



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**INFLUÊNCIA DO PLANO NUTRICIONAL E
DA ADMINISTRAÇÃO DE
SOMATOTROPINA NO DESEMPENHO DE
NOVILHAS**

ÉERICA MAMEDE DE FREITAS

2001

52074

MFN 36635

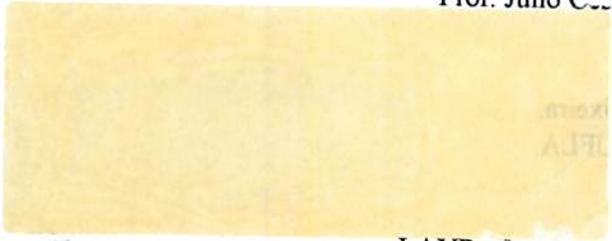
ÉRICA MAMEDE DE FREITAS

**INFLUÊNCIA DO PLANO NUTRICIONAL E DA
ADMINISTRAÇÃO DE SOMATOTROPINA NO DESEMPENHO
DE NOVILHAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para obtenção do título de "Mestre"

Orientador

Prof. Julio  Teixeira


MLAS GERAIS - BRASIL

2001

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Freitas, Érica Mamede de

**Influência do plano nutricional e da administração de somatotropina no
desempenho de novilhas leiteiras / Érica Mamede de Freitas. -- Lavras : UFLA,
2001.**

51 p. : il.

Orientador: Júlio César Teixeira.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

**1. Novilha. 2. Crescimento. 3. Somatotropina bovina recombinante. 4. rbST. 5.
Plano nutricional. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.**

CDD-636.20852

ÉRICA MAMEDE DE FREITAS

**INFLUÊNCIA DO PLANO NUTRICIONAL E DA ADMINISTRAÇÃO
DE SOMATOTROPINA NO DESEMPENHO DE NOVILHAS.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 28 Março de 2001

Prof. Antônio Ricardo Evangelista UFLA

Prof. José Camisão de Souza UFLA

Prof. Joel Augusto Muniz UFLA


Prof. Júlio César Teixeira
UFLA
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

Aos meu avôs Adilon Mamede

e Emília Mamede,

Aos meus irmãos, Érico Júnior e Marcelo.

OFEREÇO

Aos meus pais, Erico Bitencourt de Freitas e

Vera lúcia Mamede de Freitas

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas alegrias e conquistas da minha vida.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de realização deste curso.

Ao professor Júlio César Teixeira pela orientação, amizade, respeito e valiosos ensinamentos.

Aos professores José Camisão de Souza, Joel Augusto Muniz, e Antônio Ricardo Evangelista pelas valiosas sugestões e amizade.

Ao professor José Cleto da Silva Filho e aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFLA, Márcio, Suelba, Eliana e José Virgílio, pela colaboração, amizade, e valiosa ajuda na realização das análises de laboratório.

Aos funcionários da Secretaria do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Carlos, Pedro e Keila, pela amizade e ajuda.

À Carlos Humberto Guimarães e todos os funcionários da Fazenda Vista Alegre pela amizade e colaboração na realização deste trabalho.

Às minhas companheiras de república e grandes amigas Ana Cristina Wyllie e Fernanda Lopes pela amizade, companhia e apoio.

Aos meus amigos da pós-graduação, Michela, Gabriela, Flávia, Edgar, Guilherme, Sílvio e Eduardo, e todos os amigos que fiz em Lavras pelo agradável convívio.

Ao meu namorado Anderson Lange pela companhia, paciência e compreensão.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1 INTRODUÇÃO	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO	03
2.1 Hormônio de crescimento e bST recombinante	03
2.1.1 Fisiologia e composição	03
2.1.2 Receptores do hormônio de crescimento	04
2.1.3 Mecanismos de ação	06
2.2 Crescimento	09
2.2.1 Características de crescimento	09
2.2.2 Recomendações para taxas de crescimento	12
2.3 Idade à puberdade	16
2.4 Efeito da somatotropina no desempenho produtivo	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Localização	24
3.2 Animais e instalações utilizadas	24
3.3 Tratamentos e arraçamento	25
3.4 Manejo dos animais	28
3.5 Coleta de amostras e análises químicas	28
3.6 Delineamento experimental	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Características de crescimento	32
4.1.1 Peso vivo	32
4.1.2 Incremento na Altura	38

4.1.3 Relação peso/altura	41
5 CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS

bST	Somatotropina Bovina
ECC	Escore de Condição Corporal
EE	Extrato Etéreo
EM	Energia Metabolizável
EMP	Erro Padrão da Média
FB	Fibra Bruta
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
FSH	Hormônio Folículo Estimulante
GH	Hormônio de Crescimento
GMD	Ganho Médio Diário
GPV	Ganho de Peso Vivo
GRF	Fator Liberador de GH
IGF	"Insulin-like Growth Factor"
IGF-I	"Insulin-like Growth Factor I"
IMS	Ingestão de Matéria Seca
LH	Hormônio Luteinizante
NNP	Nitrogênio Não Protéico
MM	Matéria Mineral
MS	Matéria Seca

NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
PB	Proteína Bruta
PNDR	Proteína Não Degradada no Rúmen
Psol	Proteína Solúvel
PV	Peso Vivo
rbST	Somatotropina Bovina Recombinante
SRIF	Somatostatina
ST	Somatotropina

RESUMO

MAMEDE DE FREITAS, Érica. **Influência do plano nutricional e administração de somatotropina no desempenho de novilhas.** LAVRAS: UFLA, 2001. 51p. (Dissertação - Mestre)*

O experimento foi realizado na Fazenda Vista Alegre, município de Curvelo-MG. Foram utilizadas 40 novilhas holandesas, com peso médio de 176,67 kg e idade média de 256 dias, sendo o período experimental de 140 dias. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o plano nutricional e o efeito da administração de somatotropina bovina recombinante de liberação lenta sobre a idade ao primeiro serviço, crescimento e condição corporal de novilhas leiteiras. As novilhas foram mantidas em piquetes, onde receberam uma de duas dietas com teores de proteína e energia diferentes: calculada para prover um ganho médio diário de 0,6 kg/dia (dieta alta) e outra para prover ganho médio diário de 0,9 kg/dia (dieta moderada), combinadas com ou sem aplicações de 250 mg somatotropina bovina recombinante de liberação lenta, constituindo um arranjo em fatorial 2 x 2 de tratamentos. A aplicação de somatotropina bovina recombinante não teve efeito nas características testadas de desempenho produtivo. As novilhas recebendo a dieta alta tiveram um ganho médio diário ($P < 0,0004$), ganho de peso ($P < 0,0001$) e peso médio ($P < 0,0004$) maiores que as novilhas recebendo a dieta moderada. As novilhas recebendo a dieta alta tiveram um maior ganho de altura ($P < 0,0001$), que as novilhas recebendo a dieta moderada porém a altura média ($P < 0,1473$), não foi diferente entre os tratamentos. A relação peso/altura foi utilizada para estimar a condição corporal das novilhas. As novilhas alimentadas da dieta alta tiveram uma maior relação peso/altura que as novilhas alimentadas com a dieta moderada ($P < 0,0001$).

* Comitê Orientador: Júlio César Teixeira (Orientador), Antônio Ricardo Evangelista - UFLA, José Camisão de Souza - UFLA, Joel Augusto Muniz - UFLA.

ABSTRACT

MAMEDE DE FREITAS, Érica. Influence of the diet and somatotropin application on heifers performance. LAVRAS: UFLA, 2001. 51p. (M.Sc. Dissertation)*

The experiment was conducted at Vista Alegre Farm, Curvelo – MG. Forty Holstein heifers were used initially, weighing 176,67 kg BW and 256 days old. The experimental period was 140 days. The objective was to evaluate the effect of nutritional plan and slow release the recombinant bovine somatotropin on growth and body condition. Heifers were raised on small paddocks receiving one of two diets with different levels of protein and energy; one diet to promote 0.6 kg/day average daily gain (moderate diet) and another to promote 0.9 kg/day average daily gain (high diet), with or without recombinant bovine somatotropin application in a 2 x 2 factorial arrangement. Bovine recombinant somatotropin did not affect the production variables tested. Heifers receiving the high diet had greater average daily gain ($P < 0,0004$) and weight gain ($P < 0,0004$) than heifers receiving the moderate diet. Heifers receiving high diet had a height gain greater ($P < 0,0001$) than heifers receiving moderate diet. A weight/height index was used to assay body condition. Heifers fed high diet had a greater weight/height index than heifers fed the moderate diet ($P < 0.01$).

* Guidance Committee: Júlio César Teixeira (Orientador), Antônio Ricardo Evangelista - UFLA, José Camisão de Souza - UFLA, Joel Augusto Muniz - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A criação de novilhas de reposição representa um custo de produção alto, exigindo investimentos em capital, tempo e alimentação para aumentar a reposição do rebanho de leite. Aumentando-se a reposição de novilhas aumentar-se-à a lucratividade quando esta atividade for realizada eficientemente com custos reduzidos. O sucesso deste programa de criação é medido pela subsequente fertilidade e produção de leite das novilhas.

Os benefícios reprodutivos são obtidos por meio de um ganho de peso rápido antes do parto. Aumentando as taxas de crescimento na pré-puberdade decresce a idade à puberdade, reduzindo a idade à primeira concepção e da subsequente lactação. Uma diminuição na idade à puberdade sem afetar o tamanho corporal permitiria a inseminação das novilhas com uma menor idade, diminuindo assim a idade ao primeiro parto.

A idade à puberdade é uma característica produtiva fundamental em bovinos, sendo afetada pôr diversos fatores incluindo genética, nutrição, saúde e manejo. Em países onde a pecuária de leite é avançada, novilhas atingem a puberdade e entram em reprodução com 10 a 14 meses de idade, com peso médio de 360 kg. Tem sido recomendado que estas novilhas alcancem o primeiro parto aos 24 meses de idade e com peso vivo de 550 a 560 kg. Estas recomendações são baseadas em correlações positivas entre peso vivo ao primeiro parto e produção de leite (Gavidia, 1995).

Muitos anos de pesquisa têm resultado em recomendações para o crescimento de novilhas leiteiras durante o período da pré e pós-puberdade. As pesquisas têm mostrado benefícios econômicos quando o primeiro parto ocorre entre 22 a 24 meses de idade, sendo necessário avaliar várias alternativas de alimentação e manejo que permitam que os animais atinjam o peso corporal ideal ao primeiro parto.

Alguns planos de manejo têm sido propostos para alterar a taxa de crescimento durante este período e para aumentar o tamanho corporal (peso e altura) de novilhas ao primeiro parto, sem afetar a subsequente produção de leite. Um menor ganho médio diário durante o período de crescimento na pré-puberdade, seguido pelo aumento do crescimento após a puberdade, requer mudança na ingestão de energia das novilhas. Isto pode ser realizado mudando-se a concentração de energia da dieta ou a quantidade de nutrientes fornecidos durante ambos os períodos de pré e pós-puberdade (Park et al., 1987). Infelizmente, o regime nutricional que melhora o desenvolvimento mamário pela restrição no crescimento de novilhas na pré-puberdade adia o início da puberdade.

O emprego de agentes de partição como reguladores de crescimento, assim como a somatotropina (ST) e/ou esteróides, podem ser proveitosos para alterar a utilização dos nutrientes pelas novilhas em crescimento e, deste modo, alterar o crescimento, medido pelo ganho de peso e altura (Hoffman e Funk, 1992). De acordo com Buskirk et al. (1996), os efeitos prejudiciais de uma dieta alta em energia podem ser diminuídos pela utilização de somatotropina bovina. A administração de somatotropina aumenta a taxa de crescimento e diminui a gordura da carcaça (Crooker et al., 1990). Além disso, foi constatado por Radcliff et al. (1997), que a aplicação de somatotropina em novilhas de leite recebendo uma dieta alta em energia, durante a pré-puberdade, aumentou o tecido parenquimal mamário e diminuiu o tecido adiposo mamário.

No Brasil, já existe interesse pela utilização da somatotropina e algumas propriedades já atendem às condições básicas de produção. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é avaliar o plano nutricional e o efeito da administração de somatotropina bovina, sobre a idade ao primeiro serviço, crescimento e condição corporal de novilhas leiteiras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Hormônio de crescimento e bST recombinante

2.1.1 Fisiologia e composição

A somatotropina (ST), também denominada de hormônio de crescimento (GH), é produzida pelas células somatotróficas da glândula pituitária (hipófise anterior), mediante uma série de estímulos fisiológicos, que envolvem entre outros, as ações do fator liberador do GH (GRF) e da somatostatina (SRIF) (Hafez, 1995), sendo transportada pelo sangue para vários órgãos do corpo, onde age biologicamente (Bauman, 1992).

A secreção do hormônio de crescimento é regulado por dois hormônios: o SRIF, um fator regulatório inibitório e o GRF, que são secretados no hipotálamo e transportados para seus locais de ação, a pituitária (Baile e Buonomo, 1987; Gluckman et al., 1987; Hafez et al., 1995; Furlan, 1998).

O GH liberado pela adenohipófise atinge a circulação periférica e, quando em elevada concentração sanguínea, promove um “feedback” negativo no hipotálamo, inibindo a liberação de GRF e estimulando a secreção de SRIF (Gluckman et al., 1987 e Hafez et al., 1995).

De acordo com Gluckman et al. (1987), a secreção do hormônio de crescimento em ruminantes é pulsátil e fatores nutricionais têm um grande impacto nesta secreção do GH. Novilhas recebendo uma dieta alta em energia no experimento de Buskirk et al. (1996) tiveram mais baixas concentrações circulantes de ST, comparadas com as novilhas alimentadas com moderada energia.

Durante os períodos de deficiência nutricional, ocorre uma elevação na concentração plasmática de ST, a qual está associada a uma redução no feedback

negativo exercido pelo SRIF, em virtude da menor produção desse neuropeptídeo pelo hipotálamo (Furlan, 1998).

O aumento na liberação da ST, associado com a disponibilidade limitada de nutriente, é requerida para a mobilização de gordura do tecido adiposo, satisfazendo às necessidades do metabolismo e facilitando a transferência dos metabólitos do tecido adiposo para o tecido magro. Isto suporta a concepção de que a subnutrição induza a resistência da ST (Gluckman et al., 1987).

A somatotropina é um hormônio protéico composto por 190 ou 191 aminoácidos, podendo diferenciar entre leucina ou valina na posição 126 da sequência protéica, havendo quatro diferentes variações de bST produzidos naturalmente (Bauman, 1992). O bST recombinante difere levemente do bST produzido pela glândula pituitária, devido ao processo de fabricação que pode levar ao anexo de alguns aminoácidos no final da molécula de bST. O número extra de aminoácidos varia de 0 a 8, dependendo do processo particular de produção, porém, a adição de alguns aminoácidos no final da cadeia não altera a atividade biológica do bST (Bauman, 1992).

A somatotropina deve ser injetada para ser biologicamente ativa, pois o trato digestivo secreta enzimas que degradam a proteína a aminoácidos que então são absorvidos. Portanto, se a somatotropina for fornecida oralmente, ela é degradada a aminoácidos no processo digestivo como qualquer outra proteína dietética.

2.1.2 Receptores do hormônio de crescimento

O passo inicial para a ação de um hormônio peptídico é sua ligação com os receptores no tecido alvo. Os receptores do GH são denominados receptores

somatotrópicos e estes se ligam ao ST bovino mediando os efeitos somatogênicos deste hormônio (Gluckman et al., 1987).

Na célula, a ST precisa unir-se a receptores específicos na membrana, para a ativação da adenil ciclase e outras enzimas, para que sua resposta no metabolismo animal seja concretizada.

Os receptores de GH têm sido encontrados em vários tecidos, tais como, hepatócitos, adipócitos, linfócitos, macrófagos, fibroblastos, pré-adipócitos, condrócitos, células β do pâncreas e osteoblastos (Furlan, 1998; Gluckman et al., 1987; Lucy et al, 1998). Brier et al. (1991) afirmaram que os dois principais tecidos a sofrer a ação da somatotropina são os tecidos adiposo e hepático, evidenciando a presença de receptores em suas membranas.

Pesquisas realizadas com animais hipofisectomizados ou tratados cronicamente com GH, têm demonstrado que o GH regula a expressão do seu receptor. Entretanto, essa regulação apresenta padrões diferenciados nos diferentes tecidos ou em diferentes estados fisiológicos (Gluckman et al., 1987).

Nos tecidos adiposo e hepático, podem existir pelo menos dois tipos de receptores, de alta e baixa afinidade. A detecção dos receptores de alta afinidade e a resposta da produção de IGF-I (“insulin-like growth factor-I) à injeção de rbST em bovinos dependem do plano nutricional (densidade energética e protéica da dieta).

De acordo com Furlan (1998), animais bem alimentados que respondem ao rbST com aumentos na concentração sanguínea de IGF possuem receptores de alta afinidade no fígado e tecido adiposo. Entretanto, animais subalimentados, cujo consumo atende apenas às exigências de manutenção, apresentam pequeno ou nenhum aumento na concentração sanguínea de IGF em resposta ao rbST e também não se detectam receptores de GH de alta afinidade.

Apesar de os receptores de alta afinidade serem saturados pelas concentrações normais de GH no sangue, a taxa de renovação desses receptores

é acelerada pela elevação crônica do GH plasmático. A combinação da sensibilização com a aceleração da taxa de renovação dos receptores ocupados, quando o GH plasmático encontra-se elevado, parece ser a chave para explicar os efeitos do rbST na produção animal.

2.1.3 Mecanismo de ação

A ação da somatotropina no metabolismo celular não é direta e parece ser realizada por meio da síntese e secreção de metabólitos no fígado. Ou seja, a somatotropina estimula o fígado a produzir várias proteínas pequenas chamadas somatomedinas, as quais agem sobre as células iniciando uma resposta biológica (Reece, 1991).

O GH estimula direta ou indiretamente os processos anabólicos, tais como a divisão celular, crescimento do esqueleto e síntese protéica (promotor de crescimento e atividade galactopoiética). Além disso, exerce importantes efeitos metabólicos, como a elevação na oxidação de gorduras (atividade lipolítica) e inibição do transporte de glicose dentro dos tecidos corporais (atividade diabotogênica) (Gluckman et al., 1987; Furlan, 1998).

O hormônio provoca o desenvolvimento de todos os tecidos do corpo capazes de crescer, provocando tanto o crescimento do tamanho das células, como o número de mitoses com ampliação crescente no número de células (Reece, 1991). Os efeitos do hormônio de crescimento são observados particularmente nos ossos, músculos, rins, fígado e tecido adiposo.

Os efeitos do ST na divisão celular e crescimento do esqueleto são indiretos e mediados pelo IGF. Porém, não se sabe se outros efeitos sejam diretos do GH (Gluckman et al., 1987). A resposta inicial do tecido adiposo ao GH é semelhante à da insulina, que consiste num aumento do transporte e

oxidação de glicose para a formação de ácidos graxos e CO₂ (Gluckman et al., 1987). O efeito “insulin-like” da ST, após desencadeado, ocorre independente da presença contínua do hormônio ligado ao receptor.

Uma segunda resposta do tecido adiposo ao ST é a estimulação da lipólise, que pode ser observada 2 horas após exposição ao hormônio. Porém, a resposta lipolítica não é sujeita à refratariedade. Contrariamente ao efeito “insulin-like”, o efeito lipolítico necessita da presença contínua do hormônio ligado ao receptor por algumas horas, sugerindo um requerimento para estimulação constante da superfície dos receptores para obter uma resposta consistente.

De acordo com Hafez (1995), o hormônio de crescimento é necessário durante toda a vida, principalmente durante a fase de crescimento, exercendo efeitos metabólicos, como o aumento da proporção de sínteses protéicas em todas as células do organismo, aumento da mobilização de ácidos graxos da gordura corporal utilizando-os para a energia, diminuindo o nível de utilização da glicose em todo o corpo. Desse modo, o hormônio do crescimento ativa as proteínas corporais, conserva os carboidratos e utiliza as gorduras armazenadas (Reece, 1991).

A administração de ST exógena é utilizada para melhorar a eficiência produtiva e reprodutiva nos animais e acentuar a qualidade da carcaça (Lucy, 2000). As taxas de crescimento de bovinos, ovinos e suínos são aumentadas e a composição da carcaça é alterada, aumentando o acréscimo de carne magra e diminuindo a deposição de lipídio quando a ST é administrada (Crooker et al., 1990).

Baile e Buonomo (1987) relataram que a concentração sanguínea de ST nos bovinos varia de 10 a 15 ng/mL nos primeiros meses de vida, decaindo para 2 a 8 ng/mL durante a pré-puberdade, atingindo picos de 15 a 18 ng/mL, próximo à puberdade e estabilizando-se na faixa de 5 a 10 ng/mL no animal

adulto. A concentração de IGF-I é bem mais elevada, variando de 100 ng/mL (antes da puberdade) até 2000 ng/mL (durante a puberdade), com um valor médio de 100 ng/mL em animais adultos.

O tratamento com rbST promove uma elevação na concentração sanguínea de GH de maneira dose dependente, a qual é acompanhada da elevação no nível de IGF-I. De acordo com Furlan (1998) e Gluckman et al. (1987), bovinos tratados com doses diárias de rbST apresentam uma elevação sanguínea basal de GH na ordem de 2 a 10 vezes, enquanto que a de IGF-I eleva-se de 2 a 5 vezes, dependendo da dosagem utilizada. O GH estimula as concentrações de IGF-I, mas somente várias horas após esta administração. No experimento de Buskirk et al. (1996), o tratamento com rbST aumentou a concentração de bST no soro, comparado com as novilhas controle (3,1 ng/ml para as novilhas controle e 5,4 ng/ml para as novilhas tratadas com rbST).

Após a administração de rbST, a concentração sanguínea de GH sofre uma rápida elevação, que perdura de 4 a 8 horas, retornando ao nível normal após esse período. Este aumento na concentração sanguínea de GH se deve exclusivamente à administração de rbST, uma vez que o tratamento com hormônio exógeno provoca uma significativa redução na quantidade de GH estocado nos somatotrofos (Early et al., 1990).

De acordo com Brier et al. (1991) e Tucker (2000), a somatotropina exógena em vacas leiteiras melhora o desempenho pela alteração na partição dos nutrientes absorvidos, da menor deposição de lipídio e da maior mobilização de lipídio. A glicose e os aminoácidos são poupados para a síntese dos componentes do leite e as reservas de lipídio são preferencialmente utilizadas como uma fonte de energia.

Novilhas alimentadas com dieta alta em energia na pré-puberdade possuem reduzida somatotropina no soro, fato possivelmente correlacionado

com o desenvolvimento do parênquima mamário. Este efeito prejudicial da dieta alta em energia pode ser minimizado pelo uso de rbST (Buskirk et al., 1996).

A utilização comercial do hormônio iniciou-se com o surgimento da somatotropina bovina produzida pela técnica de DNA recombinante (rbST). Nesta técnica, o gen responsável pela produção da somatotropina é inserido em uma estirpe de bactéria *E. coli*, a qual, ao se desenvolver em meio de cultura controlado, produz o hormônio estrutural e bioquimicamente equivalente àquele derivado da glândula pituitária, em quantidades maiores e elevado grau de pureza (Bauman, 1992).

2.2 Crescimento

2.2.1 Características de crescimento

Um animal tem um crescimento padrão próprio, que é determinado pela taxa e composição do crescimento. Este padrão será alcançado somente se existirem condições que permitam que isto ocorra e, sob estas condições o resultado será um crescimento normal. Se o desenvolvimento de novilhas ocorrem de modo irregular, o peso e o tamanho final podem ser muito altos ou muito baixos durante o período da primeira cobrição e parto. Como resultado, a produção de leite durante a primeira lactação pode ser afetada de forma negativa (Gavidia, 1995).

O crescimento compreende uma série de transformações em tamanho e estrutura, pelo qual o animal se desenvolve até atingir a idade adulta. De acordo com Silveira e Domingues (1995), o animal cresce pelo estímulo que recebe de sua herança, sendo a manifestação deste estímulo proporcionada pela ação de

hormônios e auxiliada pela ação de fatores externos, como a alimentação, que desempenha papel essencial para que o máximo crescimento seja alcançado.

Ao se analisar o crescimento em função da idade, observa-se que ele obedece a uma curva sigmóide, caracterizada por uma fase de crescimento acelerado, coincidente com o período que precede a puberdade e uma fase de crescimento lento, que ocorre após a puberdade. Os eventos relacionados com a puberdade condicionam o ponto de inflexão que divide estas duas fases (Furlan, 1998).

Durante a fase de crescimento acelerado, a energia e a proteína são facilmente convertidas em massa corporal (taxa de síntese protéica maior que a taxa de degradação). Após a puberdade (fase de crescimento lento) a deposição de proteína é menos eficiente e os nutrientes em excesso são convertidos em gordura corporal (Abeni et al., 2000). A deposição de gordura, neste caso, está em função do grau pelo qual a ingestão de energia excede a energia gasta, associada com a manutenção fisiológica e deposição de proteína (Gavidia, 1995; Fox et al., 1999). Kertz, Drewitt e Ballan (1987) relataram que novilhas de três a doze meses de idade podem ganhar 1000 g/dia sem acumular gordura em excesso.

O corpo não cresce como uma unidade; existem diferenças de crescimento entre órgãos e tecidos. A nutrição de um bovino jovem deve satisfazer às suas exigências orgânicas, para formação de certas estruturas, seguindo uma ordem de prioridade: tecido nervoso, ósseo, muscular e adiposo, sendo que a formação dos tecidos ósseo e nervoso jamais pode ser prejudicada por uma restrição alimentar, enquanto o tecido muscular pode ser afetado, em parte, por uma restrição de alimentos (Silveira e Domingues, 1995). Choi et al. (1997) relataram que a subnutrição antes do desmame pode influenciar o subsequente desenvolvimento reprodutivo. Porém, os efeitos podem ser somente

observados quando o crescimento pré-desmame tiver sido severamente retardado e o animal não tiver um crescimento compensatório após o desmame.

Em ruminantes, o peso vivo e/ou o ganho de peso vivo têm sido utilizados como índices de crescimento corporal, mas outros componentes de ganho de peso vivo deveriam ser considerados. A medida do PV não define as diferenças na composição corporal. Essas diferenças na composição corporal de novilhas de reposição ao primeiro parto estão também relacionadas às variações no desempenho (Hoffman, 1997).

O ganho de peso vivo de um animal, considera-se, envolver vísceras, tecido gorduroso e tecido livre de gordura, sendo que este é composto por água, proteína e minerais (Waldo et al., 1997). De acordo com Gavidia (1995), a composição corporal muda com a maturidade. Com o aumento metabólico, as taxas de acréscimo de proteína diminuem e são substituídas por uma proporção maior de gordura. Muitos órgãos também mostram mudanças na composição de sua massa durante a vida. Estes órgãos mudam por causa do trabalho fisiológico ou metabólico que cada um desempenha, trabalho que pode ser observado no esqueleto, músculos do esqueleto e músculo cardíaco, no fígado e rim (Silveira e Domingues, 1995).

Numerosos pesquisadores têm observado uma relação positiva entre PV ao primeiro parto e produção de leite na primeira lactação, a qual tem servido para definir o tamanho corporal de novilhas de reposição. O PV, porém, não é a única medida disponível para definir o tamanho corporal. Medidas do esqueleto, tais como altura na cernelha, comprimento e área pélvica, têm sido demonstradas estarem relacionadas ao desempenho na primeira lactação e (ou) distocia (Hoffman, 1997; Fox et al., 1999). A relação peso/altura é um método prático utilizado para determinar a composição corporal (Houghton et al., 1990).

Klosterman et al. (1968), citados por Houghton et al. (1990), utilizaram a relação entre peso da vaca e altura da anca para exprimir sua condição corporal. A relação média para uma vaca em boa condição seria 4,0.

Os resultados obtidos por Houghton et al. (1990) mostram que a avaliação visual da condição corporal dá resultados tão bons quanto os obtidos pela relação peso/altura, sem a necessidade de contenção de animais para as medições. A utilização da relação peso/altura também é de fácil obtenção e, por ser composta por medidas objetivas, pode servir para a avaliação nutricional de bovinos, sendo que sua acuracidade pode aumentar quando for associada com outras medidas, como, por exemplo, escore de condição corporal (Dias et al., 1991, citados por Schafhauser, 1997).

Pesquisas indicam que a melhor opção é incorporar as medidas de crescimento do esqueleto e composição corporal com o PV, definindo o tamanho corporal. A incorporação destas medidas dentro das recomendações de PV poderia definir o crescimento de novilhas de reposição e as práticas de manejo (Hoffman, 1997).

2.2.2 Recomendações para taxa de crescimento.

Em novilhas de reposição, altos níveis de ingestão de alimentos resultando em altas taxas de crescimento no período pré-pubertal, podem causar redução severa no potencial de produção de leite. Isto tem sido demonstrado em muitos trabalhos, contudo, há um número de trabalhos em que este efeito não ocorreu (Sejrsen e Purup, 1997).

As recomendações para a taxa de crescimento são baseadas no ganho de peso corporal, coincidindo com os parâmetros desejados de crescimento do esqueleto (Fox et al., 1999; Gavidia, 1995). Taxas de crescimento apropriadas

para novilhas são aquelas requeridas para produzir adequado tamanho corporal, com o primeiro parto ocorrendo aos 24 meses de idade, quando o peso corporal está entre 550 a 600 kg de PV (Santos, 1998).

Sejrsen e Purup (1997) concluíram que, no primeiro ano de vida, as novilhas leiteiras podem ter um GMD de 0,6kg/dia. O aumento do GMD para 0,8kg/dia no segundo ano de vida, pode surtir um pequeno efeito, porém positivo, na primeira lactação. Ao contrário, altos planos nutricionais para um rápido crescimento na pré-puberdade levariam a uma diminuição na produção de leite na primeira lactação. Assim, Kertz, Drewitt e Ballan (1987) recomendaram que, dos 3 aos 6 meses de idade, as bezerras podem ser alimentadas com dietas contendo 17% de PB e 10% a 12% a mais de energia que o recomendado para 0,8 kg/dia de ganho. Deste modo, o ganho atual seria de 1 kg/dia. Dos 7 aos 12 meses, as bezerras poderiam receber dietas contendo 15% PB e 6% a 8% a mais de energia que o recomendado para ganhos de 0,8 kg/dia, ou seja, ganhar 0,93 kg/dia, sem acúmulo excessivo de gordura.

Para as novilhas alcançarem 570 kg de PV aos 24 meses, elas precisam de um GMD de 820g/dia. Quando o GMD de novilhas holandesas na pré-puberdade excede 700g/dia, o desenvolvimento do tecido secretor mamário e a subsequente produção de leite são prejudicados (Sejrsen e Purup, 1997). Porém, há controvérsias sobre o efeito negativo do alto GMD na produção de leite na primeira lactação (Gavidia, 1995).

Pesquisas sugerem que as reduções na produção de leite podem ser resultado de um plano nutricional alto em energia na pré-puberdade, empregado para reduzir a idade ao primeiro parto, prejudicando o desenvolvimento do tecido parenquimal mamário (Hoffman et al., 1992; Sejrsen e Purup, 1997).

No experimento conduzido por Peri et al. (1993), novilhas de leite que tiveram um GMD de 0,625; 0,768 e 1,1 kg, dos 6 aos 12 meses de idade, produziram 7.056, 6.070, e 5.975 kg de leite, respectivamente, durante 205 dias

de lactação, muito embora alguns experimentos não tenham encontrado nenhum efeito (Pirlo, Capelleti e Marchetto, 1997; Waldo et al., 1997) ou o efeito da nutrição tenha sido observado com GMD acima de 1,0 kg (Van Amburgh et al., 1998).

Novilhas alimentadas com dietas altas em energia antes da puberdade normalmente apresentam maior escore de condição corporal (ECC) aos 300 kg de PV (Pirlo, Capelleti e Marchetto, 1997) ou ao parto, comparada com aquelas alimentadas com dietas baixas em energia (Van Amburgh et al., 1998). Um alto nível de energia resulta em uma maior deposição de gordura nos tecidos corporais (Grings et al., 1990; Waldo et al., 1997).

Dietas com excesso de energia podem predispor os animais a doenças metabólicas, tais como acidose e laminite, mas muito pouco se sabe sobre os metabólitos no plasma relacionado ao metabolismo de energia, proteína, minerais e vitaminas e sobre o trato digestivo e funcionalidade do fígado em novilhas em crescimento (Grummer et al., 1995; Abeni et al., 2000).

No experimento de Abeni et al. (2000), as novilhas alimentadas para um mais alto GMD (0,9 kg/dia) mostraram uma diferença significativa no ECC após os 10 a 12 meses de idade. Dos 7 aos 14 meses de idade, aumentando a concentração de energia e proteína da dieta melhorou o GMD sem promover a deposição de gordura. Posteriormente, as novilhas iniciaram a deposição de gordura mais facilmente. Porém, a produção de leite não diferiu entre as dietas de tratamento. Isto pode significar que o maior GMD que foi obtido antes da puberdade não é prejudicial para a habilidade das novilhas em produzir leite.

O diferente período de deposição de gordura pode ser explicado pelo crescimento padrão do desenvolvimento do tecido. Em estágios iniciais de crescimento, a energia e a proteína são facilmente convertidas em massa corporal. O potencial máximo de crescimento ocorre antes da puberdade; após este estágio, a deposição de proteína é menos eficiente e os nutrientes em

excesso são convertidos em lipídios, excretados ou catabolizados (Abeni et al., 2000).

Vandehaar (1997) sugeriu que a concentração insuficiente de proteína na dieta de novilhas em rápido crescimento corporal na pré-puberdade pode prejudicar o desenvolvimento mamário e a subsequente produção de leite. Aumentar a proteína na dieta durante a pré-puberdade pode ser necessário para um ótimo desenvolvimento mamário. Isto pode ser explicado pela teoria de que a dieta extraprotéica pode compensar os efeitos prejudiciais da dieta alta em energia sobre o desenvolvimento mamário (Radcliff et al., 1997).

No experimento de Lammers e Heinrichs (2000), quando se aumentou a relação de proteína bruta (PB) para energia metabolizável (EM) de 50:1 para 61,2:1g/Mcal, aumentou a taxa de crescimento e melhorou a eficiência alimentar de novilhas entre 28 e 48 semanas de idade. A mais alta taxa de proteína para energia aumentou as taxas de crescimento estrutural mais que o ganho de PV e reduziu a taxa de aumento do ECC, o qual sugeriu um aumento no crescimento do tecido magro. O comprimento da teta foi utilizado como uma medida indireta do desenvolvimento do ducto mamário e foi aumentado com a alta taxa de proteína para energia da dieta.

Num outro experimento, Radcliff et al., (1997) compararam os efeitos das taxas de crescimento na pré-puberdade (0,8 e 1,2 kg/dia) de novilhas holandesas sobre o desenvolvimento mamário. A avaliação do tecido mamário obtido do abate das novilhas holandesas demonstrou que o conteúdo de DNA (miligramas por quilograma de PV) não foi significativamente diferente para as novilhas crescendo a duas taxas de ganho. Estes pesquisadores sugeriram que a alta ingestão de energia, combinada com mais alta proteína, pode ter permitido uma maior expressão do desenvolvimento mamário em novilhas no tratamento mais alto em energia.

No experimento de Van Amburgh et al. (1998), o período de tratamento coincidiu com o período pré-pubertal de crescimento mamário (90 a 320 kg de PV) para verificar os efeitos das taxas de crescimento na produção de leite. As novilhas foram alimentadas com dietas para um GMD de 0,6, 0,8 e 1,0 kg, no qual a energia foi balanceada para alcançar as taxas de GPV e a proteína foi formulada para satisfazer aos requerimentos de nitrogênio no rúmen e excedeu os requerimentos dos tecidos. O GPV durante a pré-puberdade não afetou significativamente a produção de leite durante a primeira lactação.

Pirlo, Capelleti e Marchetto (1997), concluíram que novilhas de leite podem tolerar um ganho médio diário de aproximadamente 800 gramas, de 100 a 300 kg, sem efeitos prejudiciais na futura produção de leite. Estes resultados estão de acordo com o NRC (1989), que recomenda o limite de ganho de peso vivo (GPV) de 0,8 kg/ dia para raças grandes.

Hoffman e Funk (1992) definiram as dinâmicas de manejo de novilhas de reposição unindo os quatro maiores princípios: biologia, economia, produtividade e lucratividade. Os autores relacionaram seis conceitos chave do manejo de novilhas de reposição: custo de criação de novilhas de leite pode ser reduzido, reduzindo-se a idade ao primeiro parto; a idade ao primeiro parto pode ser diminuída aumentando o plano de nutrição; o desenvolvimento da glândula mamária na pré-puberdade, juntamente com o potencial de produção de leite, não é afetado pelo alto plano de nutrição; os problemas de parto, tal como distocia, podem ser reduzidos aumentando o peso ao primeiro parto; o aumento do peso ao parto tem um efeito positivo na produção de leite durante a primeira lactação; a eficiência alimentar diminui em resultado ao aumento do peso ao parto.

2.3 Idade à puberdade

O início da puberdade em bovinos é influenciado pela estação do ano, raça, peso vivo e nível nutricional. As novilhas submetidas a um alto plano nutricional apresentam uma maior taxa de ganho de peso diário e atingem a puberdade com menor idade. Para que as novilhas atinjam a data de parição com idade média de 24 a 26 meses, é necessário que elas atinjam a puberdade ao redor de 10 a 12 meses de idade (Spain, Lucy e Hardim, 1997).

Devido ao início da puberdade estar associada principalmente com o PV e também o comprimento da gestação ser fixo, a idade ao primeiro parto é uma função da idade em que a puberdade e a concepção ocorrem. O potencial para acelerar o crescimento corporal na pré-puberdade e reduzir a idade ao primeiro parto pode existir se nosso conhecimento atual de requerimentos de nutrientes é aplicado e as decisões de cobrição forem baseadas na maturidade fisiológica (Van Hamburg et al., 1998).

O que mais afeta a idade ao primeiro parto é a capacidade limitada das novilhas na partição de nutrientes, quando são feitos esforços para aumentar a taxa de crescimento. Os efeitos possíveis desta capacidade limitada são sobre o desenvolvimento do tecido epitelial mamário ou a deposição de proteína no corpo. Ambos são importantes, mas ficam em posição secundária comparados à partição de nutrientes para um mais rápido crescimento (Hoffman e Funk, 1992).

Durante a pré-puberdade, os baixos níveis de estrógeno secretados pelos folículos ovarianos são capazes de inibir a secreção de LH. A habilidade do hipotálamo em superar estes efeitos inibitórios é um fator importante que faz com que a primeira ovulação aconteça. No entanto, o plano nutricional pode influenciar a intensidade dessa inibição (Santos, 1998). Schillo (1992) e Hall et al. (1994) indicaram que uma maior ingestão de energia aumenta a pulsatilidade de secreção de LH, o que está associado ao aparecimento mais precoce da

puberdade. Restrições de energia na dieta diminuem a liberação de LH e adiam o início da puberdade.

No experimento de Gong, Bramley e Webb (1991), o tratamento com bST (25 mg/dia) durante os dois primeiros ciclos estrais não teve efeito nas concentrações de estradiol, progesterona, LH e FSH durante o período de tratamento, mas teve significativamente maiores concentrações de GH e IGF-I. As novilhas tratadas com bST também tiveram mais folículos que os animais do grupo controle. O tratamento crônico com bST em novilhas de corte também não aumentou a frequência de pulsação de LH e, portanto, não pode ser esperada para alterar o início da puberdade (Hall et al., 1994).

No experimento de Van Hamburg et al. (1998), todas as novilhas foram cobertas pesando 340 kg de PV. As novilhas com GMD de 0,6 kg foram cobertas com 365 dias, em média; aquelas com GMD de 0,8 kg foram cobertas com 290 dias em média e as novilhas com GMD de 1,0 kg foram cobertas com 258 dias. Porém, a produção de leite das novilhas do tratamento de acelerado crescimento (GMD= 1,0 kg) foi aproximadamente 5% mais baixo que a produção de leite das novilhas alimentadas para um GMD de 0,6kg.

Radcliff et al. (2000) relataram que as novilhas que tiveram um GMD 1,2 kg/dia foram a primeira inseminação 90 dias mais cedo que as novilhas recebendo 0,8 kg/dia, mas, todas as novilhas tiveram PV e altura na cernelha similares.

No experimento de Choi et al (1997), a idade ao primeiro cio (13 meses) não foi diferente entre novilhas que recebiam uma dieta recomendada para animais de 24 meses e novilhas submetidas a períodos de restrição alimentar e realimentação. Santos (1998) relatou que a secreção de gonadotrofina é omitida durante a subnutrição, adiando a puberdade de animais novos e reduzindo o desempenho reprodutivo dos adultos. Porém, Choi et al. (1997) relataram que a moderada restrição alimentar (60% a 80% da ingestão à vontade) tem pequenos

efeitos e sugeriram que, após a chegada de animais a um certo PV, a restrição alimentar não tem efeito na puberdade. Deste modo, o nível de desenvolvimento atingido antes da restrição alimentar é importante.

De acordo com Hall et al. (1994), a restrição crônica alimentar adia o início da puberdade, bem como a pré-puberdade aumenta a secreção de LH pulsátil, evento crítico que leva ao início da puberdade. Baseados nestas observações, tem sido proposto que as diferenças na idade à puberdade associadas com as diferenças na taxa de crescimento são atribuídas aos efeitos do aumento na secreção de LH pulsátil no período da pré-puberdade.

No experimento de Hall et al. (1994), as novilhas que consumiram alta energia tiveram a primeira ovulação 53 dias mais cedo que as novilhas que receberam moderada energia. O PV das novilhas à puberdade não foi diferente entre os tratamentos. O tratamento das novilhas com bST não afetou a idade ou o peso à primeira ovulação. A frequência de pulsação de LH aumentou entre 10,5 e 12 meses de idade nas novilhas recendo alta energia, enquanto que as novilhas recebendo uma dieta moderada não tiveram mudanças no padrão de LH.

Radcliff et al. (1997) concluíram que a idade à puberdade é inversamente relacionada à taxa de crescimento na pré-puberdade e aplicações de bST aumentam a taxa de crescimento. Ele indicou que a dieta alta em energia em combinação com bST pode ser utilizada para diminuir a idade e aumentar o tamanho do esqueleto à puberdade. No experimento desenvolvido por esses autores, as novilhas que receberam uma dieta alta em energia e proteína tiveram uma média maior de GPV, tendo diminuído a idade à puberdade em 58 dias, porém não afetou o PV, a altura da cernelha à puberdade e a área pélvica ao abate. Tanto a dieta alta em energia quanto o bST influenciaram o ganho médio diário, o crescimento do esqueleto e a condição corporal de novilhas, mas

somente a dieta alta em energia parece influenciar a idade à puberdade, sem afetar a produção de leite.

Os resultados do experimento de Murphy et al. (1991) indicaram que a administração de 15 mg de bST/dia em novilhas Friesian antes da puberdade não afetou a idade à puberdade, como já era esperado, pois a administração de bST não afetou o GPV antes da puberdade. Porém, no experimento de Buskirk et al. (1996), as novilhas alimentadas de uma dieta alta em energia alcançaram a puberdade em uma idade mais nova e a administração de bST aumentou o peso à puberdade.

O tratamento de novilhas de corte na pré-puberdade com bST parece alterar o metabolismo intermediário, promover o crescimento de músculos e ossos e minimizar a deposição de gordura, mas não influencia o aumento da secreção de LH ou o início da puberdade. A ST induziu mudanças no crescimento folicular, mas estas alterações não afetam a idade a puberdade. Pesquisas recentes indicam que a disponibilidade de substrato de energia para o sistema nervoso central parece ser a principal ligação entre nutrição e reprodução. Portanto, no presente trabalho, o bST provavelmente não alterou suficientemente a disponibilidade de energia para o sistema nervoso central de modo a influenciar os mecanismos envolvidos no início da puberdade (Hall et al., 1994).

2.4 Efeito da somatotropina no desempenho produtivo

Durante o período da pré-puberdade, a glândula mamária passa por um crescimento rápido, sendo esta fase referenciada como de crescimento alométrico (Murphy et al., 1991). Existem dois fatores conhecidos que afetam o conteúdo do tecido parenquimal mamário depositado na glândula mamária

durante esta fase de crescimento; o plano de nutrição e a concentração de somatotropina no sangue, que diminui sua concentração quando se fornece dietas altas em energia (Sejrsen et al., 1986). A aplicação de bST em novilhas de leite durante o período da pré-puberdade aumenta o tecido parenquimal mamário e diminui o tecido adiposo mamário, minimizando os efeitos de uma dieta para um crescimento acelerado durante esta fase (Sejrsen et al., 1986). Em adição, administração de bST aumenta a taxa de crescimento e diminui a gordura da carcaça (Radcliff et al., 1997).

Radcliff et al. (1997), verificou em seu experimento que novilhas recebendo uma dieta alta em energia tiveram maior ganho de peso, maior escore de condição corporal (ECC) e maior peso de carcaça quando comparada às novilhas controle. Porém, a média de GPV foi maior para as novilhas tratadas com bST que para as novilhas veiculo. A injeção de bST aumentou a porcentagem de proteína e água na carcaça e diminui a porcentagem de gordura. O número de células mamárias também foi aumentada em 47% devido à aplicação de bST, independente da dieta.

No experimento conduzido por Carsten et al. (1997), novilhas Angus-Holandesas que receberam 500 mg de somatotropina de 14 em 14 dias e foram divididas em dois tratamentos (crescimento contínuo ou crescimento intermitente). As novilhas de crescimento contínuo tiveram um GMD 20% maior que as que não receberam bST. Porém, o bST não melhorou a taxa de crescimento das novilhas em crescimento intermitente e, durante o período de crescimento compensatório, o bST reduziu o GMD em 15%. O aumento no peso corporal de novilhas tratadas com bST está associado com o aumento no tamanho estrutural das novilhas e não simplesmente ao aumento na massa corporal. Por este motivo, o peso sozinho não é um bom indicativo para representar o tamanho do animal, sendo que medidas do esqueleto em conjunto



com o peso corporal podem ser melhores indicadores do tamanho do animal (Gavidia, 1995).

Buskirk et al. (1996) relataram que a somatotropina recombinante (250 mg de 14 em 14 dias) aumentou o GMD em 19%, em novilhas mestiças Angus-Simental recebendo uma dieta formulada para ganhar 1,2 kg/dia, comparada com as novilhas recebendo veículo, sem afetar a composição da glândula mamária e a subsequente produção de leite. A administração de bST também aumentou o crescimento ao longo do osso, resultando em maior altura de anca.

Radcliff et al. (1997) concluíram que a dieta alta em energia e proteína associada com bST pode ser utilizada para diminuir a puberdade e aumentar o tamanho do esqueleto, sendo o tamanho do esqueleto ao parto importante. As novilhas baixas e gordas são mais susceptíveis a distocia e incidência de desordens metabólicas.

Porém, o efeito da somatotropina no crescimento tem sido variável. Um grande número de fatores provavelmente é considerado para a variação na resposta do bST, incluindo a frequência do tratamento de bST (diária ou formulações de liberação lenta), tipo de bST (pituitária ou recombinante), dose utilizada, duração da administração, fase de produção, PV do animal e ingestão e composição da dieta e forma de administração (Murphy et al., 1991; Hall et al., 1994; Carsten et al., 1997; Furlan, 1998).

Os resultados obtidos por Murphy et al. (1991) indicaram que a administração diária de 15 mg de bST em novilhas Friesian, antes da puberdade, não afetou a taxa de crescimento e a produção de leite na primeira lactação. Hall et al. (1994) concluíram que a administração de somatotropina melhorou a adesão de tecido magro e diminuiu a deposição de gordura, porém, o PV à puberdade não foi diferente entre os tratamentos. Este resultado pode ter sido devido à dose de bST utilizada (equivalente a 85 mg/kg), pois Mosely et al.

(1992) relataram que doses superiores a 33 mg /kg não melhoraram o GMD de novilhos de corte.

Uma dieta com alta proteína e alta energia aumenta a taxa de crescimento e diminui a idade ao primeiro parto sem afetar o desempenho reprodutivo antes da lactação. Contudo, ocorre diminuição da produção de leite na primeira lactação. A combinação de uma dieta alta em proteína e energia com a injeção de bST durante o período de crescimento pré-pubertal diminui a idade ao primeiro parto sem diminuir significativamente a produção de leite. Contudo, diminui o desempenho reprodutivo antes da lactação (Radcliff et al., 2000). Porém, nos três experimentos de Buskirk et al. (1996), a aplicação de bST na pré-puberdade, juntamente com uma dieta alta em energia, não prejudicou o desempenho reprodutivo antes do parto.

A ingestão de matéria seca (IMS) também apresenta respostas variáveis à administração de bST. De maneira geral, ela sofre uma redução quando se utiliza bovinos de corte em fase de terminação, ao passo que naqueles em crescimento não se observam alterações (Furlan, 1998).

Quando a dosagem de bST é muito elevada (acima de 100 µg/kg PV/dia), a redução na IMS é mais pronunciada, podendo inclusive causar efeitos nocivos nos animais, conforme demonstrado por Mosely et al. (1992). Estes autores observaram uma redução de aproximadamente 18% no consumo de alimentos pelos animais que recebiam 300 µg de bST/kg de PV/dia, o que ocasionou uma sensível queda no desempenho dos animais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O experimento foi conduzido no período de fevereiro a setembro de 2000, nas instalações da Fazenda Vista Alegre (Newton Paiva Empreendimentos Rurais Ltda), a 45 km de Curvelo, situado no norte do estado de Minas Gerais, Brasil.

3.2 Animais e instalações utilizadas

Foram utilizadas quarenta novilhas da raça holandesa preta e branca, pura por cruz, com peso médio de $176,67 \pm 3,17$ kg e idade média de $256 \pm 4,08$ dias, no início do experimento. Todas as novilhas apresentaram excelentes condições de saúde. Nenhuma delas apresentava manifestações clínicas de alguma enfermidade ou alguma doença infecto-contagiosa, assim como qualquer distúrbio de origem metabólica.

Os animais foram alojadas em quatro piquetes de aproximadamente 500 m² cada um, sendo dez novilhas por piquete. Os piquetes possuíam um espaço de comedouro de 0,70 metros para cada animal e eram cobertos para proteger contra a radiação solar direta e as chuvas. As novilhas possuíam livre acesso à água que estava disponível todo o tempo. Os piquetes eram separados por cerca de arame liso, com o piso de cimento perto do comedouro e pastagem de tifton no restante da área.

3.3 Tratamentos e arraçamento

As dietas foram compostas de feno de tifton e suplementadas com concentrado, para prover os nutrientes necessários e visando ao atendimento das exigências dos animais em crescimento. Foram fornecidas duas dietas com diferentes teores de proteína e energia: uma moderada, visando obter um GMD de 0,6 kg/dia e outra alta, para obter um GMD de 0,9 kg/dia (Tabela 1). Ambas eram combinadas com aplicações de somatotropina bovina recombinante exógena, constituindo um arranjo fatorial 2 x 2, sendo que os tratamentos foram: 1) dieta alta e administração de bST; 2) dieta alta sem administração de bST; 3) dieta moderada e administração de bST e 4) dieta moderada sem administração de bST.

TABELA 1 Plano de nutrição para as novilhas na pré-puberdade.

Dieta	Plano de nutrição
Alta	Feno de tifton e 3,50 kg de concentrado
Moderada	Feno de tifton e 2,00 kg de concentrado

As novilhas foram agrupadas para alimentação, sendo o feno e a ração concentrada distribuídos e misturados manualmente, promovendo uma mistura homogênea oferecida uma vez ao dia, às 10:30 horas. A quantidade de feno disponibilizada por animal foi de aproximadamente 3,0 kg/dia, em base da matéria natural. A Tabela 2 ilustra a composição das dietas experimentais, a porcentagem dos ingredientes utilizados na dieta encontram-se na Tabela 3, e a composição bromatológica dos alimentos na Tabela 4.

TABELA 2 Quantidade estimada de nutrientes fornecidos com base nas dietas experimentais.

Composição	Dieta moderada	Dieta alta
Ingredientes		
Concentrado ¹ , kg/d	2,00	3,50
Feno de tifton ¹ , kg/d	3,00	3,00
Nutrientes, com base na matéria seca		
Proteína bruta (PB), g	663	920
Matéria mineral (MM), g	223	279
Extrato etéreo (EE), g	143	185
Nutrientes digestíveis totais (NDT), g	3046	3871
Fibra em detergente ácido (FDA), g	1124	1217
Fibra em detergente neutro (FDN), g	2123	2274
Cálcio (Ca), g	27	42
Fósforo (P), g	15	24

¹ Base em matéria natural.

TABELA 3 Composição percentual da ração concentrada utilizada na pré-
puberdade, durante o período experimental.

Alimento	%
FUBÁ DE MILHO	52,70
FARELO DE SOJA	29,10
POLPA CÍTRICA	15,00
CALCÁRIO CALCÍTICO	1,00
FOSFATO BICÁLCIO	1,30
SAL COMUM	0,30
PREMIX MINERAL *	0,30
PREMIX VITAMÍNICO **	0,30

* Núcleo Mineral Nutriplan, constituído de Co= 167 mg/kg; I= 3756 mg/kg; Mg= 66772 mg/kg; Cu= 20866 mg/kg; Fe= 125198 mg/kg; Zn= 82532 mg/kg; Se= 334 mg/kg.

** Núcleo Vitamínico Nutriplan constituído das vitaminas A, D, E. (vitamina A=10000000 UI/kg; vitamina D= 2000000 UI/kg; vitamina E= 48000 UI/kg).

TABELA 4 Composição bromatológica dos ingredientes utilizado nas dietas
experimentais.

Variáveis	Feno de tifton	Milho	F. soja	Polpa cítrica
MS, %	89,00	88,10	89,90	88,00
PB*	12,00	9,00	45,30	7,40
EE*	3,23	4,30	0,80	4,20
FDN*	72	9,10	9,00	25,00
FDA*	37,44	4,05	4,00	24,00
Cinzas*	5,55	1,50	1,50	4,10
Ca*	0,30	0,03	0,36	1,80
P*	0,15	0,26	0,68	0,36

Porcentagem na MS.

3.4 Manejo dos animais

Ao entrar no período experimental, as novilhas foram submetidas a pesagens em balança para determinação do PV. A altura à cernelha foi determinada com bengala graduada. Essas medições foram feitas em todos os animais, a cada duas semanas, até o final do experimento. A altura da cernelha foi utilizada para estimar o tamanho do esqueleto. A condição corporal foi estimada pela relação peso/altura descrita por Bethard, James e Mc Gilliard (1997), calculada pelo PV (kg) dividido pela altura à cernelha (cm).

As novilhas destinadas ao tratamento com somatotropina receberam injeções de rbST exógena de liberação lenta, no primeiro dia do experimento, totalizando dez ciclos de injeções com intervalos de 14 dias. O rbST é preparado em emulsão de óleo com vitamina E (250 mg/2 ml), com o nome comercial Boostin® (Coopers). As injeções foram subcutâneas, aplicadas na fossa ísquiorretal e em lados alternados à cada aplicação.

As novilhas, quando atingiam 360 kg, eram encaminhadas para um outro piquete, para observação do cio. A observação de cio foi realizada durante o dia, por meio de determinação visual de monta e aceitação de monta, assim como outras mudanças no comportamento. Após 12 horas da detecção do cio, as novilhas foram inseminadas artificialmente.

3.5 Coleta de amostras e análises químicas

Amostras de volumoso foram coletadas de quinze em quinze dias, formando amostras compostas para a realização de análises bromatológicas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, conforme as descrições a seguir:

- **matéria seca:** as análises de MS foram realizadas pelo método de pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 58°C por 72 horas; as amostras foram trituradas em peneira de 1mm em moinho tipo Willey e, posteriormente, pelo método de estufa a 105°C, por 24 horas, segundo A.O.A.C (1990);
- **proteína bruta:** foi estimada o teor de proteína do volumoso a partir da porcentagem de N, pelo método micro Kjeldahl, segundo A.O.A.C (1990);
- **extrato etéreo:** foi determinado pelo método de Gerber no aparelho Soxhlet, A.O.A.C (1990);
- **fibra em detergente ácido:** foi determinada pelo método Goering e Van Soest (1970).
- **fibra em detergente neutro:** foi determinada pelo método Goering e Van Soest (1970);
- **minerais:** foram determinados pelo método de digestão nitro-perclórica, de acordo com Zaroski e Burau (1977), obtendo-se os extratos das amostras.
- **cálcio e fósforo:** foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, de acordo com Braga e Defelipo (1974).

3.6 Delineamento experimental

O delineamento experimental empregado para as análises de peso vivo médio, GMD, altura média e relação peso/altura foi o de blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 2 x 2, com parcela subdividida (semana), sendo cada animal uma unidade experimental, e o fator de blocagem, o período de entrada dos animais no experimento. As variáveis medidas bissemanalmente foram analisadas como medidas repetidas pelo procedimento MIXED do sistema

SAS[®] - Statistical Analysis System (S.A.S., 1995; Littell et al., 1996). O modelo estatístico empregado para descrever estas observações foi:

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + s_k + ab_{ij} + as_{ik} + bs_{jk} + r_k + ei_{jk}$$

em que:

Y_{ijk} = o plano de nutrição i , na aplicação de rbST j , no bloco rk ;

μ = média geral

a_i = efeito do plano de nutrição, $i = 1, 2$;

b_j = efeito da aplicação de rbST, $j = 1, 2$;

s_k = efeito da semana, $k = 1$ a 10 ;

ab_{ij} = efeito da interação do plano de nutrição i e aplicação de hormônio j ;

as_{ik} = efeito da interação entre dieta e semana;

bs_{jk} = efeito da interação entre hormônio e semana;

r_k = efeito do bloco k , $k = 1, 2, 3$;

ei_{jk} = erro experimental associado a Y_{ijk} que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

O delineamento experimental empregado para as análises de peso inicial e final, ganho de peso, altura inicial e final e incremento na altura foi o de blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 2×2 , com dez repetições, sendo o fator de blocagem, o período de entrada dos animais no experimento. As variáveis foram analisadas pelo procedimento MIXED do sistema SAS[®] - Statistical Analysis System (S.A.S., 1995; Littell et al., 1996). O modelo estatístico empregado para descrever estas observações foi:

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + ab_{ij} + r_k + ei_{jk}$$

em que:

Y_{ijk} = o plano de nutrição i , na aplicação de rbST j , no bloco rk ;

μ = média geral

a_i = efeito do plano de nutrição, $i = 1, 2$;

b_j = efeito da aplicação de rbST, $j = 1, 2$;

ab_{ij} = efeito da interação do plano de nutrição i e aplicação de hormônio j ;

r_k = efeito do bloco, $k = 1, 2, 3$;

e_{ijk} = erro experimental associado a Y_{ijk} que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características de crescimento

4.1.1 Peso vivo

A Tabela 5 apresenta o peso inicial e final e o ganho de peso, respectivamente, das novilhas utilizadas no experimento. As novilhas entraram no experimento com PV e idade similares. Ao final do experimento as novilhas recebendo dieta alta estavam mais pesadas ($P < 0,0003$) que as recebendo dieta moderada.

As novilhas que receberam dieta alta tiveram média de GP de 95,04 kg ($P < 0,0001$) e as que receberam dieta moderada tiveram GP médio de 63,59 kg ($P < 0,0001$) durante o período experimental de 140 dias. Semelhantemente, no experimento de Abeni et al. (2000), novilhas alimentadas para o GMD de 0,9 kg foram significativamente mais pesadas ($P < 0,01$) que novilhas alimentadas para o GMD de 0,7 kg, durante o período experimental de sete meses.

Pirlo, Capelletti e Marchetto (1997) demonstraram em seu experimento que novilhas alimentadas com alta energia e baixa proteína tiveram maior taxa de crescimento do que as que foram alimentadas de baixa energia. Novilhas alimentadas de alta energia e alta proteína cresceram mais rápido e pesaram mais. Assim, a dieta ótima para o desenvolvimento de novilhas com menos de 300 kg de PV pode ser rica em ambos NDT e PB, como o dieta do presente experimento.

Novilhas recebendo dieta alta e rbST tiveram um maior GP comparadas com as que receberam dieta alta sem aplicação de rbST, sendo que este aumento não foi significativo ($P > 0,3430$).

Houve efeito significativo da dieta sobre o PV médio ($P < 0,0001$), também constatou-se diferença significativa entre as semanas ($P < 0,001$) e diferença significativa da interação entre tratamento e semana ($P < 0,0103$) (Tabela 6).

As novilhas recebendo dieta alta ganharam peso durante todo o período experimental, porém as novilhas recebendo dieta moderada perderam peso entre o 70º e 98º dia (Figura 1).

TABELA 5 Média geral do peso inicial, peso final e ganho de peso (em kg) de novilhas holandesas em função da dieta alta e baixa, com e sem aplicação de rbST com seus respectivos EPM¹ e probabilidades.

Variáveis	Dieta Moderada		Dieta Alta		EPM	Probabilidade (P > F)		
	Sem rbST	Com rbST	Sem rbST	Com rbST		Dieta	Hormônio	D*H ²
Peso inicial	177,12	179,44	176,82	178,14	3,68	0,8286	0,6262	0,8924
Peso final	241,25	242,51	265,45	279,61	7,59	0,0003	0,3199	0,3998
Ganho de peso	64,13	63,06	88,63	101,46	6,09	0,0001	0,3430	0,2601

¹ Erro padrão da média

² Interação entre dieta e hormônio

Na Tabela 7 estão os dados médios de GMD durante o período experimental. Novilhas recebendo dietas para o GMD de 0,9 kg/dia (dieta alta) e 0,6 kg/dia (dieta moderada) não atingiram o ganho previsto. A dieta alta (efeito principal) aumentou ($P < 0,0004$) o GMD em comparação com a dieta moderada (0,75 vs. 0,50 kg/dia, respectivamente). Houve um efeito significativo entre as semanas sobre o GMD ($P < 0,0035$).

A dieta alta foi formulada 30% acima das recomendações do NRC (2001) e a dieta moderada foi formulada 15% abaixo das recomendações do NRC (2001) para novilhas com 200 kg/PV. A IMS das novilhas não foi

calculada, pois as novilhas estavam alojadas em grupos e não foi possível pesar as sobras dos alimentos fornecidos. A dieta fornecida está de acordo com as recomendações de Kertz, Drewitt e Ballan (1987) para o crescimento rápido na pré-puberdade, sem causar acúmulo excessivo de gordura em novilhas.

No experimento de Abeni et al. (2000), novilhas alimentadas para crescimento acelerado ganharam 0,775 kg/d e novilhas recebendo dieta moderada ganharam 0,667 kg/d ($P = 0,0128$) durante a pré-puberdade. O GMD observado das novilhas com baixo ganho ficou próximo do esperado, porém, nas novilhas com alto ganho, o GMD observado foi mais baixo que o esperado. Estes resultados mostram que a energia e a proteína fornecida não foram adequadas para satisfazer aos requerimentos para o GMD maior que 0.8 kg/dia, como o observado neste experimento.

TABELA 6. Peso médio (em kg) de novilhas holandesas em função da dieta alta e baixa, com e sem aplicação de rbST com seus respectivos EPM¹ e probabilidades.

Dieta	Hormônio	Peso médio	EPM	Probabilidade (Pr > F)				
				Dieta	Hormônio	Semana	D*H ²	D*S ³
A	1	235,97	4,99	0,0001	0,1052	0,0001	0,1950	0,010
	2	224,96	4,99					
B	1	211,96	1,96					
	2	210,73	1,96					

¹ Erro padrão da média

² Interação entre dieta e hormônio

³ Interação entre dieta e semana

Bethard, James e Mc Gilliard (1997) relataram que o GP e o GMD estão diretamente relacionados a IMS, indiferentemente da concentração de energia ou porcentagem de proteína não degradada no rúmen (PNDR), pois observaram que com o aumento da IMS, o PV e o GMD das novilhas também aumentaram. No trabalho de Lammers e Heinrichs (2000), o aumento na relação de proteína para energia resultou em maior IMS. As novilhas que consumiram dieta com alto nível de proteína tiveram 3% a mais de ingestão de MS, comparado com novilhas consumindo dieta com baixo nível de proteína. Este aumento na IMS, resultou em aumento de 9,5% no GMD ($P < 0,01$), comparado à novilhas alimentadas com baixo nível de proteína.

A administração de rbST não teve efeito significativo ($P > 0,5357$) sobre o GMD (Tabela 7). Novilhas recebendo dieta moderada e aplicações de rbST tiveram um GMD inferior as novilhas não tratadas com rbST. Este resultado está de acordo com o de Furlan (1998), o qual concluiu que a aplicação de 250 mg de rbST de liberação lenta, a cada 14 dias, não teve efeito sobre o ganho médio diário de bovinos de corte. A administração de rbST na forma de liberação lenta pode não alterar o GMD, tanto quanto as injeções diárias (Hall et al., 1994). Porém, a administração de rbST diariamente para novilhas Friesian antes da puberdade também não teve efeito sobre a taxa de crescimento (Murphy et al., 1991).

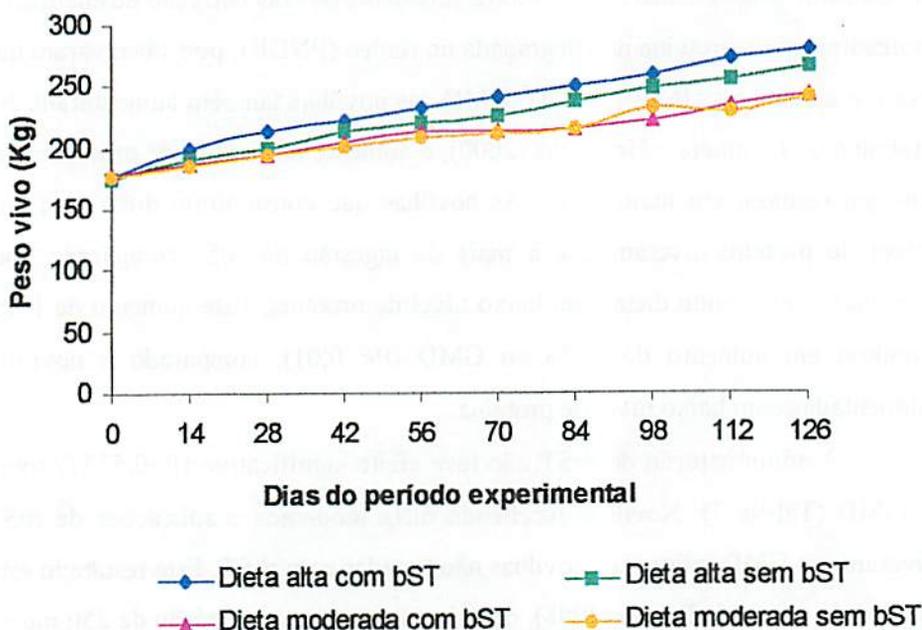


FIGURA 1- Peso vivo (kg) médio de novilhas holandesas em função da dieta alta e baixa, com e sem aplicação de rbST ($P= 0,0001$ para o efeito de dieta; $P= 0,1052$ para o efeito de hormônio; $P= 0,0103$ para interação entre dieta e semana; $P= 0,1950$ para a interação entre dieta e hormônio).

É possível que no presente experimento a dose de rbST utilizada não tenha sido adequada. Mosely et al. (1992) trabalharam com várias dosagens de rbST (0, 8, 16, 33, e 66 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de PV/ dia) e observaram que novilhos em terminação tiveram um aumento na resposta no crescimento de 11% quando foram administrados 33 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de PV/dia, enquanto a dose máxima de 66 $\mu\text{g}/\text{dia}$ reduziu a taxa de crescimento em 4%. Hall et al. (1994) utilizaram uma dose diária de 85 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de PV, o que pode explicar a falta de efeito da utilização de rbST para melhorar o GMD.

No experimento de Radcliff et al. (1997), novilhas leiteiras alimentadas com dieta alta ou moderada recebendo injeções diárias de rbST (25 µg/kg de PV) tiveram maior GMD, sendo 1,27 kg/dia para novilhas que receberam alta dieta e rbST; 1,19 kg/dia para as que receberam alta energia; 0,85 kg/dia para as que receberam dieta moderada e rbST e 0,77 kg/dia para as novilhas recebendo dieta moderada. Este GMD foi calculado do início do experimento até a puberdade, o que demonstrou que o rbST administrado diariamente, juntamente com a dieta alta, aumentou a taxa de crescimento. Esta interação não foi observada no atual trabalho.

TABELA 7. Ganho médio diário (em kg) de novilhas holandesas em função da dieta alta e baixa, com e sem aplicação de rbST com seus respectivos EPM¹ e probabilidades.

Dieta	Hormônio	GMD	EPM	Probabilidade (Pr > F)				
				Dieta	Hormônio	Semana	D*H ²	D*S ³
A	1	0,80	0,06	0,0004	0,5357	0,0035	0,4347	0,103
	2	0,70	0,06					
B	1	0,50	0,08	0,0004	0,5357	0,0035	0,4347	0,103
	2	0,51	0,08					

¹ Erro padrão da média

² Interação entre dieta e hormônio

³ Interação entre dieta e semana

4.1.2 Incremento na altura

A Tabela 8 apresenta a altura inicial e final, e o incremento na altura, respectivamente, das novilhas utilizadas no experimento. Não houve diferença na altura da cernelha ao início do experimento.

TABELA 8. Altura inicial, altura final e incremento na altura (em cm) de novilhas holandesas em função da dieta alta e baixa, com e sem aplicação de rbST com seus respectivos EPM¹ e probabilidades.

Variáveis	Dieta Moderada		Dieta Alta		EPM	Probabilidade (Pr>F)		
	Sem rbST	Com rbST	Sem rbST	Com rbST		Dieta	Hormônio	D ² H ²
Altura inicial	111,47	110,18	109,47	109,68	1,18	0,2964	0,6516	0,5287
Altura final	125,08	126,59	127,38	128,94	1,09	0,0399	0,1709	0,9818
Inc. na altura	13,61	16,41	17,91	19,26	6,09	0,0001	0,3430	0,2601

¹ Erro padrão da média

² Interação entre dieta e hormônio

A dieta influenciou significativamente o incremento na altura ($P < 0,0001$) e a altura ao final do experimento ($P < 0,0399$). Novilhas recebendo dieta alta tiveram média de ganho de altura maior, isso possivelmente indica um acentuado crescimento do osso.

Os resultados deste trabalho estão de acordo com os Kertz, Drewitt e Ballan (1987) e Hall et al. (1994), os quais observaram que a altura na cernelha aumentou quando as novilhas foram alimentadas com dietas altas em energia, comparada dietas com baixa energia. Lammers e Heinrichs (2000) concluíram que quando se aumentou a taxa de proteína da dieta o crescimento estrutural aumentou mais que o ganho de peso vivo e reduziu a taxa de aumento do escore

de condição corporal, sugerindo aumento no tecido magro, o que poderia também ser possível neste experimento.

Novilhas alimentadas para o GMD de 0,6 kg tiveram maior altura na cernelha, comparadas com as que tiveram maior ingestão de energia quando o PV foi similar (Van Hamburg et al., 1998).

Porém, não houve efeito significativo da dieta ($P < 0,1473$) sobre a altura média (Tabela 9) durante o período experimental. Constatou-se apenas o efeito significativo de semana ($P < 0,0001$) sobre a altura média. A figura 2 demonstra o crescimento dos animais de acordo o avanço do experimento, independente da dieta e aplicação de rbST.

TABELA 9. Altura média (em cm) de novilhas holandesas em função da dieta alta e baixa, com e sem aplicação de rbST com seus respectivos EPM¹ e probabilidades.

Dieta	Hormônio	Altura médio	EPM	Probabilidade (Pr>F)				
				Dieta	Hormônio	Semana	D*H ²	D*S ³
A	1	120,60	0,73	0,1473	0,2234	0,0001	0,4049	0,324
	2	119,43	0,73					
B	1	119,29	0,35					
	2	119,07	0,35					

¹ Erro padrão da média

² Interação entre dieta e hormônio

³ Interação entre dieta e semana

A administração de rbST, no presente experimento não teve efeito significativo no ganho de altura ($P < 0,0831$), altura média ($P < 0,2234$) e altura final das novilhas ($P < 0,1709$). Porém, os animais recebendo rbST tiveram média de ganho de altura maior do que aqueles que não receberam rbST.

Contrariando estes resultados, Radcliff et al. (1997) observaram que novilhas recebendo 25µg rbST diariamente por 120 dias, tiveram maior altura na cernelha comparada com as que não receberam o hormônio. De forma semelhante Buskirk et al. (1996), testando a administração de 250 mg de rbST, de 14 em 14 dias, observaram aumento na altura da anca.

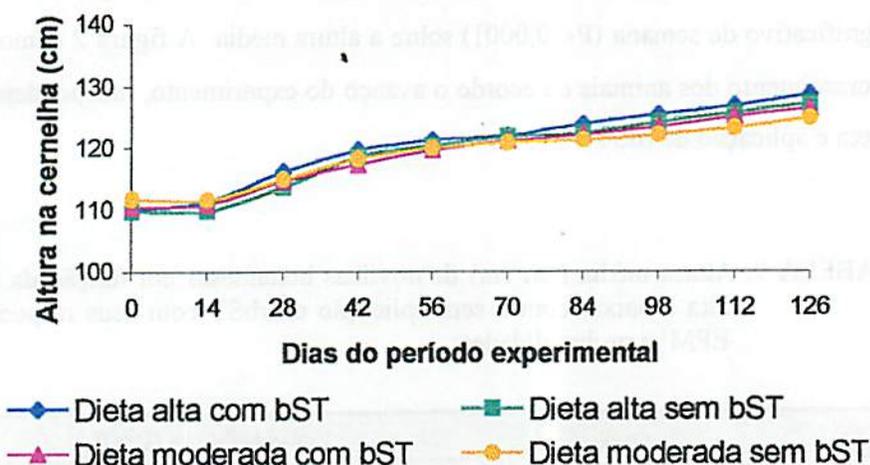


FIGURA 2- Altura média (cm) de novilhas holandesas em função da dieta alta e baixa, com e sem aplicação de rbST ($P= 0,1473$ para o efeito de dieta; $P= 0,2234$ para o efeito de hormônio; $P= 0,0001$ para o efeito de semana; $P= 0,0,3242$ para interação entre dieta e semana; $P= 0,4049$ para a interação entre dieta e hormônio).

4.1.3- Relação peso/altura

Os dados da relação peso/altura estão apresentados na Tabela 10, na qual percebe-se que a dieta influenciou significativamente a relação peso/altura. As novilhas alimentadas com dieta alta tiveram uma relação peso/altura maior ($P < 0,0001$) do que a dieta moderada. Embora a condição corporal não tenha sido medida de outra maneira, os dados da relação peso/altura implicam que as novilhas alimentadas com dieta alta tiveram maior escore de condição corporal que a dieta moderada.

Dias et al. (1991), citado por Schafhauser (1997), encontraram valores que variaram de 2,55 a 3,45 para a relação peso/altura, para vacas de origem zebuína. Porém, deve-se considerar que animais em crescimento, como os do atual experimento, tendem a apresentar menores valores para a relação peso/altura que os adultos do mesmo tipo racial, porque o tecido ósseo desenvolve-se mais precocemente que os tecidos muscular e adiposo (Berg et al., 1976, citado por Schafhauser, 1997).

TABELA 10. Relação peso/altura de novilhas holandesas em função da dieta alta e baixa, com e sem aplicação de rbST com seus respectivos EPM¹ e probabilidades.

Dieta	Hormônio	Relação peso/altura	EPM	Probabilidade (Pr > F)				
				Dieta	Hormônio	Semana	D*E	D*S ²
A	1	1,95	0,03	0,0001	0,1355	0,0001	0,2130	0,0880
	2	1,88	0,03					
B	1	1,77	0,01	0,0001	0,1355	0,0001	0,2130	0,0880
	2	1,77	0,01					

¹ Erro padrão da média

² Interação entre dieta e hormônio

³ Interação entre dieta e semana

A relação peso/altura das novilhas no experimento de Bethard, James e Mc Gilliard (1997) foi maior para novilhas alimentadas com alta energia e baixa PNDR (2,34), comparada com novilhas alimentadas com baixa energia e baixa PNDR (1,79). A porcentagem de PNDR não afetou a relação peso/altura. No presente experimento a alta energia também proporcionou

No experimento de Abeni et al. (2000), o aumento da concentração de energia e proteína da dieta melhorou o GMD, sem promover a deposição de gordura. Após os 14 meses de idade, as novilhas iniciaram a deposição de gordura, o que ocasionou aumento no escore de condição corporal das novilhas alimentadas para GMD superior. O diferente período de deposição de gordura pode ser explicado pelo padrão de desenvolvimento do tecido. Em estágios iniciais do crescimento, a energia e a proteína ingeridas são facilmente convertidas em massa corporal e, após a puberdade, esse excesso é convertido em gordura corporal.

Novilhas alimentadas para o GMD de 0,6 kg tiveram um menor escore de condição corporal (3,3) que as alimentadas para um GMD de 1,0 kg (3,9), sugerindo que as novilhas ingerindo mais energia tiveram maior taxa de deposição de gordura, porque os grupos tiveram PV similares (Van Hamburg et al., 1998).

A administração de rbST neste trabalho não teve efeito significativo na relação peso/altura, porém, numericamente, as novilhas que receberam rbST e dieta alta tiveram maior média da relação peso/altura (2,18), comparadas com as que receberam dieta alta e não receberam hormônio (2,07). Estes resultados contrastam com os de Radcliff et al., (2000) no qual novilhas que receberam alta dieta e dieta alta mais rbST tiveram maior escore de condição corporal, comparadas com as que receberam dieta moderada. Porém, novilhas recebendo dieta alta e rbST tiveram menor escore de condição corporal que as que receberam apenas dieta alta.

Estes resultados concordam com outros relatos em que a dieta alta em energia aumenta a deposição adiposa (Stelwagen e Grieve, 1990), enquanto que o bST diminui mas não anula esta deposição (Mosely et al., 1992 e Radcliff et al., 1997). Porém, este efeito não foi encontrado neste experimento, já que a média de relação peso/altura de 2,05 não indica que estes animais possuam um escore de condição corporal alto.

Novilhas que recebem alta quantidade de energia na dieta durante a pré- puberdade possuem quantidade reduzida de somatotropina no soro (Buskirk et al., 1996), o que possibilitaria o acúmulo de gordura destas novilhas. Porém, a administração de rbST poderia minimizar este acúmulo.

A ausência de efeito do rbST sobre o crescimento no presente trabalho, pode ser explicada pelo trabalho de Furlan (1998) em que animais subalimentados ou aqueles cujo consumo atendeu apenas as exigências de manutenção, apresentaram pequeno ou nenhum aumento na concentração sanguínea de IGF-I em resposta à aplicação de rbST. Além disso não se detectou aumento no número de receptores de GH de alta afinidade, o que limita o efeito do rbST.

Entretanto, a resposta de bovinos em crescimento à suplementação com rbST é muito variável, sendo influenciada diretamente pela dosagem e forma de administração do hormônio (diária ou formulações de liberação lenta), duração da administração, sexo, raça, idade, PV dos animais e o regime alimentar oferecido a eles.

Sabe-se que 500 mg de rbST de liberação lenta aplicada a cada 14 dias mantém concentrações plasmáticas de GH e IGF-I elevadas por um período de 8 a 10 dias (Slaba et al., 1994, citados por Furlan, 1998), é provável que a dosagem de 250 mg aplicada a cada 14 dias, utilizada neste experimento, pode não ter sido suficiente para alterar o desempenho das novilhas.



5 CONCLUSÕES

O fornecimento de uma dieta alta em energia e proteína durante a pré-puberdade para novilhas holandesas aumenta a taxa de crescimento, altura à cernelha e condição corporal, possivelmente antecipando a vida reprodutiva destes animais.

A administração de rbST e a combinação entre dieta e rbST neste experimento não surtiu efeito na taxa de crescimento das novilhas, altura à cernelha e condição corporal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABENI, F.; CALAMARI, L.; STEFANINI, L.; PIRLO, G. Effects of daily gain in pre- and postpubertal replacement dairy heifers on body condition score, body size, metabolic profile, and future milk production. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.83, n.7, p.1468-1478, July 2000.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. *Official Methods of the Association of Official Analytical Chemist*, 15.ed. Washington, 1990. v.1, 684p.
- BAILE, C.A.; BUONOMO, F.C. Growth hormone-releasing factor effects on pituitary function, growth, and lactation. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.70, n.2, p.467-473, Feb. 1987.
- BAUMAN, D. E. Bovine somatotropin: review of an emerging animal technology. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.75, n.12, p.3432-3451, Dec. 1992.
- BETHARD, G.L.; JAMES, R.E; MCGILLIARD, M.L. Effect of rumen-undergrade protein and energy on feed efficiency of growing holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.80, n.9, p.2149-2155, Sept. 1997.
- BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e plantas. *Revista Ceres*, Viçosa, v.21, n.113, p.73-85, jan./fev. 1974.
- BRIER, B.H.; GLUCKMAN, P.D.; MC CUTCHEON, S.N.; DAVIS, S.R. Physiological Responses to somatotropin in the ruminant. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.74, p.20- 34, 1991. Supplement 2.
- BUSKIRK, D.D.; FAULKNER, D.B.; HURLEY, W.L.; KESLER, D.J.; IRELAND, F.A.; NASH, T.J.; CASTREE, J.C.; VINICI, J.L. Growth, reproductive performance, mammary development, and milk production of beef heifers as influenced by prepubertal dietary energy and administration of bovine somatotropin. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.74, n.11, p.2649-2662, Nov. 1996.

- CARSTENS, G.E.; GLASER, D.E.; BYERS, F.M.; GREENE, L.W.; LUNT, D.K. Effects of bovine somatotropin treatment and intermittent growth pattern on mamary gland development in heifers. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.75, n.9, p.2378-2388, Sept. 1997.
- CHOI, I.J.; HAN, I.K.; WOO, J.H.; LEE, H.J.; JANG, K.; MYUNG, K.H.; KIM, Y.S. Compensatory growth in dairy heifers: the effect of a compensatory growth pattern on growth rate and lactation performance. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.80, n.3, p.519-524, Mar. 1997.
- CROOKER, B.A.; MC GUIRE, M.A.; COHICK, W.C.; HARKINS, M.; BAUMAN, D.E.; SEJRSENS, K. Effect of dose of bovine somatotropin on nutrient utilization in growing dairy heifers. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v.120, n.10, p.1256-1263, Oct. 1990.
- EARLY, R.J.; Mc BRIDE, B.W.; BALL, R.O. Growth and metabolism in somatotropin-treated steers: growth, serum chemistry and carcass weights. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.68, n.12, p.4134-4143, Dec. 1990.
- FERREIRA, D.F. SISVAR- Sistema de análise de variância para dados desbalanceados. Lavras: UFLA, 1999. Software não publicado.
- FOX, D.G.; VAN HAMBURG, M.E.; TYLUTKI, T.P. Predicting requeriments for growth, maturity, and body reserves in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.82, n.9, p.1968-1977, Sept. 1999.
- FURLAN, L.R. Efeito do hormônio de crescimento bovino recombinante (rbst) sobre o desempenho e expressão genética do IGF-I, do hormônio de crescimento e seu receptor em bovinos de corte. Jaboticabal: UNESP, 1998. 87p. (Tese- Doutorado em Zootecnia).
- GAVIDIA, A.N.G. Growth rates of holstein heifers fed two planes of nutrition and treated with bST during the peribubertal period. Flórida: Universidade da Flórida, 1995. 260p. (Tese- Mestrado em Ciências).

- GLUCKMAN, P.D.; BREIER, B.H.; DAVIS, S.R. Physiology of the somatotopic axis with particular reference to the ruminant. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.70, n.2, p.442-466, Feb. 1987.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. *Forage fiber analysis*. Washington: USDA. Agricultural Research Service, 1970. (Handbook, 379).
- GONG, J.G.; BRAMLEY, T.; WEBB, R. The effect of recombinant somatotropin on ovarian function in heifers: Follicular populations and peripheral hormones. *Biology of Reproduction*, Madison, v.45, n.6, p.941-949, Dec. 1991.
- GRINGS, E.E.; AVILA, D.M.; EGGERT, R.G.; REEVES, J.J. Conception rate, growth, and lactation of dairy heifers treated with recombinant somatotropin. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.73, n.1, p.73-77, Jan. 1990.
- GRUMMER, R.R.; HOFFMAN, P.C., LUCK, M.L.; BERTICS, S.J. Effects of prepartum and postpartum dietary energy on growth and lactation of primiparous cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.78, n.1, p.172-180, Jan. 1995.
- HAFEZ, E.S.E. *Reprodução animal*. 6.ed. São Paulo: Manole, 1995. 582p. cap.3: Hormônios, fatores de crescimento e reprodução, p.59-71.
- 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*, Champaign, v.72, n.3, p.709-718, Mar. 1994.
- HOFFMAN, P.C. Optimum body size of holstein replacement heifers. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.75, n.4, p.836-845, Apr. 1997.
- HOFFMAN, P.C.; FUNK, D.A. Applied dynamics of dairy replacement growth and management. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.75, n.9, p.2504-2516, Sept. 1992.

- HOUGHTON, P.L.; LEMENAGER, R.P.; MOSS, G.E.; HENDRIX, K.S.**
Prediction of postpartum beef cow body composition using weight to height ratio and visual body condition score. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.68, n.4, p.1428-1437, Apr. 1990.
- KERTZ, A.F.; DREWITT, L.R.; BALLAN, M.J.** Increased weight gain and effects on growth parameters of holstein heifer calves from 3 to 12 months of age. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.70, n.8, p.1612-1622, Aug. 1987.
- LAMMERS, B.P.; HEINRICHS, A.J.** The Response of altering the ratio of protein to energy on growth, feed efficiency, and mammary development in rapidly growing prepubertal heifers. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.83, n.5, p.977-983, May 2000.
- LITTEL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGER, R.D. (eds).**
SAS system for mixed models. Cary, NC:SAS Institute, 1996. 633p.
- LUCY, M.C.** Regulation of ovarian follicular growth by somatotropin and insulin-like growth factors in cattle. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.83, n.7, p.1635-1647, July 2000.
- LUCY, M.C.; BOYD, C.K.; KOENIGSFELD, A.T.; OKAMURA, C.S.**
Expression of somatotropin receptor messenger ribonucleic acid in bovine tissues. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.81, n.7, p.1889-1895, July 1998.
- MOSELY, W.M.; PAULISSEN, J.B.; GOODWIN, M.C.; ALANIZ, G.R.; CLAFIN, W.H.** Recombinant bovine somatotropin improves growth performance in finishing beef steers. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.70, n.2, p.412-425, Feb. 1992.
- MURPHY, M.G.; RATH, M.; CALLAGHAN, D.; AUSTIN, F.H.; ROCHE, J.F.**
Effect of bovine somatotropin on production and reproduction in prepubertal Friesen Heifers. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.74, n.7, p.2165-2171, July 1991.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle.**
6.ed. rev. Washington, 1989.
- PARK, C.S.; ERICKSON, G.M.; CHOY, Y.J.; MARX, G.D.** Effect of compensatory growth on regulation of growth and lactation: response of dairy heifers to a star-step growth pattern. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.64, n.6, p.1751-1758, June 1987.
- PERI, I.; GERTLER, A.; BRUCKENTAL, I.; BARASH, H.** The effect of manipulation in energy allowance during rearing period of heifers on hormone concentrations and milk production in first lactation cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, n.3, p.742-751, Mar. 1993.
- PIRLO, G.; CAPELLETI, M.; MARCHETTO, G.** Effects of energy and protein allowances in the diets of prepubertal heifers on growth and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.80, n.4, p.730-739, Apr. 1997.
- RADCLIFF, R.P.; VANDERHAAR, M.J.; CHAPIN, L.T.; PILBEAM, T.E.; BEEDE, D.K.; STANISIEWSKI, E.P.; TUCKER, H.A.** Effects of diet and injection of bovine somatotropin on prepubertal growth and first-lactation milk yields of holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.83, n.1, p.23-29, Jan. 2000.
- RADCLIFF, R.P.; VANDEHAAR, M.J.; SKIDMORE, A.L.; CHAPIN, L.I.; RADKE, B.R.; LLOYD, J.W.; STANISIEWSKI, E.P.; TOLKER, H.A.** Effects of diet and bovine somatotropin on heifer growth and mammary development. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.80, n.9, p.1996-2003, Sept. 1997.
- REECE, W.D.** **Physiology of domestic animals.** Philadelphia: Lea & Febiger, 1991. 370p. cap.14: Endocrinology, p.330-346.
- SANTOS, J.E.P.** Efeitos da nutrição na reprodução bovina. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE RAÇAS ZEBUÍNAS**, 3., 1998, Uberaba. **Anais...** Uberaba: ABCZ, 1998. p.24-76.
- SAS Institute.** **SAS/STAT User's guide.** Version 6.12. 4. ed. Cary, 1995. v. 2, 1686p.

SCHAFHAUSER Jr, J. Desenvolvimento muscular, adaptabilidade a fatores ambientais e desempenho reprodutivo de novilhas de corte. Viçosa: UFV, 1997. 62p. (Tese- Mestrado em Zootecnia).

SCHILLO, K.K. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. Journal of Animal Science, Champaign, v.70, n.4, p.1271-1282, Apr. 1992.

SEJRSEN, K.; FOLDAGER, J.; SORENSEN, M.T.; AKERS, M.; BAUMAN, D.E. Effect of exogenous bovine somatotropin on pubertal mammary development in heifers. Journal of Dairy Science, Champaign, v.69, n.6, p.1528-1535, June 1986.

SEJRSEN, K.; PURUP, S. Influence of prepubertal feeding level on milk yield of dairy heifers: a review. Journal of Animal Science, Champaign, v.75, n.4, p.828-835, Apr. 1997.

SILVEIRA, A.C.; DOMINGUES, C.A. Sistemas de alimentação de novilhas em crescimento. In: Nutrição de bovinos. 5.ed. Piracicaba: FEALQ, 1995. Cap.5, p.95-118.

SPAIN, J.N.; LUCY, M; HARDIM, D.K. Effects of nutrition on reproduction of dairy cattle. In: Current therapy in large animal theriogenology. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1997. Cap.55, p.416-422.

STELWAGEM, K.; GRIEVE, D.G. The effect of plane of nutrition on growth and mammary development in Holstein heifers. Journal of Dairy Science, Champaign, v.73, n.9, p.2333-2341, Sept. 1990.

TUCKER, H.A. Hormones, mammary growth, and lactation: a 41-year perspective. Journal of Dairy Science, Champaign, v.83, n.4, p.874-884, Apr. 2000.

VANDEHAAR, M.J. Dietary protein and mammary development of heifers: analysis from literature data. Journal of Dairy Science, Champaign, v.80, p.216, 1997. Supplement 1.

VAN HAMBURG, M.E.; GALTON, D.M.; BAUMAN, D.E., EVERETT, R.W.; FOX, D.G.; CHASE, L.E.; ERB, H.N. Effects of three prepubertal body growth rates on performance of holstein heifers during first lactation. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.81, n.2, p.527-538, Feb. 1998.

WALDO, D.R.; TYRREL, H.F.; CAPUCO, A.V.; REXROAD, C.E. JR. Components of growth in holstein fed either alfalfa or corn silage diets to produce two daily gains. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.80, n.8, p.1674-1684, Aug. 1997.

YELICH, J.V.; WETTEMANN, R.P.; MARSTON, T.T.; SPICER, L.J. Luteinizing hormone, growth hormone, insulin-like growth factor-I, insulin and metabolites before puberty in heifers fed to gain at two rates. *Domestic Animal Endocrinology*, Stillwater, v.13, n.4, p.325-338, 1996.

ZAROSKI, R.J.; BUNAI, R.C.A. Rapid nitric perchloric acid digestion method for multi-elements tissue analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v.8, n.5, p.425-436, 1997.

