

MFN=7610

ROSELI APARECIDA DOS SANTOS

**EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE SOMATOTROPINA BOVINA (rBST) NA
PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA
VARIEDADE PRETO E BRANCO**

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. JÚLIO CÉSAR TEIXEIRA

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1996

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da
Biblioteca Central da UFLA

Santos, Roseli Aparecida dos
Efeito de diferentes doses de somatotropina bovina
(rBST) na produção e composição do leite de vacas da
raça holandesa variedade preto e branco / Roseli Apa-
recida dos Santos. -- Lavras : UFLA, 1996.
69 p. : il.

Orientador: Júlio César Teixeira.
Dissertação (mestrado) - UFLA.
Bibliografia.

1. Leite - Produção - Composição. 2. Vaca holan-
desa. 3. Hormônio - DNA. 4. Gado leiteiro. 5. Soma-
totropina bovina. I. Universidade Federal de Lavras
II. Título.

CDD-636.2

ROSELI APARECIDA DOS SANTOS

**EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE SOMATOTROPINA BOVINA (rBST) NA
PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA
VARIEDADE PRETO E BRANCO**

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 20 de setembro de 1996



Prof. Luiz Ronaldo de Abreu



Prof. Joel Augusto Muniz



Dr. Fermino Deresz



Prof. Júlio César Teixeira
(Orientador)

Aos meus pais José Vieira e Dolores, pelo
apoio e constante incentivo

OFEREÇO E DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À Monsanto do Brasil pela concessão do hormônio utilizado no trabalho.

Ao Sr. José Nelson Fagundes, proprietário do Laticínio Lulitati, e funcionários.

Ao Professor Júlio César Teixeira pela orientação, incentivo, confiança e amizade.

Ao Professor Luiz Ronaldo de Abreu pela orientação e valiosas sugestões.

Aos Professores Joel Augusto Muniz e Antônio Ilson Gomes de Oliveira pela orientação nas análises estatísticas.

Ao Carlos Henrique de Souza, secretário da Pós Graduação no Departamento de Zootecnia.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal; Suelba, Márcio, Eliana, Gilberto e José Virgílio.

Aos funcionários da Biblioteca Central, Antônio Máximo de Carvalho e Luiz Carlos de Miranda.

Às alunas do curso de Medicina Veterinária; Miriam, Gizela e Isabel, que muito ajudaram nas análises laboratoriais.

Aos alunos do curso de Zootecnia; Guilherme, Alessandra e Isabelle, pela colaboração na condução do experimento.

Ao Idalmo, Vera e Iraídes; pelo apoio e amizade em todos os momentos.

Aos demais colegas de curso; Elzânia, Miryam, Wiviane, Luís, Cláudio, Alessandra, Márcio, Carlos, Cristian, Socorro, Walter e Sara, pelo companheirismo.

À Deus por tudo.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 História dos hormônios	3
2.2 Somatotropina bovina (BST)	4
2.3 Produção comercial do BST	5
2.4 Funções do BST	7
2.4.1 Efeitos do BST na produção de leite	10
2.4.2 Efeitos do BST na composição do leite	16
2.5 Níveis de utilização	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Local e animais utilizados	21

3.2 Manejo nutricional	21
3.3 Descrição dos tratamentos	22
3.4 Análises estatísticas	23
3.5 Análises químico-bromatológicas	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 Produção de leite	26
4.2 Consumo de matéria seca e condição corporal.....	36
4.3 Composição do leite	41
4.3.1 Gordura no leite	41
4.3.2 Proteína total	50
4.4 Considerações gerais	60
5 CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
APÊNDICE	68

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Fórmula e composição em nutrientes do concentrado e silagem	25
2	Produção média de leite (kg/vaca/dia) nos três períodos experimentais	27
3	Produção de leite corrigido - 4% de gordura - nos três períodos experimentais	28
4	Consumo estimado médio de matéria seca total (kg), nos três períodos experimentais.....	39
5	Consumo estimado médio de concentrado (kg), nos três períodos experimentais.....	40

6	Valores médios de peso vivo e condição corporal dos animais, no início e final do período experimental	41
7	Produção média de gordura no leite (kg/dia), nos três períodos experimentais	42
8	Porcentagem média de gordura no leite nos três períodos experimentais	43
9	Produção média de proteína total no leite (kg/dia), nos três períodos experimentais	54
10	Porcentagem média de proteína total no leite, nos três períodos experimentais.....	55
11	Porcentagem de sólidos totais no leite nos três períodos experimentais.....	61

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Efeito das doses de rBST na produção de leite durante as semanas 6 e 7, 8 e 9, 10 e 11 do período experimental	30
2	Efeito das doses de rBST na produção de leite durante as semanas 12 e 13, 14 e 15, 16 e 17 do período experimental	31
3	Efeito da somatotropina sobre a produção média de leite durante o período de tratamento (99 a 183 dias de lactação)	33
4	Efeito da somatotropina sobre a produção média de leite corrigido - 4% de gordura - durante o período de tratamento (99 a 183 dias de lactação)	34
5	Efeito das doses de rBST na produção de gordura durante as semanas 6 e 7, 10 e 11 do período experimental	45

6	Efeito das doses de rBST na produção de gordura durante as semanas 12 e 13, 14 e 15 do período experimental	46
7	Efeito da somatotropina sobre a produção de gordura no leite durante o período de tratamento (99 a 183 dias de lactação)	48
8	Efeito da somatotropina sobre a porcentagem de gordura no leite durante o período de tratamento (99 a 183 dias de lactação)	49
9	Efeito das doses de rBST na porcentagem de proteína total no leite durante as semanas 4 e 5, 6 e 7, 10 e 11 do período experimental	51
10	Efeito das doses de rBST na porcentagem de proteína total no leite durante as semanas 12 e 13, 14 e 15 do período experimental	52
11	Efeito da somatotropina sobre a produção de proteína total no leite durante o período de tratamento (99 a 183 dias de lactação)	58
12	Efeito da somatotropina sobre a porcentagem de proteína total no leite durante o período de tratamento (99 a 183 dias de lactação)	59

RESUMO

SANTOS, ROSELI APARECIDA DOS. **Efeito de diferentes doses de somatotropina bovina (rBST) na produção e composição do leite de vacas da raça Holandesa variedade Preto e Branco.** Lavras: UFLA, 1996. 69p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).*

Trinta e seis vacas multíparas da raça Holandesa variedade Preto e Branco foram utilizadas em um experimento conduzido durante 17 semanas, em uma fazenda no sul do estado de Minas Gerais, com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes doses de somatotropina bovina, obtida pela técnica do DNA recombinante (rBST), em veículo de liberação lenta, na produção e composição do leite. Foram utilizados quatro tratamentos, com 9 vacas em cada, sendo: T0 (controle), T250 (250 mg de rBST), T350 (350 mg de rBST) e T500 (500 mg de rBST). Foram feitas seis aplicações do hormônio por via subcutânea, em intervalos de 14 dias cada. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Foram avaliados os seguintes parâmetros: produção de leite, gordura, proteína total e sólidos totais. Houve aumento ($P < 0,05$) na produção média de leite (1,4; 4,1 e 0,8 kg/vaca/dia) e leite corrigido para 4% de gordura (1,8; 5,4 e 1,4 kg/vaca/dia) para T250, T350 e T500 respectivamente, em relação ao T0. A produção de gordura foi maior ($P < 0,05$) no T350, sendo esta diferença de 29,1% em relação ao T0. Proteína total diminuiu ($P < 0,05$) com a aplicação de rBST, sem portanto afetar a qualidade nutritiva do leite. Não houve diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$) quanto à porcentagem de

* Orientador: Júlio César Teixeira. Membros da Banca: Luiz Ronaldo de Abreu, Joel Augusto Muniz, Fermio Deresz.

sólidos totais. Pelos resultados obtidos pode-se concluir que 350 mg de rBST aplicados em intervalos de 14 dias, aumenta a produção de leite, sem alterar sua composição.

ABSTRACT

EFFECT OF DIFFERENT LEVELS OF BOVINE SOMATOTROPIN (rBST) ON MILK YIELD AND COMPOSITION OF BLACK AND WHITE HOLSTEIN COWS.

Thirty six multiparous Black and White Holstein cows were utilized in a 17 weeks assay, in a farm located in the Southern region of Minas Gerais State. The objective was to evaluate the effect of different levels of bovine somatotropin, obtained by recombinant DNA technology (rBST), in a sustained release vehicle, on both milk yield and composition. It was utilized four treatments, containing 9 cows each: T0 (control), T250 (250 mg of rBST), T350 (350 mg of rBST) and T500 (500 mg of rBST). The cows of each treatment received rBST administered subcutaneously, every 14 days, in a total of 6 applications throughout the experiment. The experimental design was completely randomized. It was evaluated milk yield, fat, total protein and total solids. Milk yield increased (1,4; 4,1 and 0,8 kg/cow/day) and 4% corrected milk (1,8; 5,4 and 1,4 kg/cow/day) to T250, T350 and T500 respectively. The fat yield was higher in the T350 also, being 29,1% higher ($P < 0,05$) then the control group (T0). Total protein decreased ($P < 0,05$) with somatotropin treatment, however did not affect the quality of the milk. It was not observed differences for total solids ($P > 0,05$). The results showed within of this interval (0 to 500 mg of rBST), 350 mg every 14 days, displayed the best result for both milk yield and composition.

1 INTRODUÇÃO

Devido à sua importância na alimentação humana, o leite ocupa posição destacada dentre os produtos agropecuários, tornando-se um importante alvo de pesquisas, onde há uma grande preocupação em aumentar a produtividade neste setor, e conseqüentemente o lucro.

A possibilidade de se aumentar significativamente a produção de leite através de hormônios naturais, foi demonstrada há mais de 50 anos, quando cientistas do Reino Unido refinaram extratos da glândula pituitária de bovinos e estabeleceram que a somatotropina encontrada neste, era um componente com efeito galactopoiético, tanto que, por ocasião da segunda guerra mundial, pensou-se na utilização daqueles extratos como forma de aumentar a produção de leite na Inglaterra, o que não foi possível devido à insuficiência de glândulas disponíveis em abatedouros (Peel e Bauman, 1987).

A partir da década de 70 houve um grande interesse em se manipular a estrutura somatotrópica para aumentar a produtividade em ruminantes, e com isso, no início da década de 80, quando, através da técnica do DNA recombinante, a somatotropina bovina começou a ser obtida em laboratório a partir de culturas de *Escherichia coli*. Devido a isso, este hormônio pode agora ser produzido por biotecnologia, tornando viável sua utilização comercial, causando um grande impacto na indústria leiteira (Bauman et al., 1985).

Embora haja uma variação considerável entre indivíduos de um mesmo rebanho, os animais geralmente apresentam uma resposta positiva ao tratamento com hormônio de crescimento ou somatotropina, variando de 10 a 40%. Em condições experimentais as respostas são mais elevadas, quando comparadas com estudos realizados em propriedades particulares, onde o controle é mais difícil. Esta grande variação é devida a uma série de fatores tais como: dose aplicada, modo de administração, qualidade da dieta, manejo e estágio de lactação, dentre outros. Vale ressaltar que todos os trabalhos demonstram que rebanhos tratados com somatotropina devem possuir um bom manejo nutricional e boas condições de saúde (Mattos, 1990).

O mecanismo de ação da somatotropina envolve uma série de arranjos no metabolismo do tecido animal, de modo que mais nutrientes possam ser utilizados para a síntese do leite, causando um pequeno aumento no consumo de alimentos (Bauman, 1992). Em outras palavras, a somatotropina estimula a síntese de leite, particionando mais aminoácidos e glicose para a glândula mamária, aumentando assim a eficiência biológica desta, e conseqüentemente a produção de leite.

Tendo em vista que no Brasil já existe interesse pela utilização do hormônio, e que algumas propriedades já atendem às condições básicas de produção, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito de diferentes doses da somatotropina bovina, produzida pela técnica do DNA recombinante em veículo de liberação prolongada, sobre a produção e composição química do leite de vacas da raça Holandesa, variedade Preto e Branco.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 História dos hormônios

A pituitária ou hipófise, é uma glândula localizada na “sella turcica”, uma concavidade do osso esfenóide, na base do cérebro. É um dos órgãos mais bem protegidos e inacessíveis do corpo (Turner e Bagnara, 1976). Pode ser dividida em adenohipófise (parte distal ou lobo anterior) e neurohipófise (parte nervosa ou lobo posterior), e pela parte tuberal. A adenohipófise é composta pela parte distal, ou anterior, e por uma parte intermediária. Os principais hormônios produzidos pela adenohipófise incluem o hormônio de crescimento (GH ou somatotropina), prolactina (PRL), hormônio estimulante da tireóide (TSH), hormônio folículo estimulante (FSH), hormônio luteinizante (LH) e (ACTH) hormônio adrenocorticotrópico.

Os hormônios da adenohipófise (hipófise anterior) podem ser divididos em dois principais grupos de acordo com o modo de ação. No primeiro grupo estão aqueles hormônios os quais agem diretamente no órgão “alvo “. No segundo grupo estão aqueles hormônios, os quais agem indiretamente, ou seja, estimulam um órgão endócrino a liberar um outro tipo de hormônio. Antigamente, apenas quatro dos hormônios da adenohipófise (FSH, LH, TSH e ACTH) eram considerados tróficos, isto é, seu principal efeito era a estimulação da secreção hormonal por órgãos endócrinos específicos, de localização periférica à hipófise. Mais recentemente, o GH foi

acrescentado a essa lista, uma vez que estimula o fígado a produzir somatomedinas, que têm um efeito de retroalimentação negativa sobre a secreção de GH (McDonald, 1975).

2.2 Somatotropina bovina (BST)

O hormônio de crescimento produzido pela adenohipófise, é também conhecido como hormônio somatotrópico (STH) ou somatotropina, por causa de seu efeito estimulante sobre as células somáticas. Ele causa o crescimento de todos os tecidos que podem crescer, promovendo tanto um aumento de tamanho das células, como a mitose, ou seja, aumento do número de células (Reece, 1991). A somatotropina bovina (BST) é um hormônio protéico, transportado pelo sangue para vários órgãos do corpo, onde age biologicamente.

As diferentes combinações dos 191 aminoácidos que compõem a estrutura somatotrópica, é que o diferencia entre as espécies. Por exemplo, há 18 posições diferentes na seqüência dos aminoácidos do hormônio em suínos e bovinos, mas somente dois resíduos diferem entre bovinos e ovinos, fazendo com que o hormônio de uma espécie seja biologicamente ativo em outra. Há seqüências particulares, as quais podem ser deletadas sem alteração na potência biológica. Sendo assim, extratos da glândula pituitária de bovino, ovino, suíno e baleia são inafetivos em humanos, não sendo capazes de encontrar as células receptoras e iniciar uma resposta biológica (Bauman, 1992).

A nível celular, esses hormônios precisam unir-se a receptores específicos na membrana, para ativação da adenil ciclase e outras enzimas, para que sua ação no metabolismo animal seja concretizada. Alguns autores porém, sugerem que a ação da somatotropina no metabolismo celular não é direta e sim, parece ser realizada através da síntese e secreção de metabólitos no fígado (Mattos, 1990), 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). Isto também foi afirmado por Breier et al. (1989), de que os dois principais tecidos a sofrerem a ação da somatotropina é o tecido adiposo e o do fígado, evidenciando a presença de receptores em suas membranas.

A secreção de somatotropina é regulada por dois peptídeos que agem para estimular (fator liberador do hormônio de crescimento) ou inibir (fator inibidor do hormônio de crescimento ou somatostatina) sua saída da glândula pituitária. Estes hormônios reguladores ou hipofisiotróficos produzidos pelo hipotálamo, passam para a adenohipófise via sistema porta-hipofisário. A síntese de hormônios reguladores adenohipofisários é controlada tanto por entradas neurais, como hormonais, a nível de hipotálamo. Alguns dos hormônios hipofisários são encontrados em outras áreas do cérebro e locais extraneurais, incluindo as vias gastrointestinais e o pâncreas (Quintanilha et al., 1993).

2.3 Produção comercial do BST.

A somatotropina foi descoberta a mais de 50 anos, quando cientistas injetaram extratos brutos da glândula pituitária em ratos jovens, e constataram um aumento na taxa de crescimento. Alguns anos depois, cientistas descobriram que estes mesmos extratos também afetavam a lactação em ratas. Em 1937, o primeiro estudo com vacas lactantes foi desenvolvido por dois cientistas russos: Asimov e Krouze. A partir daí, vários outros trabalhos foram desenvolvidos com vacas, porém, utilizando pequeno número de animais, devido à insuficiência de glândulas para produção de extrato (Bauman, 1992).

O uso comercial do hormônio só foi atingido com o surgimento de somatotropina bovina produzida através da técnica do DNA recombinante (rBST). Nesta técnica o gen

responsável pela produção de somatotropina é inserido em uma estirpe da 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 com elevado grau de pureza. O primeiro experimento com rBST foi realizado em 1982.

A somatotropina derivada da pituitária (pBST) passa por processos de purificação nos quais são adicionados solventes, fazendo com que a resposta do animal em produção de leite, seja menor que aquela quando se usa somatotropina recombinante (Bauman, 1992). Os mesmos produtos quando adicionados à somatotropina produzida recombinantemente, diminuíram a resposta do animal em produção de leite.

A somatotropina exógena deve estar presente todos os dias na circulação sanguínea, em quantidades suficientes para que o nível de produção seja mantido. A razão é que o BST é retirado rapidamente da corrente sanguínea e não é armazenado no corpo. A remoção é feita por mecanismos normais e envolve a quebra da estrutura protéica em aminoácidos. Deste modo, para que os níveis de somatotropina no plasma, sejam mantidos elevados por períodos prolongados, é preciso então que sejam aplicadas doses diárias ou que a formulação final do produto assegure sua liberação lenta no organismo. Esta última consiste na administração de um pequeno volume de BST por injeção subcutânea, em intervalos que variam de 2 a 4 semanas. Por sua natureza protéica, este hormônio deve ser injetado e não administrado via oral, para agir biologicamente, pois o trato digestivo secreta enzimas que digerem a estrutura em aminoácidos, que são então absorvidos como aminoácidos de qualquer outra proteína dietética, sendo este um dos motivos pelo qual não há efeito prejudicial do BST à saúde humana (Bauman, 1992).

Quatro vacas holandesas foram injetadas com 39,6mg/dia de hormônio de crescimento por 10 dias, no começo da lactação (12ª semana) e as mesmas vacas foram injetadas

no final da lactação (35ª semana), num experimento feito por Peel et al. (1983). Durante as 6 horas imediatamente após as injeções com hormônio, as concentrações no plasma elevaram-se aproximadamente 400% no começo da lactação e 700% no fim. Isto está consistente com a hipótese de que a taxa de hormônio retirada da circulação, é dependente da secreção de leite. Entretanto outros órgãos como o fígado, podem estar metabolicamente mais ativos no começo da lactação, contribuindo com a retirada mais rápida do hormônio exógeno.

O uso comercial de BST deve ser feito nos últimos dois terços ou três quartos de um ciclo de lactação, pois as respostas variam de acordo com o estágio de produção. Em geral, a resposta é muito pequena ou quase inexistente quando o BST é administrado no começo da lactação, durante o intervalo imediatamente pós-parto e antes do pico de produção de leite, pois neste período o animal já estaria condicionado fisiologicamente para produzir tudo o que seu potencial genético lhe permite, estando provavelmente em desbalanço energético (Bauman, 1992).

2.4 Funções do BST

Já é aceito que os hormônios de crescimento estimulam direta ou indiretamente os processos anabólicos tais como a divisão celular, crescimento esquelético e síntese de proteínas, promovendo crescimento. São ainda observados importantes efeitos no metabolismo de carboidratos (decréscimo no transporte de glicose em tecidos - efeito diabetogênico), e de lipídios (aumento na lipólise e diminuição na lipogênese), o que contribui para a atividade galactopoiética (Gluckman, Breier e Davis, 1987). A somatotropina recombinante é um produto biológico e possui efeito “homeorrético” no processo de síntese de leite, isto é, no direcionamento de nutrientes em favor da glândula mamária, ou seja, o animal quando entra em estado de

lactogênese, ocorre transferência de nutrientes para o feto e glândula mamária. Ao parto, a glândula mamária encontra prioridade sobre outros tecidos para síntese e secreção do leite. As adaptações metabólicas envolvidas neste processo estão sob regulação endócrina. Entre os eventos estão incluídos um aumento do fluxo de sangue e utilização de nutrientes pelo tecido mamário para síntese de leite, além de uma diminuição na utilização de nutrientes pelos tecidos periféricos. O déficit de certos substratos durante o início da lactação, requer uma mobilização destes a partir de reservas corporais para a glândula mamária, onde são reciclados e utilizados em seguida. O envolvimento endócrino neste processo é caracterizado por mudanças na concentração de hormônio no sangue e alteração na sensibilidade de tecidos, tais como adiposo e mamário, a certos hormônios, através de mudanças nos receptores. A administração de BST por longo tempo em vacas lactantes, resulta em mudanças no pico da curva de lactação, indicando aumento no número de células secretoras nas glândulas e/ou capacidade sintética das células epiteliais mamárias (Bauman, 1992).

Pelo fato de todos os nutrientes do leite ou os precursores destes, serem derivados do sangue, a taxa de síntese do leite está dependente da quantidade de sangue que passa pela glândula mamária e presença dos nutrientes requeridos, ou seja, o processo de síntese e secreção de leite pela glândula mamária, é o resultado de uma complexa interação de inúmeros fatores, e que pode ser resumido segundo Baldwin, Forsberg e Hu (1985), em três componentes básicos: a) concentração de nutrientes no sangue, b) fluxo sanguíneo na glândula e c) capacidade sintética das células. O fluxo sanguíneo é maior na lactogênese, diminuindo obviamente a disponibilidade de nutrientes para os tecidos periféricos, em favor do tecido mamário. Esta é uma das adaptações homeorréticas e um importante aspecto na partição de nutrientes (Collier et al., 1984). O tratamento de vacas em lactação com somatotropina tem aumentado o fluxo sanguíneo no tecido

mamário em 35%, com um aumento de 21% na produção de leite em cabras (Peel e Bauman, 1987).

A somatotropina é freqüentemente descrita como agente lipolítico, mas a lipólise nem sempre ocorre pois, as adaptações específicas no metabolismo de lipídios vai depender do balanço energético dos animais tratados. Em estudo feito por Peel e Bauman (1987), constatou-se que o aumento na produção de leite causado pelo tratamento com somatotropina, levou as vacas a um balanço energético negativo. Com isso, o conteúdo de gordura no leite aumentou, excedendo o aumento na produção de leite. Nesta situação, a concentração de ácidos graxos não esterificados no plasma, elevou-se. A composição da gordura do leite mudou para uma maior proporção de ácidos graxos de cadeia longa, característica de gordura de reservas corporais. Em balanço negativo ocorre a oxidação de ácidos graxos não esterificados e mobilização de reservas. Resultados podem ser diferentes, se o consumo de alimentos for suficiente para atender as exigências de nutrientes. Quando as vacas estão em balanço positivo, ocorre a síntese de lipídios em tecido adiposo.

A exigência de glicose pela glândula mamária de bovinos é a principal determinante na taxa de secreção de leite, pois glicose é necessária não somente para síntese de lactose (açúcar presente no leite) e o glicerol, componente dos lipídios do leite, mas também para suprir equivalentes redutores na forma de NADPH para a lipogênese (Bines e Hart, 1982). Isto representa uma grande mudança no metabolismo de carboidratos de vacas tratadas com BST, principalmente nas primeiras semanas, antes que o consumo de alimentos tenha sido ajustado, para suportar a maior intensidade de produção de leite. O aumento no suprimento de glicose pode ser conseguido primeiro pela inibição da utilização pelos tecidos periféricos e redução na oxidação de glicose a CO_2 . Segundo, tratamento com BST parece aumentar as taxas de gliconeogênese e,

finalmente, vacas tratadas com BST, aumentam o consumo voluntário, aumentando assim o suprimento de precursores para gliconeogênese.

O aumento na secreção de proteína no leite, devido ao aumento na produção, é suportado pela mobilização de reservas de proteínas lábeis, e a longo prazo, pelo aumento do consumo voluntário de alimentos, já que a produção de proteínas microbianas pelo rúmen, é incapaz de atender as exigências de vacas de alta produção (Breier et al., 1989). Além destes mecanismos, McDowell (1989), cita que os efeitos da somatotropina durante a lactação, podem estar associados com o aumento na retenção de nitrogênio pelo tecido (menor excreção na urina), ficando disponível para mobilização, e ainda uma menor concentração de uréia no plasma sanguíneo, sendo um indício de sua maior utilização para formação de aminoácidos.

2.4.1 Efeitos do BST na produção de leite

Produções de leite têm sido aumentadas em até 40% com injeções diárias de somatotropina, e os animais ajustam o consumo de alimento para suportarem este aumento na produção. A magnitude de resposta ao tratamento com BST está relacionada com fatores associados à nutrição, à genética do animal e ao ambiente. Quantidade, qualidade e densidade de nutrientes, especialmente energia e proteína, são determinantes para a eficácia do BST. Fatores tais como número de parições, histórico nutricional, condição corporal, saúde geral, práticas de ordenha e estágio de lactação, também influem na resposta. Altas temperaturas e umidade do ar, as quais afetam o consumo de alimento, parecem reduzir a magnitude de resposta à somatotropina. O manejo da vaca quando ela não está recebendo BST (período seco e começo da lactação) é um ponto crítico para o sucesso durante o tratamento (McGuffey e Wilkinson, 1989).

O primeiro experimento no qual se utilizou rBST durante um período mais longo (188 dias), foi realizado por Bauman et al. (1985). Foram utilizadas vacas multíparas, com aproximadamente 80 dias de lactação, tratadas diariamente com BST (0; 13,5; 27,0; 40,5 mg de rBST e 27,0 mg de somatotropina derivada da pituitária (pBST). O tratamento com pBST causou um aumento inicial na produção de leite, mas foi diminuído mais rapidamente que o observado para vacas recebendo rBST. O aumento na produção de leite corrigido para 3,5 % de gordura foi de 6,5; 10,1; 11,5 kg/dia, respectivamente para as três doses de rBST e de 4,6 kg/dia para a dose de pBST. Para as duas maiores doses de rBST, a produção de leite diária foi, por mais de 100 dias após iniciado o tratamento, maior que aquela obtida no pico da lactação. Os autores não encontraram nenhuma explicação biológica para a diferença na resposta entre os dois tipos de BST. Houve uma tendência em aumentar o consumo de energia pela maioria das vacas dos grupos tratados, especialmente aquelas recebendo 27,0 e 40,5 mg/dia de somatotropina. Maiores diferenças no consumo de energia entre os grupos de tratamento, se manifestaram na última metade do período de tratamento.

Qualidade do manejo é o principal fator limitante na magnitude de resposta da produção leiteira quando se usa BST, e isto foi mostrado por Thomas et al. (1991) trabalhando com 890 vacas em 15 rebanhos diferentes, usando 500 mg de BST a cada 14 dias por 12 semanas. Os animais foram divididos em dois grupos: vacas entre 50 e 100 dias e vacas entre 101 e 189 dias pós-parto. Produções de leite e leite corrigido durante o período pré-tratamento e pós-tratamento, foram praticamente idênticas entre vacas tratadas ou não com somatotropina, indicando que as produções de leite retornaram às quantidades esperadas após cessarem as injeções. Os resultados mostram que houve um aumento na produção de leite (4,9

Kg/vaca/dia) e leite corrigido (5,3 Kg/vaca/dia) para os animais tratados. Houve também uma variação de 11 a 29% entre rebanhos (2,9 - 7,6 Kg/vaca/dia).

O BST provoca uma melhora marcante na persistência da lactação. A maior produção de leite ocorre em parte por causa do aumento imediato na produção diária, mas especialmente pela redução no declínio normal que ocorre no ciclo lactacional (Bauman, 1992). O consumo voluntário aumenta em vacas leiteiras suplementadas com BST. Este aumento ocorre depois de umas poucas semanas de suplementação, persistindo durante o intervalo de uso. Em experimento de curta duração não é observada nenhuma mudança no consumo de alimento, nem melhora aparente na digestibilidade do alimento ou na eficiência com a qual os nutrientes absorvidos são utilizados para síntese do leite. A magnitude de aumento do consumo de alimentos é dependente da resposta em produção de leite e da densidade energética da dieta.

Cinco vacas gêmeas idênticas, sob pastejo, foram tratadas com extratos da pituitária (50mg/dia) por um período de 22 semanas, começando na 5ª semana de lactação. Os animais tratados produziram mais leite (23,3 kg/dia), gordura (0,97 kg/dia), proteína (0,74kg/dia) e lactose (1,15 kg/dia) comparadas com o grupo controle (19,8 kg/dia; 0,79 kg/dia; 0,63 kg/dia e 0,99 kg/dia). Não houve diferença no consumo até a 8ª semana, mas a partir daí até a 22ª semana, o consumo voluntário aumentou (15,4 kg de MS/dia vs. 17,5 kg de MS/dia) para os grupos controle e tratado respectivamente. Não houve diferença no peso vivo dos dois grupos. Este experimento indica que vacas tratadas cronicamente com hormônio de crescimento, são capazes de ajustar seu consumo de alimento para sustentar um aumento substancial na produção de leite em dieta composta somente de pasto (Peel et al., 1985).

Resultados de numerosos estudos demonstram que as recomendações de manejo e alimentação para vacas lactantes, são também aplicadas para aquelas recebendo BST. As

necessidades nutricionais para manutenção, produção de leite, prenhez e reposição de reservas corporais numa lactação, de uma vaca produzindo 10.000 kg de leite, são as mesmas para uma vaca tratada com BST, produzindo também 10.000 kg de leite, (Bauman, 1992).

Além da água, os substratos requeridos pela glândula mamária são glicose, aminoácidos, acetato, β -hidroxibutirato e ácidos graxos de cadeia longa. Destes, acetato é absorvido pelo epitélio estratificado do rúmen, e os aminoácidos são absorvidos diretamente no intestino. O β -hidroxibutirato é formado pela conversão do butirato durante a absorção pela parede do rúmen, indo pela veia porta até o fígado, sendo usado na síntese de ácidos graxos (Church, 1993). Nutrientes ingeridos como polissacarídeos e proteínas, passam por processos fermentativos no rúmen, produzindo grandes quantidades de acetato, propionato e butirato, os quais são absorvidos pela corrente sanguínea para produção de glicose e ácidos graxos, pois em ruminantes, ácidos graxos que compõem o tecido adiposo e a gordura do leite são parcialmente derivados do acetato e butirato. Glicose é suprida em sua maior parte pela conversão do propionato produzido no rúmen, através da gliconeogênese no fígado e rins, a partir principalmente de ácido propiônico e em menor quantidade por aminoácidos glicogênicos, além de uma certa quantidade de glicose absorvida pelo trato digestivo, e de glicerol liberado durante o catabolismo de ácidos graxos de cadeia longa, sendo este um processo essencial para produção de leite. A lactose é o principal componente osmoticamente ativo do leite, sendo isto de suma importância, pois é ela quem “comanda” as trocas com o meio intracelular da glândula mamária. É produzida exclusivamente a partir de glicose. Assim, para se obter altas produções de leite, é necessário o suprimento adequado e constante de glicose, além de aminoácidos e ácidos graxos de cadeia longa a nível de glândula mamária. Ácidos graxos de cadeia longa são absorvidos pelo intestino, mas o suprimento é limitado por causa das pequenas quantidades de gorduras e óleos

(usualmente por volta de 3 a 4%) nas dietas convencionais de vacas. Embora haja evidência da síntese de ácidos graxos de cadeia longa pelos microorganismos do rúmen, é ainda discutido se a quantidade produzida é suficiente. No começo da lactação, o tecido adiposo da vaca torna-se uma fonte importante de ácidos graxos de cadeia longa, preformados para síntese do leite.

Podem ocorrer mudanças em muitos tecidos e processos fisiológicos, para suportarem os aumentos nas sínteses de lactose, gordura e proteína na glândula mamária. Já que os hormônios de crescimento agem de forma a mudar a partição de nutrientes, tais tratamentos não devem se prolongar, pois os tecidos mobilizados no começo de uma lactação devem ser repostos antes que a próxima lactação comece. A síntese de tecido ocorre mais eficientemente durante a lactação que no período seco subsequente (Bines e Hart, 1982).

O trabalho de Gibson et al. (1992), mostra que em animais tratados com BST (5^a a 42^a semana de lactação) o aumento do consumo alimentar só foi estabelecido completamente na 9^a semana de tratamento. Os mesmos autores citam que animais tratados com BST em duas lactações prévias, ocorreu uma redução de 14% na produção e 8% na eficiência de conversão alimentar, durante as nove primeiras semanas de tratamento na lactação corrente. Isto indica que embora o BST tenha efeitos benéficos na produção de leite de uma lactação, estes podem ser consideravelmente mais baixos nas lactações subsequentes, visto que na 42^a semana de lactação, o animal já estará entrando no período seco, não havendo tempo suficiente para repor suas reservas corporais.

Vacas em lactação tratadas com hormônio de crescimento, não apresentaram aumento no consumo de alimento, quando associado com a produção de leite, resultando em um grande aumento (47%) na eficiência alimentar (Fronk et al., 1983). Em experimentos mais longos realizados por Peel e Bauman (1987), puderam ser observadas mudanças no consumo

alimentar e peso vivo, o que pode ser explicado pela mobilização massiva de reservas corporais, para suprir a maior demanda de energia que atende o aumento na produção de leite. Sabe-se que estas rotas são recíprocas, na qual lipogênese predomina durante balanço energético positivo, e lipólise em balanço energético negativo (Collier et al., 1984).

Estudando os efeitos do hormônio em animais primíparos, Stelwagen et al. (1992) trabalharam com 37 novilhas gestantes tratadas diariamente durante o último trimestre de gestação, com rBST (controle, 20 e 40 mg/dia); a produção de leite foi 19% maior que o controle (21,1 x 25,1 kg/dia) em animais tratados com 20 mg/dia de rBST. A resposta em produção de leite destas novilhas só tornou-se significativa após 90 dias de lactação. A porcentagem de gordura no leite foi mais baixa nos animais tratados com 20 mg de rBST, o que pode ser explicado pelo fato de que, os ácidos graxos de cadeia longa da gordura do leite são parcialmente derivados das reservas corporais mobilizadas, o que não ocorreu, pois o ganho médio de peso destes animais foi maior. O consumo de matéria seca não foi afetado pelo tratamento, mas a eficiência alimentar foi melhorada nas novilhas tratadas com 20mg/dia de rBST.

A administração de BST em fórmula de liberação lenta (500mg a cada 14 dias), por um período de 30 semanas mostra, segundo Remond et al. (1991), uma resposta cíclica em produção de leite, na curva de lactação. Ou seja, durante um ciclo (entre 2 injeções), o BST induziu um aumento significativo ($P < 0,05$), no 10^o dia aproximadamente, em ácidos graxos não esterificados no plasma, época esta em que a produção e conteúdo de gordura no leite culminaram. Nesse trabalho, a produção de leite aumentou 11%, não diferindo ($P > 0,05$) entre animais tratados ou não. Animais primíparos do grupo controle melhoraram a condição corporal (0,1 ponto), em uma escala que varia de 1 a 5 pontos, mas animais tratados com BST pioraram a

condição corporal (1,4 pontos). A diferença da condição corporal entre animais multiparos, tratados ou não com BST, não foi significativa ($P>0,10$).

O escore de condição corporal é uma observação subjetiva dos estoques de gordura no animal. A mobilização de tecido adiposo, para compensar a inabilidade da vaca de ingerir quantidades suficientes de alimentos, para atender as exigências de produção, é bem acentuado no início do tratamento com somatotropina. Se o animal não dispuser destas reservas, provavelmente terá sua produção de leite diminuída. Mudanças no escore de condição corporal podem refletir melhor as mudanças nas reservas corporais, que o peso vivo, o qual pode ser mascarado por variações no peso de conteúdos digestivos por exemplo.

O uso de BST em países de clima quente é motivo de preocupação para os pesquisadores, pois sabe-se que a produção de leite pode ser limitada por fatores ambientais, tais como temperatura, umidade do ar, velocidade do vento, etc. Mas o que realmente define a resposta do animal ao tratamento com BST é o manejo do rebanho. Vacas produtoras de leite, tratadas ou não, devem ser protegidas de ambientes muito quentes, pois a produção normalmente diminui em temperaturas acima de 29 °C. Algumas estratégias podem ser usadas para amenizar estes fatores limitantes como ventiladores, sombras, aspersores de água, ou a combinação deles (Head e Gavidia, 1996).

2.4.2 Efeitos do BST na composição do leite

A composição do leite não é substancialmente alterada pelo tratamento com BST. Entretanto, pequenas mudanças podem ocorrer, primariamente no conteúdo de gordura, durante as primeiras semanas de tratamento, quando o metabolismo do animal e consumo voluntário estão ainda em ajuste, Barbano et al. (1992). Este fato é temporário e pequeno quando comparado com as variações que normalmente ocorrem num ciclo lactacional, não apresentando nenhuma

significância prática para a indústria leiteira ou para o consumidor. A gordura, e em menor extensão a proteína, variam por causa de muitos fatores, incluindo raça, idade, composição da dieta, estágio de lactação, ambiente, estação do ano e “status” nutricional. Vacas em balanço energético negativo produzem leite com teores mais altos de gordura, por causa da maior mobilização de gordura corporal, para suprir as maiores exigências de energia. A concentração de gordura aumenta e a de proteína diminui, quando o balanço de nitrogênio e energia é negativo, mas são relativamente imutáveis quando as vacas estão em balanço positivo (Bines e Hart, 1982) e (Bauman et al., 1985).

Em trabalhos realizados por Hart et al. (1985), os aumentos na produção de leite só foram estabelecidos 7 dias após a primeira dose do hormônio e só voltou ao normal 4 a 6 dias após encerrado o tratamento. Esta resposta foi obtida no meio da lactação (100^o a 200^o dia), e há evidência de que a habilidade da vaca em produzir leite, deve mudar com o estágio da lactação. As mudanças na composição do leite mostraram-se menores do que aquelas ocorridas na produção. Erdman et al. (1990), trabalhando com vacas holandesas em lactação, tratadas com uma dose diária de 30,9 mg/dia de rBST durante 29 semanas, concluíram que a composição do leite não foi alterada. Da mesma forma French, Boer e Kennely, (1990), trataram vacas com 30 mg de BST diariamente, durante 8 dias, e não obtiveram mudanças nas concentrações de proteína e na concentração de ácidos graxos do leite. Quando as vacas estão em balanço positivo de nitrogênio, não ocorre nenhuma mudança na porcentagem de proteína no leite. Em contraste, se as vacas estão em balanço negativo de nitrogênio, e sabe-se que o tratamento com BST acentua este quadro nas primeiras semanas, então a porcentagem de proteína no leite diminui, embora a produção absoluta aumenta invariavelmente acompanhando a produção de leite. Deste modo,

vacas em balanço negativo de nitrogênio, são aparentemente incapazes de suprir as quantidades adequadas de aminoácidos para a glândula mamária.

Quando vacas holandesas ordenhadas três vezes ao dia, foram tratadas diariamente com 25 mg de BST durante 12 semanas, Jordan et al. (1991) observaram que a produção e teor de proteína do leite destas vacas aumentaram 18,8% (38,6 vs. 32,5 Kg/dia) e 3,3% (3,1 vs. 3,0%) respectivamente, quando comparadas com aquelas não tratadas. O tratamento não afetou a porcentagem de gordura nem a porcentagem de lactose no leite, nem mesmo o peso corporal dos animais.

Dois experimentos de curta duração testaram a eficácia do BST, como agente galactopoiético, em condições de estresse térmico, onde foram obtidos aumentos significativos no teor de gordura do leite. Mboe et al. (1986) injetaram 25 mg de BST, diariamente, durante 28 dias, em 13 vacas holandesas entre 81 e 110 dias em lactação, em ausência de sombra, e o teor de gordura aumentou em 10,4% para os animais tratados. Mohammed e Johnson (1985) injetaram diariamente 16,6 mg BST, durante 5 dias em 6 vacas holandesas, com 90 a 120 dias em lactação, mantidas a uma temperatura de 28,9 °C, e obtiveram um aumento de 5,3% no teor de gordura do leite. Os resultados obtidos nos dois experimentos indicam que o estresse térmico pode ter causado uma diminuição na produção de leite, fazendo com que o teor de gordura aumentasse.

2.5 Níveis de utilização

No experimento desenvolvido por Downer et al. (1993), foi observado que o consumo de matéria seca e condição corporal dos animais tratados com BST, não foram significativamente afetados. Eles avaliaram doses de 0, 56, 140, 350 e 700mg de rBST a cada 14 dias, e concluíram que a dose de 350 mg comparada com a de 700 mg, aumentou a produção de

leite sem afetar a saúde ou os parâmetros reprodutivos das vacas leiteiras. Aparentemente a máxima produção de leite é obtida com uma dose diária de BST variando de 30 a 40 mg/dia, e não ocorrem aumentos significativos em doses maiores. A maioria dos experimentos têm utilizado doses entre 10 e 50 mg/dia ou 140 a 700mg a cada 14 dias.

Geralmente os problemas de saúde e/ou de reprodução em vacas suplementadas com somatotropina, não seriam outros além daqueles apresentados por animais geneticamente superiores, portanto, um manejo adequado deveria ser dado a estes animais. Altas doses de somatotropina tais como injeções semanais de 15g durante 2 semanas consecutivas, não provocaram outros sintomas além da temperatura retal ligeiramente elevada, e alterações na concentração de glicose sanguínea. Isso pode indicar que se altas dosagens forem administradas inadvertidamente, nenhum problema catastrófico de saúde deveria ocorrer (Vicini et al., 1990).

Animais tratados com 260mg de rBST a cada 14 dias, produziram 8,9% mais leite e 11,6% mais leite corrigido para 3,5% de gordura, em experimento realizado no Brasil por Pedroso (1991). Este mesmo tratamento resultou ainda em um aumento médio significativo ($P < 0,05$) no teor de gordura (3,5 vs. 3,4%). Quanto às características reprodutivas (número de serviços por concepção, taxa de prenhez e período de serviço), os efeitos da suplementação com BST são pequenos e, experimentos mais longos precisam ser conduzidos, a fim de que conclusões mais definitivas possam ser obtidas. Cleale et al. (1989) utilizando 467 vacas com período de lactação entre 98 e 105 dias, distribuídas por 4 rebanhos, tratadas diariamente com duas dosagens de BST (20,6 ou 41,2 mg/dia) e controle, durante todo o restante da lactação, determinaram um aumento no período de serviço para as vacas que não estavam gestantes por ocasião do início do experimento (179; 203; 151 dias respectivamente), não observando efeito adverso na taxa de concepção. Zhao, Burton e McBride, (1992), trabalharam com somatotropina injetável (fórmula

de liberação lenta) usando 350mg a cada 14 dias e 10,3mg diariamente, concluíram que houve um aumento moderado na produção de leite (6-9%). Concorrente com os aumentos no consumo de matéria seca, consumo de energia e melhoras na eficiência energética e alimentar. A maior ação galactopoiética do BST apareceu depois do pico de produção de leite. A maioria das variáveis relacionadas à saúde não foram diferentes entre animais tratados ou não, antes, durante ou após as 40 semanas de tratamento.

A dose de 500 mg em intervalos de 14 dias foi usada em experimento conduzido no Brasil por Mattos et al. (1989), durante 12 semanas. Os autores concluíram que as vacas tratadas produziram mais leite (19,4Kg/dia vs. 17,4Kg/dia). As porcentagens de gordura e proteína no leite não foram afetadas pelo tratamento e nem os parâmetros reprodutivos ou saúde geral.

Nenhum problema quanto à saúde do úbere e glândula mamária (contagem de células somáticas e incidência de mastite clínica) foi detectado em trabalho realizado por Eppard et al. (1987), no qual utilizaram vacas múltiparas tratadas 188 dias com 27,0 mg/dia de somatotropina derivada da pituitária e 13,5; 27,0 e 40,5 mg/dia de somatotropina recombinante. Os mesmos autores citam que vacas tratadas com rBST na lactação anterior, conseguiram uma taxa de concepção de 96% e 2 serviços por concepção. Não foi observada nenhuma evidência clínica ou subclínica, de cetose ou febre do leite. O tratamento com somatotropina não produziu nenhum efeito na duração da gestação, peso ao nascer e taxa de crescimento dos bezerros. Entretanto, é necessário um grande número de animais tratados em diferentes condições de manejo e ambiente, para se ter uma melhor idéia dos efeitos do hormônio sobre a saúde dos animais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e animais utilizados

O experimento foi conduzido na Fazenda Olhos D'água, propriedade dos Laticínios Lulitati, no município de Perdões (MG), no período de junho a outubro de 1995. Foram selecionadas 36 vacas multíparas da raça Holandesa Preto e Branco, tomando-se como base o número de dias em lactação (acima do 60º dia pós-parto), produção de leite (acima de 14 kg por dia), condição corporal (mínimo de 3,0 numa escala que varia de 1, animal muito magro, a 5, animal muito gordo) e saúde em geral.

Os pesos das vacas foram obtidos através da medição do perímetro torácico, e para avaliação da condição corporal foi utilizada a metodologia descrita por Wildman et al. (1982), no primeiro dia do período de tratamento e no último dia do período experimental.

3.2 Manejo nutricional

Foi adotado na propriedade, o sistema de confinamento, onde as vacas foram separadas em lotes de acordo com seu nível de produção, estágio de lactação e número de parições, sendo confinadas em piquetes onde receberam silagem de milho e água à vontade. Após

a ordenha da manhã e da tarde as vacas receberam uma ração concentrada, em cochos individuais, de acordo com as seguintes proporções (kg de ração concentrada : kg de leite produzido) por dia:

Vacas múltiparas recém paridas (até 50 dias pós-parto) - 1 : 2,5 + 1 kg de ração;

Vacas primíparas recém paridas (até 50 dias pós-parto) - 1 : 2,2 + 1 kg de ração;

Vacas com produção acima de 18 kg - 1 : 2,5;

Vacas com produção abaixo de 18 kg - 1 : 3,0;

As vacas selecionadas para o experimento permaneceram nos lotes normais da fazenda, sendo identificadas através de colares de nylon com plaquetas coloridas. Todos os animais do experimento foram observados diariamente, anotando-se qualquer modificação no comportamento, sintomas de doenças, medicações, cio e inseminação.

O experimento teve duração de 17 semanas e foram anotadas uma vez na semana, as produções de leite individuais de cada animal do experimento, nas ordenhas da manhã, tarde e noite.

3.3 Descrição dos tratamentos

As 17 semanas de experimento foram separadas em: 3 semanas de pré-tratamento, 12 semanas de tratamento e 2 semanas de pós-tratamento.

As vacas escolhidas (considerando-se estágio de lactação e produção de leite), foram distribuídas aleatoriamente em quatro grupos de tratamentos (9 animais por grupo), sendo eles:

T0= controle, animais que não receberam hormônio.

T250= animais que receberam 250mg de BST.

T350= animais que receberam 350mg de BST.

T500= animais que receberam 500mg de BST.

Cada grupo foi composto por ocasião da primeira aplicação de BST, por animais acima do 60º dia pós-parto, sendo a idade média de lactação em todos os grupos foi de 99 dias.

Foram feitas no total, seis aplicações de rBST (somatotropina recombinante em fórmula de liberação prolongada - Monsanto do Brasil S/A), a cada 14 dias, após a ordenha da manhã (entre 7:00 e 8:00h), totalizando os 84 dias de tratamento. As aplicações foram feitas por via subcutânea, na região anal, alternando-se os lados a cada aplicação. Foram utilizadas seringas apropriadas, sendo adaptados cliques para as diferentes dosagens do hormônio.

3.4 Análises estatísticas

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 9 repetições, utilizando-se a idade em lactação como covariável. Os dados foram obtidos considerando-se oito períodos experimentais, e submetidos às análises de variância e de regressão, utilizando-se o software Statistical Analysis System - SAS (1985). Os períodos foram os seguintes: O primeiro período experimental (pré-tratamento ou adaptação) durou três semanas. Da quarta à décima quinta semana, foram definidos seis períodos, cada um deles de duas semanas, onde se avaliaram os tratamentos. Na décima sexta e décima sétima semanas, foi feita a avaliação pós-tratamento.

3.5 Análises químico-bromatológicas

Foram coletadas todas as semanas, amostras individuais do leite dos animais, durante todo o período experimental, para análises dos teores de gordura (pelo método butirométrico de Gerber, segundo Brasil, 1981), proteína bruta (pelo método de semi-micro

Kjeldahl, segundo AOAC, 1990), e sólidos totais (pelo método gravimétrico segundo Brasil, 1981). Para se fazer a amostragem, todo o leite da ordenha da tarde foi homogeneizado no balde com auxílio de um homogeneizador, sendo as amostras colocadas em potes de plástico (250ml), acondicionadas em caixa de isopor com gelo, e levadas imediatamente para o Laboratório de Laticínios do Departamento de Ciências dos Alimentos da UFLA.

Amostras de silagem e concentrado utilizados pelos animais da fazenda, foram retiradas todas as semanas para análises químico-bromatológicas. Sendo determinados: matéria seca (MS) em estufa a 105^oC, proteína bruta (PB) pelo método semi-micro Kjeldahl segundo AOAC (1990), fibra em detergente neutro conforme a metodologia de Van Soest e Wine (1968), descrita por Silva (1990), extrato etéreo determinado pelo método a frio utilizando para isso um extrator “Soxhlet” (Silva, 1990), teores de cálcio (Ca) determinados pelo método de espectrofotometria de absorção atômica, em espectrofotômetro do tipo “Varian - AA 175”, e teores de fósforo (P) pelo método de colorimetria fotoelétrica em colorímetro do tipo “Micronal - B395”. O pH da silagem foi determinado pelo uso de um potenciômetro (Silva, 1990). As análises foram feitas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA, exceto as análises referentes aos teores de cálcio e fósforo que foram realizadas no Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química da UFLA.

As formulações do concentrado e as composições em nutrientes do concentrado e silagem, fornecidas aos animais durante o experimento, podem ser encontradas na Tabela 1.

TABELA 1: Fórmula e composição em nutrientes do concentrado e silagem.

INGREDIENTES E NUTRIENTES ¹	CONCENTRADO	SILAGEM
Ingredientes (%)		
Milho moído	38,4	
Farelo de soja	29,0	
Caroço de algodão	20,0	
Farinha de carne	5,0	
Premix mineral ²	0,3	
Sal comum	0,7	
Uréia alimentar	1,0	
Calcário	1,0	
Fosfato bicálcico	1,3	
Vitaminas ADE	0,3	
Bicarbonato de sódio	0,8	
Óxido de magnésio	0,6	
Enxofre	0,2	
Cloreto de potássio	1,4	
Total	100,0	
Nutrientes		
Matéria seca total	86,73	25,98
Proteína bruta	23,28	7,80
Extrato etéreo	6,54	4,45
FDN ³	26,76	55,06
Cálcio	1,74	0,23
Fósforo	0,78	0,18

1- Todos os valores estão apresentados com base na matéria seca.

2- Premix mineral da Cooperativa Agrícola Alto Rio Grande Ltda, contendo os seguintes teores: Cálcio 180g ; fósforo 130g ; cobre 1250g ; zinco 3600mg ; manganês 2000mg ; cobalto 200mg ; iodo 300mg ; selênio 10mg.

3- Fibra em detergente neutro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção de leite

Nas três primeiras semanas que constituem o período de adaptação, não foi verificada nenhuma diferença significativa ($P > 0,05$) para a produção de leite e produção de leite corrigido para 4% de gordura, entre os diferentes grupos. Pode-se verificar que a produção média de leite nestas três semanas variou de 23,7 a 24,3 e leite corrigido, de 23,6 a 25,1 Kg por dia. Estes dados foram usados para calcular o aumento na produção de leite até o final do período de tratamento, e encontram-se nas Tabelas 2 e 3, onde pode-se observar também, que os efeitos dos tratamentos sobre a produção de leite e leite corrigido, para cada subperíodo e no período total de tratamento (quarta a décima quinta semana experimental), foram evidenciados somente a partir da sexta semana experimental, ou seja, após a segunda aplicação de BST, quando as produções diferem estatisticamente ($P < 0,05$) entre os grupos. Este fato já havia sido observado por vários outros pesquisadores, que afirmam que a produção de leite só é alterada após algumas semanas de aplicação do BST. Comparando-se os animais tratados com BST e animais do grupo controle, no período total de tratamento (Tabelas 2 e 3), observa-se que houve um aumento ($P < 0,05$) na produção de leite (6,4 ; 18,6 e 3,6%), e leite corrigido (8,3 ; 24,9 e 6,4%) para os tratamentos T250, T350 e T500, respectivamente.

TABELA 2: Produção média de leite (kg/vaca/dia) nos três períodos experimentais.

PERÍODOS	SEMANAS	TRATAMENTOS				Pr>F
		T0	T250	T350	T500	
Adaptação	1 a 3	23,7	24,3	24,2	23,9	0,2006
Tratamento	4 e 5	24,2	24,8	26,7	24,0	0,3034
	6 e 7	22,2	25,6	26,8	24,0	0,0410
	8 e 9	22,1	23,8	27,7	24,3	0,0096
	10 e 11	21,6	21,4	25,2	22,2	0,0117
	12 e 13	21,2	23,2	25,0	21,6	0,0560
	14 e 15	20,9	21,6	25,2	20,8	0,0266
Tratamento total	4 a 15	22,0	23,4	26,1	22,8	
Varição	(1 a 3) - (4 a 15)	-1,7	-0,9	+1,9	-1,1	
Pós-tratamento	16 e 17	19,7	20,0	23,0	20,0	0,0592

Pr>F Nível exato de significância do teste F, realizado através do software SAS.

TABELA 3: Produção de leite corrigido¹ (4% gordura) nos três períodos experimentais.

PERÍODOS	SEMANAS	TRATAMENTOS				Pr>F
		T0	T250	T350	T500	
Adaptação	1 a 3	23,6	24,3	25,1	24,0	0,1790
Tratamento	4 e 5	23,6	24,9	27,9	24,8	0,0893
	6 e 7	23,1	26,9	29,9	25,4	0,0109
	8 e 9	21,6	22,7	27,4	24,3	0,0401
	10 e 11	21,7	20,4	25,7	21,8	0,0043
	12 e 13	20,3	24,1	25,9	21,4	0,0041
	14 e 15	20,2	21,7	26,1	20,9	0,0085
Tratamento total	4 a 15	21,7	23,5	27,1	23,1	
Variação	(1 a 3) - (4 a 15)	-1,9	-0,8	+2,0	-0,9	
Pós-tratamento	16 e 17	19,1	19,4	22,8	19,9	0,1418

1-Calculado como: (0,4 x peso do leite) + (15 x peso da gordura). NRC, 1988.

Pr>F Nível exato de significância do teste F, realizado através do software SAS.

Em todos os subperíodos de tratamento, os animais que receberam o tratamento T350, apresentaram aumento na produção de leite (18,6% maior que o controle) e leite corrigido (24,8% maior que o controle), o que pode ser observado nas Figuras 1 e 2.

A produção de leite aumentou proporcionalmente às doses de rBST, até 350mg. A partir daí a produção começa a cair, sendo portanto, representada por equações de regressão quadrática. Como o tratamento T350 mostrou melhores resultados que o tratamento T500, provavelmente o consumo de alimentos é que pode explicar este fato. É que as vacas que receberam o último tratamento, tiveram seu consumo reduzido (Tabelas 4 e 5), já que o fornecimento de concentrado era feito de acordo com a produção de leite, como foi mostrado no item 3.2 deste trabalho. Ou seja, o consumo foi reduzido por causa da baixa produção de leite logo após as primeiras doses de rBST. Isto pode ter “forçado” à menor resposta ao hormônio.

Os vários trabalhos publicados até o presente momento, não deixam dúvidas de que a somatotropina induz a aumentos significativos na produção de leite, os quais parecem estar associados com a dosagem utilizada, conforme relato feito por Mattos (1990). O autor afirma que mesmo havendo diferenças genéticas entre indivíduos, e diferentes condições de manejo entre rebanhos, sempre haveria uma resposta positiva ao tratamento. A máxima produção de leite no tratamento T350, também foi obtida em trabalhos realizados por Downer et al. (1993), onde a mesma dose de rBST aumentou a produção ($P < 0,05$) sem afetar a saúde e fatores reprodutivos. Resultados semelhantes foram observados por Zhao, Burton e McBride (1992) e Jordan et al. (1991).

As curvas de regressão apresentadas nas Figuras 1 e 2, representam somente as semanas do período experimental, nas quais as doses de rBST mostraram resultados estatisticamente diferentes ($P < 0,05$) para a produção de leite.

Semanas 6 e 7 $Y = 15,3731 + 7,91701X - 1,40588X^2$ $R^2 = 0,99$

Semanas 8 e 9 $Y = 15,3117 + 7,30151X - 1,21504X^2$ $R^2 = 0,76$

Semanas 10 e 11 $Y = 14,9640 + 5,47066X - 0,846524X^2$ $R^2 = 0,72$

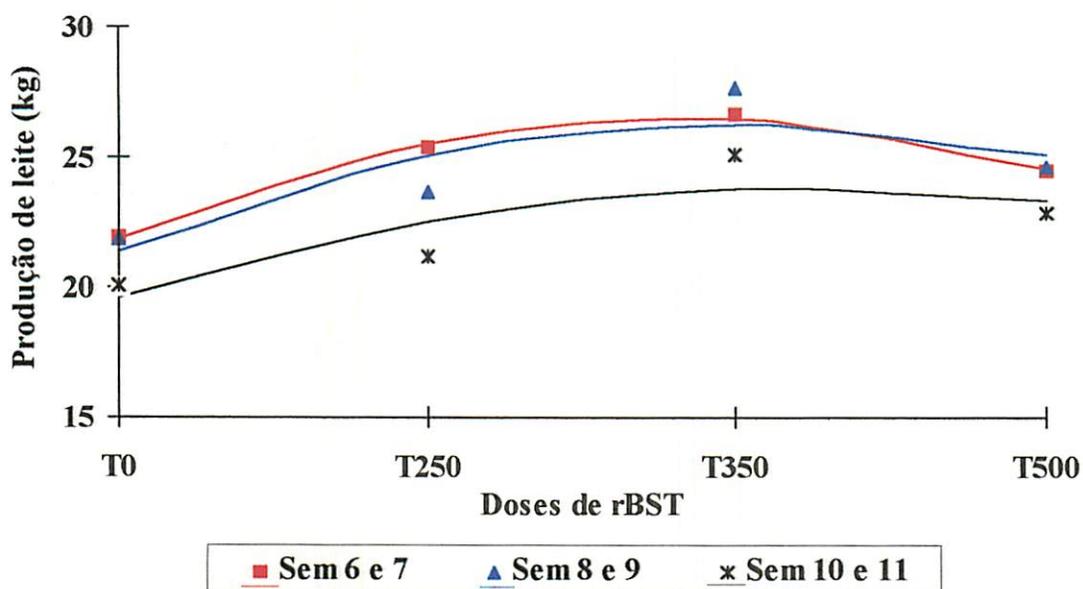


FIGURA 1: Efeito das doses de rBST na produção de leite durante as semanas 6 e 7, 8 e 9, 10 e 11 do período experimental.

Semanas 12 e 13 $Y = 15,0282 + 6,74436X - 1,22636X^2$ $R^2 = 0,90$

Semanas 14 e 15 $Y = 14,6766 + 6,27975X - 1,11257X^2$ $R^2 = 0,59$

Semanas 16 e 17 $Y = 14,0087 + 6,03557X - 1,19257X^2$ $R^2 = 0,52$

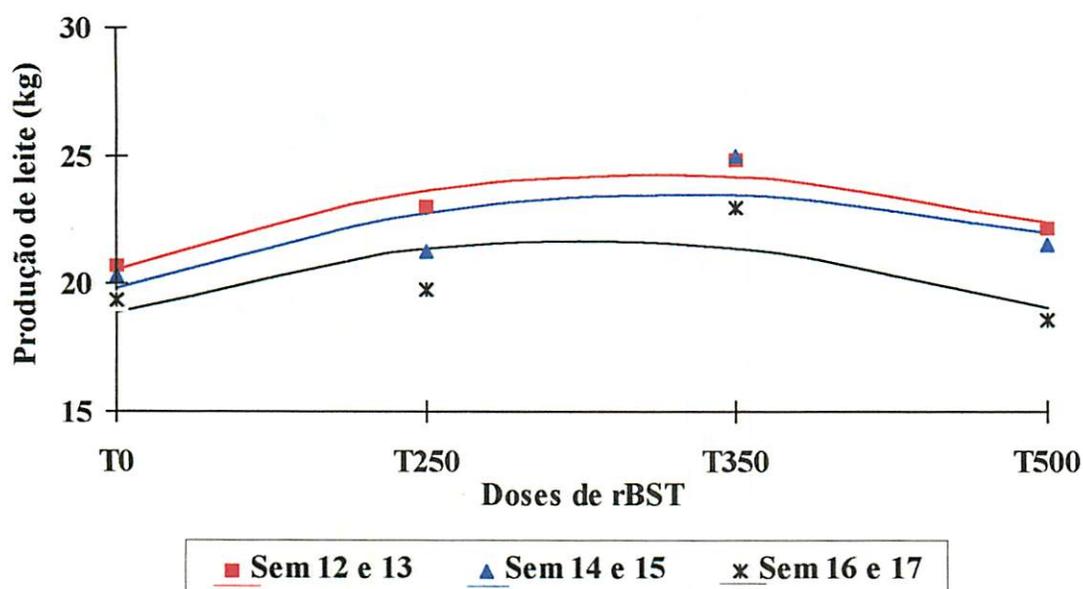


FIGURA 2: Efeito das doses de rBST na produção de leite durante as semanas 12 e 13, 14 e 15, 16 e 17 do período experimental.

Observando as Figuras 3 e 4 pode-se constatar um curso oscilante na produção de leite, o que parece ser típico quando são usadas injeções com liberação prolongada de BST, estando isto coerente com os resultados do trabalho desenvolvido por Remond et al. (1991), onde eles afirmam que animais tratados com BST por um período de 30 semanas, apresentam uma resposta cíclica em produção de leite, ou seja, ocorrem picos entre uma aplicação e outra do hormônio. Neste trabalho, ocorreram picos na produção de leite de vacas tratadas com rBST, mas em intervalos irregulares (Tabela 1A), o que pode ser explicado pelo curto tempo de tratamento, pois segundo o mesmo autor, o efeito do hormônio é mais perceptível após algumas semanas de uso. Porém, o que se observa na mesma tabela é que a ação da somatotropina como agente galactopoiético é acompanhada por uma melhora na persistência da lactação; a produção de leite se mantém alta por mais tempo. Está claro que a produção de leite tende a diminuir após o pico, obedecendo o fluxo normal da curva de lactação, mas a somatotropina faz com que esta queda seja menos abrupta. Pode-se observar também nas Figuras 3 e 4, que depois de 84 dias (final do período de tratamento), a produção de leite de animais tratados declinou menos que dos animais controle. No tratamento T350, ao contrário, a produção de leite e leite corrigido aumentou aproximadamente 7,85% e 7,97% respectivamente, quando comparado o período de tratamento ao período de adaptação (Tabelas 2 e 3).

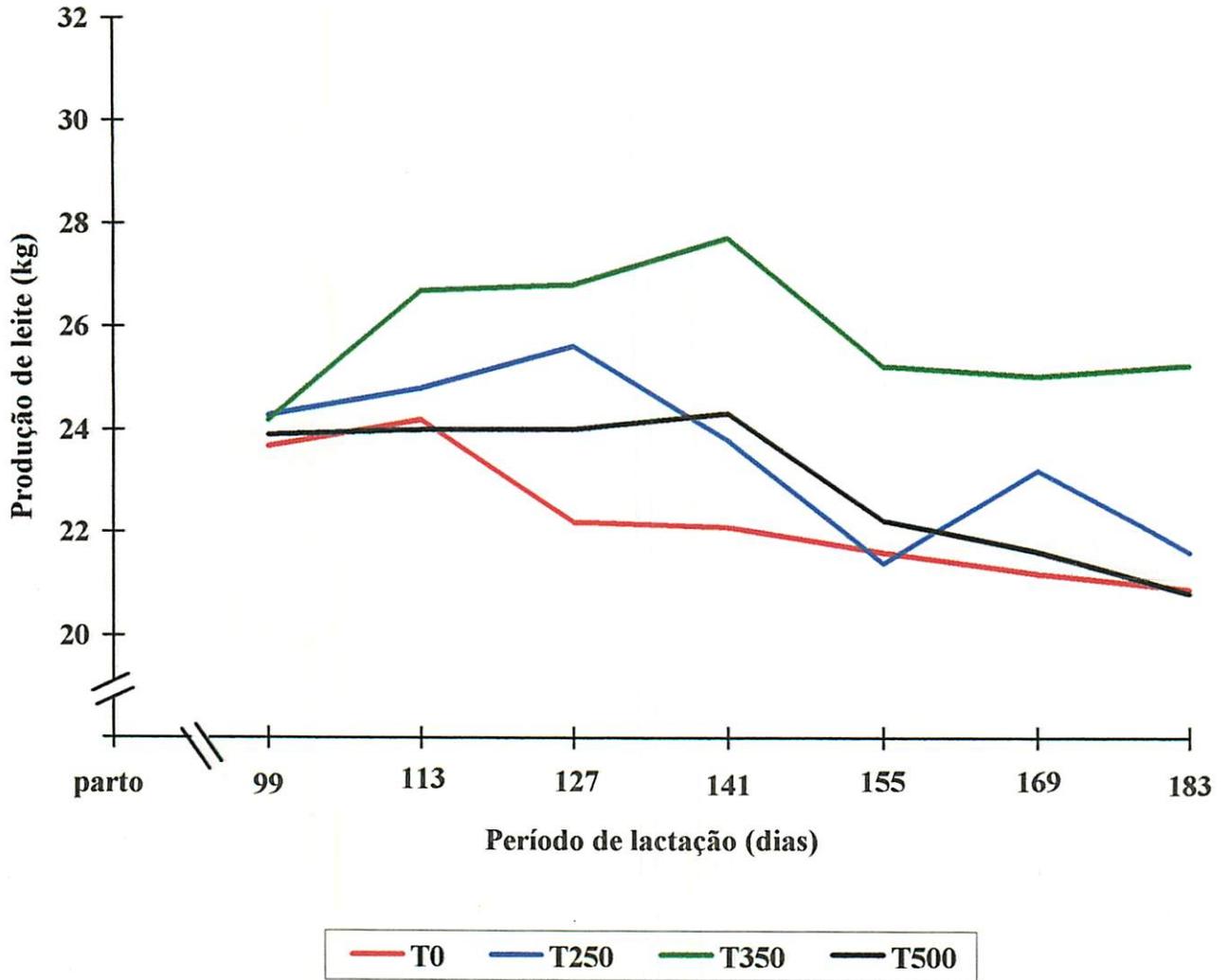


FIGURA 3: Efeito da somatotropina sobre a produção média de leite durante o período de tratamento (99 a 183 dias de lactação).

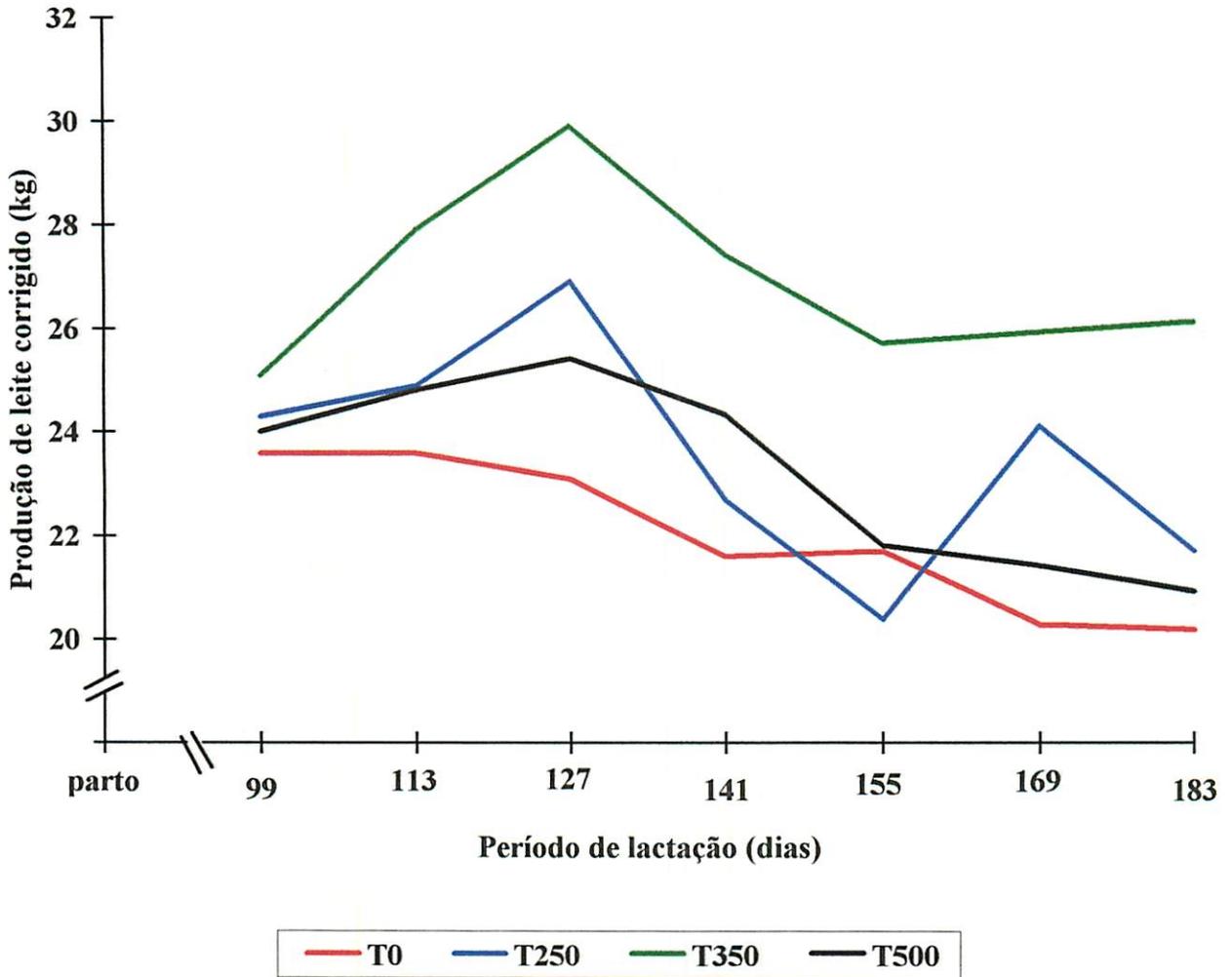


FIGURA 4: Efeito da somatotropina sobre a produção média de leite corrigido (4% gordura) durante o período de tratamento (99 a 183 dias de lactação).

O aumento na produção de leite provocado pelo uso da somatotropina, faz com que os animais atinjam um balanço energético negativo no início do tratamento, mas com o aumento gradativo do consumo de alimentos, cerca de duas semanas após os animais atingem novamente o balanço positivo. O aumento no consumo foi também observado no presente trabalho, conforme mostrado no item 4.2, Tabelas 4 e 5. Isto se deve ao fato de que para sustentar aumentos significativos na produção de leite, o animal precisa ingerir mais nutrientes, que são particionados prioritariamente à glândula mamária e secretados no leite. Para tal, o animal precisaria aumentar o consumo de alimentos, e enquanto isto não ocorre ele utiliza suas reservas corporais (lipídios primeiro e depois proteína), ficando em balanço negativo de energia e nitrogênio. Este quadro é revertido após o consumo ter sido aumentado proporcionalmente à produção, o que segundo a literatura, ocorre cerca de três a quatro semanas após iniciado o tratamento.

O efeito do BST na produção de leite pode ser menor se o consumo de energia não aumentar proporcionalmente ao aumento das exigências por vacas tratadas. Uma relação positiva do consumo de energia e a resposta ao BST na produção de leite, foi observada por Peel e Bauman (1987) e Bines e Hart (1982).

Vários trabalhos já publicados como os de Thomas et al. (1991) enfatizam a importância da qualidade da dieta na produção de leite, em resposta ao tratamento com somatotropina, pois os animais aumentarão o consumo somente se os alimentos oferecidos forem bons e palatáveis. Neste trabalho, não houve qualquer problema de aceitação da dieta, sendo este um indício de boa qualidade. Já que esse hormônio age no sentido de direcionar nutrientes para a glândula mamária, é necessário que estes estejam presentes na dieta em quantidades suficientes.

Portanto deve-se salientar que a amplitude de resposta do animal ao tratamento com somatotropina, está diretamente relacionada com o manejo nutricional do rebanho. Falando de forma mais prática, é necessário a formulação de dietas bem balanceadas, com níveis suficientes de nutrientes, principalmente energia, pois as dietas concentradas para vacas, usualmente contêm quantidades limitadas de gorduras e óleos.

No período pós-tratamento, as produções de leite foram significativamente diferentes ($P < 0,05$) entre os grupos, sendo o tratamento T350 o que melhor contribuiu para a persistência da lactação, ou seja, quando se compara as produções de leite e leite corrigido, do período de pré-tratamento e o final das 17 semanas experimentais, as vacas tratadas com 350 mg de BST, tiveram menor declínio na produção de leite (16,9 ; 17,7 ; 5,0 e 16,3%) para os tratamentos T0, T250, T350 e T500 respectivamente.

O aumento na produção de leite, devido ao tratamento com BST, encontrado no presente trabalho, está de acordo com os resultados obtidos pela maioria dos trabalhos realizados sobre o assunto.

4.2 Consumo de matéria seca e condição corporal

O consumo médio de matéria seca total pelos animais, durante o período experimental, encontra-se na Tabela 4. Como foi relatado no item 3.2 deste trabalho, o alimento volumoso foi fornecido à vontade aos animais do experimento, em quaisquer níveis de produção. Somente o fornecimento de concentrado foi diferenciado, sendo que, à medida que os animais aumentavam a produção de leite, aumentava-se também a quantidade fornecida e ingerida. Sendo assim, pode-se afirmar que houve um aumento no consumo de alimentos pelas vacas tratadas com somatotropina em relação às não tratadas.

Para efeito de cálculo, o consumo de volumoso foi de aproximadamente 30 kg/vaca/dia. Estes dados exatos não foram coletados devido à maneira com que foi feito o arraçoamento: a silagem de milho era colocada em cochos no piquete, ficando difícil o controle individual e mesmo por grupo. Mas sabe-se que o aumento no consumo de matéria seca por animais tratados com somatotropina, varia de 3 a 15% e normalmente ocorre algumas semanas após iniciado o tratamento, provavelmente em resposta à maior demanda por nutrientes devido ao aumento na produção de leite. Em geral esse aumento na ingestão de matéria seca não é suficiente para atender a quantidade adicional de leite produzido, e portanto, alguns animais apresentam condição corporal abaixo do desejável, à medida que o tratamento com somatotropina se prolonga na lactação. Por essa razão, os animais que estão recebendo a somatotropina, devem ser constantemente observados para se detectar precocemente um decréscimo de condição corporal acentuado. Embora o peso dos animais pode não se alterar devido ao tratamento, a quantidade de gordura corporal tende a ser menor (Soderholm et al., 1986).

Na Tabela 6 pode ser observado que neste experimento, os animais chegaram ao final do período de tratamento com pequena ou nenhuma diferença no peso vivo e escore de condição corporal, mostrando que mesmo havendo um suposto período de desbalanço energético e protéico (início do tratamento com rBST), os animais conseguiram repor suas reservas corporais, indicando o aumento no consumo de alimentos. Os animais podem ter perdido condição corporal, mas esta foi recuperada devido ao aumento na ingestão de matéria seca.

Animais recebendo BST devem ser alimentados tanto para suprir a mais alta produção de leite, quanto para repor as reservas de energia corporal durante o final da lactação e período seco. A falta de reposição de reservas corporais, diminui a quantidade de energia que poderá ser mobilizada durante a fase inicial da próxima lactação. Está claro que as vacas devam

estar em boa condição corporal no começo do tratamento com BST, e devam receber quantidades suficientes de alimentos de boa qualidade, para que assim possam atender as exigências extras de energia e proteína, para a maior produção de leite e bom desempenho reprodutivo, pois, para que se obtenha um intervalo entre partos de aproximadamente 12 meses, o animal deverá ter concebido dentro de 100 dias após a parição.

A vaca recebendo BST tem uma maior exigência nutricional total, por estar produzindo mais leite. Entretanto, ela tem uma eficiência produtiva mais alta, pois a exigência de manutenção representa uma menor proporção do consumo total de nutrientes pelos animais que responderam ao tratamento com rBST (Bauman, 1992).

TABELA 4: Consumo estimado médio de matéria seca total (kg), nos três períodos experimentais.

PERÍODOS	SEMANAS	TRATAMENTOS			
		T0	T250	T350	T500
Adaptação	1 a 3	16,0	16,2	16,5	16,2
Tratamento	4 e 5	16,0	16,5	17,5	16,4
	6 e 7	15,8	17,2	18,2	16,6
	8 e 9	15,3	15,7	17,3	16,2
	10 e 11	15,4	14,9	16,7	15,4
	12 e 13	14,9	16,2	16,8	15,2
	14 e 15	14,8	15,4	16,9	15,1
Tratamento total	4 a 15	15,4	16,0	17,2	15,8
Variação	(1 a 3) - (4 a 15)	-0,6	-0,2	+0,7	-0,4
Pós-tratamento	16 e 17	14,4	14,6	15,7	14,7

TABELA 5: Consumo estimado médio de concentrado (kg), nos três períodos experimentais.

PERÍODOS	SEMANAS	TRATAMENTOS			
		T0	T250	T350	T500
Adaptação	1 a 3	8,0	8,0	8,0	8,0
Tratamento	4 e 5	8,0	8,5	9,0	8,0
	6 e 7	7,5	9,0	9,0	8,0
	8 e 9	7,5	8,0	9,5	8,0
	10 e 11	7,5	7,0	8,5	7,5
	12 e 13	7,0	8,0	8,5	7,5
	14 e 15	7,0	7,5	8,5	7,0
Tratamento total	4 a 15	7,5	8,0	9,0	8,0
Varição	(1 a 3) - (4 a 15)	-0,5	0	+1,0	0
Pós-tratamento	16 e 17	7,0	7,0	8,0	7,0

TABELA 6: Valores médios de peso vivo e condição corporal dos animais, no início e final do período experimental.

	TRATAMENTOS			
	T0	T250	T350	T500
Condição corporal inicial	3,3	3,2	3,0	3,0
Condição corporal final	3,4	3,2	3,0	3,1
Varição na condição corporal	+0,1	0	0	+0,1
Peso vivo inicial	618	631	643	615
Peso vivo final	636	612	628	618
Varição no peso vivo	+18	-19	-15	+3

4.3 Composição do leite

4.3.1 Gordura no leite

No período de adaptação, a produção de gordura no leite não foi estatisticamente diferente ($P>0,05$) entre os tratamentos. Estes valores encontram-se na Tabela 7. Na Tabela 8 pode-se verificar que a concentração de gordura no leite não diferiu estatisticamente entre os tratamentos ($P>0,05$), em todo o período experimental.

TABELA 7: Produção média de gordura no leite (kg/dia) nos três períodos experimentais.

PERÍODOS	SEMANAS	TRATAMENTOS				Pr>F
		T0	T250	T350	T500	
Adaptação	1 a 3	0,94	0,97	1,03	0,96	0,2569
Tratamento	4 e 5	0,93	1,00	1,15	1,01	0,0788
	6 e 7	0,95	1,11	1,28	1,05	0,0109
	8 e 9	0,85	0,88	1,09	0,97	0,1249
	10 e 11	0,87	0,79	1,04	0,86	0,0118
	12 e 13	0,79	0,99	1,06	0,85	0,0039
	14 e 15	0,79	0,87	1,07	0,84	0,0124
Tratamento total	4 a 15	0,86	0,94	1,11	0,93	
Varição	(1 a 3) - (4 a 15)	-0,08	-0,03	+0,08	-0,03	
Pós-tratamento	16 e 17	0,75	0,76	0,91	0,79	0,2771

Pr>F Nível exato de significância do teste F, realizado através do software SAS.

TABELA 8: Porcentagem média de gordura no leite nos três períodos experimentais.

PERÍODOS	SEMANAS	TRATAMENTOS				Pr>F
		T0	T250	T350	T500	
Adaptação	1 a 3	3,96	3,99	4,27	4,04	0,6071
Tratamento	4 e 5	3,84	4,04	4,32	4,22	0,2861
	6 e 7	4,27	4,34	4,76	4,38	0,1951
	8 e 9	3,84	3,69	3,93	3,99	0,5642
	10 e 11	4,04	3,71	4,11	3,90	0,5454
	12 e 13	3,72	4,28	4,24	3,95	0,2094
	14 e 15	3,78	4,05	4,24	4,06	0,4912
Tratamento total	4 a 15	3,92	4,02	4,26	4,08	
Varição	(1 a 3) - (4 a 15)	-0,04	+0,03	-0,01	+0,04	
Pós-tratamento	16 e 17	3,82	3,82	3,97	4,10	0,6896

Pr>F Nível exato de significância do teste F, realizado através do software SAS.

O tratamento com BST mostrou efeito neste componente do leite, somente após a segunda aplicação, ou seja, a partir da sexta semana experimental. Nas Figuras 5 e 6 observa-se que os animais no tratamento T350 apresentaram maior produção de gordura, tanto no período total de tratamento como nos subperíodos, sendo a produção de gordura 29,1% maior que o controle ($1,11 \times 0,86$ kg/vaca/dia).

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) na produção de gordura do leite, no terceiro subperíodo de tratamento (oitava e nona semana experimental), porém uma maior produção ocorreu a partir daí até o final do período.

Pode ser observado que a produção de leite também é maior no tratamento T350, e isto pode ser explicado pelo fato de que no começo do tratamento com somatotropina, provavelmente o consumo de matéria seca não aumentou proporcionalmente à produção, ficando este animal em balanço energético negativo; ocorreu então uma maior mobilização de reservas corporais para atender as exigências energéticas, já que a energia para produção de leite é derivada de alimentos consumidos ou a partir do tecido adiposo estocado no corpo do animal. A ligação entre o aumento na produção de leite e a mobilização de gorduras depois da administração do BST, é observado somente se a energia disponível for limitada, ou seja, o BST age lipoliticamente se o consumo de energia não atender o aumento na exigência. Sendo assim, vacas em balanço energético negativo produzem leite com teores mais altos de gordura (Stelwagen et al., 1992), pois um dos precursores deste constituinte do leite (ácidos graxos de cadeia longa), são oriundos dos lipídios circulantes no sangue, derivados da dieta e do tecido adiposo mobilizado.

As curvas de regressão apresentadas nas Figuras 5 e 6, representam somente as semanas do período experimental, nas quais as doses de rBST mostraram resultados estatisticamente diferentes ($P < 0,05$) para a produção de gordura.

Semanas 6 e 7 $Y = 0,508083 + 0,497399X - 0,0878919X^2$

$R^2 = 0,88$

Semanas 10 e 11 $Y = 0,574938 + 0,215077X - 0,0326770X^2$

$R^2 = 0,51$

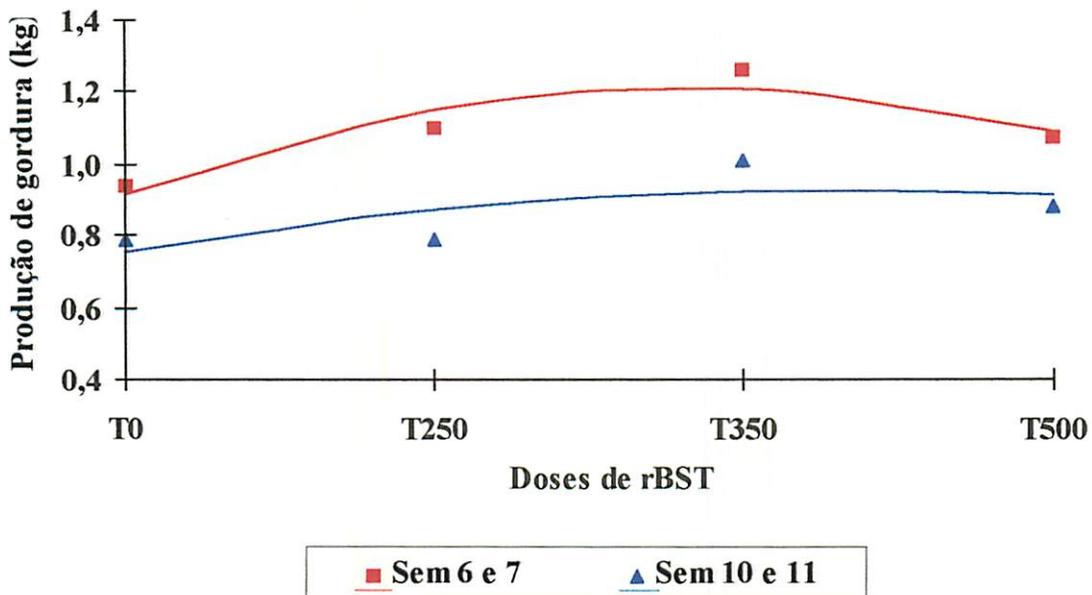


FIGURA 5: Efeito das doses de rBST na produção de gordura durante as semanas 6 e 7, 10 e 11 do período experimental.

Semanas 12 e 13 $Y = 0,327904 + 0,540379X - 0,101349X^2$ $R^2 = 0,99$

Semanas 14 e 15 $Y = 0,438941 + 0,377362X - 0,0662500X^2$ $R^2 = 0,74$

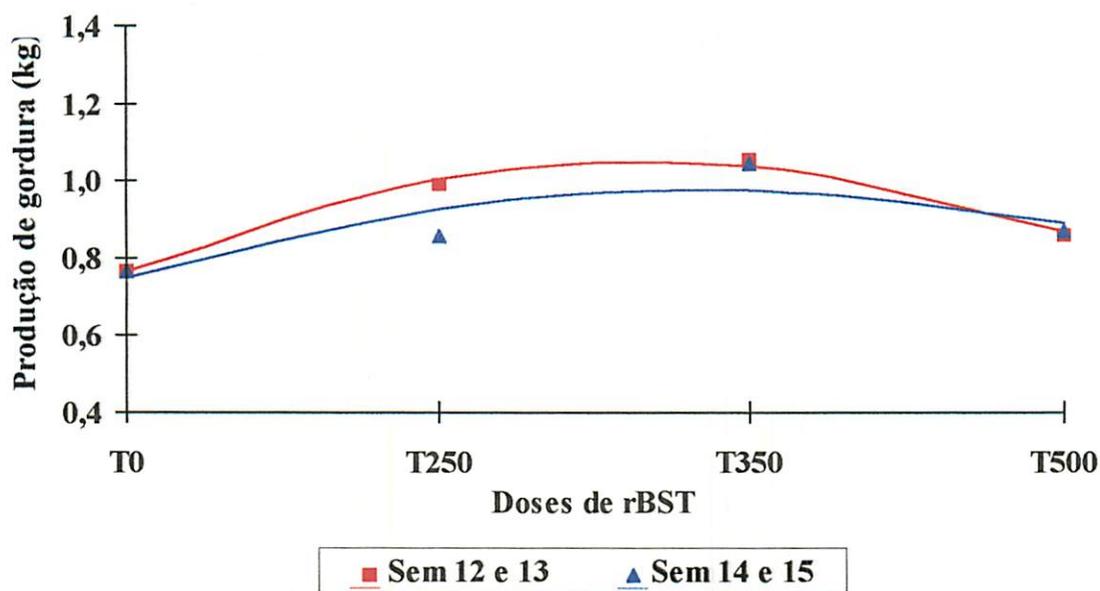


FIGURA 6: Efeito das doses de rBST na produção de gordura durante as semanas 12 e 13, 14 e 15 do período experimental.

Com administração prolongada de somatotropina, as vacas ajustam o consumo voluntário para atender o aumento que ocorre nas exigências nutricionais, fazendo com que o balanço energético seja restabelecido e assim diminuindo a mobilização de tecido adiposo (Bauman, 1992). Pelas Figuras 7 e 8 pode-se verificar que o teor de gordura, eleva-se no começo do período de tratamento (acompanhando o aumento na produção de leite), e depois, retorna a valores próximos do período de adaptação, ou seja, não há mais mobilização do tecido adiposo fazendo com que a quantidade de gordura no leite decresça. Este fato, associado com altas produções de leite ainda nestas últimas semanas, confirma o aumento gradual do consumo de matéria seca total (Tabela 4), atendendo desta forma a exigência de energia.

Vacas tratadas com BST, de acordo com Bauman (1992), têm um maior requerimento total de energia, por estarem produzindo mais leite. Entretanto, elas têm uma eficiência produtiva também maior, pois a exigência de manutenção não é mudada, e a maior proporção de nutrientes consumidos estará sendo priorizada para síntese de leite. É bom lembrar que acetato, β hidroxibutirato (produtos da fermentação ruminal) e triglicerídeos da dieta, são as fontes de resíduos de ácidos graxos de cadeia curta nos lipídios do leite. A composição de lipídios do leite é um fator muito importante, por causa de seu impacto no valor nutritivo, características flavorizantes e propriedades de industrialização.

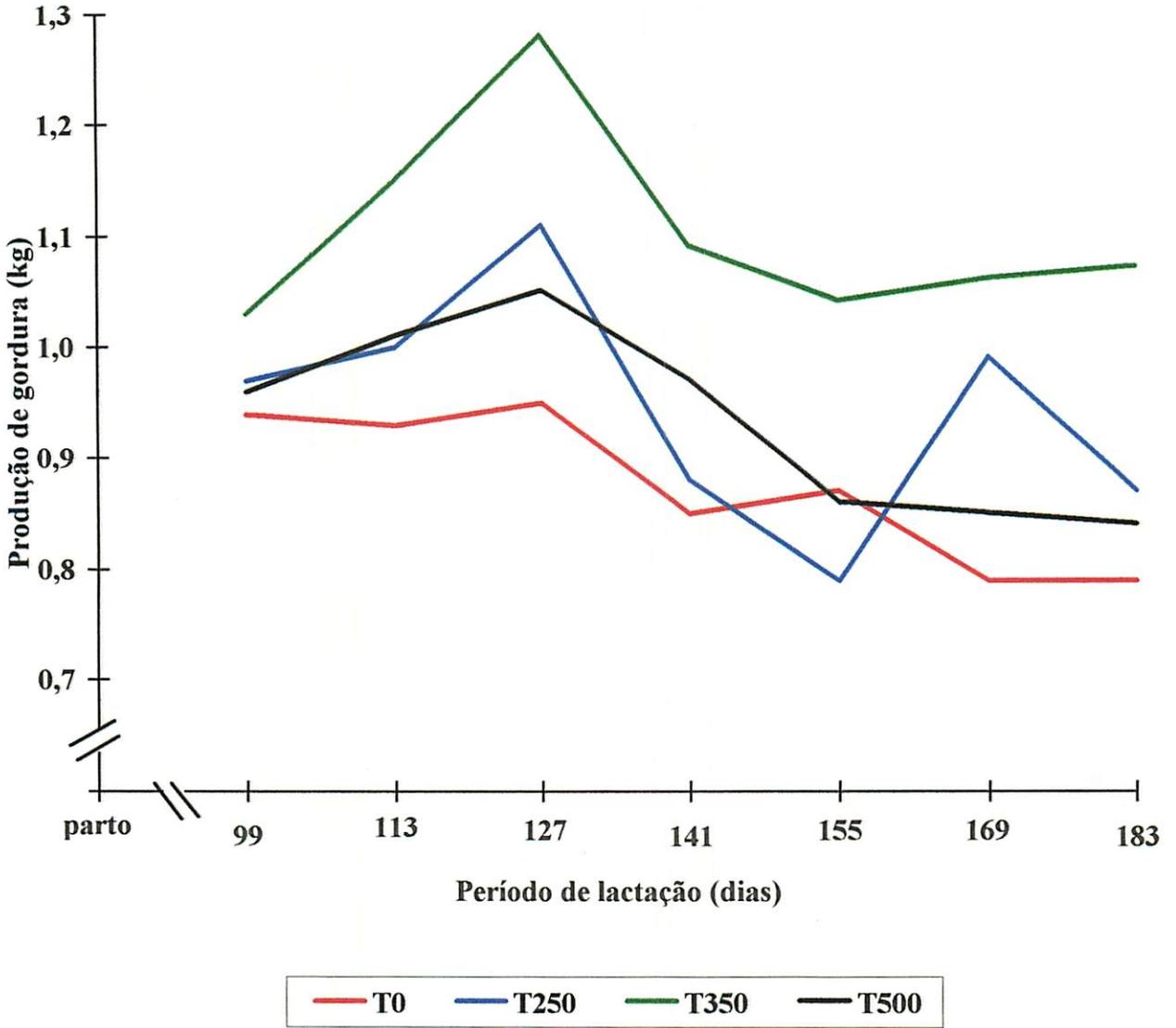


FIGURA 7: Efeito da somatotropina sobre a produção de gordura no leite durante o período de tratamento (99 a 183 dias de lactação).

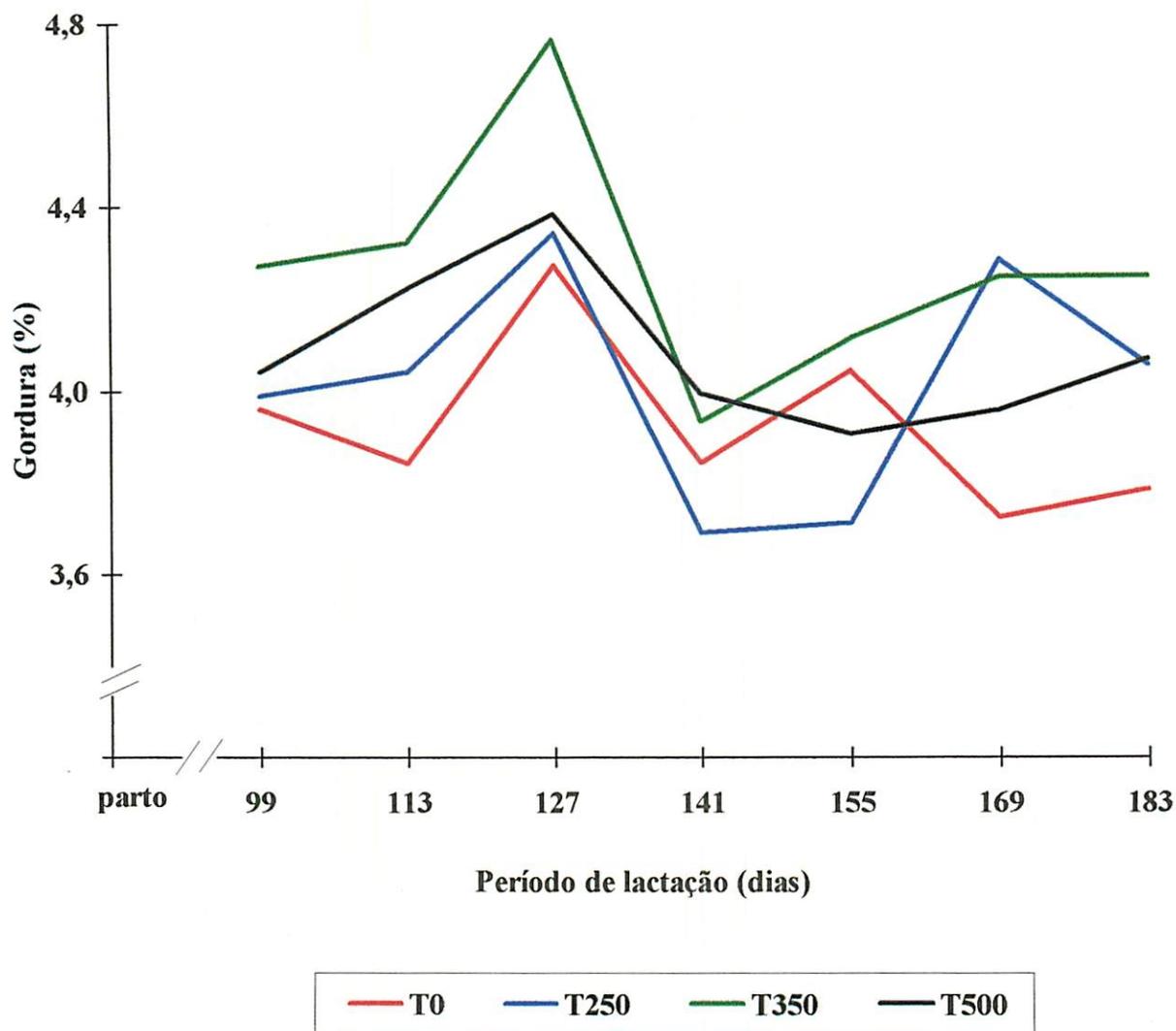


FIGURA 8: Efeito da somatotropina sobre a porcentagem de gordura no leite durante o período de tratamento (99 a 183 dias de lactação).

Com base nos resultados do presente trabalho pode-se dizer que, como houve um aumento na produção diária de leite de animais tratados, e também um aumento na produção de gordura, provavelmente tenha havido uma mobilização de gordura corporal do tecido adiposo, para suprir as exigências de energia nas primeiras semanas de tratamento com rBST, apesar de não terem sido feitas pesagens dos animais para comprovar tal fato.

Observando ainda as Figuras 7 e 8 pode-se constatar que tanto a produção quanto a concentração de gordura no leite, foram maiores em animais tratados, durante a maior parte do período de tratamento (99 a 183 dias de lactação). Da mesma forma que a produção de leite, no final do período estes valores decrescem até níveis próximos dos valores de pré-tratamento (período de adaptação), comprovando a menor mobilização de gordura corporal, associada possivelmente ao maior consumo de alimentos, e também à menor produção de leite devido ao fluxo normal da curva de lactação.

Nas duas últimas semanas do período experimental (pós-tratamento), a produção de gordura no leite não foi estatisticamente diferente entre os grupos ($P > 0,05$), variando de 0,75 a 0,91 kg/dia, enquanto a porcentagem variou de 3,82 a 4,10.

4.3.2 Proteína total

A porcentagem de proteína total no leite foi afetada pelo tratamento com rBST, ou seja, houve diminuição no seu teor quando foi usado o hormônio (Figuras 9 e 10), mostrado pelo comportamento da curva da equação de regressão. Enquanto isso, a produção de proteína foi maior no tratamento T350, ou seja, onde houve maior produção de leite (Tabela 9). As curvas de regressão apresentadas nas Figuras 9 e 10, representam somente as semanas do período experimental, nas quais as doses de rBST mostraram resultados estatisticamente diferentes ($P < 0,05$), para a porcentagem de proteína total.

Semanas 4 e 5 $Y = 3,25684 - 0,252254X + 0,0346230X^2$

$R^2 = 0,90$

Semanas 6 e 7 $Y = 3,33511 - 0,242612X + 0,0342899X^2$

$R^2 = 0,90$

Semanas 10 e 11 $Y = 3,21377 - 0,260769X + 0,0424148X^2$

$R^2 = 0,84$

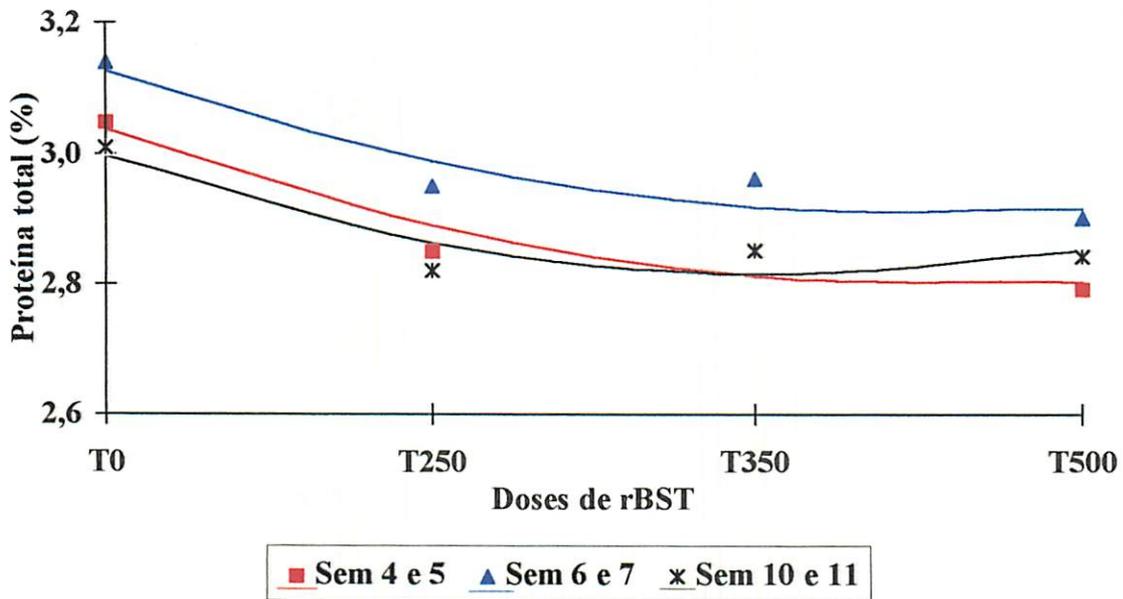


FIGURA 9: Efeito das doses de rBST na porcentagem de proteína total no leite durante as semanas 4 e 5, 6 e 7, 10 e 11, do período experimental.

Semanas 12 e 13 $Y = 3,41409 - 0,266698X + 0,0280948X^2$

$R^2 = 0,94$

Semanas 14 e 15 $Y = 3,20165 - 0,201266X + 0,0280164X^2$

$R^2 = 0,94$

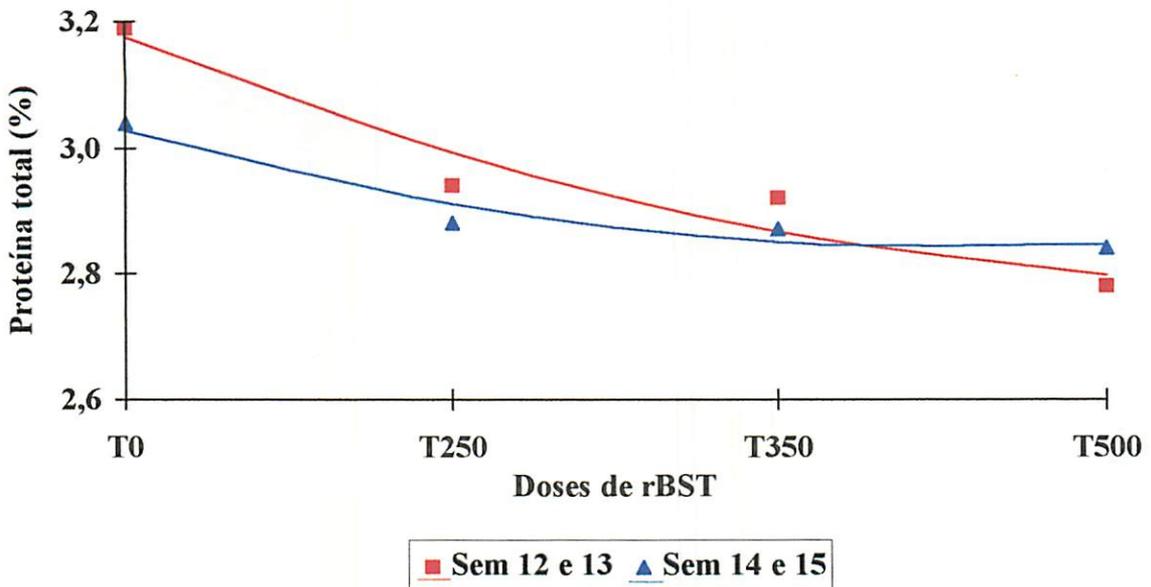


FIGURA 10: Efeito das doses de rBST na porcentagem de proteína total no leite durante as semanas 12 e 13, 14 e 15, do período experimental.

Os valores médios observados que se encontram na Tabela 10, mostram uma diminuição na concentração de proteína no leite em relação ao controle. Este resultado está coerente com a afirmação feita por Peel e Bauman (1987) de que, ao contrário da gordura, a proteína no leite diminui em balanço negativo de nitrogênio; e como foi dito anteriormente, a administração de somatotropina acentua este quadro de desbalanço no início do tratamento, devido ao aumento na produção de leite e ao baixo consumo de alimentos. Este fato associado com os resultados deste experimento, sugere que vacas em balanço negativo de nitrogênio foram incapazes de fornecer aminoácidos suficientes para a glândula mamária, para manter as produções de proteína na mesma proporção das produções de leite, pois as reservas disponíveis para mobilização pelo animal, são ricas em energia e pobres em proteína. Em geral, os aminoácidos para síntese da proteína do leite são oriundos principalmente da dieta, que no começo do tratamento com BST é consumida em quantidade insuficiente ou da síntese microbiana (McGuffey e Wilkinson, 1990). Porém, para que o animal sintetize proteína microbiana, é necessário o suprimento adequado de energia, sabendo que este é deficiente no período inicial do tratamento com BST, ficando portanto esta fonte de aminoácidos, também limitada. Nesta situação a deficiência de proteína microbiana no duodeno, tem que ser compensada pela proteína dietética, com degradabilidade ruminal reduzida. As recomendações para se atender às exigências de proteína para vacas em lactação, incluem tanto uma porcentagem de proteína degradada no rúmen, o que permite o crescimento máximo bacteriano e máxima digestão de fibra, e uma porcentagem de proteína da dieta que escapará à degradação no rúmen, sendo então hidrolisadas enzimaticamente no intestino delgado, e os aminoácidos resultantes são absorvidos para o sangue. Os aminoácidos essenciais (dietéticos) e os não essenciais da proteína do leite, provêm da circulação do sangue (Walstra e Jenness, 1984).

TABELA 9: Produção média de proteína total no leite (kg/dia) nos três períodos experimentais.

PERÍODOS	SEMANAS	TRATAMENTOS				Pr>F
		T0	T250	T350	T500	
Adaptação	1 a 3	0,68	0,69	0,70	0,68	0,3334
Tratamento	4 e 5	0,74	0,70	0,76	0,68	0,3184
	6 e 7	0,69	0,75	0,79	0,70	0,1837
	8 e 9	0,67	0,70	0,82	0,71	0,1050
	10 e 11	0,65	0,60	0,72	0,63	0,0479
	12 e 13	0,68	0,68	0,73	0,60	0,1323
	14 e 15	0,64	0,62	0,72	0,59	0,0520
Tratamento total	4 a 15	0,68	0,68	0,76	0,65	
Variação	(1 a 3) - (4 a 15)	0	-0,01	+0,06	-0,03	
Pós-tratamento	16 e 17	0,60	0,58	0,68	0,56	0,0423

Pr>F Nível exato de significância do teste F realizado através do software SAS.

TABELA 10: Porcentagem média de proteína total no leite, nos três períodos experimentais.

PERÍODOS	SEMANAS	TRATAMENTOS				Pr>F
		T0	T250	T350	T500	
Adaptação	1 a 3	2,85	2,84	2,90	2,84	0,9027
Tratamento	4 e 5	3,04	2,84	2,84	2,82	0,0011
	6 e 7	3,13	2,94	2,95	2,92	0,0001
	8 e 9	3,04	2,96	2,97	2,92	0,6665
	10 e 11	3,00	2,82	2,84	2,86	0,0298
	12 e 13	3,19	2,94	2,92	2,79	0,0001
	14 e 15	3,04	2,88	2,88	2,83	0,0244
Tratamento total	4 a 15	3,07	2,90	2,90	2,85	
Varição	(1 a 3) - (4 a 15)	+0,22	+0,06	0	+0,01	
Pós-tratamento	16 e 17	3,06	2,89	2,94	2,90	0,1531

Pr>F Nível exato de significância do teste F realizado através do software SAS.

Assim, a diminuição no conteúdo de proteína do leite, freqüentemente observado em tempos de consumo insuficiente de energia, poderia possivelmente ser evitado.

Sabe-se também que a proteína microbiana do rúmen é incapaz de atender às exigências de proteína para vacas de alta produção de leite. Outro motivo pelo qual a proteína no leite tende a diminuir, é o fato de que parte dos aminoácidos são usados como substrato glicogênico para produção de energia, quando as vacas estão em substancial déficit energético.

Quando se compara as Figuras 11 e 12, observa-se que elas se comportam de maneira diferente, ou seja, a produção de proteína é maior nos animais tratados com rBST em relação ao controle, ocorrendo justamente o contrário quando se trata da concentração de proteína no leite. Isto porque, a produção de proteína tende a aumentar acompanhando o aumento na produção de leite de vacas tratadas com somatotropina (Tabela 9), mas não na mesma intensidade, tornando a sua concentração (%) mais baixa em relação ao grupo de vacas não tratadas com rBST. Pode-se constatar também, nas Figuras 11 e 12, um curso oscilante na produção e porcentagem de proteína ao longo do período de tratamento. Como a proteína no leite é dependente da produção de leite em animais tratados com somatotropina, é de se esperar que ocorra o mesmo comportamento daquele, ou seja, “picos e quedas” quando se usa fórmula de liberação lenta do hormônio.

Também no trabalho feito por Remond et al. (1991), o conteúdo de proteína foi diminuído seguindo as duas primeiras injeções de BST, sendo que este efeito foi também atribuído ao desbalanço energético e protéico induzido pelo tratamento.

Estudos de longo prazo têm demonstrado que vacas tratadas com somatotropina, produzem leite com conteúdo normal de proteína, visto que o tempo faz com que os animais se adaptem ao tratamento e comecem a consumir alimentos suficientes para atender as exigências de

manutenção e produção. Além disso, o suprimento adequado de proteína para tais vacas, é significativo por causa das reservas limitadas de proteínas no corpo de vacas leiteiras.

À medida que o animal vai ajustando seu consumo ao incremento na produção, este efeito vai se amenizando, o que pode ser comprovado no final do período de tratamento (183 dias), quando a produção e porcentagem de proteína total retornam a valores próximos aos do início do tratamento com rBST.

No período pós-tratamento a porcentagem de proteína no leite não foi diferente estatisticamente entre os grupos de tratamento, variando entre 2,89 a 3,06%, estando estes valores bem próximos do período de adaptação, os quais variaram de 2,84 a 2,90%. Enquanto isso, a produção de proteína variou de 0,56 a 0,68 kg/ dia, ficando um pouco abaixo daqueles valores do período de adaptação; provavelmente devido à menor produção de leite no final do período experimental.

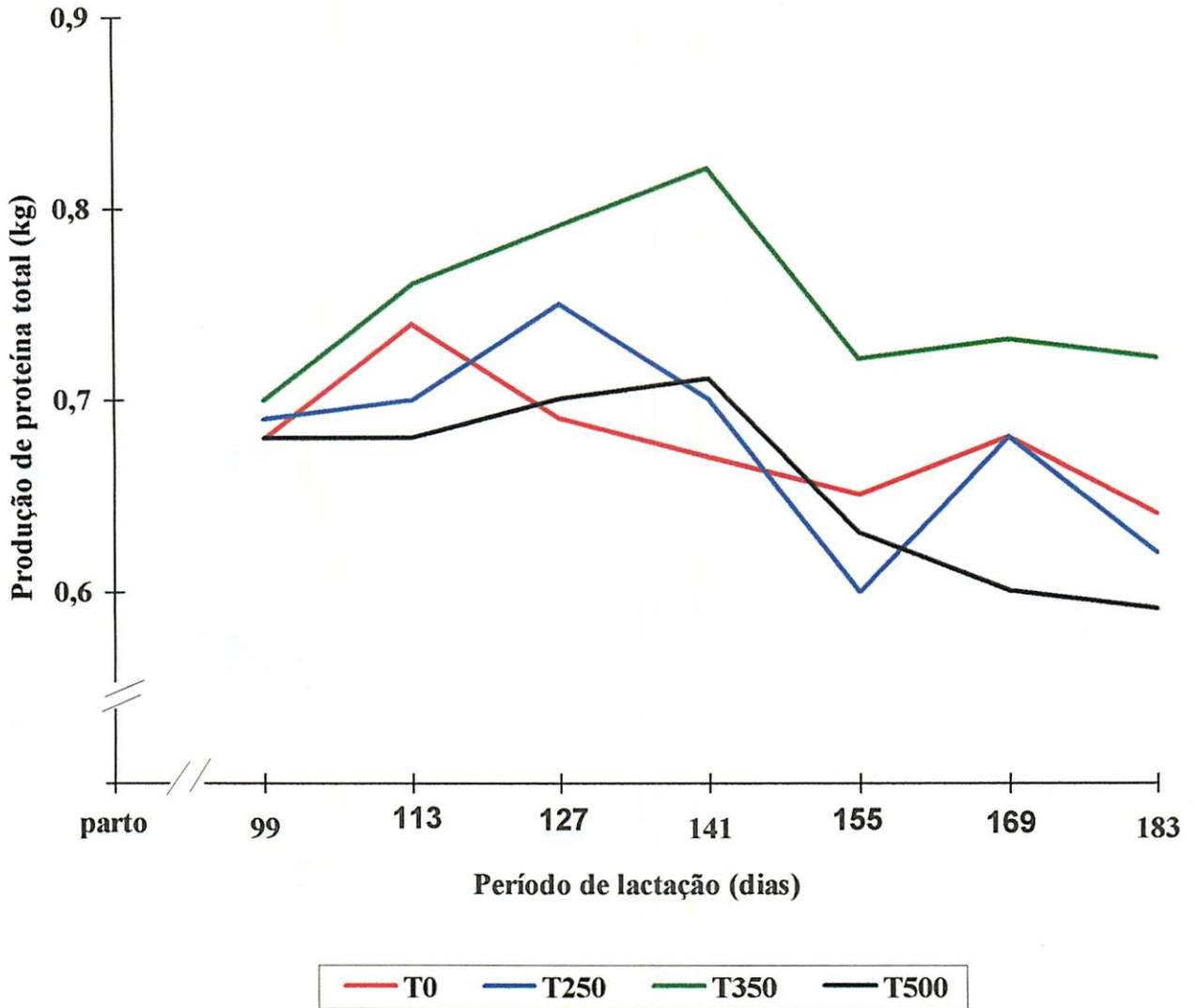


FIGURA 11: Efeito da somatotropina sobre a produção de proteína total no leite durante o período de tratamento (99 a 183 dias de lactação).

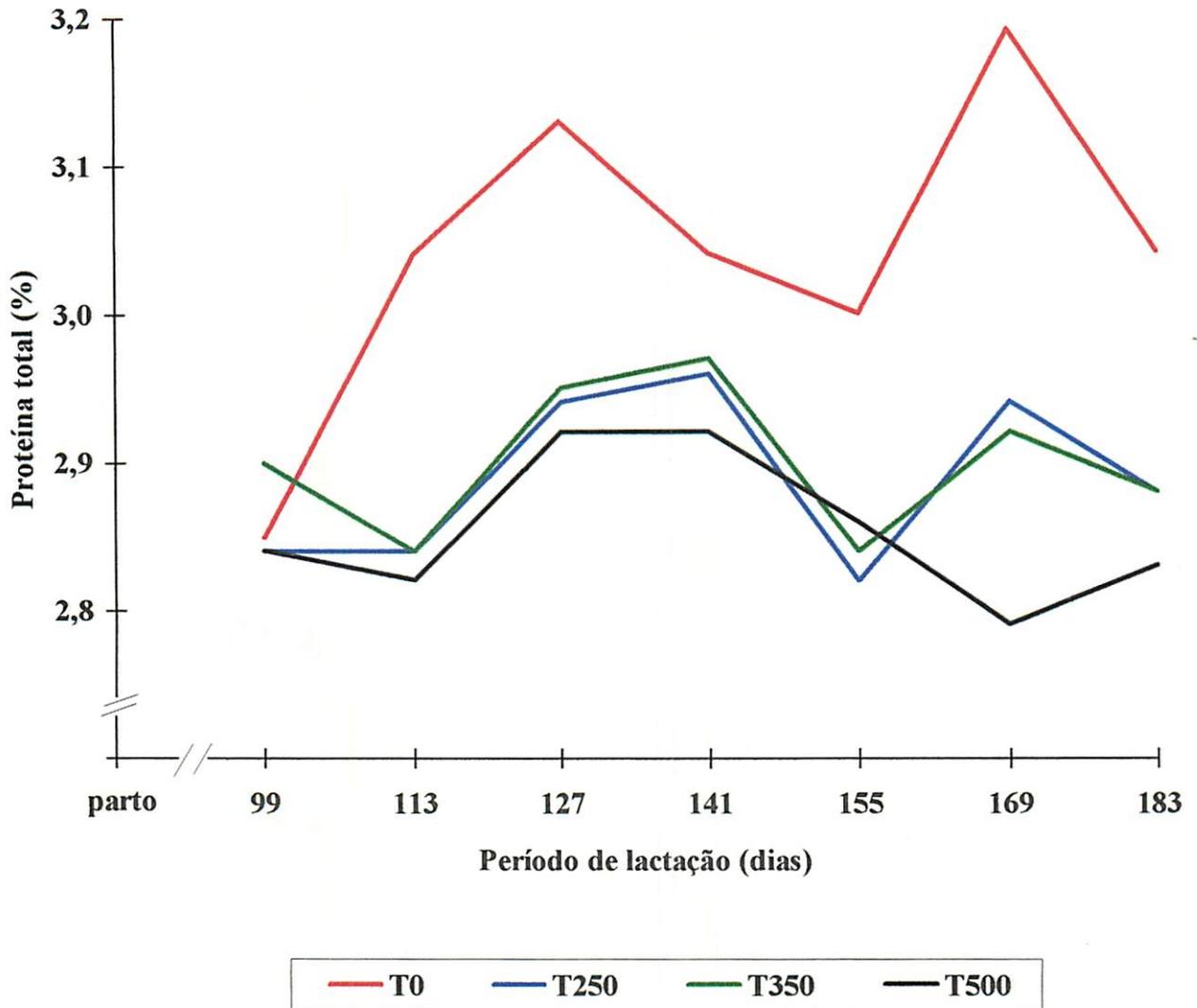


FIGURA 12: Efeito da somatotropina sobre a porcentagem de proteína total no leite durante o período de tratamento (99 a 183 dias de lactação).

4.4 Considerações gerais

O teor de sólidos totais no leite não foi diferente (P.0,05) em tempo algum do período experimental (Tabela 11). Aparentemente não foram detectados maiores problemas de mastitis, cascos, pernas ou distúrbios metabólicos devido ao uso de somatotropina. Foram feitas somente observações visuais, e nenhum tipo de amostragem foi conduzida; portanto é preciso cuidado pois estes fatos podem ser variáveis.

Algumas considerações importantes devem ser feitas antes do uso de somatotropina: - os animais tratados devem ser manejados como aqueles não tratados; a somatotropina não deve ser usada para corrigir falhas na alimentação e no manejo do rebanho; o tratamento deve se iniciar após o pico de produção, ou seja, quando os animais já apresentam consumo mais próximo de atender as exigências para a produção de leite; os animais devem parir com condição corporal mínima de 3,5 pontos, numa escala de 1 a 5; os animais devem apresentar boas condições de saúde; a somatotropina não deve ser usada como forma de aumentar a produção para efeito de seleção.

Considerando que 350 mg de rBST a cada 14 dias, tenha sido o tratamento que apresentou os melhores resultados (maior produção de leite), podemos calcular seu custo a partir do preço da dose convencional, 500 mg de rBST. O custo obtido em setembro/96 foi de cinco dólares e noventa centavos (US\$ 5,90), pela dose. No entanto, se o fabricante passasse a produzir ampolas contendo uma dose de 350 mg, esta custaria por volta de quatro dólares e vinte centavos (US\$ 4,20). Considerando o preço do leite tipo C de trinta e dois centavos de dólar (US\$ 0,32) por litro (setembro/96). Para cobrir o custo do hormônio, seria preciso que cada vaca produzisse no mínimo 13 litros de leite a mais num intervalo de 14 dias, ou seja, aproximadamente um litro a mais por dia.

TABELA 11: Porcentagem de sólidos totais no leite nos três períodos experimentais

PERÍODOS	SEMANAS	TRATAMENTOS				Pr>F
		T0	T250	T350	T500	
Adaptação	1 a 3	12,93	13,03	13,08	13,12	0,9646
Tratamento	4 e 5	12,61	12,81	13,12	13,16	0,2791
	6 e 7	13,08	13,18	13,84	13,34	0,0961
	8 e 9	12,77	12,46	12,83	12,90	0,6485
	10 e 11	13,04	12,54	13,06	12,84	0,5213
	12 e 13	12,78	13,42	13,36	12,78	0,2646
	14 e 15	12,60	13,00	13,13	13,00	0,2256
Tratamento total	4 a 15	12,82	12,90	13,22	13,00	
Varição	(1 a 3) - (4 a 15)	-0,11	-0,13	+0,14	-0,12	
Pós-tratamento	16 e 17	12,66	12,62	12,84	13,00	0,6272

Pr>F Nível exato de significância do teste F realizado através do software SAS.

5 CONCLUSÕES

Com base nas condições do presente experimento e nos dados obtidos, pode-se concluir que:

- A dose de somatotropina (rBST) que induziu à maior produção de leite, em todo o período de tratamento, foi 350 mg a cada 14 dias. Ao contrário do que normalmente ocorre num ciclo lactacional, esta dose promoveu também uma maior produção média diária de leite após os 84 dias de tratamento, melhorando desta forma a persistência da lactação.

- Os aumentos na produção de leite (4,1 kg) e leite corrigido (6,0 kg) proporcionados pelo tratamento T350, em relação ao T0, são suficientes para cobrir os custos do hormônio usado a cada 14 dias.

- A composição do leite foi levemente modificada pelo tratamento com rBST, principalmente durante as primeiras semanas, quando as vacas estavam em desbalanço de nitrogênio e energia. A produção de gordura aumentou e a porcentagem de proteína diminuiu, permanecendo nos limites normais e aceitáveis pela indústria leiteira e consumidor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official Methods of the Association of Official Analytical Chemist**. 15.ed. Washington, 1990. v.1, 684p.
- BARBANO, D. M.; LYNCH, J. M.; BAUMAN, D. E.; HARTNELL, G. F.; HINTZ, R. L.; NEMETH, M. A. Effect of a prolonged-release formulation of N-methionyl bovine somatotropin (sometribove) on milk composition. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.75, n.7, p. 1775-1793, July 1992.
- BALDWIN, R. L.; FORSBERG, N. E.; HU, C. Y. Potencial for altering energy partition in the lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.68, n.12, p.3394-3402, Dec. 1985.
- BAUMAN, D. E. Bovine somatotropin: Review of an emerging animal technology. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.75, n. 12, p. 3432-3451, Dec. 1992.
- BAUMAN, D. E.; EPPARD, P. J.; DeGEETER, M. J.; LANZA, G. M. Response of high producing dairy cows to long-term treatment with pituitary somatotropin and recombinant somatotropin. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.68, n.6, p. 1352-1362, June 1985.
- BINES, J. A.; HART, I. C. Metabolic limits to milk production, especially roles of growth hormone and insuline. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.65, n.8, p.1375-1387, Aug. 1982.
- BRASIL. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes**. II. Métodos físicos e químicos. Brasília, 1981.
- BREIER, B. H.; GLUCKMAN, P. D.; McCUTCHEON, S. N.; DAVIS, S. R. Physiological responses to somatotropin in the ruminant. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.72, 2, p. 20, 1989. (Suppl. 2).
- CHURCH, C. D. Fermentación ruminal. In: ____ **El Rumiante: Fisiología Digestiva y Nutrición**. Zaragoza: Acribia, 1993. Cap. 8, p. 159-189.

- CLEALE, R.M.; REHMAN, J. D.; ROBB, E. J.; SINHA, A.; EHLE, F.R.; NELSON, D.K. On-farm lactation and reproductive response to daily injections of recombinant bovine somatotropin. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.72, p. 429, 1989. (Suppl. 1).
- COLLIER, R. J.; McNAMARA, J. P.; WALLACE, G.R.; DEHOFF, M. H. A review of endocrine regulation of metabolism during lactation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.59, n.2, p.498, Feb. 1984.
- DOWNER, J.V.; PATTERSON,D.L.; ROCK, D.W. et al. Dose titration of sustained-release recombinant bovine somatotropin in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.4, p.1125-1136, Apr. 1993.
- EPPARD, P. J.; BAUMAN, D. E.; CURTIS, C. R.; ERB, H. N.; LANZA, G. M.; DeGEETER, M. J. Effect of 188-day treatment with somatotropin on health and reproductive performance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.70, n.3, p. 582-591, Mar. 1987.
- ERDMAN, R. A.; SHARMA, B. K.; SHAVER, R. D.; CLEALE, R. M. Dose response to recombinant bovine somatotropin from weeks 15 to 44 post partum in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.73, n.10, p.2907-2915, Oct. 1990.
- FRENCH, N.; BOER, G. de; KENNELLY, J. J. Effects of feeding frequency and exogenous somatotropin on lipolysis, hormone profiles, and milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.73, n. 6, p. 1552-1559, June 1990.
- FRONK, T. J.; PEEL, C. J.; BAUMAN, D. E.; GOREWIT, R. C. Comparison of different patterns of exogenous growth hormone administration on milk production in holstein cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.57, n.3, p. 699-705, Mar. 1983.
- GIBSON, J. P.; McBRIDE, B. W.; BURTON, J. H.; POLITIS, I.; ZHAO, X. Effect on production traits of bovine somatotropin for up to three consecutive lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, n.3, p. 837-846, Mar. 1992.
- GLUCKMAN, P. D.; BREIER, B. H.; DAVIS, S. R. Growth hormone and biotechnology. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.70, n.2, p. 442-466, Feb. 1987.
- HART, I. C.; BINES, J. A.; JAMES, S.; MORANT, S. V. The effect of injecting or infusing low doses of bovine growth hormone on milk yield, milk composition and the quantity of hormone in the milk serum of cows. **Animal Production**, Edinburgh, v.40, n.2, p.243-250, Apr. 1985.
- HEAD, H. H.; GAVIDIA, A. N. G. Use of BST to improve milk yield in hot climates. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON LIVESTOCK IN THE TROPICS**, Tampa, 1996. **Proceedings...** Gainesville: University of Florida, 1996. p.100-110.

- JORDAN, D. C.; AGUILAR, A. A.; OLSON, J. D.; BAILEY, C.; HARTNELL, G. F.; MADSEN, K. S. Effects of recombinant methionyl bovine somatotropin (sometribovine) in high producing cows milked three times daily. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.74, n.1, p. 220-226, Jan. 1991.
- MATTOS, W. Somatotropina bovina e suas implicações nos processos de secreção do leite. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Bovinocultura leiteira**. Campinas: FEALQ, 1990. p.49-63.
- MATTOS, W.; PIRES, A. V.; FARIA, V. P. de; DUQUE, J. A.; MADSEN, K. S.; The effect of sometribove (recombinant methionyl bovine somatotropin) on milk yield and milk composition in lactating dairy cows in Brazil. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.72, p.452, 1989. (Suppl. 1).
- MBOE, A. Z.; HEAD, H. H.; BACKMAN, K. C.; WILCOX, C. J. Effect of growth hormone on milk yield feed intake and some physiological functions during enviromental stress. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.69, p. 119, 1986. (Suppl. 1).
- McDONALD, L. E. The pituitary gland. In: ____ **Veterinary endocrinology and reproduction**. 2. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1975. Cap. 2, p.13-44.
- McDOWELL, G. H. Somatotropin and endocrine regulation of metabolism during lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.72, p. 44, 1989. (Suppl. 2).
- McGUFFEY, R. K.; WILKINSON, J. I. D. Nutritional implications of bovine somatotropin for the lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.72, p. 63, 1989. (Suppl. 2).
- MOHAMMED, M. E.; JOHNSON, H. D. Effect of growth hormone on milk yields and related physiological functions of holsteins cows exposed to heat stress. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.68, n.5, p.1123, May 1985.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. rev. Washington, 1988.
- PEDROSO, A. de F. **Avaliação da eficácia da somatotropina bovina como agente galactopoiético em vacas leiteiras confinadas no Brasil**. Piracicaba: ESALQ, 1991. 76p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- PEEL, C. J.; BAUMAN, D. E. Somatotropin and lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.70, n.2, p. 474, Feb. 1987.
- PEEL, C. J.; FRONK, T. J.; BAUMAN, D. E.; GOREWIT, R. C. Effect of exogenous growth hormone in early and late lactation on lactational performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.66, n.4, p.776-782, Apr. 1983.

- PEEL, C. J.; SANDLES, L. D.; QUELCH, K. J.; HERINGTON, A. C. The effects of long-term administration of bovine growth hormone on the lactational performance of identical-twin dairy cows. **Animal production**, Edinburgh, v.41, n.2, p.135-142, Feb. 1985.
- QUINTANILHA, A. M. N. P.; FIGUEIREDO, C.; SCHWARTZ, D. S.; VANZELLOTTI, I. R.; LISBOA, J. A. N.; FRANCO, S. R. V. S. Endocrinologia. In: **Tratado de fisiologia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1993. Cap 5, p. 257-272.
- REECE, W. O. Endocrinology. In: **Physiology of domestic animals**. Malvern: Lea & Febiger, 1991. Cap 14, p. 330-346.
- REMOND, B.; CISSE, M.; OLLIER, A.; CHILLIARD, Y. Slow release somatotropin in dairy heifers and cows fed two levels of energy concentrate. 1. Performance and body condition. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.74, n.4, p. 1370-1381, Apr. 1991.
- SAS INSTITUTE. **Sas user's guide**: Statistics, version 5. ed. Cary: Sas Institute Inc. 1985. 756p.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1990. 165p.
- SODERHOLM, C. G.; OTTERBY, D. E.; EHLE, F. R.; LINN, J. G.; HANSEN, W. P.; ANNEXSTAD, R. J. Effects of different doses of recombinant bovine somatotropin (rBST) on milk production, body condition and condition score in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.69, p.152, 1986. (Suppl. 1).
- STELWAGEN, K.; GRIEVE, D. G.; McBRIDE, B. W.; REHMAN, J. D. Growth and subsequent lactation in primigravid Holsteins heifers after prepartum bovine somatotropin treatment. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.75, n. 2, p. 463-471, Feb. 1992.
- THOMAS, J. W.; ERDMAN, R. A.; GALTON, D. M. et al. Responses by lactating cows in commercial dairy herds to recombinant bovine somatotropin. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.74, n. 3, p. 945-964, Mar. 1991.
- TURNER, C. D.; BAGNARA, J. T. Pituitary gland: Anatomy; Secretions of the adenohypophysis. In: **General endocrinology**. 2. ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1976. Cap 4, p. 77-132.
- VICINI, J. L.; HUDSON, S.; COLE, W. J.; MILLER, M. A.; EPPARD, P. J.; WHITE, T. C.; COLLIER, R. J.; Effect of acute challenge with an extreme dose of somatotropin in a prolonged - release formulation on milk production and health of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.73, n.8, p.2093-2102, Aug. 1990.
- WALSTRA, P.; JENNESS, R. **Dairy Chemistry and Physics**. St. Paul: John Wiley and Sons, 1984. Cap.2, p.12.

WILDMAN, E. E.; JONES, G. M.; WAGNER, P. E.; BOMAN, R. L.; TROUTT, H.F.; LESCH, T. N. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.65, n.3, p.495-501, Mar. 1982.

ZHAO, X.; BURTON, J. H.; McBRIDE, B. W. Lactation, health and reproduction of dairy cows receiving daily injectable or sustained-release somatotropin. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, n. 11, p. 3122-3130, Nov. 1992.

APÉNDICE

TABELA 1A: Produção média de leite (kg/dia) em cada semana do período experimental.

SEMANAS	DOSES	T0	T250	T350	T500
1 (15/06/95)		26,0	24,5	24,4	24,9
2 (22/06/95)		21,5	24,2	23,8	23,6
3 (29/06/95)		23,6	24,1	24,4	23,1
4 (06/07/95)	1ª (03/07/95)	24,2	25,5	27,2	23,6
5 (13/07/95)		24,1	24,1	26,2	24,3
6 (20/07/95)	2ª (17/07/95)	20,6	25,2	25,8	23,5
7 (27/07/95)		23,9	25,9	27,8	24,5
8 (03/08/95)	3ª (31/07/95)	22,8	24,2	28,1	24,5
9 (10/08/95)		21,4	23,4	27,3	24,1
10 (17/08/95)	4ª (14/08/95)	22,3	21,0	25,1	22,3
11 (24/08/95)		20,9	21,9	25,4	22,1
12 (31/08/95)	5ª (28/08/95)	21,9	23,9	25,1	22,2
13 (07/09/95)		20,5	22,6	24,9	20,9
14 (14/09/95)	6ª (11/09/95)	21,0	21,5	25,6	21,2
15 (21/09/95)		20,8	21,6	24,9	20,3
16 (28/09/95)		19,4	20,0	23,1	20,0
17 (05/10/95)		20,0	19,9	23,0	19,9