziu a excreção de N, melhorou a EUN (de 30,2 para 33,1%) e reduziu os valores de NUL (de 13,2 para 10,5 mg/dL).

Nosso grupo de pesquisa conduziu dois experimentos com a suplementação de metionina análoga (HMBa) para vacas leiteiras (Almeida et al., 2010; Alegransi et al., 2011), mas em ambos não houve uma redução nos níveis proteicos nos grupos de animais suplementados com metionina análoga. No primeiro ensaio (Almeida et al., 2010) conduzido em 48 vacas leiteiras produzindo ao redor de 37 litros diários, a suplementação com metionina análoga reduziu significativamente as concentrações de NUL (17,44 vs. 16,83 mg/dL). Já no segundo experimento (Alegransi et al., 2011), conduzido em 100 primíparas produzindo ao redor de 33 litros diários, a redução no NUL em vacas tratadas foi de menor magnitude e não alcançou significância.

O problema do fósforo

Até recentemente, grande parte dos nutricionistas formulavam dietas de vacas lactantes com níveis de P mais altos que os sugeridos pelo NRC (2001). Não é incomum que em alguns rebanhos os níveis de P excedam as exigências em 30 a 60% (Wu & Ishler, 2002), em grande parte porque o papel do mineral fósforo na reprodução foi sobrevalorizado nas últimas décadas

(Wu et al., 2000). O interesse pelo P deve-se ao fato de ser um dos nutrientes de maior custo nas dietas e por possuir alto potencial de poluição das águas e do solo (Wu & Ishler, 2002).

Jerszurki et al. (2010) coletaram dados num período de 3 anos em 27 propriedades paranaenses. Os rebanhos avaliados possuíam em média 159 ± 75 vacas em lactação, predominantemente da raça Holandesa, com média de produção de $28,5 \pm 3,6$ kg/vaca/dia. A eficiência de utilização do P (EUP) foi estimada através da relação entre o total de P secretado no leite (0,09%; NRC, 2001) e a quantidade de P ingerida, segundo metodologia descrita por Arriaga et al. (2009). As perdas de P urinário são extremamente baixas e, por isso, foram desconsideradas nas análises. A Tabela 2 apresenta as principais estimativas do balanço de P nesta região.

Tabela 3 - Eficiência de utilização do P em rebanhos leiteiros da região de Arapoti, Paraná.

Variáveis	Média	DP	Valor Mínimo	Valor Máximo
Consumo MS (kg MS/vaca/dia)	20,80	1,35	15,18	24,42
Teor de fósforo da dieta (%)	0,43	0,04	0,35	0,56
Consumo de P (g/dia)	90	9	61	123
Produção de P no leite (g/dia)	26	3	15	35
Perda de P fecal (g/dia)	61	4	48	76
Eficiência de utilização do P (%)	28,49	3,26	18,40	38,50

Fonte: Jerszurki et al. (2010).

O teor médio de P na dieta foi de 0,43%, acima dos 0,35-0,38% recomendados pelo NRC (2001), o que demonstra que em rebanhos brasileiros especializados também há uma tendência de fornecer quantidades excessivas de P. A estimativa média de EUP no presente trabalho foi de 28,5%, semelhante à estimativa de Arriaga et al. (2009), com teor médio de P na dieta de 0,40% e EUP de 31,9%.

Correlações fenotípicas foram estimadas entre a EUP e as demais variáveis coletadas nas propriedades. A correlação entre EUP e a produção de leite foi positiva e de grande magnitude ($r = 0,64$), comprovando que em rebanhos leiteiros de alta produtividade, a EUP é maior, consequência do maior volume de P secretado no leite. O teor de fósforo na dieta apresentou correlação negativa e de grande magnitude ($r = -0,61$) com a EUP, o que significa que quanto mais alto for o nível de fornecimento deste mineral menor é a eficiência de utilização do mesmo.

Em resumo, a principal estratégia para o aumento na eficiência de utilização do fósforo é a redução da suplementação deste elemento, seguida do aumento na produção de leite. Os valores médios de eficiência de utilização do fósforo estimados neste estudo podem ser considerados intermediários, o que significa que ainda há espaço para reduzir os níveis de P dietéticos e, assim, diminuir as perdas de fósforo nas fezes.

Considerações Finais

No manejo nutricional preconiza-se a oferta de nutrientes exigidos pelo animal em quantidade e qualidade adequadas a fim de atender as exigências de crescimento, manutenção, reprodução e produção, caracterizando o que chamamos hoje de “nutrição de precisão”. Este conceito até pode ser relativamente novo, mas mesmo inconscientemente alguns poucos produtores e nutricionistas já têm adotado inúmeras práticas que levam a dietas mais precisas. O desafio agora é compartilhar estes conhecimentos para a grande maioria dos produtores e técnicos brasileiros e esperamos que este artigo traga alguma contribuição, mesmo que modesta, para que este propósito seja alcançado.

Referências Bibliográficas

- ALEGRANSI, L.; SOUZA, V.L.; DOSKA, M.C.; ZANETTI, G.F.; RIBAS, E.M.; OSTRENSKY, A.; ALMEIDA, R. Effects of methionine analog supplementation on milk yield and composition of primiparous dairy cows in a Brazilian dairy herd. *Journal of Dairy Science*, v.94, E-Suppl.1, p.124, 2011.
- ALMEIDA, R.; OLSEN, A.P.; BIER, L.P.P.; SOUZA, V.L.; NAVARRO, R.B.; OSTRENSKY, A. Efeitos da suplementação de metionina análoga sobre a produção e composição do leite de vacas leiteiras de alta produção. 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. *Anais...* Salvador, 2010, 3p.

- ARRIAGA, H.; PINTO, M.; CALSAMIGLIA, S.; MERINO, P. Nutritional and management strategies on nitrogen and phosphorus use efficiency of lactating dairy cattle on commercial farms: An environmental perspective. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.204-215, 2009.
- BARMORE, J. A. Fine-Tuning the Ration Mixing and Feeding of High Producing Herds. Tri-State Dairy Nutrition Conference, 2002. **Proceedings...** p. 103-126.
- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2964-2971, 1997.
- CARNEIRO, J. H.; SANTOS, J. F.; SCHMIDT, P.; ALMEIDA, R. Accuracy of total mixed rations fed on dairy herds of Castrolanda, Paraná. 51ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. **Anais...** Barra dos Coqueiros, 2014.
- CHASE, L.E. Nitrogen utilization in dairy cows – What are the limits of efficiency? Department of Animal Science. Cornell University. 2003. 12p.
- CHEN, Z.H.; BRODERICK, G.A.; LUCHINI, N.D.; SLOAN, B.K.; DEVILLARD, E. Effect of feeding different sources of rumen-protected methionine on milk production and N-utilization in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.1978-1988, 2011.
- COLMENERO, J.J.; BRODERICK, G.A. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.1704-1712, 2006.
- DOSKA, M.C.; SILVA, D.F.F.; HORST, J.A.; VALLOTO, A.A.; ROSSI JUNIOR, P.; ALMEIDA, R. Sources of variation in milk urea nitrogen in Paraná dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.692-697, 2012.
- GODDEN, S.M.; LISSEMORE, K.D.; KELTON, D.F.; LESLIE, K.E.; WALTON, J.S.; LUMSDEN, J.H. Relationships between milk urea concentrations and nutritional management, production, and economic variables in Ontario dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.1128-1139, 2001.
- HRISTOV, A.N.; HUHTANEN, P. Nitrogen efficiency in Holstein cows and dietary means to mitigate nitrogen losses from dairy operations. Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. **Proceedings...** East Syracuse, p.125-133, 2008.
- JERSZURKI, D.; JERSZURKI, L.; NAVARRO, R.B.; OSTRENSKY, A.; SANTOS, G.T.; ALMEIDA, R. Nitrogen utilization efficiency in specialized dairy herds in Southern Brazil. **Journal of Dairy Science**, v.95, E-Suppl.1, p.92, 2012.
- JERSZURKI, D., NAVARRO, R.B.; SANTOS, G.T.; BRANCO, A.F.; ALMEIDA, R. Eficiência na utilização do fósforo dietético em rebanhos leiteiros especializados na região de Arapoti, Estado do Paraná. 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. **Anais...** Salvador, 2010, 3p.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; HIGH, J. Dairy herd management practices that impact nitrogen utilization efficiency. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1218-1226, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**, 7th Rev. Ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- NOUSIAINEN, J.; SHINGFIELD, K.J.; HUHTANEN, P. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.386-398, 2004.
- OELBERG, T. TMR Audits™ Improve TMR Consistency. Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop, 2011. **Proceedings...** Grantville, PA, 2011, p.81-86.
- SOVA, A. D.; LEBLANC, S. J.; MCBRIDE, B. W.; DEVRIES, T. J. Associations between herd-level feeding management practices, feed sorting, and milk production in freestall dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v.96, p. 4759-4770, 2013.
- STONE, B. Reducing the variation between formulated and consumed rations. **WCDS Advances in Dairy Technology**, v. 20, p. 145-162, 2008.
- TYLUTKI, T.P.; FOX, D.G.; DURBAL, V.M.; TEDESCHI, L.O.; RUSSELL, J.B.; VAN AMBURGH, M.E.; OVERTON, T.R.; CHASE, L.E.; PELL, A.N. Cornell net carbohydrate and protein system: a model for precision feeding of dairy cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.143, p.174-202, 2008.
- VAN HORN, H.H.; WILCOX, C.J. **Large Dairy Herd Management**. 1.ed. Champaign: American Dairy Science Association, 1992.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant: Intake**. 2.ed. Ithaca: Comstock Publishing Associates, 1994. p.337-353.
- WATTIAUX, M. A.; KARG, K. L. Protein level for alfalfa and corn silage based diets. II. Nitrogen balance and manure characteristics. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.3492-3502, 2004.
- WEISS, W. P.; SHOEMAKER, D.; MCBETH, L.; YODER, P.; ST-PIERRE, N. Within farm variation in nutrient composition of feeds. Tri-State Dairy Nutrition Conference, 2012. **Proceedings...** p. 103-117
- WU, Z.; ISHLER, V. Reducing dietary phosphorus in the dairy herd. Nutrient management. PennState. **College of Agricultural Sciences**. DAS 02-48, 2002.
- WU, Z.; SATTER, L.D.; SOJO, R. Milk production, reproductive performance, and fecal excretion of phosphorus by dairy cows fed three amounts of phosphorus. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1028-1041, 2000.