

Somatotropina bovina recombinante (rBST) em bezerros Simbrasil e seus efeitos sobre as fibras musculares e o padrão hormonal de T₃, T₄ e IGF-I

Recombinant bovine somatotropin (rBST) administration in Simbrasil calves and its effects on muscle fibers and T₃, T₄ and IGF-I hormonal pattern

MOREIRA, Paulo Sérgio Andrade^{1*}; POLIZEL NETO, Angelo²; JORGE, André Mendes²; SILVEIRA, Antonio Carlos³; CHARDULO, Luis Arthur Loyola⁴

¹Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Medicina Veterinária, Departamento de Produção Animal, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

²Universidade Estadual Paulista, Faculdade Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Produção Animal, Botucatu, São Paulo, Brasil.

³Universidade Estadual Paulista, Faculdade Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, Botucatu, São Paulo, Brasil.

⁴Universidade Estadual Paulista, Instituto Biociências, Departamento de Química e Bioquímica, Botucatu, São Paulo, Brasil.

*Endereço para correspondência: paulomoreira@ufmt.br

RESUMO

Com o objetivo de caracterizar as fibras musculares e avaliar as alterações dos hormônios tireoidianos e IGF-I, em bezerros suplementados em *creep-feeding*, com administração de somatotropina bovina recombinante (rBST), realizou-se o experimento com 64 machos e fêmeas, Simbrasil. O experimento iniciou-se aos 60 dias e foi até os 210 dias de idade. Foram administrados 0,15mg de rBST/kg de peso vivo, em intervalos de 14 dias. Caracterizaram-se morfológicamente as fibras musculares e quantificaram-se as proteínas do tecido muscular, aos 150 e 210 dias de idade, além de terem sido avaliadas as alterações dos hormônios tireoidianos e IGF-I, a cada administração de rBST. Não foi observado aumento no diâmetro médio dos três tipos de fibras musculares. Houve um aumento nos teores de proteína miofibrilar nas fêmeas tratadas com rBST e nos machos. Em relação ao hormônio T₃, não foi detectada influência do uso de rBST, embora haja diferença entre as fêmeas (2,37ng/mL) e os machos (1,95ng/mL). Quanto aos valores do hormônio T₄, as fêmeas apresentaram concentração mais elevadas que os machos, e entre esses houve redução nos animais com rBST. Observou-se menor concentração de

IGF-I nas fêmeas e aumento nos níveis desse hormônio, em ambos os sexos com rBST. O uso de rBST não aumentou o diâmetro das fibras musculares, o que, contudo, ocorreu para os teores de proteína miofibrilar das fêmeas. Ainda, o uso de rBST não influenciou a concentração de T₃, reduziu a de T₄ no machos e promoveu aumento de IGF-I em ambos os sexos.

Palavras-chave: crescimento, hormônio, músculo, proteína miofibrilar

SUMMARY

In order to characterize the muscle fibers and alterations of the thyroid hormones and IGF-I, 64 Simbrasil male and female calves, from 60 until 210 days-old, were supplemented in creep-feeding, with recombinant bovine somatotropin (rBST). A dose of 0.15 mg of rBST/kg of body weight was administrated every 14 days in the animals with rBST. The muscle fibers were characterized, and the proteins were quantified. Alterations hormones and IGF-I were also evaluated. It was not observed any increase in the average diameter of the three types of muscle fibers. The myofibril protein content of the muscle

from the rBST female calves increased, and the same were observed in male calves, independent of rBST administration. It was not found any influence of rBST administration in the T_3 hormone, although the female calves (2.37ng/mL) had greater T_3 concentration than the male calves (1.95ng/mL). Regarding the T_4 hormone, female calves had greater concentration than male calves, in which the rBST administration resulted in a decrease of T_4 concentration. The female calves had lower IGF-I concentration than the male calves, but rBST administration caused an increase in the IGF-I concentration in both gender. In conclusion, the rBST administration did not promote an increase in the muscle fiber diameter, and it happened with the myofibril protein content of the muscle from the females calves. Also, rBST did not influence T_3 concentration, reduced T_4 in male calves and increased IGF-I concentration in both gender.

Keywords: growth, hormone, muscle, myofibril protein

INTRODUÇÃO

Vários estudos são realizados com hormônios naturais e sintéticos, como agentes de crescimento, com o intuito de promover elevação na quantidade e qualidade de carne produzida. A somatotropina bovina (BST) é um produto que tem sido utilizado e que acarreta efeitos, como incremento da divisão celular, aumento do metabolismo de carboidratos e lipídios, além de estimular um aumento na produção de leite. Essas alterações ocorrem por meio de ação direta da rBST em alguns tecidos (hepático e adiposo), indiretamente, e aumentam o fator I de crescimento semelhante à insulina (IGF-I) sanguíneo e sua ação em tecidos como mamário, muscular e ósseo (MOREIRA et al., 2002; NASCIMENTO et al., 2003; RODRIGUES et al., 2008).

Segundo Prado et al. (2003), a hipertrofia das células, devido à síntese protéica e ao crescimento muscular, é controlada principalmente por uma proteína, a somatotropina ou GH. Outros hormônios, como a insulina e os hormônios tireoidianos, estão diretamente envolvidos na regulação da síntese e disponibilidade do GH e IGF, além de formarem o eixo somatotrófico (RENAVILLE et al., 2002).

A administração de GH sob a forma de somatotropina bovina recombinante (rBST) em bovinos de corte em crescimento tem melhorado o desempenho, com maior ganho de peso e melhor eficiência alimentar (MOREIRA et al., 2002), redução da gordura intramuscular e subcutânea (BIANCHINI et al., 2007), aumento na retenção de nitrogênio (KOOHMARAIE et al., 2002), na concentração plasmática de IGF-I (CERVIERI et al., 2005) e dos hormônios tireoidianos (HOLZER et al., 1999).

As ações de crescimento do GH são mediadas pelo IGF-I. Sua produção e disponibilidade são influenciadas pelos hormônios tireoidianos, que atuam na síntese da cadeia peptídica da molécula da IGFs. A avaliação dos efeitos da rBST no desenvolvimento das fibras musculares esqueléticas tem sido empregada para caracterizar a ação desse hormônio sobre o crescimento do tecido muscular em bezerros (VANN et al., 2001, SILVA et al., 2006).

Com base nos efeitos do rBST e hormônios relacionados com o crescimento muscular, no presente estudo, buscou-se caracterizar morfológicamente as fibras musculares, quanto ao tipo e diâmetro, quantificar as proteínas miofibrilares e avaliar as alterações plasmáticas dos hormônios tireoidianos (T_3 e T_4) e IGF-I, mediante administração de somatotropina bovina recombinante (rBST) em bezerros suplementados até a desmama.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em uma fazenda localizada no município de Botucatu, interior do estado de São Paulo, onde foram utilizados 64 animais Simbrasil (5/8 Simental + 3/8 Nelore), 33 fêmeas e 31 machos, devidamente identificados por meio de brincos auriculares, com peso vivo (PV) médio, aos 60 dias de idade, de 114,3kg para os machos e 105,3kg para as fêmeas,

As aplicações de 250mg, via subcutânea, de rBST (Boostin, Coopers do Brasil, Ltda), iniciaram-se aos 60 dias de idade, com repetição a cada 14 dias, até o desmame, que ocorreu aos 210 dias de idade, o que resultou num total de onze aplicações durante todo o período experimental (150 dias).

A partir do nascimento e durante todo o período experimental, os bezerros foram mantidos juntamente com as matrizes progenitoras, em pastagem cultivada de *Brachiaria decumbens* e suplementados com complexo mineral-protéico (Nutrumin) desde os 60 dias de idade em sistema *creep-feeding*. O suplemento foi fornecido *ad libitum* aos animais, com 19%, 3,5% e 77%, respectivamente, de proteína bruta, extrato etéreo e nutrientes digestíveis totais, em cochos adequadamente dimensionados.

Os animais foram divididos aleatoriamente em dois grupos experimentais com dois tratamentos cada. 16 fêmeas foram suplementadas com rBST, 17 fêmeas controle suplementadas com placebo, 15 machos suplementados com rBST e 16 machos controle suplementados com placebo. A dosagem de rBST administrada aos animais foi de 0,15mg/kg de PV, para cada grupo, ajustada de acordo com o PV em média a cada 14 dias. Foi ainda ministrada solução salina como placebo na mesma proporção dos animais

controle. Ambas foram realizadas na região do músculo coccígeo, na base da cauda.

Para caracterização morfológica das fibras musculares e quantificação das proteínas do tecido muscular esquelético, foram realizadas biópsias do músculo *Semitendinosus*, em dois momentos do período experimental: aos 150 e 210 dias de idade dos animais, e esse último coincidiu com o desmame. Os fragmentos de tecido muscular obtidos foram coletados de oito animais por tratamento experimental, sorteados ao acaso. As biópsias foram realizadas nos mesmos animais selecionados para os grupos experimentais aos 150 dias e 210 dias, segundo técnica descrita por Dubowitz (1985), e a escolha do músculo *Semitendinosus* foi baseada em sua localização anatômica e discreta cobertura de gordura, o que permitiu fácil acesso durante os procedimentos de biópsia, de acordo com o proposto por Pereira Filho et al. (2005).

Os fragmentos de biópsia coletados foram imediatamente imersos em nitrogênio líquido durante um minuto, onde permaneceram congelados depois de serem acondicionados em tubos plásticos. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Morfologia e Histologia da UNESP-Botucatu.

Na caracterização morfológica, quanto ao tipo e diâmetro das fibras musculares, os fragmentos do músculo *Semitendinosus* foram retirados do nitrogênio líquido e transferidos para um micrótomo criostato a - 20°C (Keichert Jung, modelo CM 1800, Leica), onde foram seccionados em corte transversais no sentido das fibras, com 10 µm de espessura, e submetidos à técnica de fixação de lâmina por Hematoxilina Eosina, conforme metodologia descrita por Dubowitz (1985).

As fibras musculares foram classificadas de acordo com Carani et

al., (2006), com a nomenclatura que segue: SO (*Slow Oxidative*) fibras de contração lenta e metabolismo oxidativo; FOG (*Fast Oxidative Glycolitic*) fibras de contração rápida e metabolismo oxidativo-glicolítico e FG (*Fast Glycolitic*) fibras de contração rápida e metabolismo glicolítico (PEINADO et al., 2004). Para ser avaliado o metabolismo oxidativo e glicolítico, os cortes transversais foram submetidos à Nicotinamida Adenina Tetrazólio Redutase (NADH-TR) e, para verificação das características contráteis das fibras, utilizou-se a reação ATPase miofibrilar (m-ATPase) após pré- incubação em meio ácido (pH 4,6) e alcalino (pH 10,4), conforme metodologia descrita por Dubowitz (1985).

Quanto à mensuração da hipertrofia das fibras, foi mensurado o menor diâmetro (μm), conforme metodologia descrita por Dubowitz (1985). Empregou-se, para leitura dos campos, um microscópio óptico (Optovar 1,25, objetiva 16X, ocular 8X), ao qual foi acoplado um sistema analisador de imagem computadorizado. No total, foram analisadas 150 fibras por amostra, 100 de contração rápida (50 fibras FG e 50 fibras FOG) e 50 de contração lenta (SO).

Na determinação do teor de proteína miofibrilar total, as amostras foram preparadas a partir da homogeneização de 1,0g de tecido muscular em 10mL de solução tampão de Lise (50mM Tris, 0,25M sacarose e 1mM EDTA, de pH 7,6 a 4°C) em homogeneizador Ultraturax. O extrato de músculo obtido total foi centrifugado a 1000rpm por 10 minutos a 4°C, o sobrenadante (proteínas sarcoplasmáticas) foi descartado, e as miofibrilas, ressuspensas em 10mL de 50mM Tris-HCl e 1mM EDTA, de pH 7,6 a 4°C e novamente centrifugadas a 1000rpm

durante dez minutos. Em seguida, foi descartado novamente o sobrenadante, e repetido o tratamento com 10mL de 0,15M KCl, a 4°C, ressuspensas as miofibrilas conforme supracitado, e avaliado o teor de proteína miofibrilares pelo o método de Kjeldahl.

Para avaliar as alterações hormonais foram realizadas coletas de sangue de todos os animais a cada 14 dias, através de venipuntura da veia jugular direita, na região do pescoço, em tubos com EDTA. Amostras de sangue foram obtidas a partir da primeira administração de rBST, ou seja, aos 60 dias de idade, o que perdurou até os 210 dias, com o desmame dos animais. Os tubos foram mantidos sob refrigeração até serem centrifugados, a 5000rpm, durante dez minutos, quando o plasma sobrenadante foi coletado e acondicionado em dois tubos *ependorf*, em quantidades aproximadas de 1,0mL cada, e posteriormente congelados a - 20°C até a realização das análises laboratoriais.

A determinação do IGF-1 foi realizada por ensaio radioimunométrico, por meio do kit DSL-5600 Active IGF-1 IRMA (DSL, Webster, Texas, EUA), enquanto que, para a quantificação de T₃ e T₄, foi realizado radioimunoensaio, segundo os protocolos dos kits humanos adaptados, GammaCoat T₃ [¹²⁵I] RIA (DPC-Medlab, Los Angeles, CA, EUA) e GammaCoat [¹²⁵I] Total T₄ (DPC-Medlab, Los Angeles, CA, EUA), respectivamente. Ambos são métodos competitivos, realizados em tubos revestidos de anticorpos, e, na determinação do T₄, inicialmente é feita a separação do hormônio de suas proteínas ligantes. A leitura dos tubos marcados, nas análises de IGF-I, T₃ e T₄, foi realizada em contador gama (Gamma C-12, DPC Medlab, Los Angeles, CA, EUA), e os dados foram gerados em programa específico calibrado para cada hormônio.

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado no esquema de parcelas subdivididas no tempo. Os fatores rBST e sexo foram arrançados em fatorial (2 x 2) na parcela, e o período constituiu a subparcela. Os dados de caracterização das fibras musculares, da quantificação da proteína miofibrilar e das concentrações hormonais foram analisados como medidas repetidas no tempo (KAPS & LAMBERSON, 2004). Antes de se realizar a análise de variância, os dados passaram por testes para verificação dos pressupostos da ANOVA, tais como teste da normalidade dos erros, da homocedasticidade, etc. Assim, foi verificado que os pressupostos não foram violados e permitiram o emprego da ANOVA. Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância, pelo procedimento GLM do

programa computacional *Statistical Analysis System* 6.12 (SAS, 2002), e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, com diferença significativa quando $P < 0,05$, em que P é o nível de significância associado à estatística calculada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados observados na Tabela 1 mostram um discreto aumento no diâmetro médio dos três tipos de fibras musculares (FG, FOG e SO) entre os dois momentos de coleta, ou seja, aos 150 e 210 dias de idade dos animais, no mesmo tratamento experimental, porém diferença essa não significativa estatisticamente ($P > 0,05$).

Tabela 1. Valores médios e desvios padrão do diâmetro (μm) dos três tipos de fibras musculares, de acordo com sexo, tratamento com rBST e idade

Tratamento	Idade (dias)					
	150			210		
	FG ⁺	FOG ⁺	SO ⁺	FG ⁺	FOG ⁺	SO ⁺
Fêmeas tratadas com rBST	36,8±8,11 ^a	48,7±11,1 ^a	27,4±8,71 ^a	36,9±10,5 ^a	48,8±10,0 ^a	30,4±8,89 ^a
Fêmeas controle	32,5±8,73 ^a	47,8±10,1 ^a	26,0±7,08 ^a	36,7±10,1 ^a	52,9±10,5 ^a	29,0±7,95 ^a
Machos tratados com rBST	38,6±7,73 ^a	50,7±11,6 ^a	28,1±7,54 ^a	39,6±9,53 ^a	51,1±10,9 ^a	32,8±7,99 ^a
Machos controle	37,8±10,0 ^a	46,7±11,5 ^b	26,9±6,37 ^a	37,9±10,4 ^a	52,2±11,9 ^a	28,5±7,47 ^a

^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

⁺FG = *Fast Glycolitic*; FOG = *Fast Oxidative Glycolitic*; SO = *Slow Oxidative*.

Essa similaridade entre o diâmetro médio das fibras, nos diferentes momentos de amostragem, pode estar associada ao pequeno intervalo entre as coletas (60 dias), o que não permitiu determinar diferença significativa. Hawkins et al. (1995), em trabalho com

ovinos, também não encontraram aumento do diâmetro médio das fibras paralelamente ao do peso vivo. Cervieri et al. (2005), no entanto, encontrou relação positiva entre o aumento médio do diâmetro das fibras e o aumento do peso corporal, o que

ocorre da mesma maneira no trabalho de Moreira et al. (1998), que observaram aumento para as fibras de contração lenta e para as fibras de contração rápida, conforme elevação do peso vivo em fêmeas pós-desmama, aos 18 meses de idade. Esses resultados podem estar associados ao período entre as amostras, em discordância com os resultados não significativos relacionados ao pequeno intervalo entre as amostras (60 dias).

Os valores encontrados quanto ao diâmetro médio das fibras, independentes do tratamento experimental, foram maiores para fibras FOG (49,86 μ m), intermediários para as fibras FG (37,10 μ m) e menores para as

fibras SO (28,63 μ m), com diferença estatística entre elas ($P < 0,05$). Os resultados aqui obtidos corroboram os de Sink et al. (1985), que observaram menor diâmetro das fibras SO e maior diâmetro das FOG.

Na Tabela 2, observou-se aumento significativo ($P < 0,05$) de 18,8% nos teores de proteína miofibrilar com o aumento da idade dos animais, contudo, não foi detectado efeito de sexo ($P > 0,05$). Aos 150 dias de idade, encontrou-se média de proteína miofibrilar de 155,35mg, enquanto que, nos 210 dias, o valor encontrado foi de 184,67mg.

Tabela 2. Valores médios e desvios padrão dos teores de proteína miofibrilar (mg), de acordo com sexo, tratamento com rBST e idade

Tratamento	Idade (dias)	
	150	210
Fêmeas tratadas com rBST	160,5 \pm 10,4 ^{ab}	192,7 \pm 14,5 ^{aA}
Fêmeas controle	145,1 \pm 11,3 ^{bA}	167,0 \pm 13,2 ^{bA}
Média geral fêmeas	152,8 \pm 10,8	179,85 \pm 13,8
Machos tratados com rBST	152,3 \pm 9,81 ^{ab}	190,2 \pm 13,0 ^{aA}
Machos controle	163,6 \pm 11,4 ^{ab}	188,9 \pm 9,89 ^{aA}
Média geral machos	157,95 \pm 10,6	189,55 \pm 11,4

^{A,B,a,b}Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na mesma linha e letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Houve efeito do tratamento com rBST ($P < 0,05$) sobre o conteúdo de proteína miofibrilar no músculo dos animais, observado entre 150 dias e 210 dias de idade. Foi registrada interação ($P < 0,05$) entre sexo e administração de rBST sobre o conteúdo de proteína miofibrilar do músculo *Semitendinosus*. Entre os machos, a administração de rBST não afetou o teor de proteína miofibrilar (Tabela 2), enquanto, nas fêmeas que foram submetidas à administração de rBST, houve aumento significativo

($P < 0,05$), indicador de que o rBST proporciona aumento de proteína miofibrilar apenas em fêmeas e não possui efeito em machos.

Entre os sexos, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) quanto aos teores de proteína miofibrilar, e foi encontrado valor médio de 152,8 e 157,95mg aos 150 dias e 179,8 e 189,5mg, respectivamente, para fêmeas e machos. A administração de rBST, por outro lado, não influenciou ($P > 0,05$) o teor de proteína miofibrilar na primeira coleta

(aos 150 dias). Contudo, foi observada diferença ($P < 0,05$) no teor na segunda coleta, com média dos animais não tratados inferior (177,9mg) à dos tratados com rBST (191,45). Isso indica que a rBST possui o efeito de aumentar a proteína miofibrilar em animais próximos à desmama, associado ao crescimento de peso vivo.

Não foi observado ($P > 0,05$) efeito de interação entre sexo e tratamento com somatotropina recombinante bovina para as concentrações hormonais de T_3 , T_4 e IGF-I. Dessa forma, os valores médios foram apresentados na Tabela 3 por sexo e respectivos tratamentos.

Tabela 3. Valores médios e desvios padrão da dosagem hormonal de T_3 (ng/mL), T_4 ($\mu\text{g/dL}$) e IGF-1 (ng/mL) de acordo com sexo e tratamento com rBST

Tratamento	Hormônio		
	T_3	T_4	IGF-1
Fêmeas tratadas com rBST	2,44 \pm 1,0 ^a	8,31 \pm 2,5 ^a	188,6 \pm 11 ^b
Fêmeas controle	2,30 \pm 1,0 ^a	8,18 \pm 2,5 ^a	135,8 \pm 12 ^c
Machos tratados com rBST	1,86 \pm 1,0 ^b	6,75 \pm 2,5 ^b	200,1 \pm 20 ^a
Machos controle	2,04 \pm 1,1 ^b	8,17 \pm 2,4 ^a	182,9 \pm 14 ^b

^{a,b,c}Médias seguidas de letra distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Na dosagem do hormônio tireoidiano T_3 , houve diferença ($P < 0,05$) entre sexos, e as fêmeas apresentaram valores médios superiores em relação aos machos (2,37 e 1,95ng/ml, respectivamente). Porém, a somatotropina recombinante não influenciou ($P > 0,05$) as concentrações de T_3 , em avaliação dentro do mesmo grupo sexual.

Esses resultados concordam com os relatados por Cervieri et al. (2005), que encontraram valores médios de T_3 de 2,07ng/mL em bezerros de idade similar ao presente estudo, tratados com 1,4 mg de rBST/kg de peso vivo a cada 14 dias. Holzer et al. (1999) também não observaram diferença entre os bezerros tratados com rBST e os animais controle. Gerrits et al. (1998), a partir de trabalho com novilhos, relataram que o aumento sérico de T_3 diminui a resposta de IGF I à ação da rBST e, conseqüentemente, reduz a taxa de deposição de proteínas nos tecidos.

Relações entre os hormônios tireoideanos e o eixo somatotrófico são importantes, uma vez que agem na síntese de receptores de somatomedinas, influenciam a síntese e a secreção do hormônio de crescimento pela pituitária, regulam a ação desse hormônio sobre os ossos e controlam a expressão do mRNA de IGF I.

Para o hormônio tireoidiano T_4 , as fêmeas apresentaram valores médios mais elevados ($P < 0,05$) em relação aos machos não tratados, o que demonstra a influência exercida pelo sexo sobre os níveis dos hormônios tireoidianos, T_3 e T_4 . Dentro do mesmo sexo, as fêmeas tratadas com rBST não diferiram ($P > 0,05$) das fêmeas controle (8,31 versus 8,18 $\mu\text{g/dL}$). Por outro lado, os machos tratados com rBST apresentaram valores inferiores ($P < 0,05$) aos animais controle (6,75 versus 8,17ng/mL). Esses resultados concordam com os relatados por Holzer et al. (1999) e Cervieri et al. (2005), que encontraram,

em bezerros, concentração plasmática do hormônio T₄ superior nos tratados com rBST em relação aos controle. Em discordância com esses resultados, Holzer et al. (2000) não observaram diferença na concentração plasmática de T₄ em bezerros da raça Holandesa confinados e tratados com somatotropina bovina recombinante (Polisac®, Monsanto)

O T₄ principal hormônio secretado pela tireóide se converte em T₃ no fígado e rins e corresponde à forma biologicamente ativa. Resultados demonstram que a ação do rBST nos machos influenciou a secreção de T₄, como também a conversão em sua forma ativa.

O sexo influenciou (P<0,05) a concentração plasmática de IGF-I, e as fêmeas apresentaram menores valores que os machos (162,2 versus 191,5ng/mL). Esse resultado está de acordo com o observado por Davis & Simmen (2000), que, mediante trabalho com bovinos jovens em confinamento, relataram valores de IGF-I das fêmeas próximos aos da metade dos encontrados nos machos. Segundo Andrae et al. (2001), grande parte das variações encontradas no desempenho, crescimento dos tecidos e características de carcaça e de carne entre bovinos, machos e fêmeas, são explicadas pelas diferenças encontradas nas concentrações plasmáticas dos hormônios do eixo somatotrófico.

Independente do sexo, animais tratados com rBST apresentam maiores concentrações de IGF-I que animais controle (194,35 versus 159,35ng/mL). Esses resultados corroboram os relatados por Cervieri et al. (2005), que observaram aumento de 34,1% na concentração de IGF-I nos animais tratados com rBST, o que também foi confirmado com os estudos envolvendo bovinos (TRIPP et al., 1998).

O aumento das doses de rBST influencia nas concentrações de IGF-I, conforme observado por Moseley et al. (1992), que

propuseram que a elevação da concentração plasmática do IGF-I, em parte, é a responsável pela atividade promotora do crescimento pela somatotropina, apesar de que, nos animais do presente estudo, não se observou diferença de peso vivo (MOREIRA et al., 2002).

Machos tratados com rBST apresentaram valores médios superiores (P<0,05) aos animais não suplementados (200,1 versus 182,9ng/mL), o que está em concordância com os relatos de Cervieri et al. (2005), que encontraram valores de 213,6 e 159,28ng/mL, para machos tratados com rBST e não tratados, respectivamente. Portanto, concentrações de IGF I podem ser uma importante ferramenta para o melhoramento genético e auxiliam a seleção para obtenção de animais com características para qualidade de carne.

Da mesma forma, os valores médios de IGF-I foram superiores (P<0,05) para fêmeas tratadas com rBST (188,6ng/mL), quando comparadas às não tratadas (135,8ng/mL), o que discorda dos resultados de Prado et al. (2003), embora esses autores tenham trabalhado com fêmeas de 18 meses de idade. De certa forma, isso pode ter propiciado a ausência de diferença entre animais tratados ou não com 250mg de rBST.

A utilização de rBST em fêmeas jovens pode desempenhar ação decisiva no desempenho e metabolismo desses animais, pois exerce papel fundamental sobre o controle homeorrético da partição dos nutrientes.

Assim, o uso de rBST aumenta a concentração de IGF-I em ambos os sexos, mas não influencia o diâmetro médio das fibras musculares, promove incremento nos teores de proteína miofibrilar nas fêmeas, sem alteração nos machos. Além disso, não influencia a concentração de T₃ e contribui para a redução na concentração do T₄ somente nos machos.

REFERÊNCIAS

- ANDRAE, J.G.; DUCKETT, S.K.; HUNT, C.W.; PRITCHARD, G.T.; OWENS, F.N. Effects of feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. **Journal of Animal Science**, v.79, n.3, p.582-588, 2001. [[Links](#)].
- BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A.C.; JORGE, A.M.; ARRIGONI, M.D.B.; MARTINS, C.L.; RODRIGUES, E.; HADLICH, J.C.; ANDRIGHETTO, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2109-2117, 2007. Supl. [[Links](#)].
- CARANI, F.R.; MOREIRA, P.S.A.; CARVALHO, R.F.; PADOVANI, C.R.; CHARDULO, L.A.L.; SILVA, M.D.P. Histochemistry and growth characteristics of bovine semitendinosus muscle exposed to recombinant bovine somatotropin (rbst). **Brazilian Journal of Morphological Sciences**, v. 23, n.2, p.263-270, 2006. [[Links](#)].
- CERVIERI, R.C.; ARRIGONI, M.D.B.; CHARDULO, L.A.; SILVEIRA, A.C.; OLIVEIRA, H.N.; MARTINS, C.L. Peso vivo final, ganho de peso, características de carcaças, concentração plasmáticas de IGF-I e hormônios tireoidianos de bezerros mestiços Angus-Nelore, recebendo somatotropina bovina recombinante (rBST) até a desmama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2009-2019, 2005. [[Links](#)].
- DAVIS, M.E.; SIMMEN, R.C.M. Genetic parameter estimates for serum insulin-like growth factor-I concentration and carcass traits in Angus beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.78, n.9, p.2305-2313, 2000. [[Links](#)].
- DUBOWITZ, V. Normal muscle. In: **Muscle Biopsy: a practical approach**. 2.ed. London: Bailliere Tindall London, 1985. 418p. [[Links](#)].
- GERRITS, W.J.J.; DECUYPERE, E.; VERSTEGEN, M.W.A.; KARABINAS, V. Effect of protein and protein-free energy intake on plasma concentrations of insulin-like growth factor I and thyroid hormones in preruminant calves. **Journal of Animal Science**, v.76, n.5, p.1356-1363, 1998. [[Links](#)].
- HAWKINS, R.R.; MOODY, W.G.; KEMP, J.D. Influence of genetic type, slaughter weight and Sex on ovine muscle fiber and fat-cell development. **Journal of Animal Science**, v.61, p.1154-1163, 1985. [[Links](#)].
- HOLZER, Z.; AHARONI, Y.; BROS, A. The effects of long-term administration of recombinant bovine somatotropin (Posilac) and Synovex on performance, plasma hormone and amino acid concentration, and muscle and subcutaneous fat fatty acid composition in Holstein-Friesian bull calves. **Journal of Animal Science**, v.77, n.6, p.1422-1430, 1999. [[Links](#)].
- HOLZER, Z.; AHARONI, Y.; BROS, A.; The influence of recombinant bovine somatotropin on dietary energy level related growth of Hostein-Friesian bull calves. **Journal of Animal Science**, v.78, n.2, p.621-628, 2000. [[Links](#)].

KAPS, A.; LAMBERSON, W.
Bioestatistic for Animal Science.
USA: CABI publishing, 2004. 445p.
[[Links](#)].

KOOHMARAIE, M.; KENT, M.P.;
SHACKELFORD, S.D.; VEISETH,
E.; WHEELER, T.L. Meat
tenderness and muscle growth: is
there any relationship? **Meat
Science**, v.62, n.3, p.345-352, 2002.
[[Links](#)].

MOREIRA, P.S.A.; CHARDULO,
L.A.; SILVEIRA, A.C.; FURLAN,
L.R.; ARRIGONI, M.B; DAL PAI, V.
Efeito da aplicação da somatotropina
bovina recombinante (rBST), sobre a
hipertrofia das fibras musculares
esqueléticas e precocidade
reprodutiva de novilhas Nelore em
regime de pastejo. **Pesquisa
Agropecuária Brasileira**, v.35, n.9,
p.1853-1860, 2000. [[Links](#)].

MOREIRA, P.S.A.; SILVEIRA,
A.C.; ARRIGONI, M.B;
CHARDULO, L.A.; DAL PAI, V.
Somatotropina bovina recombinante
(rBST) no desempenho e
características corporais de bezerros
mestiços alimentados em creep-
feeding. **Acta Scientiarum**, v.24, n.4,
p.1093-1097, 2002. [[Links](#)].

MOSELEY, W.M.; PAULISSEN,
J.B.; GOODWIN, M.C.; ALANIZ,
G.R.; CLAFLIN, W.H. Recombinant
bovine somatotropin improves growth
performance in finishing beef steers.
Journal of Animal Science, v.70,
n.2, p.412-425, 1992. [[Links](#)].

NASCIMENTO, W.G.; PRADO, I.N.;
RIGOLON, L.P.; MARQUES, J.A.;
WADA, F.Y.; MATSISHITA, M.;
SCOMPARI, V.X. Somatotropina
bovina recombinante (rbst) sobre o
desempenho e a digestibilidade
aparente de novilhas (½ Nelore x ½
Red Angus) em confinamento. **Revista
Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2,
p.456-464, 2003. [[Links](#)].

PEINADO, B.; LATORRE R.;
VASQUEZ, N.J.M.A.; POTO, A.;
RAMIREZ G.; LOPEZ-ALBORS, O.;
MORENO, F.; GIL, F. Histochemical
Skeletal Muscle Fibre Types in the
Sheep. **Anatomy Histology
Embryology**, v.33, n.4, p.236-243,
2004. [[Links](#)].

PEREIRA FILHO, J.M.; RESENDE,
K.T.; TEIXEIRA I.A.M.A.;
SOBRINHO, A.G.S.; YAÑEZ, E.A.;
FERREIRA, A.C.D. Efeito da restrição
alimentar no desempenho produtivo e
econômico de cabritos F1 Boer x
Saanen. **Revista Brasileira Zootecnia**,
v.34, n.1, p.188-196, 2005.
[[Links](#)].

PRADO, I.N.; SOUZA, N.E.; LOBO
JÚNIOR, A.R.; ALBUQUERQUE,
K.P.; DUCATTI, T.; DUCA, A.C.
Somatotropina Bovina Recombinante
(rBST) nos Aspectos Hematológicos e
Metabólicos do Sangue de Novilhas
(½Nelore + ½Red Angus) em
confinamento. **Revista Brasileira de
Zootecnia**, v.32, n.2, p.465-472, 2003.
[[Links](#)].

RENAVILLE, R.; HAMMADI, M.;
PORTETELLE, D. Role of the
somatotropic axis in the mammalian
metabolism. **Domestic Animal
Endocrinology**, v.23, n.2, p.351-360,
2002. [[Links](#)]

RODRIGUES, E.; ARRIGONI, M.B.;
JORGE, A.M.; IANCHINI, W.;
HADLICH, J.C.; MOREIRA, P.S.A.;
MARTINS, C.L. Características físicas
e químicas da carne de novilhas de
diferentes grupos genéticos no modelo
biológico superprecoce. **Revista
Brasileira Saúde Produção Animal**,
v.9, n.3, p.594-604, 2008. [[Links](#)].

SILVA, M.D.P.; CARVALHO, R.F.
Mecanismos celulares e moleculares
que controlam o desenvolvimento e o
crescimento muscular. **Revista
Brasileira de Zootecnia / Brazilian
Journal of Animal Science**, v.36, ,
p.21-31, 2007. Supl. [[Links](#)]

SINK, J.D.; TURGUT, H.; MANN,
O.M. Dynamics of physiological
changes in bovine myofibril during
growth and sexual development.
Experimental Cellular Biologic, v.53,
n.3, p.170-179, 1985. [[Links](#)]

SAS INSTITUTE. **Software and
services**: system for Windows. Versão
8.0. Cary, 2002. [[Links](#)].

TRIPP, M.W.; HOAGLAND; T.A.;
DAHL, G.E.; KIMREY, A.S.; ZINN;
S.A. Methionine and somatotropin
supplementation in growing beef cattle.
Journal of Animal Science, v.76, n.4,
p.1197-1203, 1998. [[Links](#)]

VANN, R.C.; ALTHEN, T.G.; SMITH,
W.K.; VEENHUIZEN, J.J.; SMITH,
S.B. Recombinant bovine somatotropin
(rBST) increases size and proportion of
fast glycolytic muscle fiber in
semitendinosus muscle of creep-fed
steers. **Journal of Animal Science**,
v.79, n.1, p.108-114, 2001. [[Links](#)]

Data de recebimento: 31/10/2008

Data de aprovação: 04/12/2009