

EFEITO DA SOMATOTROPINA BOVINA RECOMBINANTE NO DESEMPENHO E NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA CARNE DE BOVINOS¹

LUIS ARTHUR LOYOLA CHARDULO², ANTÔNIO CARLOS SILVEIRA³, LUIZ ROBERTO FURLAN⁴,
MÁRIO DE BENI ARRIGONI, CINIRO COSTA⁵ e HENRIQUE NUNES DE OLIVEIRA⁶

RESUMO - O presente estudo objetivou avaliar as respostas da aplicação da somatotropina bovina recombinante (rbST) no ganho de peso, eficiência alimentar e características químicas da carne de bovinos jovens. Foram utilizados 59 bovinos inteiros: 30 mestiços Simmental x Nelore e 29 Nelores com idade entre sete a oito meses e pesos de 236 e 116 kg, respectivamente. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2, com dois níveis de rbST (0 e 250 mg/animal/14 dias) e dois grupos raciais, subdivididos em duas fases experimentais. A dieta consistiu de silagem de milho e concentrado, balanceada para ganho diário de 0,8 kg na Fase I (70 dias) e 1,3 kg na Fase II (98 dias). Os animais foram abatidos aos 13 meses de idade e analisados quanto ao rendimento de carcaça e características químicas do músculo *Longissimus dorsi*. Os resultados mostraram que os animais mestiços superaram ($P < 0,01$) os da raça Nelore quanto ao ganho de peso e peso final de abate. A suplementação com rbST, independentemente da raça, não influenciou o ganho de peso, peso final, peso de carcaça e as características químicas da carne ($P > 0,05$). A aplicação da rbST melhorou a eficiência alimentar em 11,91% nos mestiços e em 24,32% nos Nelore, na Fase II do experimento.

Termos para indexação: crescimento de bovinos, hormônio de crescimento, qualidade de carne, precocidade.

EFFECTS OF RECOMBINANT BOVINE SOMATOTROPIN ON PERFORMANCE AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF MEAT OF BULLS

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effects of the use of recombinant bovine somatotropin (rbST) in weight gain, feeding efficiency and chemical characteristics of meat of young bulls. Fifty nine young bulls were used: 30 crossbred Simmental x Nelore and 29 Nelore aging between seven to eight months, weighing 236 and 116 kg, respectively. A randomized experiment in a 2 x 2 factorial arrangement was used. There were two levels of rbST (0 and 250 mg/animal/14 days) and two breed groups subdivided in two experimental phases. Diet was based on corn silage and concentrate aiming at a weight gain of 0.8 a day for Phase I (70 days) and 1.3 kg for Phase II (98 days). Animals were slaughtered at 13 months of age and the measurements of carcass dressing and meat quality were taken. Results showed that cross-breeding animals overcame ($p < .01$) the Nelore breed in weight gain and final weight at slaughtering. Use of rbST has not influenced weight gain, final weight, carcass weight and chemical characteristics of meat ($p > .05$). The use of rbST improved feeding efficiency 11.91% for crossbred and 24.32% for Nelore in Phase II.

Index terms: bovine growth, growth hormone, meat quality, precocity.

¹ Aceito para publicação em 22 de agosto de 1997.

Extraído da Dissertação do primeiro autor apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da UNESP, campus de Botucatu.

² Zootecnista, M.Sc., Dep. Tecnologia, FCA, UNESP, Rodovia Carlos Tonanni, km 5, CEP 14870-000 Jaboticabal, SP.

³ Eng. Agr., Prof. Titular, Dep. Melhoramento e Nutrição Animal (DMNA), FMVZ, UNESP, Caixa Postal 560, CEP 18600-000 Botucatu, SP.

⁴ Zootecnista, Prof. Assistente, DMNA, FMVZ, UNESP, Botucatu, SP.

⁵ Zootecnista, Dr., Prof. Assistente, DMNA, FMVZ, UNESP, Botucatu, SP.

⁶ Méd. Vet., Dr., Prof. Assistente, DMNA, FMVZ, UNESP, Botucatu, SP.

INTRODUÇÃO

O crescimento é o fator mais importante de produção animal, pois caracteriza-se como um processo de desenvolvimento corporal de elevada eficiência econômica, praticado em animais jovens.

Assim sendo, a intensificação na velocidade do crescimento muscular, aliada a uma rápida terminação da carcaça parece ser a maneira mais factível e eficiente de se obter um produto de melhor qualidade e competitividade no atual mercado consumidor de carne.

Owens et al. (1993) consideraram que entre os principais fatores que alteram o crescimento dos ruminantes, destacam-se as inter-relações do tamanho corporal à maturidade (*Frame-size*), a utilização dos nutrientes para a formação dos diversos tecidos corporais e as técnicas de manipulação e avaliação do crescimento.

No crescimento, os sinais que refletem o *status* nutricional e metabólico possuem grande influência na atividade produtiva dos ruminantes (Steiner et al., 1983), no qual não se pode ignorar o papel central do hormônio de crescimento (GH) ou somatotropina.

Com a obtenção da somatotropina bovina pela técnica do DNA recombinante (rbST), foi obtido um número cada vez maior de informações a respeito da ação do GH exógeno em ruminantes. Contudo, tem-se verificado respostas pouco conclusivas com o uso da rbST na produção de carne bovina, por uma série de fatores externos e intrínsecos ao animal. Entre tais fatores destacam-se a dosagem de GH, forma e período de administração (Dalkeet et al., 1992; Moseley et al., 1992), sexo (Hannon et al., 1991) e fase de produção animal (Schwarz et al., 1993), bem como a dieta, que pode alterar a ação partidora de nutrientes da rbST (Maltin et al., 1990; Schwarz et al., 1993; Hall et al., 1994), com grande impacto no desempenho animal.

As informações na literatura, com relação aos métodos utilizados para avaliação e estudo do crescimento do tecido muscular adiposo e seus reflexos no desempenho animal e qualidade de carne, são limitadas.

Além desses fatores, os efeitos da suple-mentação de rbST em *Bos indicus* demonstram variações quanto à partição e deposição de nutrientes nos tecidos (Huerta-Leidenz et al., 1993). Nesse sentido o presente trabalho tem por objetivo manipular, por meio da rbST, o ganho de peso, eficiência alimentar e características químicas da carne de bovinos Nelore e mestiços Simmental x Nelore, abatidos aos 13 meses de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no setor de confinamento da Fazenda Morro Grande, do grupo Nomurabrás - Instituto de Desenvolvimento Agropecuário-Ltda., localizado no município de Araxá, MG.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 2 x 2, com dois grupos raciais: Nelore e mestiços Simmental x Nelore, e dois níveis de rbST: 0 e 250 mg/animal/14 dias. Os animais foram distribuídos aleatoriamente e os dados foram coletados em duas fases distintas, caracterizando um delineamento experimental de parcelas subdivididas.

Foram utilizados 59 bovinos inteiros, 30 mestiços Simmental x Nelore e 29 Nelores, criados em pastagens cultivadas com *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum*. Os animais foram desmamados com sete a oito meses de idade e peso médio de 166 kg (Nelores) e 236 kg (mestiços). De cada grupo, 15 animais foram submetidos aleatoriamente às dosagens de rbST.

O período experimental teve duração de 188 dias, 20 dias de adaptação e 168 dias de coleta de dados, divididos em duas fases: a primeira, denominada de crescimento (70 dias), e a segunda, fase de terminação (98 dias).

Após o período de adaptação, os animais foram identificados e pesados individualmente, antes de receberem a primeira refeição (9 h), para obtenção do peso inicial em jejum, e a cada 14 dias até o final do experimento, seguindo o mesmo critério. No momento da pesagem aplicava-se o rbST (Lactotropin -500[®]) por injeção subcutânea na base da cauda (meia dose de 500 mg). No tratamento controle foi empregado o mesmo método utilizando-se veículo incipiente.

O local do confinamento sem cobertura era dividido em baias coletivas, com disponibilidade de 1 m de linha de cocho e 18 m² de área por animal, além de bebedouros do tipo Australiano, cochos cobertos para o fornecimento de mistura mineral e centro de manejo com balança.

A dieta para todos os animais foi constituída de silagem de milho e de mistura concentrada (Tabelas 1 e 2), balanceada para touros jovens de tamanho médio à maturidade, para de ganho diário de 0,8 kg na fase de crescimento, e de 1,3 kg na fase de terminação, segundo as normas do National Research Council (1984).

TABELA 1. Composição percentual dos ingredientes e nutrientes do concentrado das Fases I e II.

Ingrediente	Composição da dieta (%)	
	Fase I	Fase II
Milho moído	65	83
Soja crua	28	10
Cama de frango	--	5
Uréia	4	1
Mineral ¹	3	1
Proteína bruta	26,4	14,1
NDT ²	76,7	79,8
Relação volumoso:concentrado	60:40	26:74

¹ Composição do mineral: 0,17% fosfato dicálcio, 0,16% cloreto de potássio, 2,25% Fe, 1,0% Zn, 0,64% Mn, 0,2% Cu, 0,18% Mg, 0,16% Co, 0,55% I.

² NDT estimado.

TABELA 2. Composição bromatológica média, quanto a matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA), dos ingredientes utilizados na dieta nas Fases I e II.

Ingrediente	Composição (%)				
	MS	PB	FDN	EE	FDA
Silagem de milho	27,84 ± 2,9	7,90 ± 0,6	55,02 ± 1,2	4,31 ± 0,32	34,66 ± 0,64
Cama de frango	81,76 ± 1,3	23,13 ± 1,4	-	-	-
Soja crua	89,15 ± 0,6	36,98 ± 1,8	-	23,42 ± 1,7	-

A ração era fornecida duas vezes ao dia e antes da primeira refeição pesavam-se as sobras (analisadas quanto à composição bromatológica), estimando-se assim o consumo diário do lote. O desempenho dos animais foi avaliado pelo ganho de peso, rendimento de carcaça e eficiência alimentar. Como o consumo de alimentos foi realizado por lotes, as variáveis consumo de alimentos e eficiência alimentar não puderam ser analisadas por testes estatísticos, ficando restritas a uma análise descritiva dos resultados.

Dentro de cada um dos lotes foram sorteados cinco animais para abate no Abatedouro Experimental da USP, Campus de Pirassununga, para avaliação do rendimento das carcaças, ocasião em que também coletaram-se amostras do músculo *Longissimus dorsi* para análises químicas, com o objetivo de estudar alguns parâmetros de qualidade da carne. As carcaças foram amostradas na seção entre a 10^a e 11^a costela da meia carcaça esquerda, conforme método proposto por Hankins & Howe (1946).

As análises químicas constituíram-se na determinação da umidade e resíduo mineral fixo, conforme método descrito pela Association of Official Analytical Chemists (1984); proteína bruta, pelo método de micro-Kjeldhal, segundo Bailey (1967); e extrato etéreo, de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1976).

Para as análises estatísticas dos dados empregou-se o procedimento GLM do SAS (1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 mostra os valores médios de ganho de peso, consumo e eficiência alimentar dos bovinos submetidos aos tratamentos experimentais na Fase I; a Tabela 4 mostra os mesmos parâmetros na Fase II.

Houve diferenças significativas ($P < 0,01$) quanto ao peso final e ganho de peso diário nas variáveis raças, fases e interação raça vs. fase (Tabela 5).

TABELA 3. Resultados das médias do desempenho nos primeiros 70 dias de confinamento (Fase I).

Parâmetro	Raça			
	Nelore		Simmental x Nelore	
	Com rbST	Sem rbST	Com rbST	Sem rbST
Nº de animais	15	14	15	15
Peso inicial (kg)	165,87±17,7	165,93±15,3	235,13±13,5	235,33±13,3
Peso final (kg)	223,80±24,7	226,00±22,7	294,73±15,9	294,87±22,0
Ganho de peso diário (kg)	0,688±0,14	0,683±0,13	0,836±0,16	0,838±0,22
Consumo (kg de MS/dia)	4,12	4,02	6,05	6,09
Eficiência alimentar (kg de MS/kg de ganho)	5,99	5,88	7,23	7,27

TABELA 4. Resultado das médias do desempenho da Fase II com duração de 98 dias.

Parâmetro	Raça			
	Nelore		Simmental x Nelore	
	Com rbST	Sem rbST	Com rbST	Sem rbST
Peso inicial (kg)	223,80±24,7	226,00±22,7	294,7±15,9	294,87±22,0
Peso final (kg)	298,33±32,8	297,28±30,1	415,67±18,4	416,60±31,5
Ganho de peso diário (kg)	0,837±0,13	0,801±0,14	1,260±0,12	1,268±0,14
Consumo (kg de MS/dia)	10,05	12,71	8,01	9,15
Eficiência alimentar (kg de MS/ kg de ganho)	12,01	15,87	6,36	7,22

TABELA 5. Resultados da análise de variância das variáveis peso e ganho de peso diário (GPD), durante o período total de experimento (168 dias).

Fonte de variação	Quadrado médio		Nível de significância	
	Peso	GPD	Peso	GPD
Hormônio (H)	0,013	0,005	NS	NS
Fase (F)	27812,65	2,310	**	**
Raça (R)	261059,05	2,620	**	**
R x F	17277,95	0,632	**	**
H x R	9,07	0,001	NS	NS
H x F	30,18	0,002	NS	NS
H x R x F	11,036	0,01	NS	NS

** Significativo a 1% de probabilidade.

TABELA 6. Valores médios do rendimento de carcaça e composição química da carne de bovinos confinados¹.

Parâmetro	Raça			
	Nelore		Simmental x Nelore	
	Com rbST	Sem rbST	Com rbST	Sem rbST
Peso de abate (kg)	277,01±18,09A	261,80±24,99A	392,80±25,87B	383,20 ±16,47B
Rendimento de carcaça (%)	57,22 ±1,91	57,85±1,67	57,18±2,15	57,54±0,85
Peso de carcaça quente (kg)	158,40±9,97A	151,30±12,97A	224,30±9,13B	222,80±9,02B
Composição química (%)				
Umidade	75,69±0,98	75,82±0,76	75,91±0,68	75,27±0,78
Extrato etéreo	1,22±0,43	1,24±0,32	1,45±0,32	1,04±0,23
Proteína bruta	20,17±0,48	19,72±1,79	19,47±0,93	19,38±0,83
Matéria mineral	1,14±0,03	1,16±0,01	1,11±0,04	1,12±0,05

¹ Médias seguidas de letras distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

Os animais mestiços Simmental x Nelore apresentaram ganhos de peso diário e pesos finais superiores aos da raça Nelore (P<0,01), independentemente da fase experimental, evidenciando os efeitos benéficos da heterose e complementaridade de raças nessas variáveis. Tal desempenho permitiu aos animais mestiços alcançar pesos comerciais de abate em torno de 223 kg (Tabela 6) aos 13 meses de idade, o que, segundo Williams et al. (1995b), possibilita a máxima exploração da eficiência biológica dos animais.

Os resultados evidenciaram ainda o comportamento diferenciado das raças entre as fases experimentais. Na Fase I, os animais Nelore ganharam em média 0,685 kg/dia, não atingindo os ganhos previstos pelo planejamento experimental (0,8 kg/dia), fato que não ocorreu com os animais mestiços, os quais obtiveram ganhos diários de 0,837 kg/dia em média (independentemente da suplementação com rbST), evidenciando a baixa velocidade de crescimento da raça Nelore, caracterizada pela menor precocidade em relação aos seus mestiços.

A análise descritiva de dados mostrou na Fase I melhor eficiência alimentar dos animais Nelore em relação aos mestiços Simmental x Nelore, fato que pode ser atribuído ao menor peso vivo inicial dos Nelores com conseqüente menor exigência nutricional de manutenção (Fox et al., 1992).

Na Fase II, os animais mestiços, por não estarem mais sob restrição de ganho de peso, apresentaram crescimento compensatório, evidenciado pelos altos ganhos (1,264 kg/dia em média), com apenas um pequeno aumento no consumo alimentar (8,58 kg de MS/dia) em relação à Fase I (6,07 kg de MS/dia). Desta maneira, no cálculo do índice de recuperação (IR) de ganho de peso, os animais mestiços demonstraram maior eficiência do que os animais Nelore (51 e 19,50%, respectivamente).

Os resultados mostram que o ganho de peso e peso final não foram alterados pela aplicação darbST, o que pode ser atribuído à baixa dosagem empregada (250 mg/14 dias), e ao intervalo e forma de aplicação subcutânea, conforme constatado por Dalke et al. (1992). Esses autores observaram maior ganho de peso em animais em terminação que receberam 23 mg de rbST/dia (322 mg de rbST/14 dias) mediante implantes de liberação lenta e contínua.

Azain et al. (1995) verificaram a importância de se utilizar a dosagem e a forma de aplicação adequadas, ao concluírem que em altas dosagens o melhor seria o uso de implantes. Lotan et al. (1993) observaram que os níveis máximos de GH exógeno no plasma ocorreram entre o 7^o e o 9^o dias após a aplicação, reforçando desta maneira o emprego da técnica do implante de *pellets* de liberação diária para a exploração desta característica.

Com relação à idade dos animais e os efeitos esperados da rbST, Henricks et al. (1994) observaram que alterações significativas na carcaça de animais bovinos ocorriam quando do aumento na concentração circulante de IGF-I, sugerindo um maior efeito anabólico da suplementação do hormônio em idades mais avançadas. Segundo os mesmos autores, em idades menos avançadas, a relação GH/IGFI permanece bastante alta, caracterizando a ação lipolítica do hormônio em animais suplementados com rbST.

Entretanto, o uso de rbST melhorou a eficiência alimentar dos animais independentemente da raça, com resultados mais marcantes na Fase II de confinamento, quando a disponibilidade de nutrientes foi maior, favorecida pela mudança na proporção volumoso/concentrado da dieta, fato também constatado por Hall et al. (1994), que, trabalhando com novilhas de corte, encontraram estreita relação entre a ação da rbST e o *status* nutricional dos animais. Neste mesmo sentido Henricks et al. (1994) observaram diminuição no tamanho e peso do fígado (principal órgão secretor de IGF-I) em animais sob restrição alimentar, o que certamente diminui o efeito anabólico de fontes exógenas do hormônio.

Tal efeito da rbST pode ser atribuído a sua ação partidora de nutrientes, favorecendo a síntese protéica (Dalke et al., 1992; Moseley et al., 1992), bem como a sua ação gliconeogênica (Early et al., 1990a), provocando a diminuição no consumo alimentar pela redução nas exigências de manutenção e, conseqüentemente, com maior sobra de nutrientes para o crescimento (Maltin et al., 1990; Schwarz et al., 1993).

A melhoria na eficiência alimentar dos animais mestiços Simmental x Nelore em 11,91% está próxima da encontrada por Dalke et al. (1992), Moseley et al. (1992) e Early et al. (1990a) em animais de raças européias especializadas para o corte.

Na raça Nelore, a elevada melhoria encontrada na eficiência alimentar de 24,32% sugere que os animais zebuínos apresentam menor quantidade de GH circulante, porém com suficiente capacidade receptora (em número e afinidade) para apresentar melhores respostas à aplicação de fontes exógenas de GH.

A Tabela 6 mostra os valores de rendimento de carcaça e composição química da carne dos bovinos confinados por 168 dias. Pelo teste de Tukey constatou-se que os animais mestiços Simmental x Nelore apresentaram pesos de abate e de carcaça quente significativamente superiores ($P < 0,01$) aos da raça Nelore. O rendimento de carcaça e a composição química da carne não diferiram entre os tratamentos ($P > 0,05$).

As diferenças significativas entre as raças quanto ao peso das carcaças quentes ($P < 0,01$) ressaltam a importância do emprego de cruzamentos entre animais *Bos indicus* e *Bos taurus*, com o objetivo de se obter animais jovens (13 meses) com peso comercial de abate e conseqüente reflexo na qualidade da carne (Johnson et al., 1990).

A ausência de efeito do hormônio sobre as características de carcaça (peso final e rendimento), nas raças estudadas, pode ser atribuída à baixa dosagem (Dalke et al., 1992) e à forma de aplicação do hormônio (Azain et al., 1995). Da mesma forma, Early et al. (1990b) não encontraram efeito da suplementação com rbST no peso individual dos músculos do quarto traseiro bem como no rendimento de carcaça e de cortes cárneos de novilhos em confinamento.

A fração extrato etéreo foi relativamente baixa (Tabela 6), fato atribuído à idade em que os animais foram confinados e abatidos, uma vez que Wheeler et al. (1993) constataram que animais de raças européias especializadas para corte, apresentaram traços de marmorização, com reflexo positivo na maciez e palatabilidade da carne, quando a fração se encontrava com valores próximos a 3%. Kochet al. (1993) determinaram que o índice de 7% a 8% de extrato etéreo na carne (marmorização moderada) conferiam grau de maciez aceitável ao produto (*score* 5 de maciez), segundo o USDA (1989).

Entretanto, a fração extrato etéreo, que deveria ser menor pela ação lipolítica da rbST (Moseley et al., 1992; Schwarz et al., 1993), como observado nos animais Nelore, nos animais mestiços Simmental x Nelore tendeu ao acréscimo, possivelmente por serem animais de terminação tardia (Williams et al., 1995a) e ao possível aumento das fibras SO (fibras de contração lenta e metabolismo oxidativo) e FOG (fibras de contração rápida e metabolismo oxidativo e glicolítico) no tecido muscular, provenientes do metabolismo oxidativo (Arrigoni, 1995; Harrison et al., 1996), acentuado pela ação do hormônio. Harrison et al. (1996), mostraram que durante o metabolismo oxidativo ocorre a preservação seletiva das fibras SO, as quais podem atuar como mecanismo de conservação de energia, pela maior quantidade de lipídios totais em sua composição.

Henricks et al. (1994), entretanto, observaram que durante a realimentação pós-restrição ocorre aumento nos níveis de IGF-I, que estariam relacionados com as mudanças na composição do corpo, notadamente aumento nas frações proteína e gordura, com redução da ação gliconeogênica do hormônio.

CONCLUSÕES

1. Os animais da raça Nelore por apresentarem menor taxa de crescimento mostram menor ganho de peso e peso final que os mestiços Simmental x Nelore, o que torna inviável a obtenção de peso comercial de abate aos 13 meses de idade.
2. A aplicação subcutânea a cada 14 dias de rbST na dosagem de 250 mg/animal não afeta o ganho de peso, peso final, peso de carcaça e as características químicas da carne, nas raças estudadas.
3. A aplicação do rbST melhora a eficiência alimentar dos animais na fase de terminação (realimentação), com maior efeito na raça Nelore.

REFERÊNCIAS

- ARRIGONI, M.D.B. **Efeito da restrição alimentar sobre o desempenho, área e tipos de fibras musculares em bovinos jovens confinados**. Jaboticabal: UNESP-FCAV, 1995. 72p. Tese de Mestrado.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 14.ed. Washington, 1984. 1141p.
- AZAIN, M.J.; ROBERTS, T.J.; MARTIN, R.J.; KASSER, T.R. Comparise of daily versus continuous administration of somatotropin on growth rate, feed intake, and body composition in intact female rats. **Journal of Animal Science**, v.73, p.1019-1029, 1995.
- BAILEY, I.L. Miscellaneous analytical methods. In: BAYLEY, I.L. **Techniques in protein chemistry**. 2.ed. Amsterdam: Elsevier, 1967. Ch.11, 340p.
- DALKE, B.S.; ROEDER, R.A.; KASSER, T.R.; VEENHUIZEN, J.J.; HUNT, C.W.; HINMAN, D.D.; SCHELLING, G.T. Dose-response effects of recombinant bovine somatotropin implants on feedlot performance in steers. **Journal of Animal Science**, v.70, p.2130-2137, 1992.
- EARLY, R.J.; McBRIDE, B.W.; BALL, R.O. Growth and metabolism in somatotropin-treated steers: I- Growth, serum chemistry and carcass weights. **Journal of Animal Science**, v.68, p.4134-4143, 1990a.
- EARLY, R.J.; McBRIDE, B.W.; BALL, R.O. Growth and metabolism in somatotropin-treated steers: II- Carcass and noncarcass tissue components and chemical composition. **Journal of Animal Science**, v.68, p.4144-4151, 1990b.
- FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; RUSSEL, J.B.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3578-3584, 1992.
- HALL, J.B.; SCHILLO, K.K.; FITZGERALD, B.P.; BRADLEY, N.W. Effects of recombinant bovine somatotropin and dietary energy intake on growth, secretion of luteinizing hormone, follicular development and onset of puberty in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.72, p.709-718, 1994.
- HANKINS, O. G.; HOWE, P.E. **USDA - Technical Bulletin, n.926**, 1946.
- HANNON, K.; GRONOWSKI, A.; TRENKLE, A. Relationship of liver and skeletal muscle IGF-1, mRNA to plasma profile, production of IGF-1 by liver, plasma IGF-1 concentrations, and growth rates of cattle. **Procedure Society Experiment Biological Medicine**, v. 196, p.153-163, 1991.
- HARRISON, A.P.; ROWLERSON, A.M.; DAUNCEY, M.J. Seletive regulation of myofiber differentiation by energy status during postnatal development. **American Journal of Physiology**, v.270, p.R667-R674, 1996.
- HENRICKS, D.M.; JENKINS, T.C.; WARD, J.R.; KRISHNAN, C.S.; GRIMES, L. Endocrine responses and body composition changes during feed restriction and realimentation in young bulls. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2289-2297, 1994.
- HUERTA-LEIDENZ, N.O.; CROSS, H.R.; SAVELL, J.W.; LUNT, D.K.; BAKER, J.F.; PELTON, L.S.; SMITH, S.B. Comparision of the fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from mature Brahman and Hereford cows. **Journal of Animal Science**, v.7, p.625-630, 1993.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físi-cos para análise de alimentos. São Paulo, 1976. v.1,p.19-36.
- JOHNSON, D.D.; HUFFMAN, R.D.; WILLIANS, S.E.; HARGROVE, D.D. Effects of percentage Brahman and Angus breeding, age-season, of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics. **Journal of Animal Science**, v.68, p.1980-1986, 1990.

- KOCH, R.M.; CROUSE, J.D.; DIKEMAN, E.M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E. Effects of marbling on variation and change in beef tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* crosses. **Beef Research-Progress Report 4**, v.71, n.4, p.63-64, 1993.
- LOTAN, E.; STURMAN, H.; WELLER, J.I. Effects of Recombinant Bovine Somatotropin (rbST) under conditions of high production and heat stress. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1394-1401, 1993.
- MALTIN, C.A.; DELDAY, M.I.; HAY, S.M.; INNES, G.M.; WILLIAMS, P.E. Effects of bovine pituitary growth hormone alone or in combination with the b-agonist clenbuterol on muscle growth and composition in veal calves. **British Journal of Nutrition**, v.63, p.535-545, 1990.
- 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, p.412-425, 1992.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. Ed. rev. Washington, DC: National Academy Press, 1984. p.90.
- OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3138-3150, 1993.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: Statistics**. Cary, NC, 1985. p.494.
- SCHWARZ, F.J.; SCHAMS, D.; ROPKE, R.; KIRCHGESSNER, M.; KOGEL, J.; MATZKE, P. Effects of somatotropin treatment on growth performance carcass, and endocrine system in finishing beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2721-2731, 1993.
- STEINER, R.A.; CAMERON, J.L.; McNEILL, T.H.; CLIFTON, D.K.; BREMNER, W.J. Metabolic signals for the onset of puberty. In: NORMAN, R.L. (Ed.). **Neuroendocrine aspects of reproduction**. New York: Academic Press, 1983. p.88-102.
- USDA. **Official United States standards for grades of carcass beef**. Washington, DC: MAS-USDA, 1989.
- WHEELER, T.L.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M. Effect of marbling degree on palatability and caloric content of beef. **Beef Research - Progress Report 4**, v.71, n.4, p.133-134, 1993.
- WILLIAMS, C.B.; BENNETT, G.L.; KEELE, J.W. Simulated influence of postweaning production system on performance of different biological types of cattle: II. Carcass composition, retail products, and quality. **Journal of Animal Science**, v.73, p.674-685, 1995a.
- WILLIAMS, C.B.; BENNETT, G.L.; KEELE, J.W. Simulated influence of postweaning production system on performance of different biological types of cattle: III. Biological efficiency. **Journal of Animal Science**, v. 73, p.686-697, 1995b.