

# DESENVOLVIMENTO DA GLÂNDULA MAMÁRIA DURANTE A RECRIA E SUA INFLUÊNCIA NO POTENCIAL PRODUTIVO DE FÊMEAS LEITEIRAS

## MAMMARY GLAND DEVELOPMENT IN DAIRY HEIFERS ON THE FUTURE PERFORMANCE OF DAIRY COW

Jorge Schafhäuser Jr.<sup>1</sup>

### RESUMO

São discutidos alguns aspectos relacionados ao desenvolvimento corporal de novilhas de reposição em rebanhos leiteiros, levando em consideração as taxas de ganho de peso e as diferenças no ritmo de crescimento dos tecidos corporais, em função do perfil hormonal dos animais, relacionado a cada fase do desenvolvimento. É questionada a tendência da busca pelo primeiro parto precoce, propondo-se uma análise das relações de preço entre insumos e produtos para a determinação da idade ótima ao primeiro parto em cada sistema de criação. São comentados os efeitos da velocidade de crescimento durante a recria sobre o possível acúmulo de gordura na glândula mamária, seus efeitos sobre a produção futura de leite e as técnicas de manejo que podem ser úteis no sentido de utilizar o potencial de crescimento do animal, sem comprometer seu desempenho na vida adulta. A relação proteína: energia das dietas e o uso de somatotropina são discutidos, uma vez que podem produzir alterações na taxa de crescimento dos diferentes tecidos, influenciando o potencial produtivo do animal na vida adulta. Taxas consideradas ideais para cada fase do desenvolvimento são sugeridas.

**Palavras-chave:** Bovinos de leite, desenvolvimento mamário, novilhas, produção de leite, taxa de crescimento.

### ABSTRACT

Were considered some points around the mammary gland development in dairy heifers under varying growing rates, during isometric and allometric phases of development of the mammary gland. Was reviewed how it can affect the future milk production of dairy cow. Were purposed management and nutritional strategies to avoid impairment to the mammary growing during the rearing period. Age at the first parturition was discussed like a function of milk price and rearing costs, trying to reach an optimum. Ideal growing rates are purposed to

---

1. Zootecnista, D.S. em Nutrição Animal, Prof. Medicina Veterinária, URCAMP – Alegrete. E-mail: jorgesjr@uol.com.br

reach the better heifer development and mature cow production. Changes in energy to protein relationships in diets and bST use are discussed to improve the parenchymal tissue growth in rearing period.

**Key words:** Dairy cattle, heifers, milk production, growth rate, mammary growth.

## INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira é caracterizada como uma atividade que demanda investimentos altos e tem baixa margem de lucro. Sendo assim, é fundamental uma elevada escala de produção e alta eficiência de conversão dos fatores de produção.

A importância dos custos de criação e do tempo que a novilha pode levar para entrar em produção vem fazendo crescer a preocupação dos pesquisadores sobre as taxas de crescimento na recria de novilhas leiteiras, não só visando ganhos maiores, mas também pelo seu impacto sobre a produção de leite durante a vida produtiva dessas fêmeas (NRC, 2001).

O custo de criação dos animais de reposição em rebanhos leiteiros é a segunda maior fonte de despesas em um sistema de produção (SOCHA e JOHNSON, 2000), ficando atrás somente dos gastos com o rebanho em lactação, que este responde de forma imediata aos desembolsos, diferentemente do rebanho em recria.

Segundo SEJRSEN e PURUP (1997), o objetivo principal de um sistema de manejo de fêmeas de reposição é produzir excelentes vacas. Essa excelência

não pode ser medida em termos de ganho médio diário ou eficiência alimentar, mas sim pelo potencial de produção de leite da novilha como vaca. O principal fator limitante do potencial de produção de leite de uma vaca é a quantidade de tecido secretor da glândula mamária. Portanto, priorizar sistemas de manejo da recria que maximizem o desenvolvimento do tecido secretor da glândula mamária pode potencialmente melhorar a produção de leite dos animais durante toda sua vida produtiva.

Por outro lado, ainda segundo aqueles autores, um dos principais fatores para redução da idade ao primeiro parto, o que via de regra melhora o resultado econômico dos sistemas de produção, é o aumento da velocidade de crescimento das novilhas em recria. Parece haver um consenso no sentido de que o primeiro parto ocorra o mais cedo possível, quando então o animal passaria de uma fase improdutivo (recria) para outra onde ele geraria receita no sistema (lactação).

Como a duração da gestação é fixa, e o início da puberdade está inversamente relacionado à taxa de crescimento, acelerar o crescimento durante a pré-puberdade

efetivamente pode levar à redução da idade ao primeiro parto. Além disso, durante a gestação outros fatores estão envolvidos, como crescimento fetal, por exemplo, que podem ser limitantes à imposição de altas taxas de ganho de peso nesse período. Portanto, o melhor período a ser explorado visando a encurtar a idade ao primeiro parto parece ser a pré-puberdade. Infelizmente este parece ser justamente o período onde a glândula mamária é mais sensível aos efeitos negativos da super nutrição.

Nos sistemas de produção, em diferentes níveis de utilização de tecnologia, as relações entre taxa de crescimento, desenvolvimento corporal e formação do tecido mamário não têm sido devidamente consideradas, o que pode levar a uma de três situações:

As novilhas chegam ao primeiro parto em idade avançada, devido à baixa velocidade de crescimento durante o período de recria, causando perda de receita potencial para a atividade;

As novilhas chegam ao primeiro parto em idade adequada, mas sem desenvolvimento corporal suficiente, o que aumenta a incidência de distocia, prejudica a produção da primeira lactação, aumenta o intervalo para o segundo parto, e provavelmente, reduz a vida útil desses animais;

As novilhas são recriadas, indiscriminadamente a altas taxas de ganho de peso, com dietas excessivas em energia, parindo pela primeira vez em idade adequada, com desenvolvimento corporal satisfatório, mas com o desenvolvimento da glândula mamária comprometido, em alguns casos, de forma irreversível.

O objetivo desta revisão é discutir os principais fatores envolvidos na regulação do desenvolvimento da glândula mamária em diferentes fases de crescimento da novilha, e algumas das possíveis razões para a variabilidade dos resultados disponíveis na literatura, além de propor algumas técnicas de manejo visando maximizar os resultados técnicos e econômicos da fase de recria de fêmeas em rebanhos leiteiros.

### **A Nutrição na Recria e o Potencial de Produção de Leite**

Nos últimos 20 anos inúmeros trabalhos têm sido publicados relatando os efeitos de diferentes planos nutricionais na fase de crescimento de novilhas, sobre seu potencial de produção de leite. Resultados variados têm sido apresentados.

Uma série de trabalhos tem demonstrado efeitos negativos de altos planos nutricionais sobre o desenvolvimento do tecido secretor da glândula mamária e, conseqüentemente,

sobre a produção de leite. Outros trabalhos existem, nos quais não tem sido observado efeito do plano nutricional sobre a produção futura. No segundo caso, a falta de resultados se justifica no fato de a metodologia utilizada não ter sido a mais adequada para evidenciar os efeitos esperados (SEJRSEN e PURUP, 1997). Ainda assim, em alguns trabalhos as razões para a falta de efeito não têm sido claramente aparentes, e podem estar relacionadas a fatores ainda não amplamente investigados como a concentração de certos hormônios como o hormônio do crescimento (GH) e fator liberador de insulina (IGF-I), receptores em nível de tecido e/ou fatores de crescimento como ácidos graxos específicos (SEJRSEN, 1994).

### **O Início da Puberdade**

O início da puberdade em bovinos, segundo SEJRSEN e PURUP (1997), ocorre normalmente entre 9 e 11 meses de idade (entre 250 e 280 kg para a raça holandesa e entre 170 e 190 kg para Jersey), e é função do peso muito mais do que da idade. A figura 01 mostra a evidente influência da taxa de crescimento sobre a idade à puberdade, e como o peso à puberdade não se altera em diferentes taxas de ganho de peso.

Com bases nesses dados vê-se que é fisiologicamente possível que o primeiro parto ocorra antes dos 20 meses de idade, dependendo apenas do ritmo de ganho de peso das novilhas, visando a atingir o peso alvo para primeira inseminação, em torno de 55% do peso adulto esperado, e para o primeiro parto, de 82% do peso adulto esperado (VAN AMBURGH *et al.*, 1998 a; NRC, 2001).

### **Idade ao Primeiro Parto**

A idade ao primeiro parto é o reflexo da taxa de ganho de peso durante a recria. SEJRSEN e PURUP (1997) resumem os resultados de diferentes idades ao primeiro parto sobre a produção de leite, em diferentes raças de bovinos. Segundo estes autores, a redução da produção leiteira não mantêm uma relação de causa efeito com o peso ao parto, mas sim com as taxas de ganho de peso durante a recria, mostrando a redução relativa em produção na medida em que se reduz a idade ao primeiro parto.

O NRC (2001) baseado em trabalhos de HOFFMAN (1997), VAN AMBURGH *et al.* (1998 a b), além de outros, afirma que ganhos de peso da ordem de 0,8 a 0,9 kg/dia propiciam a ocorrência do primeiro parto antes dos 24 meses. Essas afirmações têm como meta o parto precoce, levando em consideração conclusões como

as de PIRLO *et al.* (2000) e VAN AMBURGH *et al.* (1998 b). O primeiro autor cita que a perda em produção de leite causada pela redução da idade ao primeiro parto de 29 para 23 meses, é compensada pelos menores custos da recria. O segundo autor observou que novilhas recriadas a uma taxa de ganho de peso de 0,94 kg/dia pariram pela primeira vez antes dos 24 meses de idade, mas produziram 5% menos leite ( $P < 0,05$ ) do que o grupo com taxa de ganho de 0,68 kg/dia (8.558 vs. 9.008 kg /305 d, LCG 4%), mas não houve diferença significativa quando as produções foram corrigidas para peso ao parto.

As conclusões de PIRLO *et al.* (2000) devem ser extrapoladas com cuidado, pois podem ser válidas apenas para condições específicas de preço de leite e de insumos. Por outro lado, o autor afirma que realmente há uma perda em produção como efeito da redução da idade ao primeiro parto, como pode ser visto na figura 02.

Vê-se na figura 02, derivada de registros de mais de um milhão de animais, uma redução da produção de leite na primeira lactação à medida que diminui a idade ao primeiro parto. O teor de gordura do leite segue variação semelhante. No trabalho de VAN AMBURGH *et al.* (1998 b) não foram verificadas diferenças significativas quando as produções foram

corrigidas para peso ao parto. Segundo SEJRSEN (1994) e SEJRSEN e PURUP (1997) é questionável o uso dessa correção. No trabalho de VAN AMBURGH *et al.* (1998 b), conforme a tabela 01, os animais foram submetidos a três diferentes taxas de ganho de peso entre os 90 e 320 kg de peso vivo, tendo sido submetidos posteriormente ao mesmo plano nutricional até o parto e durante a lactação. O plano nutricional utilizado após os 320 kg de peso vivo produziu resultados diferentes do esperado, e isso afetou o peso ao parto, que foi em alguns casos, diferente do peso alvo. Portanto diferenças de peso ao parto poderiam ter sido consideradas como efeitos de tratamento. O próprio autor põe em dúvida o uso da correção.

Observa-se na tabela 01 que quando os animais foram submetidos à mesma dieta (pós-tratamento) o desempenho foi diferente, e as novilhas que ganharam mais peso durante o tratamento (0,94 kg/dia), tiveram pior desempenho subsequente e apresentaram menores pesos ao primeiro parto do que o grupo de menor ganho (0,68 kg/dia). Quando foi feita a correção da produção em função do peso, a diferença em produção passou a ser não significativa. Entretanto a diferença de desempenho após os tratamentos refletiu a condição anterior dos animais, caracterizando isso como efeito de tratamento.

Ainda nesse trabalho, na quadragésima semana de lactação o peso vivo dos animais dos grupos de menor e maior ganho foi igualado (574 vs. 565 kg,  $P > 0,05$ ), o que demonstrou um perfil diferente de partição de nutrientes durante a lactação. Esses dados concordam com CAPUCO *et al.* (1995) que cita:

- O consumo excessivo de energia durante a pré-puberdade pode provocar mudanças permanentes do sistema endócrino ou no tecido adiposo, o qual inibiria a lactogênese e/ou o controle homeorrético durante a lactação;

- O consumo excessivo de energia na pré-puberdade pode aumentar a propensão de engorda do animal quando adulto.

Muitos trabalhos têm demonstrado efeitos negativos de elevados planos nutricionais durante o período da recria, sobre o desenvolvimento da glândula mamária, com redução do crescimento de tecido secretor e aumento de adipócitos, embora esse efeito negativo não tenha sido consistentemente comprovado quando avaliada a produção de leite na primeira lactação. Vários autores comentam as causas para a variabilidade dos efeitos dos diferentes planos nutricionais sobre a produção de leite. Entre elas estão principalmente:

A fase do crescimento na qual os animais são submetidos às dietas e a duração dos períodos experimentais;

As dietas prévias e posteriores aos períodos experimentais;

As taxas de ganho de peso impostas nos experimentos, e as diferenças entre elas.

Um exemplo de período experimental e fase de crescimento inadequados foram verificados no trabalho de ABENI *et al.* (2000). Neste trabalho foram utilizadas duas taxas de ganho de peso e dois pesos diferentes para a primeira inseminação, e mostra influência dos tratamentos sobre alguns dados de produção, embora essas diferenças tenham sido mais provavelmente relacionadas ao peso ao primeiro parto do que às dietas.

Os resultados no trabalho de ABENI *et al.* (2000) diferem significativamente apenas quando a variável é idade à primeira inseminação, enquanto que o plano nutricional não produziu diferenças em relação à produção dos animais. O ocorrido pode estar relacionado ao fato de os autores utilizarem animais com peso inicial de 150 kg no experimento 1, e 300 kg no experimento 2. Como os períodos experimentais não abrangeram (no experimento 1 apenas em parte, e no experimento 2 totalmente) o período mais crítico de crescimento da glândula mamária (fases de crescimento alométrico), os

efeitos estiveram mais relacionados ao peso ao primeiro parto do que às dietas utilizadas.

### **A Mamogênese nas Diferentes Fases do Crescimento**

Durante o crescimento corporal de novilhas, desde o nascimento até o primeiro parto, ocorrem quatro fases distintas de desenvolvimento da glândula mamária, duas fases onde o desenvolvimento da glândula ocorre em intensidade proporcional aos demais tecidos corporais (fases de crescimento isométrico) e duas onde o crescimento da glândula mamária ocorre de 2 a 4 vezes mais rápido que os demais tecidos corporais (fases de crescimento alométrico). As fases de crescimento isométrico estão compreendidas entre: a) o nascimento e o terceiro mês de idade; b) da puberdade até em torno do terceiro mês de gestação. Já as fases de crescimento alométrico estão: a) entre os 3 meses de idade e logo após a ocorrência da puberdade; b) nos dois terços finais da gestação (SEJRSEN *et al.*, 1982; TUCKER, 1987; LACASSE e BLOCK, 1993; SEJRSEN e PURUP, 1997).

Há uma concordância generalizada entre os pesquisadores que as fases de crescimento alométrico são as mais suscetíveis aos efeitos negativos da super nutrição, sendo que a primeira fase de

crescimento alométrico tem sido identificada como o período crítico para o potencial de produção de leite (SEJRSEN *et al.*, 1982; STELWAGEN e GRIEVE, 1990; LACASSE e BLOCK, 1993; BORTONE *et al.*, 1994 SEJRSEN e PURUP, 1997; VAN AMBURGH *et al.*, 1998 b; ABENI *et al.*, 2000 e outros). Além disso, SEJRSEN & PURUP (1997) citam ainda que a primeira fase de crescimento alométrico é a mais importante para o potencial produtivo do animal, mesmo sendo quantitativamente menos importante do que a segunda (gestação). Na primeira fase de crescimento alométrico ocorre alongamento e ramificação dos ductos primários em maior proporção (CAPUCO *et al.*, 1995). Outro aspecto importante a considerar é que sob altos planos nutricionais ocorre ainda o encurtamento da primeira fase alométrica de crescimento, uma vez que a novilha atinge a puberdade em menor idade cronológica.

Alguns trabalhos têm sido realizados, entretanto, em fases do desenvolvimento diferentes totalmente ou em parte, daquelas apontadas como as mais críticas, e essa pode ser uma das razões para a falta de efeitos significativos do crescimento acelerado sobre o potencial de produção de leite, como visto em alguns trabalhos (tabela 03). Concordando com esses achados, CHARLES *et al.* (1999)

citam que dietas com alto teor energético podem ser utilizadas após a puberdade, sem interferência sobre o crescimento do tecido mamário. Outro exemplo é o trabalho de LACASSE e BLOCK (1993). Os dados demonstram efeito do plano nutricional sobre o consumo de matéria seca e ganho de peso, com efeitos mais pronunciados durante a segunda fase de crescimento alométrico da glândula mamária, mas sem efeito sobre o potencial produtivo dos animais.

As diferenças produzidas pelos tratamentos não ocasionaram diferenças significativas no desempenho dos animais durante a lactação, a não ser para teor de gordura do leite, onde houve efeito da dieta na fase isométrica do desenvolvimento, e ganho de peso durante a lactação, sendo afetado pela dieta utilizada na fase alométrica. Neste caso o efeito poderia estar relacionado a um diferente perfil de partição de nutrientes, ou simplesmente a diferenças de peso ao parto. Quando as variáveis analisadas estão relacionadas ao desempenho reprodutivo dos animais, as medidas de desempenho não diferiram entre si.

Os dados do trabalho de LACASSE e BLOCK (1993) ajudam a confirmar a hipótese de que variações do plano nutricional aplicadas fora do período crítico de desenvolvimento da glândula mamária,

produzem pouco ou nenhum efeito sobre o potencial produtivo do animal, ficando os efeitos restritos muitas vezes ao peso que o animal atinge ao primeiro parto. Isso tem levado alguns pesquisadores a conclusões errôneas sobre recomendações de dietas para a recria de novilhas leiteiras.

### **Efeitos das Dietas Pré e Pós-Experimentais**

Outro fator que é de extrema relevância e que algumas vezes não tem sido levado em consideração é o estado nutricional anterior e posterior ao período no qual os animais são submetidos às dietas experimentais. O estado nutricional prévio é ainda mais importante naqueles experimentos onde o período crítico é abrangido apenas em parte, como por exemplo, o de HOFFMAN *et al.* (1996) em que os animais tinham 10 meses de idade no início do experimento, ou STELWAGEN e GRIEVE (1990) que foi dos 6 aos 16 meses de idade. No trabalho de PERI e GERTLER (1993) os animais tinham ao início do experimento em média 175 dias de idade, e ainda, CAPUCO *et al.* (1995) atribuem a ausência de efeito em seu experimento ao fato de o mesmo ter sido iniciado quando os animais estavam com 7,3 meses de idade, o que ele concluiu como muito tarde para evidenciar efeito do crescimento acelerado sobre a futura

produção de leite. Considerando que o período crítico inicia aos 3 meses de idade, o estado nutricional prévio aos trabalhos citados pode ter influenciado os resultados.

Com relação ao estado nutricional pós-experimental, aquele efeito conseguido durante a primeira fase de crescimento alométrico pode se diluir durante a segunda fase (gestação), na qual alguns autores citam efeitos positivos do ganho de peso sobre a saúde geral do animal e, possivelmente, sobre a produção de leite (PARK *et al.*, 1987; BORTONE *et al.*, 1994). Tais efeitos tendem a ocorrer principalmente quando os animais parem pela primeira vez com idade e peso elevados. Os efeitos do peso ao primeiro parto são demonstrados em vários trabalhos (SEJRSEN *et al.*, 1982; VAN AMBURGH *et al.*, 1998 b; ABENI *et al.*, 2000).

Em um trabalho no qual foram utilizadas 273 novilhas, VAN AMBURGH *et al.* (1998 b) citam, concordando com SEJRSEN *et al.* (1982) que após a concepção a produção de leite aumenta linearmente com o peso vivo e o escore de condição corporal. O trabalho de VAN AMBURGH *et al.* (1998 b) indica claramente efeitos da nutrição posterior ao período experimental, sobre o desempenho dos animais durante a lactação (tabela 01).

### **Considerações Sobre as Taxas de Ganho de Peso**

Vários trabalhos têm sido revisados, nos quais diferentes taxas de ganho de peso têm sido utilizadas, com resultados variáveis. Revisando o assunto, SEJRSEN e PURUP (1997) citam que um dos motivos para a variabilidade dos resultados encontrados, além da utilização de períodos inapropriados, é a pequena diferença de ganho de peso entre grupos, o que muitas vezes associado a um pequeno número de animais utilizados nos experimentos, não permite evidenciar os efeitos negativos das altas taxas de crescimento sobre o desenvolvimento da glândula mamária.

Ganhos diários médios variando entre 0,5 a 1,2 kg/dia têm sido apresentados, com resultados que embora variáveis, indicam que ganhos acima de 0,7 kg/dia durante a pré-puberdade produzem resultados negativos para o potencial de produção de leite (PERI e GERTLER, 1993; SEJRSEN, 1994; PIRLO *et al.*, 1997; PIRLO, 1997 a).

Alguns autores têm proposto taxas de ganho de peso menores durante a pré-puberdade (abaixo de 0,7 kg/dia), uma vez que este é considerado como o período crítico para o desenvolvimento da glândula mamária, sendo que após a concepção poderiam ocorrer ganhos maiores até que 1,0 kg/dia, sem a ocorrência de problemas

relacionados ao potencial de produção de leite dos animais. Segundo PIRLO (1997 b), utilizar um ganho de peso de 0,7 kg/dia dos 3 aos 12 meses e 0,9 kg/dia dos 12 meses até o parto parece ser a alternativa mais econômica sem afetar o desenvolvimento da glândula mamária, quando o objetivo é o primeiro parto antes dos 24 meses de idade. PERI e GERTLER (1993) citam que 0,7 kg/dia seria o ganho de peso ótimo entre os 90 e 300 kg de peso vivo (em torno dos 3 a 12 meses de idade para a raça holandesa). Segundo estes autores, novilhas recriadas a maiores taxas de ganho nesse período teriam a produção de leite prejudicada.

Quando se consideram as diferenças entre taxas de ganho de peso dentro de experimentos, PIRLO *et al.* (1997) afirmam que com taxas de ganho de peso em torno de 0,8 kg/dia, diferenças iguais ou menores que 0,2 kg/dia entre tratamentos não são capazes de evidenciar efeitos negativos do crescimento sobre a produção de leite.

### **A Mamogênese em Diferentes Planos Nutricionais**

O desenvolvimento da glândula mamária tem sido avaliado em diferentes planos nutricionais, e diferentes métodos de avaliação do desenvolvimento mamário têm sido utilizados. Dentre eles estão desde avaliações visuais do tamanho da glândula

até quantificação do DNA do parênquima mamário, além de medidas do perfil metabólico ligadas ao crescimento, como concentração hormonal e de outros mediadores do crescimento dos tecidos.

Medidas externas têm sido pouco efetivas, devido principalmente ao fato de que altos planos nutricionais estão diretamente relacionados com maiores volumes da glândula, pelo maior acúmulo de tecido adiposo. O trabalho de STELWAGEN e GRIEVE (1990) confirma essa pressuposição. Esse trabalho incluiu abate e análise química dos tecidos da glândula mamária de animais recriados com diferentes taxas de ganho de peso (L = 0,6; M = 0,75 e H = 1,0 kg/dia). Os autores encontraram aumento do tecido adiposo de 57% para 0,75 kg/dia e 129% para 1,0 kg/dia em relação ao tratamento 0,6 kg/dia, conforme se pode observar na tabela 02.

Os dados da tabela 02 deixam bastante evidente a influência do elevado plano nutricional sobre os depósitos de gordura na glândula mamária, bem como seu efeito negativo sobre o desenvolvimento do tecido secretor, avaliado pela quantificação do tecido seco livre de gordura e DNA, que foram reduzidos em relação ao peso da glândula, com o aumento do ganho de peso. Segundo os autores, bons resultados têm sido obtidos por intermédio da dissecação de glândulas

de animais abatidos, embora o abate seja um método dispendioso de trabalho, principalmente quando envolve grande número de animais, além de inviabilizar medidas subseqüentes no mesmo animal. Por essa razão técnicas *in vivo* são desejáveis. Uma alternativa seria a utilização de biópsias ou métodos não invasivos. SORENSEN *et al.* (1987) utilizaram a tomografia computadorizada como meio de avaliação do crescimento dos diferentes tecidos da glândula mamária e concluíram que a tomografia apresentou menor variação do que as medidas tomadas por meio de dissecação, principalmente devido às dificuldades da separação mecânica de tecido conectivo, adiposo e parenquimal.

### **Nível Protéico das Dietas**

Alguma discussão tem sido feita em torno dos níveis de proteína das dietas, supondo que uma melhora na relação proteína: energia poderia aumentar a velocidade de crescimento da novilha sem ocasionar grandes acúmulos de gordura no úbere (CAPUCO *et al.*, 1995; VANDEHAAR, 1997; PIRLO *et al.*, 1997; VANDEHAAR, 1998). Um trabalho de Mäntysaari *et al.* (1995) citado por SEJRSEN e PURUP (1997), testou os efeitos de diferentes níveis e fontes de proteína na dieta de novilhas em

crescimento, concluindo que os efeitos sobre o crescimento de parênquima mamário e concentração de DNA parenquimal se relacionaram mais com as taxas de ganho de peso do que com a fonte ou nível protéico utilizados. Os dados estão na tabela 03.

A utilização de elevado nível protéico, independentemente da fonte, ocasionou maior ganho de peso, com redução do parênquima mamário, bem como da concentração de DNA no parênquima.

Outro trabalho, de PIRLO *et al.* (1997), variando níveis de energia e proteína em relação àqueles recomendados pelo NRC, não encontrou efeito de nível de energia ou de proteína durante a recria sobre a produção de leite em 36 semanas da primeira lactação. Eles trabalharam com níveis de 90 e 110% das recomendações para ganho de peso da ordem de 0,7 kg/dia, com animais entre 100 e 300 kg de peso vivo. Os dados estão na tabela 04.

Os dados da tabela 04 mostram que apenas houve efeito do tipo de dieta sobre o ganho de peso, mas sem reflexos na produção de leite. Note-se que o peso à concepção, e conseqüentemente, ao parto, foram bastante elevados. Os possíveis efeitos negativos da super nutrição sobre o desempenho na lactação poderiam ter sido amenizados durante o período

compreendido entre o final da fase experimental e o primeiro parto.

Uma publicação de VANDEHAAR (1998) faz inferências sobre a relação proteína bruta (PB) : energia metabolizável (EM) nas dietas utilizadas em alguns trabalhos com novilhas em recria. Ele cita que dietas com relação de 65 a 70 g PB/Mcal EM poderiam ser utilizadas em altos níveis de ganho de peso sem comprometimento do desenvolvimento do tecido mamário; os dados estão na figura 03. Entretanto o autor cita que essa relação teria que ser reduzida 2 meses antes da inseminação, para não prejudicar a fertilidade dos animais.

O prejuízo à fertilidade ocorreria provavelmente pelo excesso de nitrogênio não metabolizado pelo animal, o que aumentaria o “pool” de uréia no sangue.

Quando são analisadas as relações proteína: energia das recomendações do NRC (1989) comparativamente ao NRC (2001), vê-se que a publicação mais recente recomenda uma relação maior, mais próxima daquela mencionada por VANDEHAAR (1998).

Parece lógico inferir que o excesso de energia, a deficiência de proteína metabolizável ou ambos, tendem a aumentar a deposição de gordura quando se utiliza altos planos nutricionais, e que melhorando-se essa relação poderia ser

reduzido o efeito negativo de altas taxas de ganho de peso sobre o desenvolvimento da glândula mamária.

Um ponto importante, que deve ser avaliado com cuidado no trabalho de VANDEHAAR (1998), é que ele trabalhou com proteína bruta, o que gera dúvidas sobre como essa proteína poderia ser metabolizada pelo animal. O NRC (2001) cita importantes diferenças em metabolizabilidade da proteína, por animais em crescimento, na medida em que se aproximam da maturidade. A capacidade de aproveitamento da proteína líquida diminui mais rapidamente do que as exigências protéicas. Além disso, não há uma relação constante entre o teor de proteína bruta na dieta e o aporte de proteína metabolizável para o animal.

### **Hormônio do Crescimento e o Desenvolvimento do Tecido Mamário**

O hormônio do crescimento (GH) é o principal regulador do crescimento, alterando a partição de nutrientes para as diversas funções metabólicas do organismo animal (PEEL e BAUMAN, 1987; BAUMAN, 1992; NRC, 1994; BAUMAN *et al.*, 1999; NRC, 2001). O GH tem sido citado também como um fator que influencia o desenvolvimento do tecido mamário. Segundo Lyons *et al.* (1958) e Cowie *et al.* (1966) citados por SEJRSEN

(1994), o GH é determinante para o crescimento normal dos ductos mamários. WEBER *et al.* (1999) citam que a somatotropina exógena estimula o desenvolvimento mamário em novilhas leiteiras. Outros resultados, como os de SEJRSEN *et al.* (1983), apontam redução dos níveis circulantes de GH em novilhas recriadas em altos planos nutricionais.

O mecanismo de ação do GH sobre o crescimento do tecido mamário, entretanto, não é claro, uma vez que o GH não tem consistentemente estimulado o crescimento de tecido parenquimal da glândula mamária *in vitro*, e sua ação poderia ser indireta, via IGF-I, para o qual sítios de ligação estão presentes no tecido mamário (SEJRSEN, 1994). WEBER *et al.* (1999) citam que há síntese de IGF-I nos tecidos da glândula mamária, e que tanto o IGF-I local como o sistêmico, influenciam a proliferação das células do tecido mamário. Uma revisão de PEEL e BAUMAN (1987) relata que a somatotropina provoca aumento da produção hepática de somatomedinas. SEJRSEN (1994) afirma ainda que a resposta se GH ou IGF aumentam a síntese de tecido parenquimal na glândula mamária está para ser obtida, já que ele encontrou efeito estimulatório do GH aplicado diretamente na glândula mamária em bovinos gestantes, e que trabalhos com camundongos indicam a

existência de receptores para GH na glândula mamária. Em suas conclusões, WEBER *et al.* (1999) relatam que o IGF-I pode ser responsável por uma considerável porção da atividade mitogênica em extratos de glândula mamária. Há ainda a possibilidade dos sítios receptores de prolactina, na glândula mamária do animal jovem, funcionarem como receptores de GH (BARCELLOS, 2002).

Outros autores (CAPUCO *et al.*, 1995), medindo a concentração plasmática de GH e IGF-I de animais submetidos a dois planos nutricionais durante a recria, encontraram que o grupo submetido a um alto plano nutricional apresentou menores concentrações de GH circulante ( $P < 0,01$ ) do que o grupo de baixo plano nutricional (10,5 vs. 8,6 ng/mL), embora o plano nutricional tenha influenciado as concentrações plasmáticas de IGF-I apenas na dieta baseada em silagem de milho ( $P < 0,05$ ), mas não no grupo alimentado com silagem de alfafa ( $P > 0,8$ ).

Segundo o NRC (1994), reunindo dados de 21 experimentos com animais em crescimento, doses moderadas de Somatotropina bovina (bST) produzem um incremento do ganho de peso da ordem de 10 a 15% e melhoria da eficiência alimentar entre 9 e 20%. O aumento de deposição de proteína (músculos) na carcaça tem sido de 5 a 10% e a redução na deposição de

gordura entre 10 e 15%. Quando a relação dose-resposta foi testada, utilizando níveis de bST de 0; 6,7; 33; 67; 100 e 200  $\mu\text{g}/\text{kg}$  PV/dia, uma resposta curvilínea sugeriu que os melhores resultados estariam entre 50 e 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  PV/dia.

Um trabalho de RADCLIFF *et al.* (1997) utilizou doses diárias de 25  $\mu\text{g}/\text{kg}$  PV para novilhas recriadas a duas taxas de ganho de peso (0,8 e 1,2 kg/dia) entre 126 e 363 kg PV, concluindo que bST melhorou o ganho de peso sem afetar o escore de condição corporal, além de aumentar o crescimento do tecido mamário.

## CONCLUSÕES

Muitos trabalhos têm sido apresentados, com variabilidade de resultados, mas com uma clara tendência de efeito quando se considera o período crítico do desenvolvimento da glândula mamária, durante o crescimento da novilha.

A busca do primeiro parto precoce claramente ocorre no sentido de melhorar o resultado econômico dos sistemas. Os resultados poderão ser bastante satisfatórios, desde que as estratégias para estabelecimento das taxas de ganho de peso levem em consideração aquele período onde a literatura tem evidenciado os efeitos negativos da super nutrição.

Estratégias específicas para cada sistema de produção devem ser

estabelecidas, em função da relação entre o preço dos insumos e do leite, e em função disso poderá variar a idade ótima ao primeiro parto, quando o objetivo for otimizar o resultado econômico.

As taxas de ganho de peso poderão ser estabelecidas para ganhos não superiores a 0,7 e 0,5 kg/dia durante a pré- puberdade, para as raças Holandesa e Jersey, respectivamente, visando evitar restrições ao desenvolvimento do tecido secretor da glândula mamária. Após a puberdade, o ganho de peso pode ser adequado conforme o peso alvo para o primeiro parto, já que não só parece não haver efeitos negativos de altos ganhos de peso sobre o desenvolvimento mamário após a puberdade, como também muitos trabalhos têm associado o ganho de peso durante a gestação e o peso ao parto, com melhor desempenho durante a lactação.

As fontes e níveis protéicos diferentes das recomendações clássicas ainda não têm demonstrado resultados consistentes, e um maior número de trabalhos durante a fase crítica do desenvolvimento mamário é necessário.

A somatotropina bovina pode ser uma alternativa visando a obtenção de maiores ganhos em tecido magro ao invés de adiposo. Entretanto, mais pesquisas são necessárias, principalmente sobre a forma como a somatotropina atua na glândula

mamária durante o crescimento, além dos fatores de crescimento relacionados a ela e possíveis modificações hormonais posteriores que podem ocorrer nos animais.

## REFERÊNCIAS

ABENI, F.; CALAMARI, L.; STEFANINI, L.; PIRLO, G. Effects of daily gain in pre- and postpubertal replacement dairy heifers on body conditions score, body size, metabolic profile and future milk production. **J. Dairy Sci.** 2000. 83: 1468-1478.

BARCELLOS, J.O.J. 2002. Comunicação pessoal.

BAUMAN, D.E. Bovine somatotropin: review of an emerging animal technology. **J. Dairy Sci.** 1992. 75: 3432-3451.

BAUMAN, D.E.; EVERETT, R.W.; WEILAND, W.H.; COLLIER, R.J. Production responses to bovine somatotropin in Northeast dairy herds. **J. Dairy Sci.** 1999. 82: 2564-2573.

BORTONE, E.J.; MORRILL, J.L.; STEVENSON, J.S. Growth of heifers fed 100 or 115% of National Research Council requirements to 1 year of age and then changed to another treatment. **J. Dairy Sci.** 1994. 77: 270-277.

CAPUCO, A.V.; SMITH, J.J.; WALDO, D.R.; REXROAD JR., C.E. Influence of prepubertal dietary regimen on mammary growth of Holstein heifers. **J. Dairy Sci.** 1995. 78: 2709-2725.

CHARLES, S.L.; VONNAHME, K.A.; YELICH, J.V.; DOLEZAL, H.G.; WETTEMANN, R.P. Effect of growth rate on mammary gland development at puberty in beef heifers. **Anim. Sci. Res. Rep.** 1999. p. 293-295. Obtido por meio eletrônico: <http://www.ansi.okstate.edu/RESEARCH/1999rr/49.htm>

FORD, J.A. e PARK, C.S. Nutritionally directed compensatory growth enhances heifer development and lactation potential. **J. Dairy Sci.** 2001. 84: 1669-1678.

HOFFMAN, P.C. Optimum body size of Holstein replacement heifers. **J. Anim. Sci.** 1997. 75:836-845.

HOFFMAN, P.C.; BREHM, N.M.; PRICE, S.G.; PRILL-ADAMS, A. Effect of accelerated postpubertal growth and early calving on lactation performance of primiparous Holstein heifers. **J. Dairy Sci.** 1996. 79: 2024-2031.

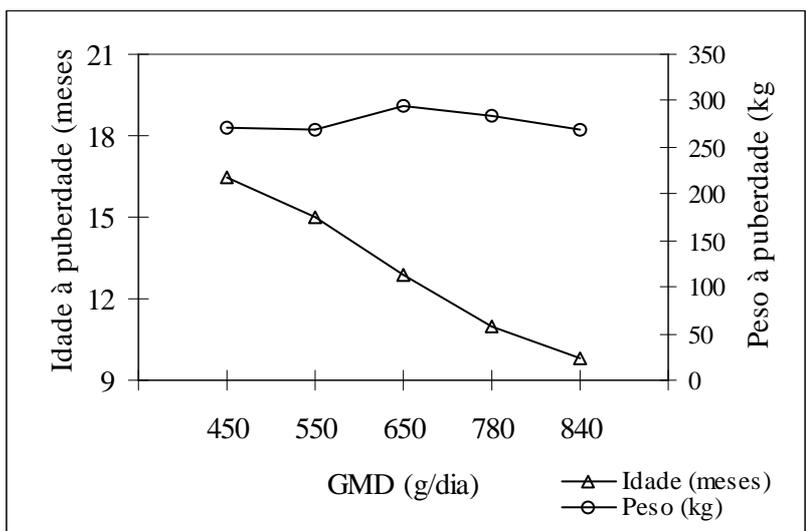
- LACASSE, P. e BLOCK, E. Effect of plane of nutrition of dairy heifers before and during gestation on milk production, reproduction and health. **J. Dairy Sci.** 1993. 76: 3420-3427.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1994. **Metabolic Modifiers: Effects on the Nutrient Requirement of Food-producing Animals.** Washington, D.C. National Academy Press.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2001. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle.** Seventh Revised Edition. Washington, D.C. National Academy Press.
- PARK, C.S.; ERICKSON, G.M.; CHOI, Y.J.; MARX, G.D. Effect of compensatory growth on regulation of growth and lactation: response of dairy heifers to a stair-step growth pattern. **J. Anim. Sci.** 1987. 64: 1751-1758.
- PEEL, C.J. e BAUMAN, D.E. Somatotropin and lactation. **J. Dairy Sci.** 1987. 70: 474-486.
- PERI, I. e GERTLER, A. The effect of manipulation in energy allowance during the rearing period of heifers on hormone concentrations and milk production in first lactation cows. **J. Dairy Sci.** 1993. 76: 742-751.
- PIRLO, G. Cost of rearing growing heifers to an optimum age for first parturition. **Inf. Agr. Suppl.** 1997 a, 53: 9-12.
- PIRLO, G. Recent developments in the rearing of growing heifers. **Inf. Agr. Suppl.** 1997 b, 53: 23-28.
- PIRLO, G.; CAPELLETTI, M.; MARCHETTO, G. Effects of energy and protein allowances in the diets of prepubertal heifers on growth and milk production. **J. Dairy Sci.** 1997, 80: 730-739.
- PIRLO, G.; MIGLIOR, F.; SPERONI, M. Effect of age at first calving on production traits and on difference between milk yield returns and rearing costs in Italian Holsteins. **J. Dairy Sci.** 2000, 83: 603-608.
- RADCLIFF, R.P.; VANDEHAAR, M.J.; SKIDMORE, A.L.; CHAPIN, L.T.; RADKE, B.R.; LLOYD, J.W.; STANISIEWSKI, E.P.; TUCKER, H.A. Effects of diet and bovine somatotropin on heifer growth and mammary development. **J. Dairy Sci.** 1997. 80: 1996-2003.

- SEJRSEN, K. e PURUP, S. Influence of prepubertal feeding level on milk potential of dairy heifers: a review. **J. Anim. Sci.** 1997. 75: 828-835.
- SEJRSEN, K. Relationships between nutrition, puberty and mammary development in cattle. **Proc. Nutr. Soc.** 1994. 53: 103-111.
- SEJRSEN, K.; HUBER, J.T.; TUCKER, H.A.; AKERS, R. M. Influence of nutrition on mammary development in pre- and postpubertal heifers. **J. Dairy Sci.** 1982. 65: 793-800.
- SERJSEN, K.; HUBER, J.T.; TUCKER, H.A. Influence of amount fed on hormone concentration and their relationship to mammary growth in heifers. **J. Dairy Sci.** 1983. 66: 845-855.
- SOCHA, M.T.; JOHNSON, A.B. Dietary recommendations for replacement heifers. **Kraftfutter**, 2000, (4): 156-160.
- SORENSEN, M.T.; SEJRSEN, K.; FOLDAGER, J. Estimation of pubertal mammary development in heifers by Computed Tomography. **J. Dairy Sci.** 1987. 70: 265-270.
- STELWAGEN, K. e GRIEVE, D.G. Effect of plane of nutrition on growth and mammary gland development in Holstein heifers. **J. Dairy Sci.** 1990. 73: 2333-2341.
- TUCKER, H.A. Quantitative estimates of mammary growth during various physiological states: a review. **J. Dairy Sci.** 1987. 70: 1958-1966.
- VAN AMBURGH, M.E.; FOX, D.G.; GALTON, D.M.; BAUMAN, D.E.; CHASE, L.E. Evaluation of National Research Council and Cornell Net Carbohydrate and Protein Systems for predicting requeriment of Holstein heifers. **J. Dairy Sci.** 1998 a. 81: 509-526.
- VAN AMBURGH, M.E.; GALTON, D.M.; BAUMAN, D.E.; EVERETT, R.W.; FOX, D.G.; CHASE, L.E.; ERB, H.N. Effects of three prepubertal body growth rates on performance of Holstein heifers during first lactation. **J. Dairy Sci.** 1998 b. 81: 527-538.
- VANDEHAAR, M.J. Dietary protein and mammary development of heifers: analysis from literature data. **J. Dairy Sci.** 1997. 80 (Suppl. 1): 216.
- VANDEHAAR, M.J. Current concepts in feeding dairy replacements. **9<sup>th</sup> Annual**

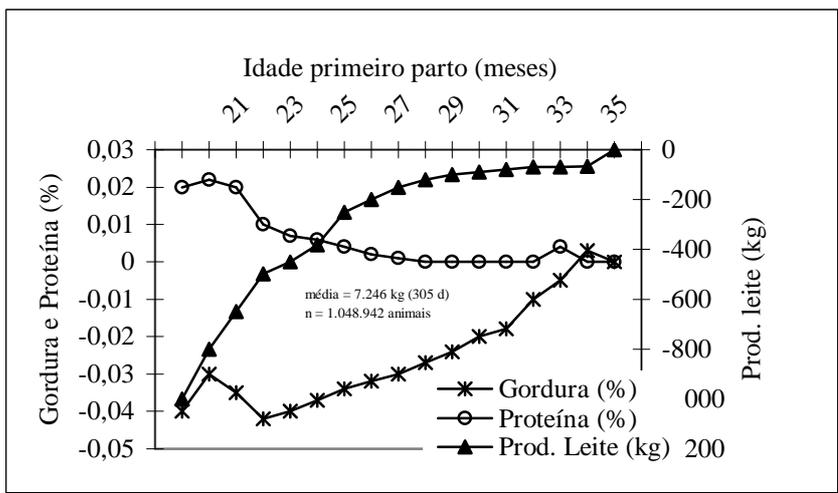
**Florida Ruminant Nutrition Symposium.** Gainesville, FL. January, 15–16, 1998. Proceedings.

SCNDERGARD-ANDERSEN, J.; AKERS, R.M.; SEJRSEN, K. Contribution of Insuline-like growth factor (IGF-I) and IGF-binding protein-3 to mitogenic activity in bovine mammary extracts and serum. **J. Endocrinol.** 1999. 161: 365-373.

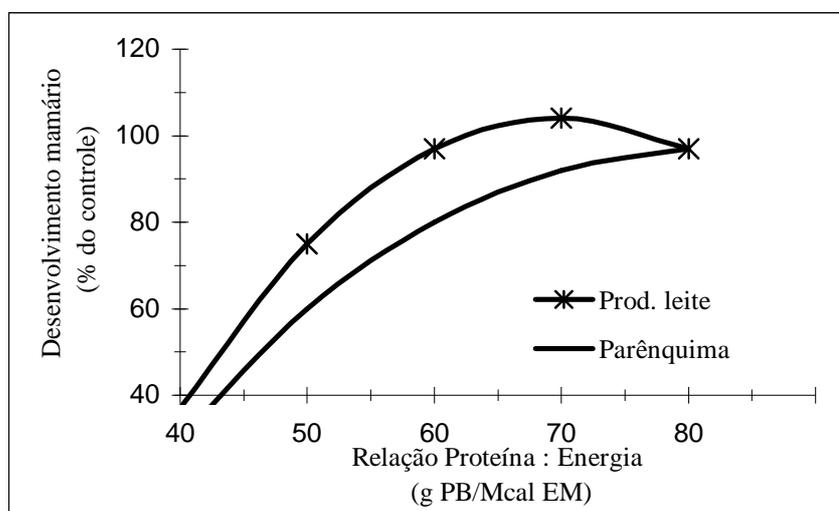
WEBER, M.S.; PURUP, S.; VESTERGAARD, M.; ELLIS, S.E.;



**FIGURA 01.** Efeito da velocidade de crescimento sobre a idade e peso à puberdade, caracterizada como o primeiro cio observado (adaptado de SEJRSEN e PURUP, 1997).



**FIGURA 02.** Efeito da idade ao primeiro parto sobre a produção de leite, teor de proteína e gordura na primeira lactação, com base em um animal padrão, parido aos 36 meses (adaptado de PIRLO *et al.*, 2000).



**FIGURA 03.** Efeitos da relação proteína energia em dietas para novilhas, durante a recria, sobre o crescimento do tecido do parênquima mamário e sobre a produção de leite (adaptado de VANDEHAAR, 1998).

**TABELA 01.** Ganho de peso durante e após o período experimental e produção de leite corrigida a 4% de gordura, de novilhas recriadas em diferentes planos nutricionais entre 90 e 320 kg de peso vivo.

	GANHO DIÁRIO PROPOSTO		
	0,6 kg/dia	0,8 kg/dia	1,0 kg/dia
Número de novilhas	84	65	85
GDM durante o tratamento (kg/dia)	0,68	0,83	0,94
GDM pós-tratamento (kg/dia)	0,67	0,64	0,58
<b>LEITE 305D 4%G (KG)</b>	9.008 a	8.810 ab	8.558 b
Leite 305d 4%G corrig. peso parto (kg)	8.918 a	8.814 a	8.674 a
Peso vivo ao parto (kg)	550 a	529 b	520 c
Peso vivo à 40ª semana de lactação (kg)	574 a	573 a	565 a

Adaptado de Van Amburgh *et al.*, (1998 b)

Médias na mesma linha seguidas por letras diferentes, diferem entre si ( $P < 0,05$ ).

**TABELA 02.** Análise química dos tecidos da meia-glândula mamária do grupo abatido, de novilhas recriadas a diferentes taxas de ganho de peso (L = 0,6; M = 0,75 e H = 1,0 kg/dia) entre 6 e 16 meses de idade.

Variável	Grupo do abate inicial	Tratamento		
		L	M	H
Número de animais	5	6	6	6
GMD proposto (g/dia)	-	600	750	1.000
GMD atingido (g/dia)	-	611	737	903
Peso inicial (kg)	196,9	199,1	204,0	187,8
Peso final (kg)	-	378,7 c <sup>1</sup>	420,6 b	447,2 a
Peso da meia glândula (g)	630,0	1.106,7 c	1.583,7 b	2.136,7 a
Gordura (g)	351,3	703,2 c	1.096,1 b	1.552,3 a
DFFT <sup>2</sup> (g/100g de glândula)	7,7	7,5 a	6,6 a	5,7 a
DNA (mg/100g de glândula)	74,8	103,1 a	73,5 b	56,4 c

Adaptado de STELWAGEN e GRIEVE (1990)

1-Médias na mesma linha seguidas por letras diferentes, diferem entre si (P < 0,01).

2-Tecido seco livre de gordura.

**TABELA 03.** Efeitos do plano nutricional e da fonte e nível protéico (uréia ou Farelo de Canola) sobre o desenvolvimento da glândula mamária no período pré-púbere de novilhas leiteiras.

	Tratamento <sup>1</sup>			
	↓ prot./Uréia	↓ prot./Farelo	↑ prot./Uréia	↑ prot./Farelo
Número de novilhas	5	6	6	6
GMD g/dia	692	655	805	890
Peso do parênquima (g)	134	146	107	109
DNA parenquimal (mg)	1.812	1.815	1.039	1.025

Mäntysaari (1995) *in*: SEJRSEN e PURUP (1997).

1- Alto vs baixo (P<0,05); Uréia vs Farelo (NS).

**TABELA 04.** Efeito de níveis de proteína e energia na dieta de novilhas pré-púberes (entre 100 e 300 kg PV) sobre a produção de leite durante 36 semanas da primeira lactação.

	DIETA				EFEITO		
	BE e BP <sup>1</sup>	BE e AP	AE e BP	AE e AP	E	P	E xP
<i>Número de novilhas</i>	12	14	13	12			
<i>Peso inicial (kg)</i>	89,6	87,1	85,7	86,4	NS	NS	NS
<i>Idade final (dias)</i>	442	419	370	349	<0,001	<0,05	NS
<i>GDM (kg/dia)</i>	0,608	0,658	0,794	0,847	<0,001	<0,001	NS
<i>Peso a concepção (kg)</i>	454,3	416,0	476,3	457,4	NS	NS	NS
<i>Peso ao parto (kg)</i>	659,3	629,1	650,8	671,7	NS	NS	NS
<i>Prod. Leite (kg/dia)</i>	22,7	22,2	20,2	21,8	NS	NS	NS
<i>Gordura leite (%)</i>	3,74	3,62	3,82	3,68	NS	NS	NS

Adaptado de PIRLO *et al.* (1997)

1-BE= 90% das recomendações de energia do NRC; AE= 110% das recomendações de energia do NRC; BP= 90% das recomendações de proteína do NRC; AP= 110% das recomendações de proteína do NRC para ganho de 0,7 kg/dia.