

Expectativas de Índices Reprodutivos em Vacas Leiteiras Tratadas com Somatotropina Bovina

Matthew C. Lucy

University of Missouri, Columbia, EUA

Introdução

A somatotropina bovina (bST) ou hormônio do crescimento em bovinos (bGH) foi um dos primeiros fatores de crescimento produzidos com proteína recombinante em grande escala. A bST recombinante (rbST) é utilizada para aumentar a produção em gado de leite (Bauman, 1999). Os efeitos da rbST nos tecidos animais vão além das glândulas mamárias, pois se trata de um fator de crescimento endócrino capaz de afetar vários tecidos, inclusive os que influenciam a reprodução. O equilíbrio energético negativo transitório causado pelo aumento da produção de leite em vacas tratadas com a rbST também pode afetar negativamente a reprodução. Este estudo apresenta uma revisão da fisiologia da reprodução em vacas tratadas com rbST. Nessa revisão, o termo “bST” se refere à somatotropina bovina natural (endógena), “rbST” se refere à somatotropina bovina recombinante (injetada, exógena) e “somatotropina” é o termo mais genérico.

Fisiologia da bST e Fatores de Crescimento Semelhantes à Insulina

A somatotropina bovina é um hormônio da pituitária encontrado na forma natural em bovinos (Etherton and Bauman, 1998). Como o próprio nome diz, a bST ou o bGH afeta o crescimento animal. Contudo, sua atividade não se restringe aos animais em crescimento, estando hoje claro que muitos processos metabólicos e fisiológicos nos animais adultos são controlados pela bST. Após ser liberada pela pituitária, a bST é capaz de atuar em praticamente todos os tecidos, pois seus receptores são encontrados em todo o corpo (Lucy et al., 1998). O local com maior quantidade de receptores é o fígado, onde a bST causa aumento da expressão do fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-I) (Etherton and Bauman, 1998). Assim, tal fator se propaga enquanto hormônio endócrino para estimular inúmeros processos fisiológicos e metabólicos (Lucy, 2000).

A fonte endócrina predominante do IGF-I é o fígado, porém, a maioria dos outros tecidos também contribui para o total de IGF-I através de produção local. A administração da rbST em animais sadios duplica os níveis de IGF-I no sangue, o que está associado às respostas metabólicas e fisiológicas e à maior produção de leite (Bauman, 1999).

Controle Nutricional nas Relações bST/IGF-I

A resposta endócrina de IGF-I ao bST depende da liberação adequada do primeiro pelo fígado, que por sua vez depende da quantidade e da função dos receptores de bST. Nos animais submetidos a dieta com restrição calórica que apresentam perda de peso, diminui o número desses receptores no fígado (Thissen et al., 1994). Isso provoca uma menor liberação do IGF-I em resposta à bST e menor concentração de IGF-I no sangue. Animais com dieta protéica baixa também apresentam redução das concentrações de IGF-I no sangue.

Um dos exemplos mais impressionantes de controle nutricional da bST e do IGF-I pode ser observado em vacas leiteiras no período pós-parto durante o início da lactação (Spicer et al., 1990). Nas primeiras 6 a 8 semanas da lactação, as vacas com alta produção de leite não conseguem consumir energia suficiente através da dieta para atender as necessidades para a produção de leite e a manutenção, apresentando balanço energético negativo e mobilizam a gordura presente no corpo para obter energia. Essa perda de energia é percebida pelo fígado e cai a resposta do IGF-I à bST. Por causa dessa alteração, o nível de IGF-I no sangue fica baixo em vacas no período pós-parto, aumentando depois que as vacas passam de balanço energético negativo para positivo (Lucy et al., 2001). As vacas em condições físicas precárias ou que não melhoram as condições físicas durante o período de lactação também apresentam níveis baixos de IGF-I no sangue. Surpreendentemente, as concentrações da bST no sangue são maiores nas vacas com menores concentrações de IGF-I no sangue. Essa aparente discrepância pode ser explicada pelo *feedback* negativo do IGF-I no hipotálamo e na pituitária para controlar a secreção de bST.

Importância das Condições Físicas e da Nutrição para a suplementação com rbST

A decisão sobre suplementação com rbST em vacas e o potencial para obtenção de uma resposta adequada dependem de uma ampla compreensão dos temas anteriormente abordados. Vacas no início do período de lactação, com condições físicas precárias, ou com perda de peso vão apresentar menor resposta do IGF-I à rbST. No caso daquelas respostas que dependem da liberação do IGF-I pelo fígado, o tratamento com a rbST em vacas com más condições físicas ou no início da lactação pode ser ineficaz, pois a rbST apenas aumenta a já elevada concentração de bST no sangue. Um bom exemplo disso é o uso comercial da rbST a partir da nona semana de lactação. O tratamento de vacas lactantes antes da nona semana é menos eficaz para aumentar a produção de leite, pois o equilíbrio energético negativo no início da lactação impede uma resposta adequada do IGF-I à rbST.

Como a rbST afeta o Ovário e o Útero?

Há vários mecanismos através dos quais a bST é capaz de atuar nos tecidos reprodutivos em bovinos, conforme mostrado na Figura 1. Em primeiro lugar, a somatotropina pode atuar diretamente no ovário ou no útero, pois há receptores para a bST em todo o aparelho reprodutor das vacas, sendo a maior quantidade encontrada no corpo lúteo (CL; Lucy et al., 1993). Menores quantidades são observadas no folículo e no útero. A presença desses receptores sugere que a bST é capaz de afetar esses tecidos, alterando suas funções. Além dos efeitos diretos da bST na reprodução, também ocorrem efeitos indiretos através do IGF-I. Esse fator é liberado pelo fígado, quando se administra rbST (ver acima). Os efeitos do IGF-I se disseminam, pois possui receptores na superfície das células por todo o corpo, em inúmeros tecidos. Como se poderia esperar, os receptores do IGF-I são encontrados nas áreas do aparelho reprodutor, inclusive folículos, CL, oviduto e útero (Lucy, 2000), e também nos embriões de bovinos.

Já foi comprovado que há uma relação antagônica entre a produção de leite e a reprodução em gado leiteiro (Nebel and McGilliard, 1993). As vacas de maior produção de leite apresentam as maiores dificuldades para ficarem prenhes. Vacas tratadas com a rbST apresentaram aumento da produção de leite. Portanto, não é de se surpreender que a rbST provoque uma redução da taxa de prenhez. Isso seria de se esperar em qualquer vaca que produza 10 a 15% mais leite durante uma única lactação. De fato, Cole et al. (1991) estudaram vacas tratadas com rbST e concluíram que a maioria dos efeitos da rbST na reprodução poderia ser explicada pelo aumento da produção de leite. Outros pesquisadores descobriram que tal aumento explicava alguns, mas não todos os efeitos da rbST na reprodução (Esteban et al., 1994).

Crescimento dos Folículos Ovarianos em Vacas Tratadas com Somatotropina Bovina

O crescimento folicular no ovário é um processo bem preciso. Em bovinos ocorrem duas ou três ondas de crescimento folicular nos ovários durante um único ciclo estral. Essas ondas causam o desenvolvimento de um folículo pré-ovulatório no final do ciclo. A primeira onda ocorre durante os primeiros 10 dias do estro. Um grupo de folículos de pequeno e médio porte (3 a 9 mm) se desenvolve conjuntamente (fase de recrutamento do crescimento folicular). Desse grupo é escolhido um único folículo (fase de seleção do crescimento folicular). Esta fase de seleção é rigorosamente controlada, pois ela define a taxa de ovulação nos bovinos. Em geral, se escolhe um único folículo (folículo dominante), que cresce até atingir cerca de 16 mm, pára de se desenvolver e depois regride. Esse folículo grande é chamado de dominante, pois inibe o crescimento dos outros folículos pequenos no ovário. Após vários dias de “dominância”, as células nesse folículo maior se tornam atréticas e o folículo perde a dominância. O folículo da primeira onda não irá ovular, pois é atrésico. Isso leva ao início de uma segunda onda folicular durante o estro (por volta do dia 12 do ciclo). A segunda onda é semelhante à primeira e geralmente produz um folículo que irá ovular quando o CL regredir. Da mesma forma que na primeira onda folicular, é escolhido um único folículo. Se forem escolhidos dois, a vaca terá duas ovulações, podendo gerar bezerros gêmeos. Em alguns bovinos, a segunda onda folicular termina de forma prematura e se desenvolve uma terceira onda que leva à ovulação.

A somatotropina bovina afeta alguns, mas não todos os aspectos do crescimento folicular. Por exemplo, a rbST estimula a quantidade de folículos que entram na fase de recrutamento da onda folicular (Lucy, 2000). De modo geral, nas vacas tratadas com rbST são recrutados duas vezes mais folículos. Essa resposta é observada tanto na primeira como na segunda onda folicular, estando provavelmente associada ao aumento do nível de IGF-I no sangue em vacas tratadas com rbST. O IGF-I no sangue atua de forma sinérgica com as gonadotropinas (LH e FSH) para

estimular o crescimento folicular (Lucy, 2000). Assim, as gonadotropinas naturalmente encontradas no sangue se tornam mais potentes nas vacas tratadas com rbST, o que provoca um maior recrutamento de folículos. Entretanto, um aumento da quantidade de folículos recrutados não leva a maiores quantidades de folículos dominantes. Como já mencionado, a fase de seleção é rigorosamente controlada nos bovinos, o que impede ovulações múltiplas. Aparentemente, o processo de seleção não é anulado pela rbST. Por conseguinte, as quantidades e os tamanhos dos folículos dominantes permanecem inalterados nas vacas tratadas com rbST. Ademais, a taxa de crescimento dos folículos dominantes também não se altera.

Como citado anteriormente, os bovinos geralmente apresentam duas ondas de crescimento folicular. O mesmo ocorre nas vacas tratadas com rbST, mas o tempo dessas ondas difere um pouco. Nessas vacas, a primeira onda folicular se desenvolve mais rápido (Kirby et al., 1997a). Isso também significa que o primeiro folículo dominante perde dominância mais cedo durante o ciclo estral. Essa mudança leva à uma segunda onda folicular mais cedo durante o ciclo (a partir do dia 10 nas vacas tratadas com rbST em comparação ao dia 12 nas vacas não tratadas). Essa alteração aparentemente não afeta outros aspectos da função reprodutiva. Os folículos dominantes da segunda onda (pré-ovulatórios) começam a se desenvolver mais cedo, mas concluem seu desenvolvimento e ovulam com o mesmo tamanho em comparação a vacas não tratadas com rbST.

Uma questão muitas vezes levantada é se a rbST aumenta a taxa de prenhez de gêmeos em bovinos. Maior crescimento folicular e ovulação poderiam aumentar a probabilidade de bovinos de leite terem gêmeos e a rbST causaria uma maior proporção desse tipo de nascimentos em alguns rebanhos (Cole et al., 1991). Contudo, não foi observado aumento do número de casos de gêmeos em estudos posteriores (Collier et al., 1997). A não observação de um efeito consistente da rbST na ocorrência de gêmeos em bovinos de leite pode refletir uma interação entre a rbST e fatores genéticos ou ambientais. Por alguma razão desconhecida, a prenhez de gêmeos aparentemente não é favorecida em alguns rebanhos tratados com rbST.

Efeitos da rbST no Corpo Lúteo e na Luteólise Induzida por PGF_{2a}

O CL contém receptores tanto para a bST como para o IGF-I (Lucy, 2000). Portanto, existe potencial tanto para efeitos diretos como indiretos da rbST no CL. *In vitro*, o IGF-I estimula a função do CL e aumenta a produção de progesterona. Alguns pesquisadores relataram um aumento das concentrações de progesterona no sangue e CL mais pesado em vacas tratadas com rbST. Em outros estudos, não foi observado nenhum efeito nem diminuição da progesterona. Em um estudo, períodos de anestro foram associados ao tratamento com rbST (Waterman et al., 1993). Essa ampla variedade de resultados sugere que o CL irá responder de forma diferenciada à rbST em diferentes rebanhos. Tais respostas podem depender da dieta e das condições físicas das vacas tratadas com rbST.

A resposta do CL à PGF_{2a} exógena em vacas tratadas com rbST foi testada em dois estudos separados (DeLaSota et al., 1993; Kirby et al., 1997b). As vacas receberam injeção de PGF_{2a} (25 mg de Lutalyse; Pharmacia-Upjohn, Kalamazoo, MI, EUA) e a regressão do CL foi acompanhada por ultra-sonografia e análise da progesterona no sangue. Ambos os estudos demonstraram que a regressão do CL após a administração da PGF_{2a} não foi afetada pelo tratamento com rbST. Esses estudos demonstram que a sincronização do estro através do uso da PGF_{2a} é eficaz em vacas tratadas com rbST, além de indicarem que a rbST não apresenta uma atividade de proteção do CL.

Desenvolvimento Embrionário em Vacas Tratadas com rbST

Um estudo examinou o desenvolvimento de embriões filamentosos em vacas tratadas com rbST no dia 17 de prenhez (Lucy et al., 1995). O comprimento dos embriões permaneceu inalterado com o uso da rbST, o que sugere que o desenvolvimento embrionário inicial não é estimulado nem inibido nos bovinos tratados com essa substância. Em geral, o desenvolvimento do feto durante toda a gestação também não se altera. Não há evidências de perda do feto em vacas tratadas com rbST após a confirmação da prenhez através de palpação retal. Os bezerros de vacas tratadas com rbST pesam cerca de 2 kg a menos ao nascimento. Contudo, isso aparentemente não afeta seu desempenho posterior nem sua saúde.

Reprodução em Rebanhos de Leite Tratados com rbST

Em um grande estudo com 28 rebanhos de leite, a administração da rbST em vacas primíparas provocou aumento de 16 dias no intervalo parto-concepção, mas não afetou a taxa total de prenhez (Collier et al., 1997). Nesse mesmo estudo, o intervalo parto-concepção não foi influenciado nas vacas múltiparas, mas sua taxa de prenhez caiu 7 pontos percentuais. McGrath et al. (1999) mostraram que a extensão do período de espera voluntária de 60 para 165 dias em vacas primíparas tratadas com rbST ocasionou taxas de prenhez e intervalos de concepção semelhantes aos observados nas vacas de controle (não tratadas), ou seja, não foram observados efeitos negativos da rbST na reprodução no final da lactação, quando houve atraso do período voluntário de espera, quando a produção de leite era menor. Uma conclusão com base nesses dados é que a rbST não causa efeitos negativos inerentes na reprodução, além daqueles ligados ao aumento da produção de leite e ao balanço energético negativo.

Causas da Infertilidade em Vacas Tratadas com rbST

Nenhum dos efeitos da rbST nos folículos ou no CL anteciparia, necessariamente, uma mudança na fertilidade das vacas tratadas com rbST. Porém, a maioria dos pesquisadores conclui que a rbST causa uma leve redução da taxa de prenhez (Collier et al., 1997). O motivo dessa diminuição não está claro, mas é em parte associado ao aumento da produção de leite nessas vacas. A interpretação dos dados sobre reprodução nos estudos com rbST é difícil, pois poucas pesquisas são repetidas de forma precisa. Por exemplo, são utilizadas diferentes doses (doses múltiplas de liberação diária ou prolongada, administradas em intervalos de 1, 14 ou 28 dias), datas de início (de 28 dias pós-parto a 90 dias pós-parto) e programações de reprodução (antes, durante ou após o tratamento com rbST). Algumas análises incluem vacas que estavam prenhes antes ou após o início do tratamento com rbST. Isso confunde os dados sobre reprodução, pois a rbST não afeta a reprodução em animais prenhes. Outros estudos ainda tratam do uso de doses muito baixas de rbST. Essas dosagens menores podem aumentar a fertilidade de vacas leiteiras lactantes (ver abaixo).

Embora poucos estudos sejam idênticos, há algumas tendências entre a maioria das pesquisas sobre rbST e reprodução. O número de serviços por concepção não muda no caso de vacas tratadas com rbST. Ao mesmo tempo, o intervalo parto-concepção pode aumentar um pouco e a taxa de prenhez cair em torno de 10%. Tanto o número de serviços por concepção como o intervalo parto-concepção são calculados com base nas vacas prenhes. Portanto, as vacas que ficam prenhes ao serem tratadas com rbST, aparentemente, não precisam de mais inseminações ou muito mais tempo para ficarem gestantes. Geralmente, não há registros sobre o número de serviços nas vacas que não ficaram prenhes nem por quanto tempo foram inseminadas. Assim, é difícil tirar conclusões sobre as causas da infertilidade em vacas tratadas com rbST que nunca ficam prenhes.

Como já citado, o intervalo parto-concepção pode aumentar em rebanhos tratados com rbST. O maior número de dias vazios pode estar relacionado a uma menor expressão do estro. Morbeck et al. (1991) observaram que a detecção do estro diminuiu de 75% para 48% em vacas lactantes tratadas com rbST. Em outro estudo, essa mesma taxa foi de 100% nas vacas de controle e 57% nas vacas tratadas com rbST (Kirby et al., 1997b). Os fatores que controlam a expressão do estro em bovinos não são muito bem conhecidos. Lefebvre and Block (1992) pesquisaram o efeito da rbST na expressão do estro em novilhas ovariectomizadas tratadas com estradiol. As novilhas tratadas com rbST apresentaram menor número de montas em comparação àquelas tratadas com soro fisiológico. Outras medições da expressão do estro foram semelhantes. Essas mudanças na intensidade do estro em novilhas ovariectomizadas podem sugerir uma menor sensibilidade do cérebro ao estradiol, quando os bovinos são tratados com rbST. Isso teoricamente prolonga o intervalo parto-concepção, pois vacas tratadas com rbST apresentam menor intensidade de sinais exteriores de cio e tem menores chances de serem inseminadas. Pode ser necessária uma detecção mais rigorosa do estro em rebanhos suplementados com rbST.

Com ou sem o uso de rbST, algumas vacas lactantes não ficam prenhes após repetidas inseminações. Isso ocorre em todos os rebanhos de gado de leite. Naqueles em que se utiliza a rbST deve-se esperar uma leve queda da taxa de prenhez sem alteração no número de serviços por concepção. O motivo dessa redução na taxa de prenhez após o uso da rbST não está claro, sendo provavelmente causada por vários fatores desconhecidos que contribuem de forma cumulativa para tal diminuição. As vacas não prenhes em um rebanho deveriam ser tratadas com rbST. As vacas assim tratadas acabarão ficando prenhes com um pequeno aumento do intervalo entre partos.

Outras Aplicações da rbST na Reprodução

Superovulação. A observação de que a rbST aumentava o recrutamento de folículos levou inúmeros pesquisadores a tentarem o uso combinado dessa substância com gonadotropinas para causar superovulação em vacas e novilhas (Quadro 1). Os resultados desses estudos demonstraram um efeito benéfico da rbST na indução da superovulação com o uso de gonadotropina do soro de égua prenhe (*PMSG – Pregnant Mare's Serum Gonadotropin*) ou FSH. Esses dados sugerem que a administração de rbST durante a superovulação irá aumentar o número de CL (taxa de ovulação) e a quantidade de embriões coletados. Embora a resposta seja geralmente positiva, sua magnitude varia. Por exemplo, Kuehner et al. (1993) coletaram cerca de 1 embrião transferível a mais (de boa qualidade) em vacas tratadas com rbST durante a superovulação. Essa resposta coincidiu bastante com a observada por Gong et al. (1993) e Herrler et al. (1994). A resposta mais benéfica com o uso de rbST durante a superovulação foi relatada por Gong et al. (1996). No seu estudo com novilhas com superovulação por FSH, eles registraram quase uma duplicação da taxa de ovulação. Além disso, houve um aumento de pelo menos 4 embriões transferíveis/novilha em todos os três testes.

O motivo da maior resposta à rbST no estudo de Gong et al. (1996) pode estar ligado à baixa resposta dos animais de controle que apresentaram uma média de 1,5 a 5 embriões/novilha. Isso sugere que a rbST pode ser mais eficaz quando a tentativa de superovulação é feita em bovinos que apresentam baixas respostas superovulatórias. Apesar de não ter sido amplamente testada em animais de criação, a idéia de que a rbST deveria ser utilizada em vacas que não respondem à superovulação é defendida por pesquisas em seres humanos que mostram uma melhor resposta superovulatória em mulheres resistentes ao estímulo ovariano por parte das gonadotropinas. Quando essas mulheres são tratadas tanto com somatotropina como com gonadotropinas, melhora a resposta à superovulação.

Aspiração Transvaginal dos Oócitos (TVOR - Transvaginal Oocyte Aspiration). Também é possível utilizar a rbST para aumentar o número de oócitos coletados através da TVOR (Quadro 2). Em um estudo realizado em vacas de corte não lactantes, Hansel et al. (1996) utilizaram rbST e FSH para aumentar a quantidade de oócitos recuperados através desse método. Os oócitos adicionais (em número duas vezes maior ao observado nos animais de controle) apresentaram potencial de desenvolvimento equivalente quando comparados aos das vacas não tratadas (controles) ou tratadas com FSH.

É Possível Melhorar a Reprodução com o Uso da rbST?

Dados de vários estudos sugerem que a dosagem e o tempo da administração da rbST podem determinar a resposta reprodutiva dos bovinos à essa substância. Ao administrarmos uma pequena dose de rbST (167 mg), registrou-se aumento da taxa de concepção em vacas, mas não em novilhas (Quadro 3; Bilby et al., 1999). A pequena dose de rbST causou um leve aumento das concentrações de IGF-I, que pode ter melhorado a função ovariana e uterina nas vacas. Talvez o ovário e o útero sejam mais sensíveis aos efeitos da rbST do que a glândula mamária e se beneficiem de uma menor dosagem de rbST. Em outras palavras, o efeito de estímulo à reprodução ocorre sem alteração na produção de leite, pois a glândula mamária necessita de mais rbST e IGF-I para responder. Portanto, as vacas que recebem uma pequena dose de rbST não vão apresentar um equilíbrio energético negativo, podendo ser observados seus efeitos benéficos na reprodução. Em geral, as novilhas apresentam níveis de IGF-I mais altos do que as vacas, podendo, portanto, não responder à pequena dosagem de rbST.

Em um estudo semelhante, Moreira et al. (2000) trataram vacas leiteiras lactantes com rbST no início de um programa de inseminação com sincronização da ovulação e verificaram que as vacas suplementadas com rbST apresentaram um aumento de 15 pontos percentuais na taxa de concepção. Por conseguinte, a suplementação de rbST pode melhorar as respostas à inseminação com sincronização da ovulação em vacas em lactação.

Conclusões

A somatotropina bovina é um fator de crescimento com ampla variedade de atividade em inúmeros tecidos. Muitos de seus efeitos são mediados pelo IGF-I liberado pelo fígado ou tecido-alvo. O uso da rbST é mais difundido em gado de leite por aumentar a produção de leite. Há uma ligeira redução do desempenho reprodutivo das vacas leiteiras suplementadas com rbST, semelhante ao esperado nas vacas de maior produção de leite. Portanto, uma vaca suplementada com rbST deve receber o mesmo tipo de manejo reprodutivo que qualquer outra de alta produção de leite.

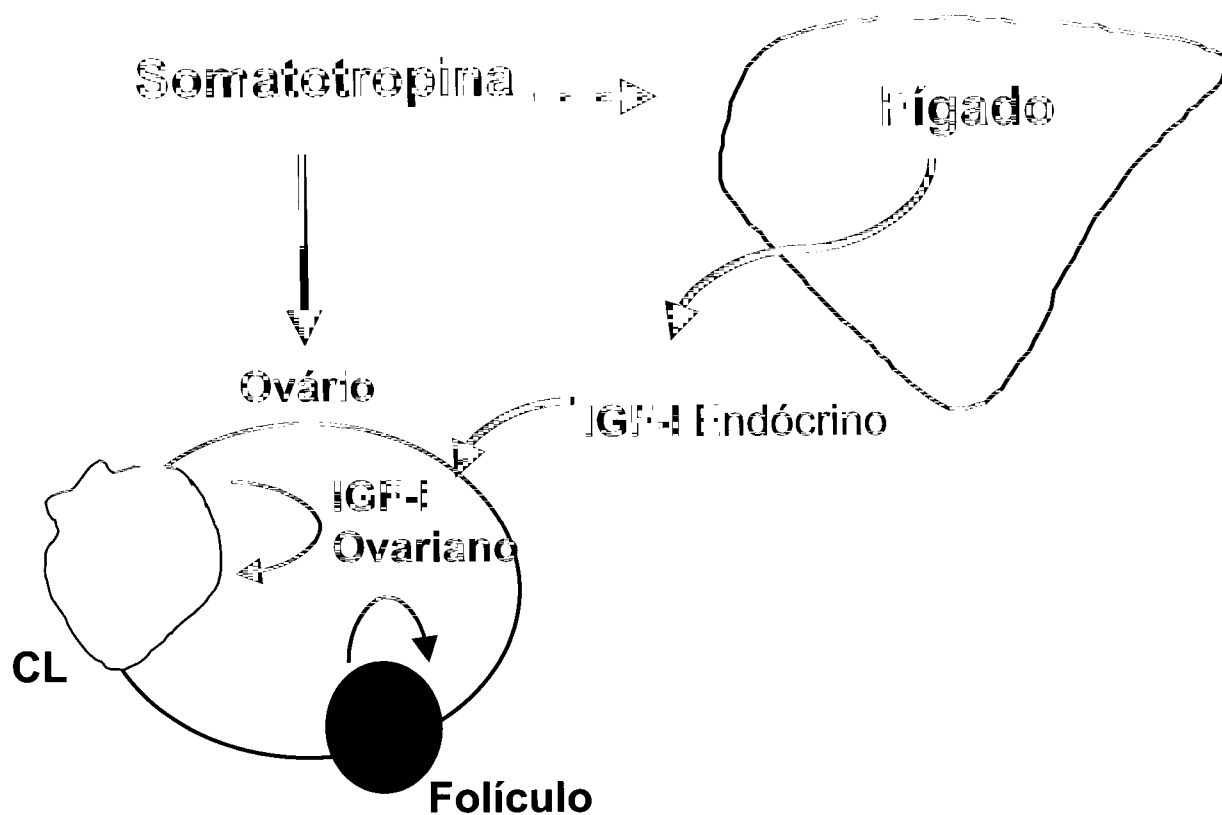


Figura 1. A somatotropina é sintetizada pela pituitária e interage com os receptores localizados no fígado e no ovário [corpo lúteo (CL) e folículos]. No fígado, a somatotropina causa a síntese e a secreção do IGF-I. Esse fator é capaz de se deslocar através do sangue e afetar a função dos ovários (IGF-I endócrino). O ovário produz o IGF-I (ovariano) capaz de complementar o IGF-I de fontes endócrinas (sobretudo do fígado).

Quadro 1. Uso da rbST na superovulação. Em todos os estudos, a rbST foi administrada cerca de 1 semana antes do FSH ou PMSG.

Estudo	Tratamento	N	Taxa Ovulação	Total Embriões	Embriões Transferíveis
Gong et al., 1993	PMSG (1000 UI)	6	2,5 ± 0,6	1,3 ± 0,3	1,3 ± 0,3
	PMSG (1000 UI)+ bST	6	4,5 ± 0,7	2,1 ± 0,4	2,1 ± 0,4
	PMSG (2000 UI)	6	10,6 ± 2,7	4,1 ± 1,3	2,9 ± 1,0
	PMSG (2000 UI)+ bST	6	17,2 ± 2,8	7,1 ± 1,4	3,6 ± 1,1
Kuehner et al., 1993	FSH	14	13,4 ± 1,6	10,0 ± 1,5	5,9 ± 1,4
	FSH + Bst	13	15,4 ± 1,1	9,1 ± 2,0	6,8 ± 1,7
Herrler et al., 1994	PMSG (2500 UI)	19	10,6 ± 1,4	5,1 ± 1,1	2,5 ± 0,7
	PMSG (2500 UI)+bST	19	12,9 ± 2,0	7,2 ± 1,6	4,2 ± 1,0
Gong et al., 1996	FSH	4	11,4 ± 3,0	6,0 ± 2,1	5,0 ± 2,3
	FSH + bST	5	18,9 ± 3,4	11,8 ± 2,5	10,8 ± 1,9
Gong et al., 1996	FSH	6	10,3 ± 1,9	3,2 ± 1,3	1,5 ± 0,3
	FSH + bST	6	18,4 ± 2,5	5,8 ± 1,7	5,7 ± 1,6
Gong et al., 1996	FSH	6	---	3,7 ± 1,1	2,6 ± 0,7
	FSH + bST	6	---	7,2 ± 1,9	6,3 ± 1,8

Quadro 2. Uso da rbST na recuperação dos oócitos através de aspiração transvaginal (Hansel et al., 1996).

Tratamento	N ^a	Folículos por Aspiração	Oócitos por Aspiração	Percentual Clivagem	Percentual Mórula
Controle	24	7,5 ± 1,0	4,5 ± 0,7	47,6	14,6
FSH	24	9,4 ± 1,0	5,1 ± 0,7	61,6	21,8
FSH+rbST ^b	30	14,6 ± 1,0	10,4 ± 0,7	61,9	23,2

^a Total de sessões de aspiração no grupo de controle (4 vacas), FSH (4 vacas) e FSH+rbST (5 vacas).

^b A rbST utilizada foi Posilac (Monsanto) administrada uma vez a cada 10 dias durante o período de coleta.

Quadro 3. Taxa de concepção (número prenhes/número inseminadas) em vacas e novilhas tratadas com 167 mg de rbST de liberação prolongada (Posilac; Monsanto) ou 1 mL de soro fisiológico (controles) na inseminação (Bilby et al., 1999).

Animais	Tratamento		Resposta à rbST
	rbST n (%)	Controles n (%)	
Vacas	162/298 (54,4)	158/319 (49,5)	+4,9%
Novilhas	257/559 (46,0)	261/564 (46,3)	-0,3%

Referências Bibliográficas

1. Bauman DE. Bovine somatotropin and lactation: from basic science to commercial application. *Domest. Anim. Endocrinol.* 1999; 17:101-116.
2. Bilby CR, Bader JF, Salfen BE, Youngquist RS, Murphy CN, Garverick HA, Crooker BA, Lucy MC. Plasma GH, insulin-like growth factor-I and conception rate in cattle treated with low doses of recombinant bovine GH. *Theriogenology* 1999; 51:1285-1296.
3. Cole WJ, Madsen KS, Hintz RL, Collier RJ. Effect of recombinantly-derived bovine somatotropin on reproductive performance of dairy cattle. *Theriogenology* 1991; 36:573-595.
4. Collier RJ, Byatt JC, Curran T, Eppard PJ, Fabellar AC, Hintz RL, Hoffman R, McCrate MM, McLaughlin CL, Sorbet RH, Vicini JL. Post-approval evaluation of POSILAC bovine somatotropin in 28 commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 1997; 80(suppl. 1):169(abstract).
5. De La Sota RL, Lucy MC, Staples CR, Thatcher WW. Effects of recombinant bovine somatotropin (sometribove) on ovarian function in lactating and nonlactating cows. *J Dairy Sci* 1993; 76:1002-1013.
6. Esteban E, Kass PH, Weaver LD, Rowe JD, Holmberg CA, Franti CE, Troutt HF. Interval from calving to conception in high producing dairy cows treated with recombinant bovine somatotropin. *J Dairy Sci* 1994; 77:2549-2561.
7. Etherton TD, Bauman DE. Biology of somatotropin in growth and lactation of domestic animals. *Physiol. Rev.* 1998; 78:745-761.
8. Gong JG, Bramley TA, Wilmut I, Webb R. Effect of recombinant bovine somatotropin on the superovulatory response to pregnant mare blood gonadotropin in heifers. *Biol Reprod* 1993; 48:1141-1149.
9. Gong JG, Wilmut I, Bramley TA, Webb R. Pretreatment with recombinant bovine somatotropin enhances the superovulatory response to FSH in heifers. *Theriogenology* 1996; 45:611-622.
10. Hansel W, Rocha A, Broussard JR, Lim JM, Blair RM, Roussel JD, Godke RA. Treatment of beef cows with bovine somatotropin (bST) and FSH enhances the number of oocytes recovered without decreasing their developmental capabilities. *Biol Reprod* 1996; 54 (suppl 1):90(abstract).
11. Herrler A, Einspanier R, Schams D, Niemann H. Effect of recombinant bovine somatotropin on follicular IGF-I contents and the ovarian response following superovulation treatment in dairy cows: A preliminary study. *Theriogenology* 1994; 41:601-611.
12. Kirby CJ, Smith MF, Keisler DH, Lucy MC. Follicular function in lactating dairy cows treated with sustained-release bovine somatotropin. *J. Dairy Sci* 1997a; 80:273-285.
13. Kirby CJ, Wilson SJ, Lucy MC. Response of dairy cows treated with bovine somatotropin to a luteolytic dose of prostaglandin F_{2a}. *J. Dairy Sci.* 1997b; 80:286-294.
14. Kuehner LF, Rieger D, Walton JS, Zhao X, Johnson WH. The effect of a depot injection of recombinant bovine somatotropin on follicular development and embryo yield in superovulated Holstein heifers. *Theriogenology* 1993; 40:1003-1013.
15. Lefebvre DM, Block E. Effect of recombinant bovine somatotropin on estradiol-induced estrous behavior in ovariectomized heifers. *J Dairy Sci* 1992; 75:1461-1464.

16. Lucy MC, Collier RJ, Kitchell ML, Dibner JJ, Hauser SD, Krivi GG. Immunohistochemical and nucleic acid analysis of somatotropin receptor populations in the bovine ovary. *Biol Reprod* 1993; 1219-1227.
17. Lucy MC. Regulation of ovarian follicular growth by somatotropin and insulin-like growth factors in cattle. *J. Dairy Sci.* 2000; 83:1635-1647.
18. Lucy MC, Boyd CK, Koenigsfeld AT, Okamura CS. Expression of somatotropin receptor messenger ribonucleic acid in bovine tissues. *J. Dairy Sci.* 1998; 81:1889-1895.
19. Lucy MC, Jiang H, Kobayashi Y. Changes in the somatotropin axis associated with the initiation of lactation. *J. Dairy Sci.* 2001 (in press).
20. Lucy MC, Thatcher WW, Collier RJ, Simmen FA, Ko Y, Savio JD, Badinga L. Effects of somatotropin on the conceptus, uterus and ovary during maternal recognition of pregnancy in cattle. *Dom Anim Endo* 1995; 12:73-82.
21. McGrath MF, Bettis SE, Bilby CR, Hintz RL, Plunkett ED, Vicini JL, Armstrong DV, Bailey K, Fetrow JP, Galton DM, Hardin DK, Shearer JK, Smith JF. Effect of delayed breeding on reproduction, milk yield and lactation persistency in cows supplemented with POSILAC[®]. *J Dairy Sci* 1999; 82(suppl. 1):36(abstract).
22. Morbeck DE, Britt JH, McDaniel BT. Relationships among milk yield, metabolism, and reproductive performance of primiparous Holstein cows treated with somatotropin. *J Dairy Sci* 1991; 74:2153-2164.
23. Moreira F, Risco CA, Pires MFA, Ambrose JD, Drost M, Thatcher WW. Use of bovine somatotropin in lactating dairy cows receiving timed artificial insemination. *J. Dairy Sci.* 2000; 83:137-1247.
24. Nebel RL, McGilliard ML. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *J Dairy Sci* 1993; 76:3257-3268.
25. Spicer LJ, Tucker WB, Adams GD. Insulin-like growth factor-I in dairy cows: Relationships among energy balance, body condition, ovarian activity, and estrous behavior. *J Dairy Sci* 1990; 73:929-937.
26. Thissen JP, Ketelslegers JM, Underwood LE. Nutritional regulation of the insulin-like growth factors. *Endocrine Rev* 1994; 15:80-101.
27. Waterman DF, Silvia WJ, Hemken RW, Heersche Jr G, Swenson TS, Eggert RG. Effect of bovine somatotropin on reproductive function in lactating dairy cows. *Theriogenology* 1993; 40:1015-1028.