

Artigo Número 97

**USO DE SOMATOTROPINA BOVINA EM BÚFALAS:
EFEITOS SOBRE A PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE**

João Gonsalves Neto¹, Sérgio Augusto de Albuquerque Fernandes¹, Fabiano Ferreira da Silva¹, Marcio dos Santos Pedreira¹

INTRODUÇÃO

A bubalinocultura encontra-se em expansão no Brasil. O rebanho bubalino brasileiro é superior a 2 milhões de cabeças e estima-se uma taxa de crescimento anual próxima de 13% (Mattos, 1993). O mercado para produtos lácteos de origem bubalina encontra-se em expansão. Por este fato, os produtores têm buscado junto às instituições de pesquisa e extensão, técnicas que propiciem maior disponibilidade de leite para a industrialização.

No Brasil, a produção média de leite das búfalas encontra-se entre 1.700 a 4.650 kg/lactação, com períodos de lactação variando entre 220 e 365 dias (Nascimento et al., 1975; Villares et al., 1979a; Villares et al. 1979b; Neves, 1985).

Então, técnicas de manejo que caminhem conjuntamente com o melhoramento genético bubalino e que possam proporcionar ganhos nos produtos comercializáveis (leite/queijo), deverão ser propostas e adotadas pelos produtores. Aumentos de eficiência, qualidade e rentabilidade são necessários para o desenvolvimento industrial de qualquer país e a indústria animal, mais especificamente a leiteira, não foge a esta regra.

O uso da somatotropina bovina (bST) ou hormônio do crescimento, uma tecnologia já consagrada em bovinos, pode contribuir de forma positiva para o incremento na produção de produtos lácteos de origem bubalina. De acordo com Bauman (1992) há superioridade de produção de leite, obtido com o uso da bST, em relação a outras práticas de manejo em uso, como a inseminação artificial (IA) e a transferência de embriões (TE).

REVISÃO DE LITERATURA

A SOMATOTROPINA E A PRODUÇÃO ANIMAL

Os hormônios são entidades químicas secretadas por órgãos ou células que atuam como mensageiros químicos fazendo com que o estímulo recebido pelo sistema nervoso central seja efetuado (Norman e Litwack, 1997).

A somatotropina (ST) ou hormônio do crescimento é um hormônio protéico, sintetizado na hipófise anterior ou adeno-hipófise e sua secreção é controlada por dois outros hormônios hipotalâmicos, o hormônio liberador do hormônio do crescimento (GHRH) e as somatostatinas (SMS), que inibem sua secreção, e transportada pelo sangue para os vários órgãos, onde exercerá suas funções. É composto por uma cadeia de

¹ Departamento de Tecnologia Rural e Animal – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB – Itapetinga – BA

aminoácidos, que varia entre 190 e 191. É importante notar que pode haver dois aminoácidos diferentes (valina e leucina) na posição 127 da sequência (Bauman, 1992; Bauman & Vernon, 1993). Na Figura 1, tem-se uma visão geral do mecanismo de liberação da ST pelo organismo animal (Peel & Bates, 1990; Ross e Buchanan, 1990; NRC, 1994).

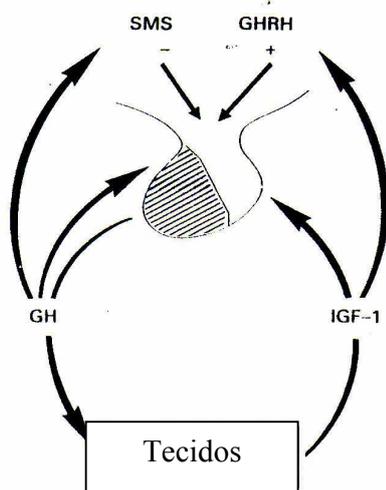


Figura 1 – Representação diagramática do mecanismo de feedback sobre o hipotálamo e pituitária na regulação da secreção do hormônio do crescimento (GH), fator de crescimento insulínico (IGF), somatostatina (SMS) e hormônio liberador do hormônio do

Devido à sua constituição protéica, a ST deve ser injetável, pois caso seja fornecida oralmente, sofrerá digestão enzimática no trato digestivo, como qualquer outra proteína dietética (Bauman, 1992). Até 1987 era incerta a presença de ST no leite, no entanto alguns trabalhos comprovaram sua presença natural (Peel & Bauman, 1987).

A análise deste conjunto de informações torna-se importante sob o ponto de vista da saúde pública, pois deixa claro que naturalmente ocorre a ingestão de ST ao se consumir leite, e devido a suas características químicas, ocorre a digestão no trato gastrointestinal do homem tornando-a inativa. Além disso, a ST dos não primatas é inativa nos primatas (Peel & Bates, 1990; NRC, 1994).

Nas décadas iniciais do século passado, ocorreram as primeiras observações do envolvimento da hipófise nas funções mamárias (Bauman & Vernon, 1993, Bauman et al., 1999; Sejrnsen et al., 1999). Nesta época já eram conhecidos dois hormônios hipofisários, a prolactina e o hormônio do crescimento - GH (Sejrnsen et al. 1999).

Na Rússia, em 1937, pesquisadores demonstraram que extratos da hipófise anterior de bovinos injetados em vacas, aumentaram a produção leiteira (Bauman & Vernon, 1993). No entanto, só durante a Segunda Guerra Mundial, pesquisadores ingleses estabeleceram a ação galactopoiética da ST extraída da hipófise (Peel & Bauman, 1987; Bauman & Vernon, 1993; McGuire & Bauman, 1995). Ainda nesta década ocorreu a purificação da ST dos extratos hipofisários (Peel & Bauman, 1987; Sejrnsen et al., 1999; NRC, 1994).

Até os anos 80, a necessidade de grandes quantidades de hipófise para se extrair a ST, impedia o uso desta tecnologia em larga escala na produção animal. Outro fator a dificultar o emprego da ST era o desconhecimento de seu mecanismo de ação. As soluções para estes problemas tornaram-se, então, necessárias.

Com o advento da engenharia genética, iniciou-se a busca para a solução do primeiro fator. Em 1981 ocorreu o primeiro experimento que comprovou a ação positiva da ST recombinante (bST) na produção bovina leiteira (Peel & Bauman, 1987). A técnica de recombinação gênica consiste na clonagem ou cópia do DNA e envolve a separação de um gene específico ou segmento de DNA, sua ligação a uma molécula de DNA transportadora e, em seguida, a multiplicação do DNA desejado (Lehninger, 1995).

Em 1994, o FDA (Food and Drug Administration) órgão que avalia a liberação de novas drogas para uso comercial, nos Estados Unidos da América, liberou a somatotropina recombinante bovina (rbST) para uso comercial (McGuire & Bauman, 1995; Zinn & Bravo-Ureta, 1996; Tucker, 2000; NRC 2001). Assim, existe a ST naturalmente produzida pelo organismo, também denominada de derivada da pituitária, pST (extraída) e a ST recombinante, rbST, doravante denominada como bST, obtida pela engenharia genética. As formas de bST diferem pouco da forma extraída da pituitária. Dependendo do processo de produção da rbST, de 0 a 8 aminoácidos ligados ao NH₂ terminal da proteína, podem diferir entre si. A bST proporciona maiores aumentos na produção do que a pST. A menor resposta galactopoiética da pST pode estar associada às suas diferentes formas (Zinn & Bravo-Ureta, 1996).

Como descrito anteriormente, a ST vem sendo estudada há longo período, durante o qual foram obtidos grandes avanços no conhecimento de seus efeitos na produção animal. Neste período foram desenvolvidos processos de produção em massa e estudos visando o conhecimento dos seus mecanismos de ação.

AÇÃO DA SOMATOTROPINA

Inicialmente a ST foi identificada em ratos e associada ao incremento do crescimento da massa muscular e decréscimo da gordura (Zinn & Bravo-Ureta, 1996). Ainda, segundo estes autores, os mecanismos de ação da ST na produção leiteira não são totalmente conhecidos.

O processo de regulação da ST envolve GHRH e SMS. A ação fisiológica das SMS no controle da ST é o de inibir a ação do GHRH, como visto anteriormente (Peel & Bates, 1990; Ross & Buchanan, 1990; NRC, 1994).

A ação da ST pode ser de curta duração. Por exemplo, a um período de 24 horas de jejum, a ST atua economizando proteína e provoca a mobilização de gordura; de longa duração de acordo com o estágio de desenvolvimento do animal. Em animais jovens a ação da ST promove o crescimento esquelético e do tecido muscular. Já em animais adultos, a ação pode ocorrer com o desenvolvimento da glândula mamária e lactação (Peel & Bates, 1990).

A regulação dos nutrientes pelo organismo envolve dois mecanismos: i) a homeostase - que é o controle que atua constantemente acompanhando as necessidades do organismo com o objetivo de manter o equilíbrio do meio interno em função de mudanças ambientais. Por exemplo, na manutenção dos níveis circulantes de metabólitos, ao longo do dia, que são alterados pelo consumo alimentar esporádico, e: ii) a homeorrese - que orquestra as trocas metabólicas entre os tecidos, para cada estado fisiológico. Os controles homeorréticos, operam com particular importância, durante o início da lactogênese, quando o metabolismo do tecido adiposo é rapidamente alterado

para suportar o novo estado fisiológico (decréscimo na síntese e acréscimo na mobilização de lipídeos) (Bauman & Currie, 1980; Boyd & Bauman, 1989).

Para que um hormônio exerça ação direta sobre uma célula, deve haver nesta, receptores específicos. A existência de receptores para a ST na glândula mamária é controverso. Segundo Akers (1985) e Zinn & Bravo-Ureta (1996) não foram identificados receptores para ST no tecido mamário. Segundo Bauman & Vernon (1993), a existência de receptores hormonais para a ST neste tecido é evidente. No entanto, o número encontrado foi pequeno, quando comparado ao número existente no fígado. Embora os receptores de ST estejam presentes na glândula mamária eles não são traduzidos, ou o número deles é tão baixo que não pode ser detectado por técnicas convencionais. Tal fato abre caminho para a explicação de que as somatomedinas ou IGF-1, conjuntamente com suas proteínas ligantes (binding protein - IGF-BP) sejam os possíveis mediadores da ação da ST na glândula mamária (Peel & Bauman, 1987; Bauman & Vernon, 1993).

A ST possui ação direta e indireta sobre os tecidos e fluidos do organismo. A ação direta envolve a ST e seus receptores nos diferentes tecidos alvos e a indireta é mediada pela ação do fator de crescimento semelhante a insulina (IGF-1). A ação homeorrética disponibiliza mais nutrientes para a glândula mamária usar na produção de leite. Na Tabela 1, encontram-se sumarizados os processos fisiológicos alterados com o uso da ST (Peel & Bauman, 1987; Peel & Bates, 1990; Ross & Buchanan, 1990; Bauman, 1992; Coutinho, 1997; Bauman & Vernon, 1993).

O uso de ST em animais em balanço energético negativo aumenta a mobilização das reservas corporais (Tabela 1), fato evidenciado pela elevação da concentração plasmática de ácidos graxos não esterificados (NEFA). Quando o animal se encontra em balanço energético positivo, a ST inibe a síntese lipídica (Bauman & Vernon, 1993; NRC, 1994a).

O tecido adiposo é o maior alvo da ST, onde ela promove e inibe a lipogênese, via alteração da habilidade de resposta do tecido aos sinais endócrinos. Ocorre também, uma queda da concentração da acetil coenzima-A carboxilase (ACC) e sintetase de ácidos graxos (FAS), enzimas-chave no processo de lipogênese (Bauman & Vernon, 1993).

Vários fatores como genética, estágio de lactação, idade, dieta, status nutricional, meio ambiente e estação do ano, produzem variações normais nos percentuais dos compostos do leite. Este conjunto de fatores também atua sobre as vacas tratadas com bST fazendo com que haja variações nos componentes do leite, considerados normais (NRC, 1994).

Quando a vaca encontra-se em balanço energético negativo ocorre elevação de perdas irreversíveis de NEFA, ocorrendo alterações na composição dos ácidos graxos na gordura do leite, elevando-se a proporção de ácidos graxos de cadeia longa, característicos dos depósitos da gordura de reserva do organismo. No entanto, quando as vacas encontram-se em balanço energético positivo, a porcentagem de gordura não se altera e o aumento da produção de gordura acompanha o aumento na produção de leite (Peel & Bauman, 1987).

Por ser o principal precursor da lactose do leite, a glicose toma proporções importantes, principalmente nas primeiras semanas de uso da ST, uma vez que a ingestão de matéria seca não acompanha a demanda de nutrientes. Neste período, a redução da oxidação da glicose pode cobrir aproximadamente 30% da glicose adicional requerida para a síntese de lactose. Apesar de não ser clara a origem dos precursores da demanda elevada de glicose, existe a possibilidade de aumento da gliconeogênese, via propionato e aminoácidos. Outra fonte é o glicerol produzido pela hidrólise de triglicerídeos, que podem suprir até 27% da glicose adicional (Peel & Bauman, 1987).

Tabela 1. Efeitos da bST sobre tecidos específicos e processos fisiológicos em vacas em lactação.

Tecidos	Processos afetados durante poucos dias a semanas de uso
Glândula Mamária	↑ Síntese de leite com composição normal
	↑ Disponibilização de todos os nutrientes usados na síntese de leite
	↑ Atividade das células secretoras
	↓ Perdas de células secretoras
	↑ Fluxo sanguíneo consistente com o aumento da produção de leite
Fígado	↑ Taxa basal de gliconeogênese
	↑ Habilidade da insulina inibir a gliconeogênese
	NC Efeitos do glucagon sobre a gliconeogênese, glicogenólise ou ambos
Tecido adiposo	↓ Lipogênese basal, se em balanço energético positivo
	↑ Lipólise basal, se em balanço energético negativo
	↓ Habilidade da insulina para estimular a lipogênese
	↑ Habilidade da insulina para inibir a lipólise
Músculo	↓ glicose
Corpo todo	↓ Oxidação da glicose
	↑ NEFA oxidação, se em balanço energético negativo
	NC Taxa de retirada para insulina e glucagon
	NC Energia para manutenção
	↑ Liberação de energia de acordo com o aumento da produção de leite (não há aumento de calor por unidade de leite)
	↑ Batimentos cardíacos, de acordo com o aumento da produção de leite
	↑ Eficiência produtiva (leite/unidade de energia ingerida)

Fonte: Adaptado de Bauman (1992).

O uso de bST em vacas com balanço positivo de nitrogênio (N), não provoca alteração no percentual de proteína do leite. À medida que há aumento na produção de leite, há aumento na produção de proteína; no entanto, se houver deficiência de N na dieta, ocorrerá redução no percentual de proteína do leite (Peel & Bauman, 1987). O mesmo ocorre em vacas em que não receberam ST. Se houver deficiência de N na dieta, o percentual de proteína do leite sofrerá reflexos negativos (Bauman & Vernon, 1993).

A bST não altera a absorção e metabolismo dos minerais. A elevação na produção de leite com o uso de bST sem reflexos na sua composição mineral, indica que a bST exerce efeitos na partição ou absorção dos minerais pelo organismo (Bauman & Vernon,

1993). Segundo Peel & Bauman (1987), ocorrem mudanças na absorção e mobilização dos minerais no organismo, ao se usar ST, observando-se maior absorção e ou mobilização de Ca e P e outros minerais requeridos para a produção de leite

A ação indireta da bST possui como mediador, as IGF-1 e como ação direta age com efeito antagônico à ação da insulina. Os níveis plasmáticos de IGF-1 refletem a atividade da ST (Ross e Buchanan, 1990). A insulina, no fígado, estimula a captação de glicose, indiretamente, por estimular a atividade das enzimas responsáveis pela glicogênese e lipogênese, e inibe aquelas que catalisam a glicogenólise. De forma geral, a insulina promove a deposição de gordura e a síntese de proteína (Dickson, 1988).

As IGF-1 estimulam a síntese de DNA em culturas de célula mamárias, proporcionando a manutenção do número de células durante longos períodos de uso de bST, ou seja, a bST previne a queda do número de células na glândula mamária. No entanto, ainda não é claro todo o mecanismo de ação do complexo IGF-1 sobre a glândula mamária. A ação da ST na glândula mamária se dá primeiro pelo aumento da taxa de síntese de leite pelas células e, em períodos mais longos, pela elevação do número de células epiteliais mamárias. Os níveis de plasmina e serina-protease, associados a involução mamária, são mantidos baixos durante o tratamento com bST (Bauman & Vernon, 1993; NRC, 1994).

A elevação da atividade de síntese de leite na glândula mamária, com o uso de ST, ocorre devido à maior disponibilidade dos nutrientes (efeito homeorrético), assim como, maior fluxo sanguíneo para a glândula mamária.

O status nutricional do animal influencia a liberação das IGF-1 e suas IGFBP. Então, animais em lactação submetidos a programas nutricionais adequados terão resposta maior que aquelas em programas moderados, e aquelas submetidas a programas inadequados não reagirão ao uso de bST exógena. Quando o animal lactante encontra-se em status nutricional baixo, a concentração basal da IGF-1 é baixa e a habilidade da bST em elevar a IGF-1 no sangue é abolida (Figura 2) (Bauman & Vernon, 1993).

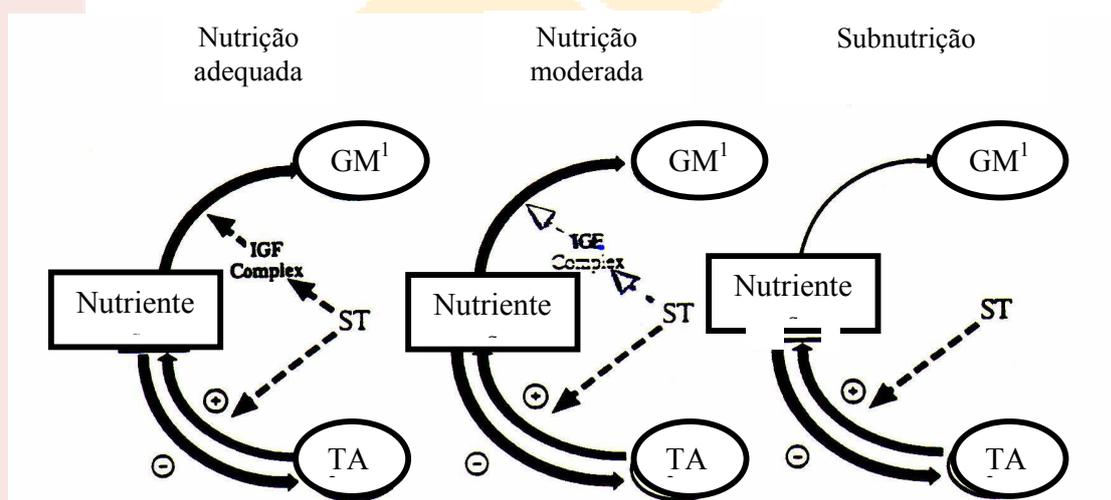


Figura 2. Modelo conceitual dos efeitos da somatotropina (ST). Efeitos diretos incluem alterações nas atividades de enzimas-chave e repostas do tecido aos sinais homeostáticos como representados pelos sinais de mais e menos sobre as taxas de lipólise e lipogênese, respectivamente. Efeitos indiretos, aparentemente, envolvem o complexo IGF e são modulados pelo status nutricional. Fonte: Bauman e Vernon (1993).

1 – Glândula mamária; 2 – Tecido adiposo

Animais em início de lactação encontram-se em balanço energético negativo, no qual a ingestão de matéria seca (MS) não supre as necessidades para manter a produção leiteira, tornando-se necessária a mobilização de reservas corporais. Neste período, os níveis de bST circulante são altos, no entanto, os de IGF-1 são baixos, ou seja, há ação da ST sobre o tecido adiposo, disponibilizando energia para a glândula mamária, mas o eixo ST/IGF-1 é atenuado devido ao status nutricional. A resposta em produção de leite é mínima quando se administra bST no início da lactação (NRC, 1994; Bauman & Vernon, 1993).

O uso de bST eleva a taxa de IGF-1 no sangue e no leite. O tecido da glândula mamária de ruminantes contém receptores para o IGF-1 e durante a lactogênese ocorre aumento em seu número (Bauman & Vernon, 1993). Vacas em lactação, tratadas com bST, apresentaram, entre 6 e 12 horas após a injeção, incremento da concentração de IGF-1 no sangue. O pico deste aumento ocorre aproximadamente 48 horas após. A resposta aparente na produção leiteira acontece 24 horas e a máxima produção entre quatro a seis dias após o início do tratamento. Se o IGF-1 está presente no leite e sua concentração aumenta com o uso de bST, esta mudança pode explicar a possibilidade de mediação da ação da bST pelas IGF-1 na produção leiteira (Bauman & Vernon, 1993).

O leite possui, normalmente, traço de ST, que não se alteram com o uso da bST. Em relação às IGF-1, seus níveis no leite se elevam com o uso da bST, porém encontram-se dentro dos níveis encontrados em vacas que não usaram bST em início de lactação (Bauman, 1992). Este autor, chama a atenção, também, para o manejo dispensado aos animais que usarão bST. Os aspectos referentes à sanidade, práticas de ordenha, programa nutricional e meio devem ser adequados para que o animal produza as respostas esperadas (Figura 3).

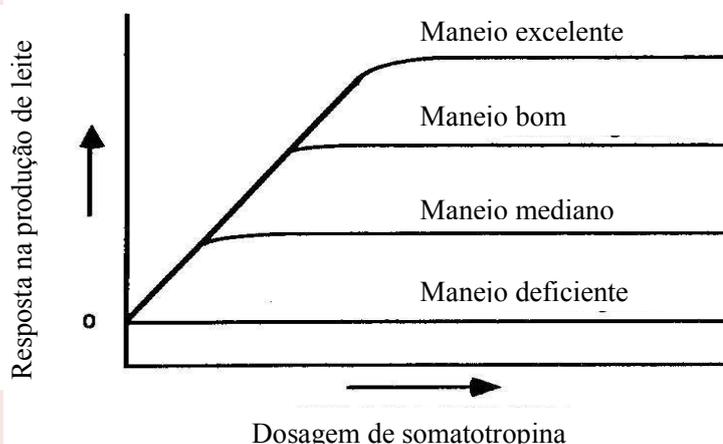


Figura 3. Efeito do manejo sobre a resposta na produção leiteira em vacas recebendo bST

Fonte: Bauman (1992)

O uso de bST proporciona resposta curvilínea na produção leiteira. As dosagens adotadas que tem apresentado melhores resultados encontram-se entre 25-50 mg/dia. Os intervalos de aplicação variam de 7, 14 e 28 dias. Normalmente o pico de produção de leite ocorre no meio do intervalo de injeções, segundo Zinn e Bravo-Ureta (1996) (Figura 4).

Os ganhos em produtividade são fundamentais na estrutura competitiva atual. Na indústria animal as técnicas de biotecnologia como inseminação artificial, transferência de embriões, sexagem e uso de bST, proporcionam ganhos em produtividade. Comparando os ganhos que estas técnicas produzem, Bauman (1992) observou que a bST produz ganhos superiores aos proporcionados pelas outras tecnologias.

Os ganhos proporcionados com o uso de bST na eficiência produtiva, relacionam-se com a melhor utilização de nutrientes na manutenção. Animais com produção leiteira similar possuem os mesmos requerimentos nutricionais, no entanto, a bST determina uma melhor utilização dos nutrientes requeridos para a manutenção, disponibilizando mais nutrientes para a produção (Bauman, 1992).

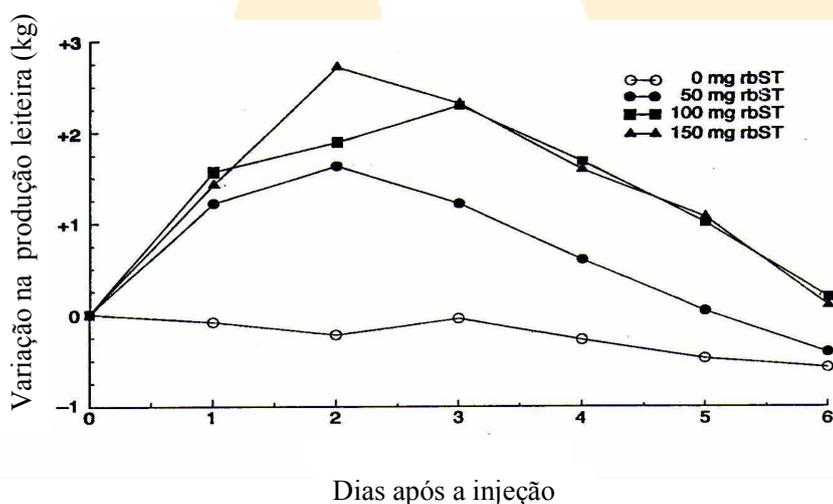


Figura 4. Resposta média diária de acordo com a dosagem de bST.

Fonte: Zinn & Bravo-Ureta (1998).

Outro fator a ser considerado é o impacto no meio ambiente. Ganhos em produtividade podem determinar queda no número necessário de animais para produzir a mesma quantidade de leite. Bauman (1992) elaborou uma série de extrapolações numéricas a partir do rebanho americano (Tabela 2) com o uso da bST e observou queda no número de vacas, com aumento da produção cabeça/dia. A diminuição no número de vacas determinou a redução da quantidade de alimentos necessária para alimentá-los e na produção de resíduos.

A Somatotropina e a produção de leite em búfalas

O uso de bST em búfalas, não altera substancialmente a composição do leite (gordura, proteína, lactose e minerais) (NRC, 1994a). De acordo com Bauman (1992) ocorreu um aumento no percentual de gordura do leite nas primeiras semanas de uso da ST, porém, esta mudança foi temporária. A composição protéica e mineral do leite, também não sofreu alterações.

A composição do leite reflete em sua industrialização, e no caso dos bubalinos, o processamento do leite é um dos fatores mais importantes no ganho em produtividade. Assim, uma diminuição na concentração dos sólidos totais acarretaria reflexos negativos no rendimento industrial. No intuito de observar possíveis alterações na composição e produção de leite em bubalinos submetidos à administração de bST, alguns experimentos têm sido desenvolvidos.

Tabela 2. Impacto do uso de bST sobre o número de animais, necessidade de alimentos e produção de resíduos em vacas de leite (produção leiteira base: 1988)

Variável	Impacto do uso de bST
Animais	
• Número de vacas	↓10,7%
• Produção de leite/vaca	↑12,0%
Alimentos	
• Equivalente energia com grão de milho	↓ 2,5 x 10 ⁹ kg
• Equivalente proteína (far. de soja 44% de PB)	↓ 5,6 x 10 ⁷ kg
Resíduos	
• Esterco	↓ 6 x 10 ⁹ kg
• Urina	↓ 8 x 10 ⁹ L
• N urinário	↓ 8 x 10 ⁷ kg
• Metano	↓ 8 x 10 ¹⁰ L

Fonte: Bauman (1992)

Ludri et al. (1989), na Itália, não observaram aumento no consumo de MS por parte das búfalas sob tratamento com bST (25 e 50 mg/dia), em relação ao grupo controle., conforme se observa na Tabela 3. Em relação a curva de produção de leite, foi observada variação na ocorrência do pico de resposta entre as dosagens; o pico foi no quinto e sétimo dia, para as dosagens de 25 e 50 mg/dia, respectivamente (Figura 5). A produção leiteira das búfalas foi aumentada com o uso de bST. Esse, em relação ao grupo controle foi de 16,8 % e 29,5 % para as dosagens de 25 e 50 mg/dia, respectivamente (Tabela 4). Apesar do aumento na produção leiteira, estes autores não observaram alterações na composição do leite.

Em trabalho desenvolvido na Índia, por período longo, 15 dias de pré-tratamento e 90 de tratamento, com intervalo de aplicação de 15 dias, Srinivasa e Ranganadham (2000), encontram efeitos positivos com o uso da bST sobre a produção de leite. Segundo esses autores, houve diferença significativa entre o controle e o grupo que usou bST.

Na Tabela 5, encontram-se sumarizados os resultados de produção leiteira. Foi observado aumento gradual na produção leiteira até 45 dias, a partir daí, ocorreu uma queda gradual na produção até o final do experimento.

Tabela 3. Média diária de ingestão de matéria seca (MS) em búfalas usando bST

Ingestão de MS (kg/dia)	Tratamento			DMS ¹
	controle	25 mg bST	50 mg bST	
Volumoso				
• Pré-tratamento	10.73	10.20	10.75	0.42
• Tratamento	12.55	12.29	12.55	0.39
• Pós-tratamento	13.35	12.84	13.31	0.62
Concentrado				
• Pré-tratamento	3.34	3.11	3.75	0.69
• Tratamento	3.34	3.11	3.75	0.68
• Pós-tratamento	3.32	3.03	3.72	0.68

Fonte: Ludri et al. (1989) 1 - Diferença mínima significativa

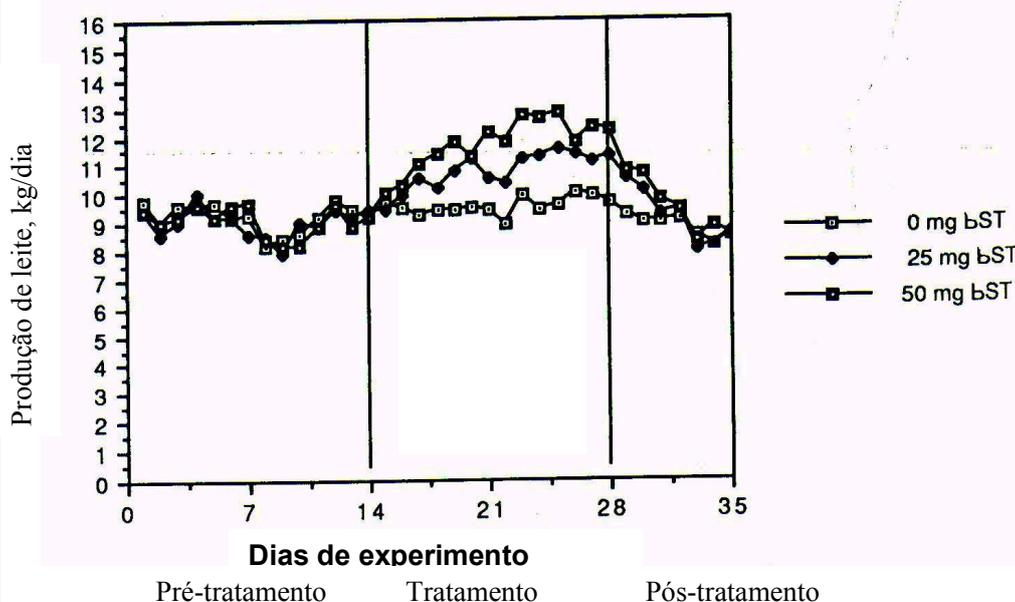


Figura 5. Produção de leite em búfalas tratadas com st, segundo as dosagens utilizadas
Fonte: Ludri et al. (1989)

Os autores concluíram que a administração de bST provocou aumento na persistência da lactação das búfalas, via aumento das IGF-1, produzindo queda na taxa de involução da glândula mamária.

Ainda de acordo com os autores, quanto aos constituintes do leite, não foram encontradas alterações em seus percentuais (Tabela 6). O percentual de gordura no leite não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Segundo os autores a manutenção do percentual de gordura no leite se deve, em parte, ao balanço energético

negativo (mobilização das reservas lipídicas). Os percentuais de proteína e lactose também não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 4. Média diária de ingestão de matéria seca (MS) em búfalas usando bST

Ingestão de MS (kg/dia)	Tratamento			DMS ¹
	controle	25 mg bST	50 mg bST	
Volumoso				
• pré-tratamento	10.73	10.20	10.75	0.42
• Tratamento	12.55	12.29	12.55	0.39
• Pós-tratamento	13.35	12.84	13.31	0.62
Concentrado				
• Pré-tratamento	3.34	3.11	3.75	0.69
• Tratamento	3.34	3.11	3.75	0.68
• Pós-tratamento	3.32	3.03	3.72	0.68

1 - Diferença mínima significativa, Fonte: Ludri et al. (1989)

Tabela 5. Média de produção de leite de búfalas com e sem uso de bST

Período (dias)/tratamento	Tratamentos	
	Controle	bST
	Kg/dia	
Pré-tratamento		
• 15 dias	9,45	8,41
Período experimental		
• 0 – 15	9,17	8,76
• 15 – 30	8,18	9,06
• 30 – 45	8,06	9,28
• 45 – 60	7,24	9,25
• 60 – 75	7,37	8,81
• 75 – 90	6,98	8,1

Fonte: Srinivasa e Ranganadham (2000)

Usmani et al. (1994) em dois experimentos consecutivos, de curta duração (60 dias: 1-20 pré-tratamento; 21-40 tratamento; 41-60 pós-tratamento) observaram elevação da produção leiteira de 28 e 24 % para o primeiro e segundo experimento, respectivamente (Tabela 7).

Observaram também, que os efeitos da bST sobre a produção de leite desapareceu após 30 dias da injeção. Em relação ao teor de gordura, proteína, lactose, minerais e sólidos

totais, os autores não encontraram diferenças entre o grupo tratado com bST e o controle (Tabela 8).

Tabela 6. Efeito da bST sobre a composição do leite de búfalas

Período (dias/trat)	Gordura (%)		Proteína (%)		Lactose (%)	
	C	T1	C	T1	C	T1
Pré-tratamento						
• 15 dias	6,70	7,02	3,65	3,75	5,66	5,34
Período experimental						
• 0 - 15	6,62	6,98	3,68	3,75	5,65	5,46
• 15 - 30	7,20	7,02	3,75	3,73	5,42	5,23
• 30 - 45	6,70	6,88	3,76	3,78	5,43	5,26
• 45 - 60	7,44	7,00	3,83	3,86	5,24	5,24
• 60 - 75	7,02	6,86	3,86	3,88	5,24	5,34
• 75 - 90	7,10	6,88	3,83	3,91	5,28	5,27

C = Controle; T1 = tratamento com bST, Fonte: Srinivasa e Ranganadham (2000)

Tabela 7. Efeito da bST sobre a produção leiteira de búfalas

Varáveis	Trabalho I		Trabalho II	
	Controle	bST	Controle	bST
	Kg/dia			
Produção diária de leite(kg)				
• pré-tratamento (1 ^o -20 ^o dia)	8,6	9,3	6,8	8,4
• tratamento (21 ^o -40 ^o dia)	8,8	12,0	6,6	10,5
• pós-tratamento (41 ^o -60 ^o dia)	8,7	9,8	6,7	8,8
	-	28,0	-	24,0
Percentual de incremento				

Fonte: Usmani et al. (1994)

No Brasil, Jorge et al. (2000), avaliaram os efeitos da bST sobre a produção de leite, encontraram incrementos de 48,52 %; 32,80 % e 32,80 % para as produções totais, corrigido para 270 dias de lactação e média diária, respectivamente. Em relação à duração da lactação, o tratamento com bST diferiu do controle (Tabela 9). Já para a composição percentual do leite, não foram encontradas diferenças para os percentuais de gordura e proteína do leite (Tabela 10).

Tabela 8. Composição do leite de búfalas tratadas e não tratadas com bST

	Controle			bST		
	Pré-trat.	Tratamento	Pós-trat.	Pré-trat.	Tratamento	Pós-trat.
Gordura (%)	6.30	6.22	6.29	6.26	6.63	6.25
Proteína (%)	4.38	4.38	4.32	4.38	4.38	4.36
Lactose (%)	4.92	5.02	5.04	4.89	5.06	4.90
Minerais (%)	0.80	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
Sólidos totais (%)	16.40	16.41	16.24	16.32	16.53	16.30

Fonte: Usmani et al. (1994)

Tabela 9. Produção total, média diária e ajustada de leite e período de lactação em búfalas segundo o tratamento experimental

Parâmetros	Tratamentos			
	Ano I		Ano II	
	Controle	bST	Controle	bST
Produção total de leite (kg)	1.123,34 b	1.668,42 a	1.210,20 b	1.728,40 a
Produção de leite Aj270 (kg)	1.530,90 b	2.033,10 a	1.561,80 b	1.991,15 a
Produção média diária (kg/dia)	5,67 b	7,53 a	5,78 b	7,37 a
Período de lactação (dias)	198,12 b	221,57 a	209,21 b	234,37 a

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey, Fonte: Jorge et al. (2000) e Jorge e Gomes (2001)

Em um segundo experimento, desenvolvido com o mesmo grupo de búfalas, Jorge e Gomes (2001), encontraram resultados semelhantes. O grupo de búfalas tratadas com bST apresentou aumentos de 42,82 %; 27,49 % e 27,51 % nas produções totais, corrigido para 270 dias e média diária, respectivamente, em relação ao grupo controle. Quanto à duração da lactação, a administração de bST produziu diferença em relação ao grupo controle (Tabela 9). Não foram observadas alterações no percentual de gordura e de proteína. No entanto, houve uma redução do percentual de proteína do leite, causado segundo os autores, pelo balanço negativo de nitrogênio (N) temporário, que pode ocorrer no início da administração de bST (Tabela 10).

Conforme os resultados encontrados em vários trabalhos científicos publicados, o uso de bST em búfalas tem proporcionado aumento na produção de leite sem alterar negativamente os teores percentuais dos componentes do leite (gordura, proteína, minerais e sólidos totais).

Ludri et al. (1989), recomendam que por ser um produto recombinante bovino, estudos devem ser feitos no sentido de possíveis respostas imunológicas.

Tabela 10. Produção total, médias diárias de gordura e proteína, porcentagens médias de gordura e de proteína do leite de búfalas segundo o tratamento experimental

Parâmetros	Tratamentos			
	Ano I		Ano II	
	Controle	bST	Controle	bST
Gordura total (kg/lactação)	106,55 b	138,66 a	82,65 b	116,15 a
Gordura média (kg/dia)	0,395 b	0,513 a	0,395 b	0,496 a
Proteína total (kg/lactação)	72,71 b	93,11 a	57,73 b	79,33 a
Proteína média (kg/dia)	0,269 b	3,345 a	0,276 b	0,338 a
% gordura	6,96 a	6,82 a	6,83 a	6,72 a
% proteína	4,75 a	4,58 a	4,77 a	4,59 a

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey, Fonte: Jorge et al. (2000) e Jorge e Gomes. (2001)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme os resultados encontrados em vários trabalhos científicos publicados, o uso de somatotropina bovina em búfalas tem proporcionado aumento na produção de leite sem alterar, negativamente, os teores percentuais dos componentes do leite como gordura, proteína, minerais e sólidos totais.

São necessários a realização de mais experimentos para avaliar, com mais acuidade, os resultados do uso de somatotropina bovina em búfalas, no que se refere a produção.

O nível de resposta observado com o uso de bST em búfalas é similar aos encontrados para bovinos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKERS, R. M.. Lactogenic hormones: binding sites, mammary growth, secretory cells differentiation, and milk biosynthesis in ruminants. **Journal of Dairy Science**, v. 68, 501-519, 1992.

BAUMAN, D. E. Bovine somatotropin: review of emerging animal technology. **Journal of Dairy Science**, 1992 v 75, p. 3.432-3.451.

BAUMAN, D. E.; EVERETT, R. W.; WEILAND, W. H.; et al.. Production response to somatotropin in Northeast dairy herds. **Journal Dairy Science**, v. 82, n , 2.564-2573, 1999.

BAUMAN, D. E.; VERNON, R. G. Effects of exogenous bovine somatotropine on lactation. In: **Annual Review Nutrition**, 1993, v. 13, p. 437-461.

BAUMAN, D.E.; CURRIE, W.B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1514-1529, 1980.

COUTINHO, L. L. Promotores de crescimento. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. de P.. SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4. Piracicaba: FEALQ, 1997. Promotores de crescimento, p. 229-246.

DICKSON, W. M. Endocrinologia, reprodução e lactação. Glândulas endócrinas. In: DUKES, M. J. S. FISILOGIA DOS ANIMAIS DOMÉSTICOS, 10 ed.. Ed. Guanabara. Rio de Janeiro., 1988, cap. 48, p. 659-687.

JORGE, A. M.; GOMES, M. I. F. V.. Efeito da utilização de somatotropina bovina recombinante (bST) sobre a produção de leite em búfalas – ano 2. In: REUNIÃO ANUAL DA SOC. BRAS. DE ZOOTEC, 38. Piracicaba, 2001. **Anais**.Piracicaba: SBZ. 2001, p. 443-444.

JORGE, A. M.; GOMES, M. I. F. V.; HALT, R. C.. Efeito da utilização de somatotropina bovina recombinante (bST) sobre a produção de leite em búfalas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOC. BRAS. DE ZOOTEC., 37. Viçosa, 2000. **Anais**. Viçosa: SBZ. 2000.

LEHNINGER, A. L. Tecnologia de DNA recombinante. In: LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. N. **Princípios de Bioquímicas**. São Paulo: Ed. Sarvier, 1995, cap. Tecnologia de DNA recombinante, p. 1125.

LUDRI, R. S.; UPADAYAY, R. C.; SINGH, M.; et al. Milk production in lactating buffalo receiving recombinant produced bovine somatotropin. **Journal Dairy Science**. v. 72, p. 2283-2287, 1989.

MATTOS, J. C. A de. Melhoramento de bubalinos. In: SAMARA, I. S.; DUTRA, I. do S. FRANCESCHINI, P. H. MOLERO FILHO, J. R.; CHACUR, G. M. **Sanidade e produtividade em búfalos**. Jaboticabal: FUNEP, 1993, p. 17-57.

McGUIRE, M. A.; BAUMAN, D. E. Regulation of nutrient use bovine somatotropin: the key to animal performance and well-being. **Production diseases in farm animals**. 1995. Berlin, Germany. S/N.

NASCIMENTO, C. N. B. do; CARVALHO, L. O. D. de M. ; MOREIRA, E. D. **A representatividade do búfalo para a pecuária brasileira**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1975, 97 p.

NEVES, N. L. B. Contribuição da Bubalinocultura para a produção Leiteira. In: PEIXOTO, A. M. ; MOURA, J. C. ; FARIA, V. P. de. **Caracterização e implementação de uma política para o leite**. Piracicaba: FEALQ, 1985. p. 37-46.

NORMAN, A. W.; LITWACK, G. **Hormones**. Academic Press: San Diego. 2 ed., 1997, cap. 1 p. 1-47.

NRC. Nutrient requirements of dairy cattle.. NATIONAL RESEARCH COUNCIL: National Academy Press, Washington, 20 ed., 2001. Unique aspects od dairy cattle nutrition. Bovine somatotropin, p 184-213.

NRC. Metabolic modifiers. Effects on the nutrient requeriment of food producing animals. NATIONAL RESEARCH COUNCIL: National Academy Press, Washington. 1994. Mechanisms of action metabolic modifiers, p. 5-22. 1994

NRC. Metabolic modifiers. Effects on the nutrient requeriment of food producing animals. NATIONAL RESEARCH COUNCIL: National Academy Press, Washington. 1994. Effects os somatotropin on nutrient requeriments of dairy cattle, p. 23-36. 1994a.

PEEL, C. J.; BAUMAN, D. E. Somatotropin and lactation. **Journal of Dairy Science**, v 70, n. 2 p. 474-486, 1987.

PEEL, J. M.; BATES, P. C.. The nutritional regulation of growth hormone action. **Nutritional Research Reviews**, v. 3, p. 162-192, 1990.

ROSS, R. J. M.; BUCHANAN, C. R. Growth hormone secretion: its regulation and the influence of nutritional factors. **Nutritional Research Reviews**, v. 143-162, 1990.

SEJRSEN, K.; PURUP, S.; VESTERGAAD, M.; WEBER, M. S.; et al.. C. H. Growth hormone and mamary development. **Domestic animal endocrinology**, v. 17, p. 117-129, 1999. Ed. Elsevier.

SRINIVASA, R. K.; RANGANADHAM, M. Effect of bovine somatotropin on milk production and composition in lactating Murrah buffaloes. **Indian Journal of Dairy Science**. v. 53, p. 46-50, 2000.

STUART, I. F.. Endocrine gland and hormones. In: **Human physiology**. Oxford: Ed. WCB, 1993, Endocrine gland and hormones, p. 258-291.

TUCKER, H. A. Hormones, mamary growth, and lactation: a 41-year perspective. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 874-884, 2000.

USMANI, R. H.; ATHAR, I. H.; WARSEY, J. D. Lacto stimulatory effect of recombinant bovine somatotropin hormone in dairy buffaloes. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 4. 1994. Proceeding...São Paulo, 1995, p 153-155.

VILLARES, J. B.; BATISTON, W. C. e SANTIAGO, A. A. Efeitos da ordem de duração da lactação sobre a produção leiteira da búfala. In: RAMOS, A. de A.; VILLARES, J. B. ; MOURA, J. C. de. Bubalinos. Campinas: Fundação Cargill, 1979a. p. 217-234.

VILLARES, J. B.; SANTIAGO, A. A. ; BATISTON, W. C. A produção de leite de búfalas em São Paulo (resultado de 15 anos de controle leiteiro em São Paulo). In: RAMOS, A. de A.; VILLARES, J. B. ; MOURA. J. C. de. Bubalinos. Campinas: Fundação Cargill, 1979b. p. 253-276.

ZINN, S. A.; BRAVO-URETA, B.. The effect of bovine somatotrophin on dairy production, cow health and economics. In: PHILLIPS , C. J. C.. *Progress in Dairy Science* CAC International, Wallingford. 1998, cap. 4, p. 59-85.