

**A INFLUÊNCIA DA SOMATOTROPINA
BOVINA RECOMBINANTE (rbST),
APLICADA UM DIA APÓS O PARTO, SOBRE
A PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE VACAS
HOLANDESAS PRIMÍPARAS**

ALEXANDRE TAVARES FERREIRA

2001

ALEXANDRE TAVARES FERREIRA

**A INFLUÊNCIA DA SOMATOTROPINA BOVINA RECOMBINANTE
(rbST), APLICADA UM DIA APÓS O PARTO, SOBRE A PRODUÇÃO E
REPRODUÇÃO DE VACAS HOLANDESA PRIMÍPARAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal - Ruminantes, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. José Camisão de Souza

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
FEVEREIRO - 2001**

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

Ferreira, Alexandre Tavares

A influencia da somatotropina bovina recombinante (rbST), aplicada um dia após o parto, sobre a produção e reprodução de vacas holandesas primíparas / Alexandre Tavares Ferreira. -- Lavras : UFLA, 2000.

47 p. : il.

Orientador: José Camião de Souza.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Progesterona. 2. Vaca primípara. 3. rbST. 4. Índice reprodutivo. 5. Pós parto. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.2082

ALEXANDRE TAVARES FERREIRA

**A INFLUÊNCIA DA SOMATOTROPINA BOVINA RECOMBINANTE
(rbST), APLICADA UM DIA APÓS O PARTO, SOBRE A PRODUÇÃO E
REPRODUÇÃO DE VACAS HOLANDESA PRIMÍPARAS**

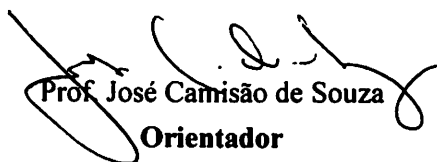
Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área
de concentração em Produção Animal -
Ruminantes, para a obtenção do título de
“Mestre”.

Aprovada em 15 de Fevereiro de 2001

Prof. Juan Ramón Olalquiaga Pérez

Prof. Gudesteu Porto Rocha

Prof. Marcos Neves Pereira


Prof. José Camisão de Souza
Orientador

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

Ao meu saudoso pai Hamilton

E aos meus saudosos avós maternos,

Francisco e Georgina

HOMENAGEIO

A minha esposa, Jô

A minha mãe, Berenice

As minhas filhas, Ana

Carolina e Ana Cristina

DEDICO

Aos meus irmãos, Alysson e Andréa

A todos meus familiares

OFEREÇO

A G R A D E C I M E N T O S

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização deste curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nivel Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Renato Ferreira de Oliveira, diretor da Escola Agrotécnica Federal de Machado, pela grande contribuição em minha carreira profissional e a todos servidores desta escola pela força e estímulo.

Ao professor e orientador José Camisão de Souza, pela auxílio nos momentos difíceis, pelos conhecimentos transmitidos, pelo meu direcionamento dentro do curso e principalmente pela amizade demonstrada.

Ao professor Marcos Neves Pereira, pela valiosa transmissão de seus conhecimentos e pela ajuda na execução do experimento.

Ao coordenador do Curso de Pós graduação, professor Elias Tadeu Fialho, pela sua disponibilidade.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia, o meu respeito.

As secretárias Keila e Mariana, pela atenção dispensada, pela amizade e pelos cafézinhos oferecidos.

Aos funcionários da pós graduação, Carlos e Pedro, pela assistência em nossas dúvidas.

Ao professor Luiz Ronaldo de Abreu e Cleuza Pedrosa do Amaral Rezende, Departamento Ciências dos Alimentos, pelo convívio amigável.

Ao professor Joel Muniz, Departamento de Ciências Exatas, pela contribuição nos procedimentos estatísticos.

Ao professor Christian Hirsh, Departamento de Medicina Veterinária, pela concessão do laboratório para preparação de amostras.

Aos proprietários da Fazenda São Francisco, Marcos e Flávio Neves Pereira, pela gentileza em ceder seus animais para o experimento.

Ao amigo e professor José Antônio Dias Garcia, Unifenas, pelo companheirismo, incentivo e pelos horizontes que me foram abertos através de sua ajuda.

A todos os amigos da pós graduação, vocês serão inesquecíveis.

Às minhas filhas, Ana Carolina e Ana Cristina e principalmente minha esposa, Jô, pela compreensão do pouco tempo dispensado neste período.

Ao meu saudoso pai, pelo exemplo de responsabilidade e honestidade.

À minha mãe, pela educação e pelo exemplo de dedicação aos filhos.

Aos meus irmãos, Alysson e Andréa, pelos exemplos de superação em situações difíceis.

Por fim agradeço a Deus e a Nossa Senhora, pelas bênçãos alcançadas e pelo dom da vida.

S U M Á R I O

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Mecanismo de ação do rbST.....	4
2.2 Efeitos metabólicos do rbST	6
2.2.1 Mobilização de tecido adiposo	6
2.2.2 Efeito galactopoiético e teor de gordura no leite	7
2.3 Efeitos reprodutivos do rbST	9
2.3.1 Influência no crescimento folicular	9
2.3.2 Influência sobre o corpo lúteo	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Localização e dados climáticos	15
3.2 Animais e tratamentos	15
3.3 Análise de progesterona	15
3.4 Pesagem corporal e escore de condição corporal	16
3.5 Análise de gordura no leite	18
3.6 Análise de produção de leite	18
3.7 Índices reprodutivos	19
3.8 Delineamento experimental	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 Concentração de progesterona no soro	21
4.2 Produção de Leite	23
4.3 Peso Vivo	25
4.4 Escore de Condição Corporal	27
4.5 Gordura no Leite	28
4.6 Índices Reprodutivos	31
4.6.1 Intervalo do Parto ao 1º cio	31

4.6.2 Número de IA (serviços) por concepção	32
4.6.3 Intervalo do Parto à Concepção.....	33
4.6.4 Taxa de Concepção ao 1º Serviço	33
5 CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

RESUMO

Ferreira, Alexandre Tavares. **A influência da somatotropina bovina recombinante (rbST), aplicada um dia após o parto, sobre a produção e reprodução de vacas Holandesas primíparas.** Lavras: UFLA, 2001. 47p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia)¹.

O objetivo desta pesquisa foi testar a influência da aplicação única de rbST no pós parto imediato de vacas holandesas primíparas sobre a produção e a reprodução. Foram utilizadas 26 vacas holandesas primíparas, 13 receberam 500mg de rbST no dia seguinte ao parto e 13 como controle. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Foram analisadas as seguintes variáveis: concentração de gordura no leite, produção de leite, peso corporal, escore corporal, progesterona, período do parto ao 1ºcio, período do parto à concepção (dias abertos), número de serviço por concepção e taxa de concepção ao 1º serviço. Com uma única aplicação de rbST 24 horas após o parto, houve melhora em todos os índices reprodutivos: o período do parto ao 1ºcio diminuiu de $85,0 \pm 11,5$ para $65,5 \pm 11,5$ dias ($P=0,24$), o período do parto à concepção diminuiu de $115,9 \pm 12,6$ para $82,2 \pm 12,6$ dias ($P=0,07$), o número de serviço por concepção diminuiu de $2,0 \pm 0,3$ para $1,2 \pm 0,3$ ($P=0,15$) e a taxa de concepção ao 1º serviço aumentou de 50,0% para 80,0% ($P=0,16$). Houve um efeito significativo, entre tratamento e semana, ($P=0,04$) nas concentrações de gordura nas primeiras semanas, ($P=0,01$) na produção de leite na primeira semana e ($P=0,01$) nas concentrações de progesterona nos dias 28 e 31 nos animais tratados com rbST. Não houve efeito do rbST ($P=0,40$) sobre o escore de condição corporal e ($P=0,46$) sobre o peso vivo. Conclui-se que: a única aplicação de rbST na dose de 500mg, quando aplicada logo após o parto, influencia a produção e a reprodução de vacas holandesas primíparas.

¹ Comitê Orientador: José Camisão de Souza - UFLA (Orientador); Marcos Neves Pereira - UFLA
Juan Ramon Olalquiaga Perez - UFLA; Gudesteu Porto Rocha - UFLA.

ABSTRACT

Ferreira, Alexandre Tavares. **The influence of recombinant bovine somatotropin (rbST), one day after calving, upon production and reproduction of primiparous Holstein cows.** Lavras: UFLA, 2001. 47p. (Dissertation - Master in Animal Science)¹.

The objective of this study was to test the influence of a single application of rbST immediately post-calving on production and reproduction of primiparous holstein cows. A complete randomized design with two treatments (rbST, n=13 and control, n=13), was used. Milk-fat content, milk yield, body weight, body condition score, progesterone, intervals from calving to 1st heat (ICH), and from calving to conception (ICC), number of services per conception and rate of conception at the 1st service were studied. For control and rbST, respectively, ICH was 85.1 ± 11.5 and 65.5 ± 11.5 days ($P=0.24$), ICC was 115.9 ± 12.6 and 82.2 ± 12.6 days ($P=0.07$), service per conception was 2.0 ± 0.3 and 1.3 ± 0.3 ($P=0.15$), and conception at first service 50 and 80% ($P=0.16$). There was a significant increase ($P=0.04$) in fat content in the first weeks, ($P=0.01$) on milk yield in the first week and ($P=0.01$) progesterone concentration on days 28 and 31 for rbST-treated animals. There were no effects ($P=0.40$) of rbST on body condition score and ($P=0.46$) body weight. It is concluded that: exogenous somatotropin soon after calving influenced reproduction and production of primiparous cows; rbST also influenced adipose tissue mobilization, in the first weeks after calving; the galactopoietic effect of rbST was also shown in primiparous cows under negative energy balance. A single application of rbST 500mg was associated with corpus luteum function. Progesterone concentrations were higher in rbST cows which could explain improved reproductive traits.

¹ Guindance Committee: José Camisão de Souza - UFLA (Adviser); Marcos Neves Pereira - UFLA Juan Ramon Olalquiaga Perez - UFLA; Gudesteu Porto Rocha - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

O hormônio do crescimento (GH) é conhecido, também, como hormônio somatotrófico (STH) devido ao seu efeito estimulante nas células somáticas. É necessário durante toda a vida e, principalmente, durante a fase de crescimento. O GH não possui glândula alvo, portanto age em vários tecidos do organismo. É um polipeptídeo de cadeia única, formado por 191 aminoácidos e liberado pela adenohipófise mediante uma série de estímulos fisiológicos que envolvem, entre outros fatores, ações do fator liberador de GH (GRF) e da somatostatina (SRIF), flutuações nas concentrações sanguíneas de glucagon, insulina, fatores de crescimento semelhantes à insulina 1 e 2 (IGF-1 e IGF-2, respectivamente) e hormônios estrogênicos (Enright et al., 1993).

A partir da década de 70 houve grande interesse em manipular o GH para aumentar a produtividade em ruminantes. No início da década de 80, através da técnica do DNA recombinante, a somatotropina bovina começou a ser obtida em laboratório a partir de culturas de *Escherichia coli*. Devido a este fato, este hormônio pode agora ser produzido em larga escala, tornando viável sua utilização comercial e causando grande impacto na indústria leiteira (Bauman et al., 1985).

A comprovada capacidade da somatotropina bovina recombinante (rbST) em promover aumentos significativos na produção de leite, sem problemas para o consumidor (Peel e Bauman, 1987), desperta, hoje, grande interesse, tendo em vista a crescente demanda por produtos lácteos.

A tecnologia que teve maior impacto sobre a indústria leiteira foi o uso de sêmen de touros superiores, através da inseminação artificial. Este procedimento pode resultar no aumento de 100kg/ano na produção de leite por vaca. Quando o programa de inseminação artificial foi combinado com a

transferência de embriões ou sexagem de sêmen, o potencial de aumento na produção chegou até aproximadamente 135 kg/ano (Van Vleck, 1981). A Somatotropina tem sido empregada para aumentar em aproximadamente 2000 kg de leite em uma lactação (Bauman et al., 1985).

De acordo com Lawrence e Fowler (1997), a função mais importante do GH é influenciar a formação de proteínas e ácidos nucleicos nos tecidos corporais. Esse estímulo à síntese protéica é provavelmente resultante de um aumento na atividade dos ribossomos envolvidos no processo de tradução. O GH atua direta ou indiretamente, através do IGF-1; estimula os processos anabólicos como a divisão celular e o crescimento do esqueleto. Além disso, o GH exerce efeitos metabólicos importantes como elevação da taxa de oxidação de gorduras (atividade lipolítica) e inibição do transporte de glicose para os tecidos periféricos (atividade diabetogênica).

Além destas ações, o GH também afeta a função reprodutiva dos animais. Um efeito direto do GH sobre as células reprodutivas foi sugerido porque receptores foram encontrados nestes tecidos. Hipotálamo, hipófise, corpo lúteo, folículo ovariano, oviduto, endométrio, miométrio e placenta, por exemplo, têm receptores para GH (Kirby et al., 1996). O órgão que contém maior concentração de receptores para GH é o fígado. A somatotropina estimula uma série de mudanças metabólicas em vacas leiteiras (Etherton e Bauman, 1998), a síntese e a secreção de IGF-1, assim como a principal proteína carreadora de IGF (IGFBP).

Somatotropina e IGF-1 são hormônios que controlam muitos aspectos do crescimento e lactação em bovinos. Também estão envolvidos diretamente no controle nutricional da reprodução porque concentrações endógenas de GH e IGF-1 mudam em resposta do estado nutricional, ou seja, GH alto e IGF-1 baixo

durante o balanço energético negativo e GH baixo e IGF-1 alto durante o balanço energético positivo (Lucy, 2000).

Vários estudos têm sugerido uma correlação entre concentração de IGF-1 sangüíneo no pós-parto de bovinos e a função reprodutiva. Por exemplo, Luna-Dominguez et al. (2000) demonstraram que vacas leiteiras em anestro têm IGF-1 sangüíneo mais baixo, comparado com vacas que iniciaram o ciclo estral mais cedo, durante o período pós parto.

O IGF-1 e as gonadotrofinas são sinérgicas para o crescimento e diferenciação do folículo. Crescimento folicular e esteroidogênese no pós-parto de bovino têm correlação com alta secreção de LH, e com aumento das concentrações sangüíneas de IGF-1 (Adashi, 1998).

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do rbST um dia após o parto, sobre a produção e reprodução de vacas holandesas primíparas. A hipótese testada foi: Aplicação de 500mg de rbST 24 horas após o parto aumenta a produção e gordura do leite, e melhora a eficiência reprodutiva de vacas holandesas primíparas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mecanismo de ação do rbST

A hipófise é uma glândula de secreção interna, situada na base do cérebro, protegida em uma concavidade do osso esfenoide (sella turcica) e divide-se em adenohipófise e neurohipófise. O lóbulo anterior da adenohipófise é responsável pela secreção da somatotropina (GH ou hormônio do crescimento), além de outros hormônios ligados à reprodução: adrenocorticotrópico (ACTH), tireotropina (TSH), hormônio luteinizante (LH), hormônio folículo estimulante (FSH) e prolactina (Turner e Bagnara, 1976).

O GH atua de maneira coordenada para aumentar a utilização de nutrientes pela glândula mamária para síntese do leite. O rbST aumenta a síntese mamária de leite indiretamente. Tentativas para influenciar produção de leite pela ação direta do rbST não produziram efeito *in vivo* e *in vitro* devido à falta de receptores para GH no tecido mamário. Receptores de alta afinidade para GH existem no tecido hepático. Sob condições normais, estes receptores são completamente ocupados pelas concentrações de GH endógenos circulantes. A administração exógena de GH conduz o aumento na circulação do fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1). O IGF-1 é agora reconhecido por mediar o aumento na produção de leite, associado à administração de rbST. As células da glândula mamária respondem ao IGF-1 pelo aumento da entrada de lipídeos e açúcares e o aumento da secreção de gordura, proteína e lactose. Em adição, IGF-1 aumenta o fluxo sanguíneo mamário. Algumas evidências também existem sobre o efeito direto ou indireto do GH no aumento do número de células epiteliais (Bauman, 1992).

Outras ações do GH são diretamente estimuladas pela gliconeogênese hepática e antagonicas à insulina, reduzindo, desta forma, a entrada de glicose

para as células (Bauman, 1992). O GH também atua sobre estoques de lipídeos para mobilização de gorduras, o que conduz o aumento de NEFA circulante, especialmente no início da administração. A somatotropina bovina pode atuar diretamente sobre o ovário ou o útero, influenciando a atividade das células dentro destes tecidos por meio de receptores da superfície celular, os quais são encontrados em todo o trato reprodutivo das vacas. A maior quantidade de receptor para GH é encontrada no corpo lúteo (Lucy et al., 1993) e a menor quantidade é encontrada no folículo e útero. A presença destes receptores sugere que GH pode afetar estes tecidos para causar mudanças em suas funções. A mudança pode levar a uma performance reprodutiva superior (encontrada quando doses baixas de rbST são administradas) ou inferior (observada quando altas doses de rbST são administradas). Além do efeito direto do rbST sobre a reprodução, há também o efeito indireto através do IGF-1. O IGF-1 é liberado pelo fígado em resposta à administração de rbST. Outros tecidos, além do fígado, podem liberar IGF-1 em resposta ao rbST. Por exemplo, o ovário e o útero produzem IGF-1 e IGF-2, e sua produção aumenta depois da administração rbST. Os efeitos do IGF-1 são muito difundidos porque receptores para IGF-1 na superfície celular são encontrados em todo o corpo, dentro de diversos tecidos. Receptores para IGF-1 são encontrados no trato reprodutivo, incluindo folículos, corpo lúteo (CL), oviduto e útero (Guidice, 1992).

2.2 Efeitos metabólicos do rbST

2.2.1 Mobilização de tecido adiposo

Imediatamente após o parto, a ingestão de energia de uma vaca não é igual à sua capacidade de produção (Mor, Tyrrell e Flatt, 1971), sendo necessária a mobilização de estoques corporais, gorduras e proteínas. Estimativas de mobilização de gordura corporal e proteína durante o início da lactação, estão em torno de 41 a 90 kg e 24 kg, respectivamente (Erdman et al., 1989). O total e o grau de mobilização do tecido dependem, provavelmente, de vários fatores: estágio de lactação, produção de leite e composição da dieta. O tratamento com rbST pode também afetar a mobilização do tecido corporal (Mc Guffey, Basson e Spike, 1991). Embora a mobilização do tecido corporal contribua para o aumento de energia no leite (Bauman et al., 1980), a excessiva mobilização pode induzir à cetose (Kronfeld, 1970) e ao baixo desempenho reprodutivo (Staples, Thatcher e Clark, 1990). A baixa mobilização de energia é característica de vacas más produtoras de leite (Hart, Bines e Morant, 1979).

O mecanismo pelo qual a somatotropina altera o metabolismo lipídico envolve alterações na resposta tecidual para sinais homeostáticos. Estudos *in vitro* com tecido adiposo de bovinos, ovinos e suínos demonstraram que incubação por poucos dias, com somatotropina, antagonizou a resposta do tecido adiposo à insulina (Vernon, 1982).

Segundo Gluckman, Breier e Davis (1987), a resposta inicial do tecido adiposo ao GH é semelhante à da insulina, que consiste no aumento do transporte, oxidação e na aceleração do metabolismo da glicose para a formação de ácidos graxos e CO₂. Esta resposta inclui também um antagonismo à ação lipolítica da epinefrina.

O efeito semelhante à insulina inicial do GH é transitório e não pode ser novamente induzido até que sejam decorridas várias horas. Existem evidências de que esse efeito não seja produzido pela interação do GH com os receptores da insulina e que essa refratariedade ocorra num sítio pós-receptor. O efeito semelhante à insulina do GH, após desencadeado, ocorre independentemente da presença contínua deste hormônio ligado ao receptor. Uma segunda resposta do tecido adiposo ao GH, é a estimulação à lipólise, que pode ser observada após, aproximadamente, duas horas de exposição ao hormônio. Contrariamente ao efeito semelhante à insulina, o efeito lipolítico requer a presença contínua do GH ligado ao receptor por algumas horas para obter uma resposta consistente. No tecido adiposo, tanto o IGF-1 como o IGF-2 estimulam o transporte e oxidação da glicose (Gluckman, Breier e Davis, 1987).

2.2.2 Efeito galactopoiético e teor de gordura no leite

A diferença entre a energia líquida total ingerida pelo animal e a energia líquida de manutenção e produção representa o balanço energético (Lucy, Staples e Michel, 1991). Vacas leiteiras geralmente apresentam déficit de energia no início da lactação por atingirem sua máxima produção de leite, antes do consumo máximo de alimentos. Esta condição, conhecida por balanço energético negativo, provoca resposta compensatória de mobilização de energia, envolvendo o tecido adiposo com aumento da lipólise. Ocorre, portanto, utilização das reservas corporais de gordura (Villa-Godoy, Hughes e Emery, 1988).

A ligação entre o aumento na produção de leite e a mobilização de gorduras, depois da administração do rbST, é observada somente se a energia disponível for limitada, ou seja, o rbST 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 constituintes do leite (ácidos graxos de cadeia longa), é oriundo dos lipídeos circulantes no sangue, derivado da dieta e do tecido adiposo mobilizado.

A composição do leite não é substancialmente alterada pelo tratamento com rbST; entretanto, pequenas mudanças podem ocorrer primariamente no conteúdo de gordura durante as primeiras semanas de tratamento, quando o metabolismo do animal e o consumo estão ainda em ajuste (Barbano et al., 1992). Peel et al.(1981) utilizando 10 vacas holandesas com 74 ($\pm$ 3) dias em lactação e injeções diárias de 44 mg de rbST, durante 11 dias, obtiveram aumento de 14% no teor de gordura do leite dos animais tratados.

Além da água, os substratos requeridos pela glândula mamária são glicose, aminoácidos, acetato, beta-hidroxibutirato (β HB) e ácidos graxos de cadeia longa. Destes, o acetato é absorvido pelo epitélio estratificado do rúmen, e os aminoácidos são absorvidos diretamente no intestino. O β HB 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).

Todos os ácidos graxos de cadeia curta (C4 a C10) e metade dos de cadeia média (C12 a C17) da gordura do leite são sintetizados nas células epiteliais da glândula mamária a partir do acetato e β HB. A outra metade dos ácidos graxos de cadeia média e quase a totalidade dos de cadeia longa (C18 e mais longos) são derivados do plasma sanguíneo. Por sua vez, C18 e mais longos têm origem na dieta ou são mobilizados dos tecidos armazenadores de gordura (Palmquist e Mattos, 1980).

Em estudo feito por Peel e Bauman (1987), constatou-se que o aumento na produção de leite causado pelo tratamento com rbST levou as vacas a um balanço energético negativo, aumento do conteúdo de gordura no leite e

aumento da concentração de ácidos graxos não esterificados no plasma. A gordura do leite passou a ser composta pela maior proporção de ácidos graxos de cadeia longa, característica da gordura das reservas corporais.

O rbST provoca 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).

No Brasil, Mattos et al.(1989) realizaram experimento envolvendo 60 vacas (24 primíparas e 36 múltiparas) entre 60 e 180 dias de lactação, injetadas a cada 14 dias, durante 12 semanas com 500 mg de rbST em veículo oleoso, obtendo aumento de 14% na produção de leite, corrigido sobre a produção média dos animais controle.

2.3 Efeitos reprodutivos do rbST

2.3.1 Influência no crescimento folicular

O crescimento folicular no ovário é um processo bem definido (Hodgen, 1982). Duas ou três ondas de crescimento folicular ocorrem no ovário durante o ciclo estral em bovinos (Ginther, Knoop e Kastelic, 1989). Estas ondas de crescimento folicular conduzem ao desenvolvimento final do folículo pré-ovulatório durante o ciclo estral. A somatotropina bovina afeta alguns, mas não todos os aspectos do crescimento folicular. Por exemplo, rbST aumenta o número de folículos que entram na fase de recrutamento da onda folicular (Kirby, Lucy e Smith, 1995). Esta resposta é observada em ambas, a primeira e a segunda onda folicular, e é provavelmente associada com aumento de IGF-1 no sangue de vacas suplementadas com rbST.

O IGF-1 no sangue atua sinergisticamente com as gonadotrofinas (hormônio luteinizante e hormônio folículo estimulante) para estimular o crescimento folicular (Hammond, Modschein e Samaras, 1991). Os efeitos do rbST sobre o recrutamento de folículos ocorrem rapidamente depois da administração inicial (dentro de 1 semana) e persistem durante a suplementação com rbST. Em adição, a população folicular continua sendo estimulada por até 6 semanas depois da última injeção de rbST (Kirby, Lucy e Smith, 1995). O aumento do número de folículos recrutados não leva, todavia, ao maior número de folículos selecionados (De La Sota et al., 1993).

Ginther et al. (1996) propuseram um modelo na tentativa de explicar o que aconteceria durante a seleção do folículo dominante. Antes de ocorrer a seleção do folículo dominante, as células da granulosa de todos os folículos em crescimento estariam produzindo pequenas quantidades de estradiol sob a influência de FSH. O FSH atuaria pela estimulação da produção de AMPc nas células da granulosa e, por sua vez, induziria a expressão da enzima aromatase e produção de estradiol, diminuindo a secreção de FSH. O LH estaria presente, mas não atuaria nas células da granulosa por estas não terem ainda receptores. No momento da divergência, o folículo dominante expressaria receptores para LH, permitindo aumentar a produção de AMPc, mesmo na presença de baixas concentrações de FSH.

A duração do anestro pós-parto é afetada por vários fatores ambientais, genéticos, fisiológicos e metabólicos, incluindo raça, linhagem, nível nutricional, amamentação, produção leiteira, frequência de ordenha e potencial genético de produção. A duração do anestro pós-parto é também afetada pelo grau de involução uterina, grau de desenvolvimento dos folículos ovarianos, concentrações de gonadotrofinas periféricas e hipofisárias, concentrações periféricas de estrógenos e progesterona, modificação no peso corpóreo e assimilação de energia (Luna-Dominguez et al., 2000).

Em bovinos, o balanço energético durante os primeiros 20 dias de lactação é importante na determinação do reinício da atividade ovariana após o parto (Stevenson e Britt, 1980). Um tempo prolongado, aproximadamente 4 semanas, tem sido relatado para as vacas ajustarem a ingestão de alimentos para compensar o aumento na produção de leite (Peel e Bauman, 1987). Durante este tempo, as vacas obtêm requerimentos energéticos através da mobilização de reservas corporais. Grande diminuição no escore de condição corporal tem sido associada, por Ruegg et al. (1992), com a diminuição na performance reprodutiva em vacas com produção alta não tratadas, e por Hemken et al. (1991) em vacas tratadas com rbST. Estas observações podem ser explicadas, em parte, pelo efeito adverso de déficit de energia no início da lactação sobre a qualidade dos folículos ovarianos que estão sofrendo maturação durante este período (Britt, 1992). Em adição, Lucy et al. (1993) determinaram que mais folículos são recrutados durante exposição ao rbST exógeno além dos folículos secundários serem maiores. Esta mudança na dinâmica folicular associada ao tratamento com rbST pode afetar a eficiência reprodutiva.

2.3.2 Influência sobre o corpo lúteo

O corpo lúteo (CL) é uma glândula endócrina temporária que secreta progesterona para manutenção da gestação. Desenvolve-se das células remanescentes do folículo de Graaf após a ovulação, sendo controlado por hormônios, e que têm um papel essencial no fornecimento de suporte luteotrópico durante o ciclo estral, na gestação e na indução da luteólise ao final do ciclo (Hafez, 1995)

A progesterona é secretada pelas células luteínicas do corpo lúteo, pela placenta e pela glândula adrenal, sendo transportada no sangue por uma globulina carreadora, como andrógenos e estrogénos. A secreção de

progesterona é estimulada principalmente pelo LH; ele prepara o endométrio para implantação e manutenção da gestação através do aumento das glândulas secretoras no endométrio, e também pela inibição da motilidade do miométrio; concentrações altas de progesterona inibem o cio e a onda ovulatória de LH; a administração contínua de progestágeno sintético inibe a onda de LH, a qual previne a ovulação, mas permite o desenvolvimento de folículos ovarianos (Hafez, 1995).

Melhorias na taxa de concepção e na gestação de bovinos foram associadas com alta concentração de progesterona circulante no ciclo estral anterior à inseminação (Folman, Rosemberg e Herz, 1973; Corah, Quealy e Dunn, 1974; Rosenberg, Herz e Davidson, 1977; Fonseca, Britt e McDaniel, 1983 e Meisterling e Dailey, 1987). Concluiu-se, então, que concentrações periféricas mais elevadas de progesterona ($> 4\text{ng/ml}$) no pico da fase luteal do ciclo anterior à inseminação estão positivamente associadas com a taxa de concepção

Mann e Lamming (1995) observaram maior concentração de PGFM (metabólito da $\text{PGF2}\alpha$) quando as concentrações de progesterona apresentavam-se menores, podendo ser esta a explicação para o fato de vacas com menor concentração de progesterona apresentarem menor taxa de concepção.

A sincronia entre ambiente uterino e embrião é essencial para maximizar a sobrevivência embrionária, sendo a progesterona importante para controlar mudanças no útero, além de influenciar o crescimento embrionário (Geisert et. al., 1992).

Os receptores gonadotróficos ovarianos são dependentes do IGF-1 (Spicer e Echternkamp, 1995). Uma hipótese para o decréscimo da fertilidade e anestro em bovino subnutrido é que o decréscimo da concentração de IGF-1 no sangue, causado pela subnutrição, conduz à diminuição da sensibilidade

ovariana para gonadotrofinas (Armstrong e Benoit, 1996). De fato, folículos em bovinos com baixo IGF-1 se desenvolvem mais lentamente (Beam e Butler, 1997), e os corpos lúteos em animais subnutridos são menos funcionais (Yung et al., 1996). Em geral, concentrações de GH e IGF-1 são correlatas porque GH causa liberação de IGF-1 (De Souza). Em bovino subnutrido, portanto, a concentração sanguínea de IGF-1 diminui porque a atividade dos receptores de GH é diminuída (Armstrong e Benoit, 1996).

Mudanças no GH e IGF-1 podem afetar a função reprodutiva através de uma variedade de mecanismos (Monniaux et al., 1997). Nos ruminantes, efeito direto do GH no ovário é possível porque seus receptores são encontrados em células do CL (Yuan e Lucy, 1996). O GH também atua de maneira indireta no ovário, causando secreção de IGF-1 pelo fígado, que estimula o desenvolvimento do ovário (Armstrong e Benoit, 1996). Fígado e ovário sintetizam IGF-1 (Spicer e Echternkamp, 1995).

Tratamentos com rbST exógeno aumentam o número de folículos ovarianos entre 3 e 5 mm de diâmetro em novilhas e de 6 a 9 mm em vacas em lactação (De La Sota et al., 1993). Também parecem afetar o corpo lúteo, incluindo aumento do peso e das concentrações de progesterona no sangue de vacas tratadas com rbST (Lucy et al., 1994).

IGF-1 e insulina sinergicamente com hormônio luteinizante (LH), aumentam o número de células da teca e sua produção de progesterona em bovinos. O sinergismo entre LH e IGF-1/insulina pode ser o mecanismo pelo qual a diferenciação das células da teca é otimizada. Esta diferenciação pode ser inibida quando o bovino sofre restrição nutricional e tem redução nas concentrações de IGF-1/insulina no sangue. Estes resultados indicam que IGF-1, LH e insulina são importantes reguladores da mitogênese e esteroidogênese das

células da teca durante o desenvolvimento folicular ovariano em bovinos (Stewart et al., 1995).

O balanço energético negativo diminui o peso do corpo lúteo em novilhas (Vandehaar, Sharma e Fogwell, 1995) e a concentração de progesterona no sangue e no leite de vacas em lactação (Spicer, Tucker e Adams, 1990). Devido à progesterona ser necessária para manutenção da gestação, o efeito deletério do balanço energético negativo sobre o ovário pode diminuir a fertilidade. Um dos mecanismos pelos quais o balanço energético negativo pode afetar células luteais é através do IGF-1. A concentração sérica de IGF-1 é diminuída pela má nutrição em bovinos (Vandehaar, Sharma, Fogwell, 1995) e tem correlação positiva com progesterona sérica em vacas em lactação (Spicer, Tucker e Adams, 1990). Aplicações de rbST aumentam a concentração de IGF-1 sérico, o tamanho do corpo lúteo e a concentração de progesterona no plasma (Lucy et al., 1995). A diminuição do desenvolvimento luteal do bovino, devida ao balanço energético negativo, é causada pelo decréscimo de IGF-1 sérico. O rbST exógeno aumenta o IGF-1 sérico podendo aliviar este efeito adverso (Yung et al., 1996).

O corpo lúteo contém receptores para ambos GH e IGF-1 (Sauerwein, Miyamoto e Gunther, 1992). *In vitro*, IGF-1 estimula a função do CL e aumenta produção de progesterona. Em vacas tratadas com rbST, algumas investigações têm relatado aumento da concentração de progesterona no sangue (Gallo e Block, 1991) e aumento do peso do CL (Lucy et al., 1995). Em outros estudos a concentração de progesterona não foi alterada pelo rbST (Cole et al., 1992). Estas respostas podem depender da dieta e da condição corporal das vacas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e dados climáticos

O trabalho foi conduzido na Fazenda São Francisco, localizada no município de Ijaci-MG.

A região localiza-se a 21°14'' de latitude sul, 45°00'' de longitude oeste, a uma altitude média de 910m, apresentando precipitação anual de 1493,2 mm; a temperatura média anual é de 19,36 °C, com máxima de 26 °C e mínima de 14,6 °C. O clima da região é classificado como do tipo CWB (Ometto, 1981), tendo duas estações distintas: chuvosa de novembro a abril e seca de maio a outubro.

3.2 Animais e Tratamentos

Foram utilizadas 26 vacas Holandesas primíparas. Os animais foram divididos em dois grupos. No dia seguinte ao parto (24 horas após), um grupo (rbST, n=13) recebeu 500 mg de rbST (Boostin®, Coopers do Brasil), e o outro não (controle, n=13). Para os índices reprodutivos foram utilizadas 10 vacas por tratamento. A aplicação foi subcutânea e na fossa isquioretal.

3.3 Análise de progesterona

Foram retiradas amostras de sangue 2 vezes por semana (com intervalos de 3 e 4 dias), durante 4 semanas, totalizando 8 amostras, sendo a primeira no 7º dia pós-parto. O sangue foi retirado dos vasos coccígeos e colocado em tubo estéril e resfriado. Foi centrifugado (1000 xg durante 10 minutos), para retirada do soro que foi armazenado em tubos a - 20 °C. Utilizou-se o Sistema

Imunoensaio Access®. O teste de progesterona Access® é feito através de uma partícula paramagnética sendo um imunoensaio quimioluminescente para determinação quantitativa de concentrações de progesterona em soro de humanos. Princípios do procedimento: na amostra contendo P4 (Progesterona) é adicionada P4 + fosfatase alcalina (conjugado) e anticorpos anti-P4. Tanto o P4 da amostra quanto o P4 + fosfatase alcalina competem pelos sítios de ligação dos anti-P4. Posteriormente faz-se lavagem para retirar o P4 da amostra e o P4 + fosfatase alcalina que não complexaram com o anti-P4. Adiciona-se um substrato quimioluminescente, LUMIPLÓS 530, que adere à reação em que está a fosfatase alcalina. O fóton produzido é inversamente proporcional à concentração de P4 da amostra sendo medido por um luminômetro (Access® Immunoassay System, 2000).

3.4 Perímetro torácico (Peso vivo) e Escore de condição corporal

O perímetro torácico foi determinado no 7º dia pós-parto, com fita (Bovitec, graduada em centímetros), e correlacionado com o peso em kg presente na fita. As medidas subsequentes foram realizadas a cada 14 dias, totalizando 6 pesagens por animal

O escore corporal foi em escala variável de 1 a 5 (Wildman et al., 1982), 1 a 5, magra a obesa. Foram admitidos valores intermediários entre um escore e outro (1,5-2,5-3,5-4,5). A condição corporal foi avaliada por 3 avaliadores (o valor foi a média dos 3), através de fotografias dos animais, observando presença de gordura sobre as costelas, dorso lombar, ancas e inserção da cauda. As fotografias para avaliar a condição corporal foram feitas no mesmo dia da medida do perímetro torácico dos animais.

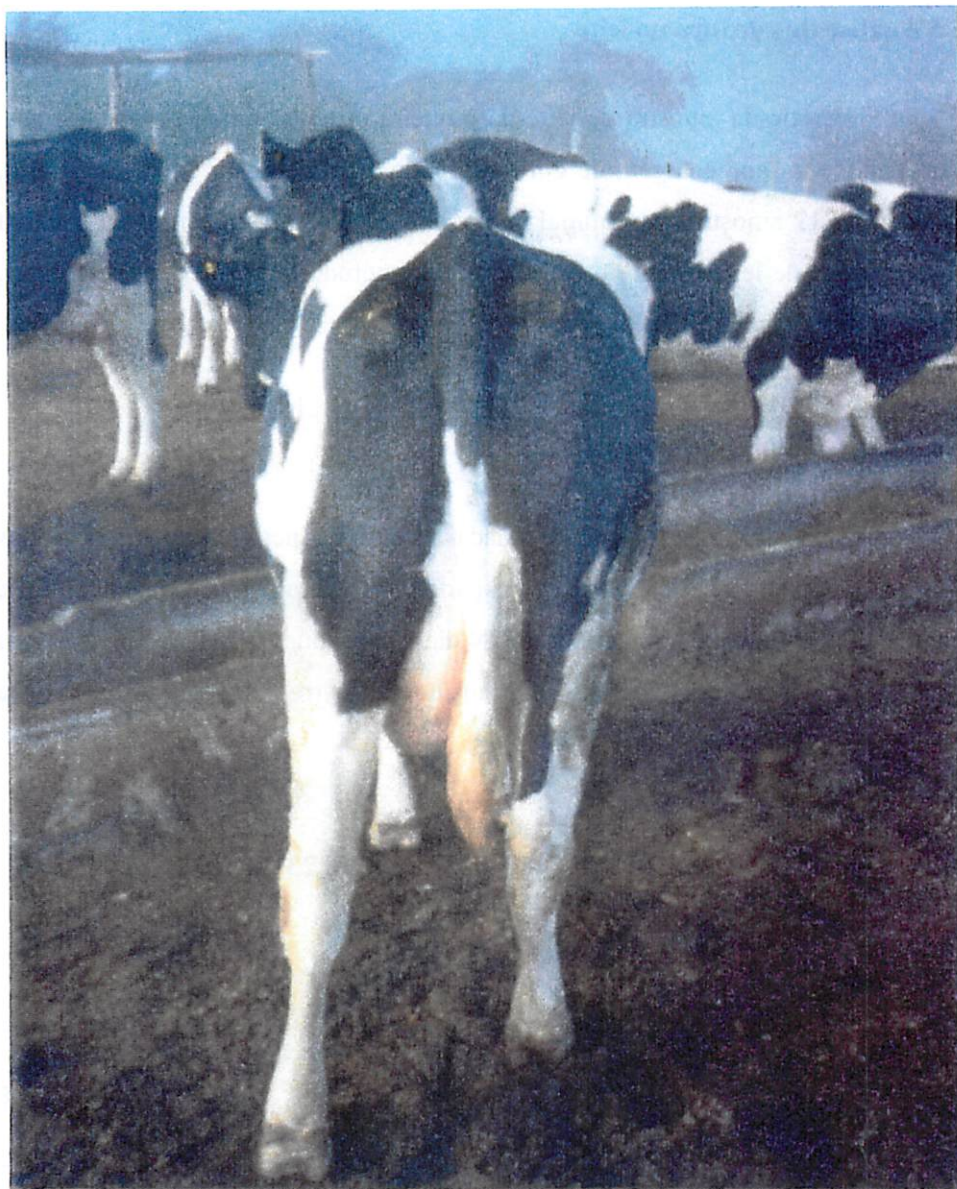


FIGURA 1. Exemplo de uma fotografia utilizada para avaliar o escore de condição corporal

3.5 Análise de gordura no leite

Foi retirada amostra de leite da primeira ordenha uma vez por semana, para análise da porcentagem de gordura, sendo a primeira no 7º dia pós-parto, totalizando 12 amostras por animal no período de 84 dias. Os teores de gordura das amostras de leite foram determinados pelo método butirométrico de Gerber, descrito por Brasil (1981).

3.6 Análise de produção de leite

A produção de leite foi avaliada através da pesagem de 2 ordenhas diárias, iniciando-se no 7º dia pós-parto. As pesagens foram semanais, totalizando 12 amostras no período de 84 dias. A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura, baseada no trabalho de Tyrrell e Reid (1965), e na equação específica de Stoddard (1980):

$$\text{PLC}_{3,5\%} = 0,432 * \text{PL} + 16,23 * \text{PG}$$

Onde:

$\text{PLC}_{3,5\%}$ = Produção de leite corrigida para 3,5% de gordura ;

PL = Produção de leite em kg/dia;

PG = Produção de gordura em kg/dia.

3.7 Índices reprodutivos

Para cada vaca foram calculados os intervalos do parto ao primeiro cio e do parto à concepção (dias abertos), o número de serviços até a concepção, e a ordem do serviço que resultou em gestação para posterior cálculo da taxa de concepção ao 1º serviço.

3.8 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com parcela subdividida (semana), sendo cada animal uma unidade experimental.

As variáveis medidas semanalmente foram analisadas como medidas repetidas pelo procedimento MIXED do sistema SAS® - Statistical Analysis System (S.A.S, 1995; Littell et. al., 1996). A estrutura de covariância utilizada foi aquela com o maior valor para o critério de informação de Akaike, considerando as estruturas CS (simetria composta), UN (não estruturada) e AR1 (.auto regressiva de ordem 1). O seguinte modelo foi utilizado para as variáveis medidas semanalmente (peso vivo, escore de condição corporal, produção de leite, gordura no leite e progesterona):

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + S_k + TS_{ik} + E_{ijk}$$

em que:

μ = média geral;

T_i = efeito do hormônio (i = rbST e controle);

S_k = efeito da semana (1 a 12 para porcentagem de gordura e produção de leite; 1, 3, 5, 7, 9, 11 para condição corporal e peso vivo; 1 a 4 para progesterona);

TS_{ik} =efeito da interação entre hormônio e semana;

E_{ijk} = erro experimental.

Os índices reprodutivos foram analisados pelo procedimento GLM do sistema SAS® - Statistical Analysis System (S.A.S, 1995). O modelo seguinte foi utilizado para as variáveis: dias do parto ao 1º cio, número de serviços até a concepção e intervalo do parto à concepção. A taxa de concepção ao 1º serviço foi considerada variável discreta, utilizou-se o teste Qui-quadrado.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

em que:

μ = média geral;

T_i = efeito do hormônio (i= rbST e controle);

E_{ij} = erro experimental, assumido como independente com distribuição normal com média μ e variância σ^2 .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Concentração de progesterona no soro

Constatou-se diferença significativa ($P=0,01$) da interação entre tratamento e semana (Tabela 1).

As concentrações médias de progesterona aos 28 e 31 dias pós parto, no grupo controle foram $0,20 \pm 0,10$ e $0,23 \pm 0,10$ ng/ml, e no grupo rbST $0,52 \pm 0,10$ e $1,40 \pm 0,10$ ng/ml, respectivamente (Figura 2).

TABELA 1. Média geral da concentração de progesterona, produção de leite, peso vivo, escore corporal e porcentagem de gordura do leite submetidas a aplicação de rbST com seus respectivos EPM e probabilidades.

Variáveis	Tratamentos		EPM*	Probabilidades ($Pr>F$)		
	Controle	rbST		Tratamento (T)	Semana (S)	T*S
Progesterona (ng/ml)	0,25	0,46	0,10	0,17	0,10	0,01
Produção de leite (kg)	21,7	22,0	1,54	0,87	0,01	0,01
Peso vivo (kg)	495,0	507,0	11,30	0,46	0,01	0,46
Escore corporal	2,7	2,8	0,12	0,46	0,01	0,40
Gordura do leite (%)	3,5	3,7	0,11	0,29	0,01	0,04

* EPM = erro padrão da média

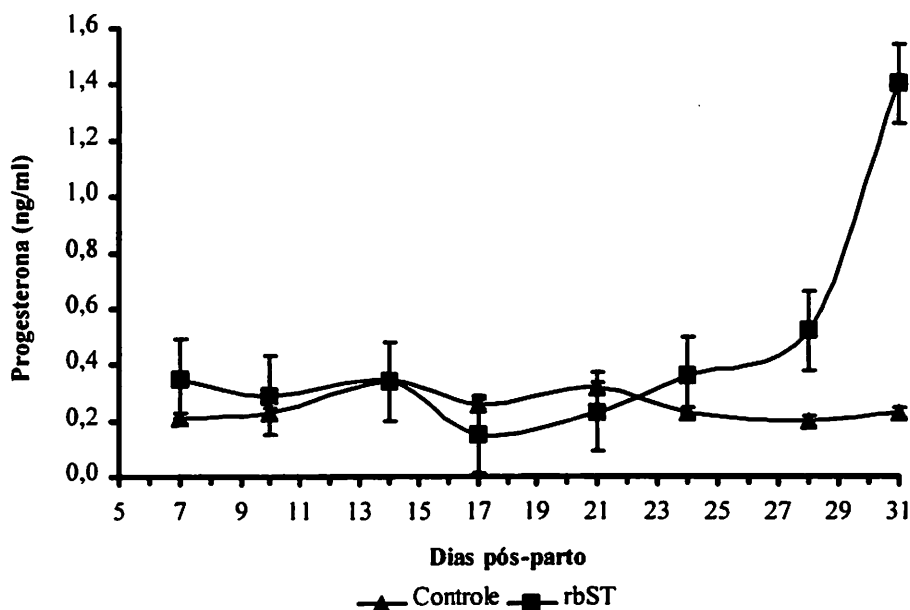


FIGURA 2. Concentrações séricas de progesterona (ng/ml) em vacas Holandesas primíparas submetidas à aplicação de rbST ($P=0,17$ para o efeito do tratamento; $P=0,10$ para o efeito da semana; $P=0,01$ para interação entre tratamento e semana).

Gallo e Block (1991), injetaram rbST de liberação lenta em vacas observando aumento significativo de progesterona durante o primeiro estro detectado.

Segundo Lucy et al. (1995) aplicações de somatotropina bovina em gado aumentam a concentração de IGF-1 sérico, o tamanho do CL e a concentração de progesterona no plasma. De forma semelhante, é possível que o aumento de progesterona (P4) no presente experimento, com aplicação única de rbST, tenha sido suficiente para estimular receptores de LH no corpo lúteo, levando ao aumento de P4 observado. A resposta do CL ao rbST é muito variável, e os resultados dependem de vários fatores tais como, produção de leite, condição corporal e dieta oferecida.

Em vacas tratadas com rbST, algumas investigações têm relatado aumento da concentração de P4 no sangue (Gallo e Block, 1991), semelhante aos resultados conseguidos no presente experimento.

O aumento de P4 neste período mostra a influência do rbST sobre a atividade luteínica. Essa maior atividade luteínica está associada à antecipação do cio observada no grupo rbST

4.2 Produção de Leite

Houve efeito significativo entre semanas e interação tratamento e semana ($P=0,01$) sobre a produção de leite (Tabela 1).

Foi observado efeito entre os tratamentos na primeira semana após a aplicação, aumentando a produção de leite em 3,1 kg/dia (14,3%) no grupo rbST, quando comparado com o controle. Estes resultados, confirmam que rbST aumenta a produção de leite durante o período anterior ao pico de lactação, sendo que esta quantidade é pequena quando comparada com vacas que estão em balanço energético positivo (Figura 3).

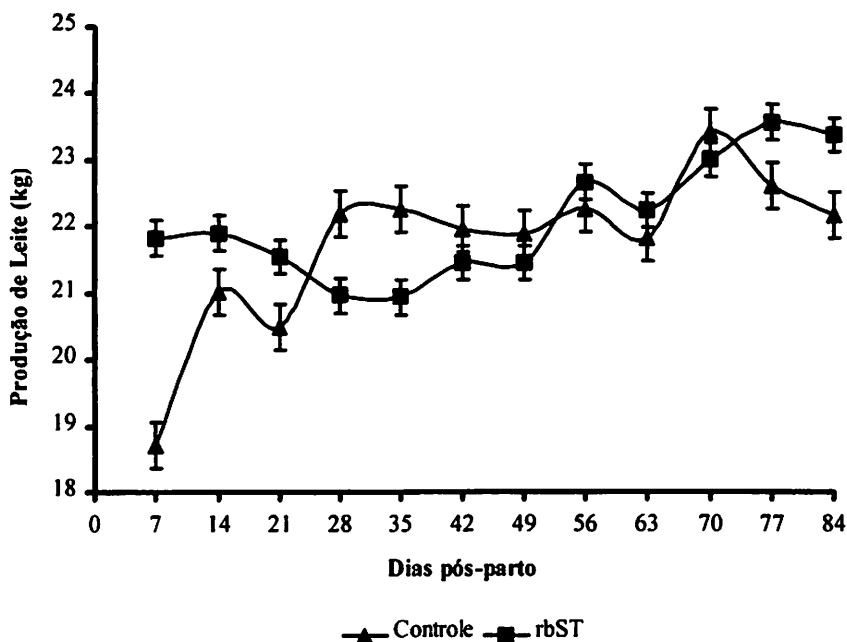


FIGURA 3. Produção de leite (kg) em vacas Holandesas primíparas submetidas à aplicação de rbST ($P=0,87$ para o efeito do tratamento; $P=0,01$ para o efeito da semana; $P=0,01$ para interação entre tratamento e semana).

De forma semelhante ao presente experimento, dois estudos conduzidos em Minnesota (Webber et al., 1996; Webber et al., 1997) mostraram aumento na produção de leite quando vacas receberam rbST aos 14 dias pós-parto. Durante os primeiros 70 dias, rbST exógeno aumentou a produção de leite em 3,5 kg/dia, e a resposta foi significativa até 2 semanas após o tratamento. No período inicial da lactação, o animal de alto potencial leiteiro não consegue ingerir a quantidade de nutrientes necessária para atender à demanda de produção e, consequentemente, encontra-se em balanço energético negativo, interferindo na resposta ao rbST em aumentar a produção de leite. A resposta ao rbST em vacas primíparas é menor do que a observada em vacas múltíparas, o que se deve

provavelmente, ao contínuo crescimento das vacas primíparas durante a primeira lactação.

Segundo Santos et al.(1999), administração de rbST em vacas lactantes não é aprovada antes de 9 semanas de lactação, porque a resposta parece ser antieconômica quando se aplica antes do pico de produção. Esta resposta reduzida, ou falta de resposta, durante as primeiras semanas pós parto, está associada ao estado metabólico e energético das vacas.

Durante o início da lactação, a habilidade das vacas em aumentar a produção de leite em resposta ao rbST exógeno pode ser limitada devido ao suprimento de glicose para síntese de lactose. Richard, McCutheon e Bauman (1985) detectaram um pequeno aumento na produção de leite no período de 20 a 29 dias pós-parto, 2,2 kg/dia ou 6,1%, relativos ao controle. Este resultado diferiu do presente experimento, no período de 20 a 29 dias, as vacas do grupo rbST produziram menos leite que as do grupo controle (Figura 3) provavelmente pelo período de aplicação do rbST (24 horas após o parto), e no período de 20 a 29 dias as vacas do grupo rbST não estavam mais sob efeito do tratamento (De Souza et al., 1998)

4.3 Peso Vivo

Houve efeito significativo ($P=0,01$) entre as semanas sobre o peso vivo (Tabela 1) .

As vacas, em ambos tratamentos, perderam mais peso da 1ª para a 2ª medição do perímetro torácico (7º dia e 21º dia pós parto), 6,3% e 7,9% nos grupos controle e rbST respectivamente. Dentro do mesmo grupo, as médias do peso vivo da primeira semana foram significativamente diferentes das demais.

As vacas do grupo controle começaram a ganhar peso a partir de 63 dias, enquanto as do grupo rbST a partir de 49 dias pós-parto (Figura 4).

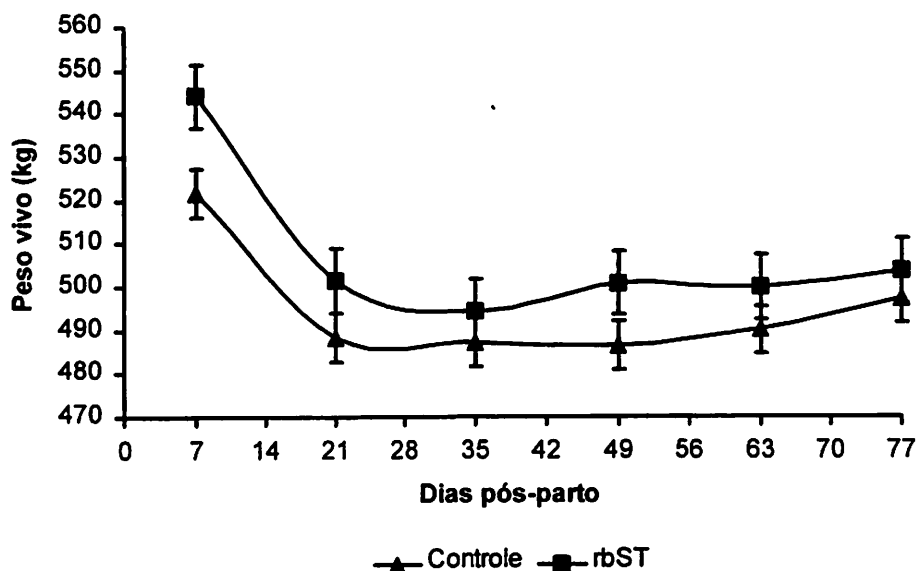


FIGURA 4. Peso vivo (kg) em vacas Holandesas primíparas submetidas à aplicação de rbST ($P=0,46$ para o efeito do tratamento; $P=0,01$ para o efeito da semana; $P=0,46$ para interação entre tratamento e semana).

Stanisiewski, Krabill e Lauderdale (1992), trabalhando com vacas que receberam 5 mg de rbST dos 14 aos 130 dias pós-parto, verificaram a manutenção do peso vivo. Vacas injetadas com rbST podem ter redução do peso vivo, o que é acentuado com o aumento da dose, portanto neste experimento, constatou-se que 500mg de rbST em aplicação única foi insuficiente para provocar perda significativa no peso vivo.

4.4 Escore de condição corporal

Houve efeito significativo ($P=0,01$) entre as semanas sobre a condição corporal (Tabela 1).

Demonstrou-se que a maior perda do escore corporal ocorreu entre o 7º e o 21º dia pós parto, em ambos os tratamentos (coincidindo com os dados de peso vivo), evidenciando que neste período a vaca em lactação perde muita condição corporal (Figura 5).

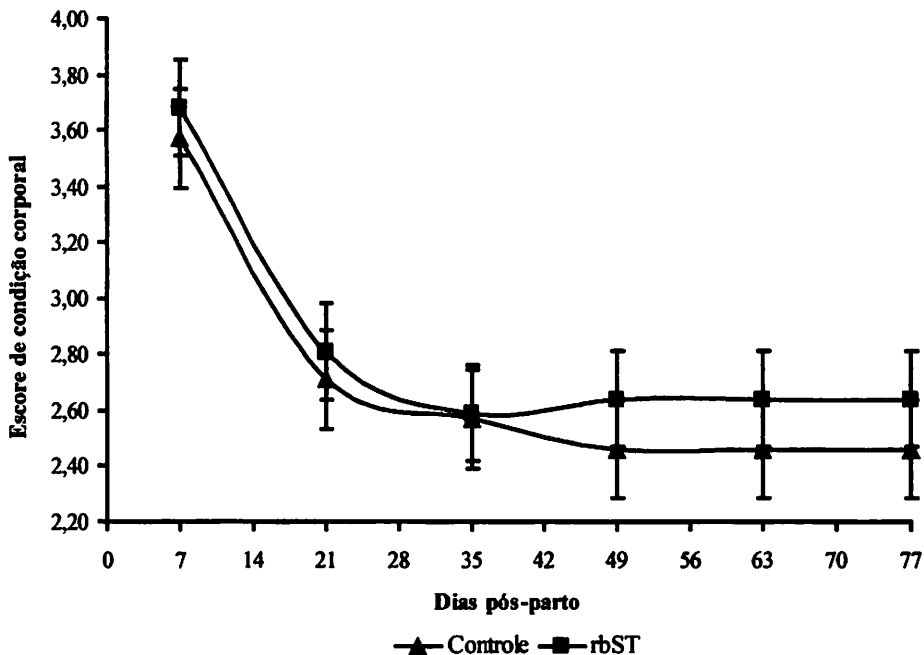


FIGURA 5. Escore de condição corporal em vacas holandesas submetidas à aplicação de rbST ($P=0,46$ para o efeito do tratamento; $P=0,01$ para o efeito da semana; $P=0,40$ para interação entre tratamento e semana).

Os resultados deste experimento não estão de acordo com as observações de Gallo, Carnier e Cassandro (1996), que verificaram diminuição das reservas corporais do início da lactação até os 100 dias.

Stanisiewski, Krabill e Lauderdale (1992) demonstraram que administração de 14 mg/dia de rbST resultou em uma redução da condição corporal (2,5), quando comparada com o grupo que recebeu 5 mg/dia (2,9), e concluíram que a condição corporal está relacionada com a concentração dose. No presente experimento não houve influência do rbST sobre a condição corporal, possivelmente devido à aplicação única (500mg) de rbST.

4.5 Gordura no Leite

Houve efeito significativo entre semanas ($P=0,01$) e interação entre tratamento e semana ($P=0,04$) sobre a porcentagem de gordura no leite, principalmente, nas primeiras semanas pós-parto (Tabela 1).

Nas vacas que receberam o rbST, a porcentagem de gordura foi de $5,19 \pm 0,16$, $4,46 \pm 0,16$ e $3,98 \pm 0,16$ na primeira, segunda e terceira semanas, respectivamente; enquanto nas vacas sem rbST, as porcentagens foram de $4,23 \pm 0,14$, $4,02 \pm 0,14$ e $3,56 \pm 0,14$. Nas demais semanas não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os teores de gordura em ambos tratamentos alcançaram seus limites inferiores aos 63 dias pós-parto, aumentando em seguida (Figura 6).

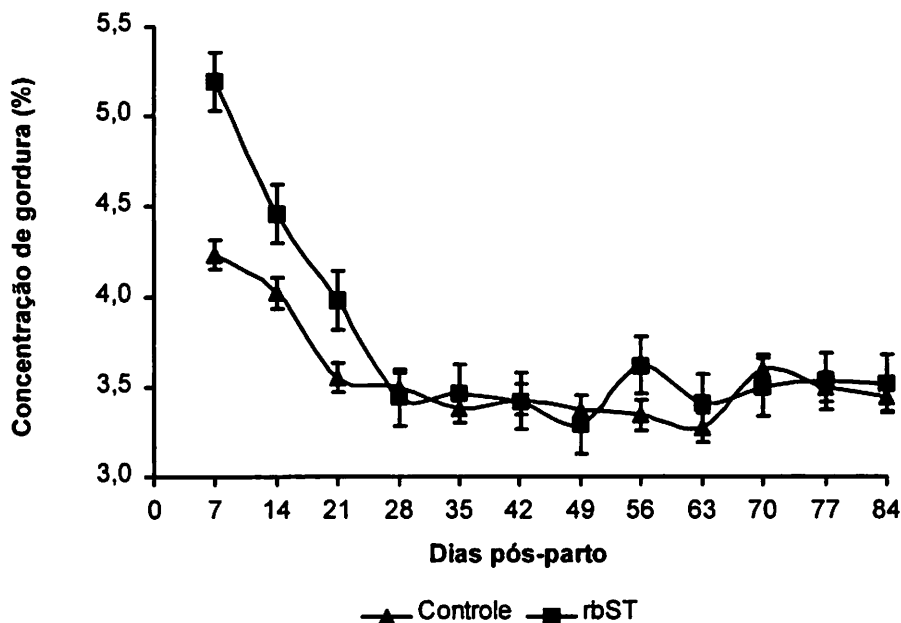


FIGURA 6. Concentração de gordura no leite (%) em vacas Holandesas primíparas submetidas à aplicação de rbST ($P=0,29$ para o efeito do tratamento; $P=0,01$ para o efeito da semana; $P=0,04$ para interação entre tratamento e semana).

Neste experimento, a aplicação de somatotropina aumentou a porcentagem de gordura no leite nas primeiras semanas pós-parto. Ingalls, Convey e Hafs (1973) observaram a concentração de somatotropina em 34 novilhas prenhas, 4,8 ng/ml aos 26 dias antes do parto, e uma elevação para 10,0 ng/ml por ocasião do parto, retornando a concentrações basais (4,8 ng/ml) nove dias após o parto. Confirmando, então, o aumento de gordura no leite de vacas tratadas com rbST no dia seguinte ao parto observadas neste experimento.

Logo após o parto, a lipogênese decresce, enquanto a lipólise e a liberação de ácidos graxos livres aumentam, devido à influência hormonal determinada pelo decréscimo de insulina e aumento de GH (McNamara, 1991).

No presente experimento, foi observado 18,5% de aumento na gordura no leite nos animais que receberam rbST, sendo inferior ao resultado de Richard, McCutheon e Bauman (1985) que obtiveram aumento de 25% de gordura no leite no mesmo período; esta diferença foi devida, provavelmente, ao número de aplicações .

Aumento de gordura no leite quando as vacas estavam em balanço energético negativo (BEN) tratadas com rbST, também foi observado por Peel et al.(1981,1983). Entretanto, quando as vacas estavam em balanço energético positivo (BEP), a porcentagem de gordura no leite não foi alterada (Bauman et al., 1985; Eppard, Bauman e McCutheon 1985; Peel et al., 1983). Isto indica que vacas tratadas com rbST podem aumentar a mobilização das reservas corporais quando estão em BEN, como detectado no presente trabalho, devido a presença de altas concentrações de gordura no leite.

Sendo assim, vacas em BEN produzem leite com teores mais altos de gordura (Stelwagem et al., 1992), pois alguns dos precursores (ácidos graxos de cadeia longa) são oriundos dos lipídeos circulantes no sangue, derivados da dieta e do tecido adiposo mobilizado.

Segundo Pullen, Palmquist e Emery (1989), ácidos graxos não esterificados (NEFA) podem representar aproximadamente 40% dos ácidos graxos do leite 4 dias pós-parto. Existe uma relação positiva entre NEFA plasmático e conteúdo de gordura no leite. O aumento de gordura observado no presente trabalho, demonstra o efeito lipolítico do rbST durante o BEN e provavelmente o NEFA sanguíneo das vacas do grupo rbST aumentaram, elevando os teores de gordura no leite.

4.6 Índices Reprodutivos

4.6.1 Intervalo do Parto ao 1º cio

O intervalo do parto ao 1º cio não diferiu entre os tratamentos ($P=0,24$) (Tabela 2).

No grupo controle, o aparecimento do 1º cio ocorreu aos $85,1 \pm 11,5$ dias pós-parto, e no grupo rbST, aos $65,5 \pm 11,5$ dias (Tabela 2).

TABELA 2. Médias dos índices reprodutivos em vacas holandesas primíparas submetidas à aplicação de rbST.

ÍNDICES	TRATAMENTO			Probabilidades (Pr>F)
	Controle	rbST	EPM*	
Intervalo do parto ao 1º cio (dias)	85,1	65,5	11,5	0,24
Nº de serviços por concepção	2,0	1,2	0,3	0,15
Período do parto à concepção (dias)	115,9	82,2	12,6	0,07

* Erro Padrão da Média

Morbeck, Butt e McDaniel (1991) utilizaram 4 tratamentos: 0; 5,15; 10,3 e 16,5 mg/dia de rbST com início entre 28 e 35 dias pós-parto e continuaram durante toda a lactação, até 60 dias antes do próximo parto previsto. O intervalo do parto à primeira inseminação foi maior ($P<0,05$) para as vacas com 16,5 mg/dia (123 ± 11) do que o controle e para vacas que receberam 5,15 mg/dia (77 ± 11 e 68 ± 12 , respectivamente). Este resultado diferiu do presente trabalho, em termos de eficiência reprodutiva, possivelmente pelo período mais extenso e de concentrações mais altas de rbST aplicados aos animais.

Vários estudos têm relatado efeitos adversos do tratamento com rbST sobre a reprodução. Em geral, o tratamento com rbST em doses altas aumenta a ocorrência de ovulações irregulares (Hemken et al., 1991) e diminui a expressão do estro (Morbeck, Butt e McDaniel 1991). Pode-se considerar então neste experimento, que a dose única de rbST não tenha sido suficiente para causar tais transtornos reprodutivos.

4.6.2 Número de IA (serviços) por concepção

O número de serviços por concepção não diferiu ($P>0,05$), apresentando uma tendência ($P=0,15$) (Tabela 2). Para vacas controle foram necessárias, em média, $2,0 \pm 0,3$ doses de sêmen por concepção, enquanto no grupo rbST foram utilizadas $1,2 \pm 0,3$ doses por concepção (Tabela 2).

De forma semelhante ao deste trabalho, o uso de rbST não afetou o número de serviços por concepção em alguns trabalhos (Clearle et al., 1989; McDaniel et al., 1989).

Lucy et al.(1993) determinaram que mais folículos são recrutados durante a exposição ao rbST, que também aumenta o tamanho dos folículos secundários e que esta mudança na dinâmica folicular pode afetar a eficiência reprodutiva. Como o rbST aumenta o teor de P4, existe uma correlação possível com as taxas de concepção. Mann e Lamming (1995), observaram maior concentração de PGFM (metabólito de $\text{PGF}_{2\alpha}$) quando as concentrações de P4 apresentavam-se menores, podendo ser esta a explicação para o fato das vacas com concentração de P4 mais baixa terem apresentado menor taxa de concepção neste experimento.

4.6.3 Intervalo do Parto à Concepção (IPC)

O IPC não diferiu entre os tratamentos ($P>0,05$), embora tenha sido observada uma tendência ($P=0,07$) (Tabela 2).

No grupo rbST, o intervalo do parto à concepção foi de $82,2 \pm 12,6$ dias, no controle, foi de $115,9 \pm 12,6$ dias (Tabela 2). Esta diferença do intervalo parto à concepção entre os tratamentos possivelmente estão associados à concentrações mais altas de P4 nos animais tratados. De forma semelhante, foi observado por outros autores (Folman, Rosemberg e Herz, 1973; Corah, Quealy e Dunn, 1974; Rosemberg, Herz e Davidson, 1977; Fonseca, Britt e McDaniel, 1983; Meisterling e Dailey, 1987).

A combinação de rbST e IGF-1 causa efeito sobre a função ovariana em bovinos. Tratamentos com rbST afetam o corpo lúteo, incluindo aumento do peso e das concentrações de progesterona no sangue (Lucy et al., 1994), o que pode explicar as observações do presente experimento.

4.6.4 Taxa de Concepção ao 1º Serviço

Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a taxa de concepção ao primeiro serviço ($P>0,05$), ocorrendo, no entanto, tendência de aumento para os animais que receberam rbST ($P=0,16$) (Tabela 3).

Nesta análise, das vacas tratadas com rbST, 80% conceberam ao primeiro serviço, enquanto no controle a taxa foi de 50% (Tabela 3)

TABELA 3. Taxa de concepção ao primeiro serviço (%) em vacas Holandesas primíparas submetidas à aplicação de rbST.

TRATAMENTOS		CONCEPÇÃO AO PRIMEIRO SERVIÇO		TOTAL
		SIM	NÃO	
Controle	Nº de animais	5	5	10
	Percentagem	50,0	50,0	50,0
rbST	Nº de animais	8	2	10
	Percentagem	80,0	20,0	50,0
TOTAL DE ANIMAIS				20
PERCENTAGEM				100,0

Teste de Qui-quadrado ($P=0,16$)

A sincronia entre ambiente uterino e embrião é essencial para maximizar a sobrevivência embrionária, sendo a P4 importante para controlar mudanças no útero, além de influenciar o crescimento do embrião (Geisert et al.,1992). No presente trabalho constatou-se que as vacas do grupo rbST tiveram melhores índices de concepção ao primeiro serviço devido à alta concentração de P4.

Stanisiewski, Krabill e Lauderdale (1992), demonstraram que baixa dose de rbST pode estimular a produção de IGF-1, mas o balanço energético não é reduzido ao ponto de ter impacto negativo sobre a reprodução; as vacas que receberam 5 mg/dia, desde 14 até 130 dias pós-parto tiveram taxas mais altas de gestação e concepção ao primeiro serviço, quando comparadas com os outros grupos que receberam dosagem de rbST maior, e também quando comparadas com o grupo não tratado. Estes resultados estão de acordo com o presente estudo, pois a aplicação única de 500mg de rbST, teve efeitos semelhantes ao tratamento diário com a dose de 5mg. O tratamento utilizado no presente experimento, como relatado em outros experimentos, não trouxe transtornos à reprodução, tais como: diminuição da taxa de concepção, aumento do intervalo

entre parto, aumento dos dias para o primeiro serviço, aumento da ocorrência de ovulações irregulares e diminuição da observação do estro. Pelo contrário, houve associação do tratamento com rbST com melhorias nos índices reprodutivos.

5 CONCLUSÕES

A somatotropina aplicada logo após o parto, influencia a reprodução e a produção de vacas holandesas primíparas. Os resultados obtidos nos índices reprodutivos estão diretamente relacionados com a concentração da dose aplicada. A aplicação única de 500mg de rbST, 24 horas após o parto, estimulou positivamente a reprodução sem afetar o balanço energético negativo.

A somatotropina também teve influência sobre o tecido adiposo, causando sua mobilização.

O efeito galactopoiético do rbST também foi comprovado em vacas primíparas em balanço energético negativo.

Concluiu-se também que aplicação única de rbST na dose de 500mg teve efeito sobre a função ovariana de vacas, principalmente no corpo lúteo, aumentando as concentrações de progesterona no sangue, e que existe uma relação positiva entre concentrações altas de progesterona no ciclo anterior à inseminação e a taxa de concepção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCESS® IMMUNOASSAY SYSTEM. **Progesterone**, Pennsylvania, 2000.(ACCESS® Immunoassay System, Progesterone, 33550).
- ADASHI, E.Y. The IGF family and folliculogenesis. **Journal of Reproductive Immunology**, Amsterdam, v.39, p.13-19, 1998.
- ARMSTRONG, J.D.; BENOIT, A.M. Paracrine, autocrine and endocrine factors that mediate the influence of nutrition on reproduction in cattle and swine: An in Vivo, IGF-1 perspective. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, n.1, p.18-35, Jan. 1996.
- 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 on milk composition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, n.7, p.1775-1793, July 1992.
- BAUMAN, D.E., Bovine somatotropin: Review of an emerging animal technology. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, n.12, p.3432-3451, Dec.1992.
- BAUMAN, D.E.; CURRIE, W.B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of Dairy Science**., Champaign, v.63, n.9, p.1514, Sept. 1980.
- BAUMAN, D.E.; EPPARD, P.J.; DE GEETER, 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**, Champaign, v.68, n.6, p.1352-1362, July 1985.
- BEAM, S.W., BUTLER, W.R. Energy balance and ovarian follicle development prior To the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. **Biological Reproduction**, Madison, v.56, n.1, p.133-142, Jan. 1997.

- 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.
- BRITT, J.H. Influence of nutrition and weight loss on reproduction and early embryonic death in cattle. In: AMERICAN ASSOCIATION BOVINE PRACTICE, 25., 1992, St. Paul, MN. **Proceedings...** St. Paul, MN, 1992. v.2, p.143.
- CHURCH, C.D. Fermentacion ruminal. In:...**El Ruminante: fisiologia digestiva y nutricion.** Zaragoza: Acribia, Cap.8, p.159-189, 1993.
- 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, n.2, p.429-439, Feb. 1989.
- COLE, W.J.; EPPARD, P.J.; BOYSEN, B.G.; MADSEN, K.S.; SORBET, R.H.; MILLER, M.A.; HINTZ, R.L.; WHITE, T.C.; RIBELIN, W.E.; HAMMOND, B.G. Responses to high doses of a sustained-release bovine somatotropin administered during two lactations. 2. Health and reproduction. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, n.1, p.111, Jan. 1992.
- CORAH, L.R.; QUEALY, A.P.; DUNN, T.G. Prepartum and postpartum levels of progesterone and estradiol in beef heifers fed two levels of energy. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.3, n.2, p.380-385, Aug. 1974.
- DE LA SOTA. R.L.; LUCY, M.C.; STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W. Effect of recombinant bovine somatotropin (sometribove) on ovarian function in lactating and nonlactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v.76. v.4, p.1002, Apr. 1993.
- De SOUZA. J.C. **The effects of estradiol-17 β (E2) and recombinant bovine somatotropin (bST) on superovulation response in cattle.** 1998. 206p. (Thesis – Doctor in Animal Science).

- ENRIGHT, W.J.; PRENDIVILLE, D.J.; SPICER, L.J.; STRICKER, P.R.; MOLONEY, A.P.; MOWLES, T.F.; CAMPBELL, R.M. Effects of growth hormone-releasing factor and thyrotropin-releasing hormone on growth, feed efficiency, carcass characteristics, and blood hormones and metabolites in beef heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.71, n.8, p.2395-2405, Aug. 1993.
- EPPARD, P.J.; BAUMAN, D.E.; McCUTCHEON, S.N. Effect of dose of bovine growth hormone on lactation of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.68, n.5, p.1109, May 1985.
- ERDMAN, R.A.; ANDREW, S.M. Methods of and estimates of body tissue mobilization in the lactating dairy cow. In: MONSANTO TECHNOLOGY SIMPOSIUM; CORNELL NUTRITION CONFERENCE FEED MANUFACTURE, 1989, Syracuse, NY. **Proceedings...** St. Louis: Monsanto Company, 1989, p.19-26.
- ETHERTON, T.D.; BAUMAN, E. Biology of somatotropin in growth and lactation of domestic animals. **Physiological Reviews**, New York, v.78, p.745-761, 1998.
- FOLMAN, Y.; ROSEMBERG, M.; HERZ, Z. The relationship between plasma progesterone concentration and conception in postpartum dairy cows maintained on two levels of nutrition. **Journal of Reproduction and Fertility**, Cambridge, v.34, p.267-278, 1973.
- FONSECA, F.A.; BRITT, J.H.; Mc DANIEL, B.T. Reproductive traits of holsteins and jersey, effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate, and days open. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.66, n.5, p.1128-1147, May 1983.
- GALLO, G.F.; BLOCK, E. Effects of recombinant bovine somatotropin on hypophyseal and ovarian functions of lactating dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.71, p.343-345, June 1991.
- GALLO, L.; CARNIER, P.; CASSANDRO, M. Change in body condition score of holstein cows affected by parity and mature equivalent milk yield. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.79, n.6, p.1009-1015, 1996.

- GEISERT, R.D.; MORGAN, G.L.; SHORT, E.C.; ZAVY, M.T. Endocrine events associated with endometrial function and conceptus development in cattle. **Reproduction, Fertility and Development**, Melbourne, v.4, p.301-305, 1992.
- GINTHER, O.J. Selection of the dominant follicle in cattle. **Biology of Reproduction**, Madison, v.55, p.1187-1194, 1996.
- GINTHER, O.J.; KNOPF, L.; KASTELIC, J.P. Temporal associations among ovarian events in cattle during estrous cycles with two and three follicular waves. **Journal of Reproduction and Fertility**, Cambridge, v.87, p.223-230, 1989.
- 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.
- GUIDICE, L.C. Insulin-like growth factors and ovarian follicular development. **Endocrine Reviews**, Bethesda, v.13, p.641, 1992.
- HAFEZ, E.S.E. Foliculogênese, maturação do ovo e ovulação. In: HAFEZ, E.S.E. **Reprodução Animal**. 6^a ed. São Paulo: Manole, 1995. Cap.5, p.115-145.
- HAMMOND, J.M.; MODSCHEIN, J.S.; SAMARAS, S.E. The ovarian insulin-like growth factors, a local amplification mechanism for steroidogenesis and hormone action. **Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, Oxford, v.40, p.411, 1991.
- HART, I.C.; BINES, J.A.; MORANT, S.V. Endocrine control of energy metabolism In the cow: correlations of hormones and metabolites in high and low yielding cows for stages of lactations. **Journal of Dairy Science**, v.62, n.2, p.270-277, Feb. 1979.
- HEMKEN, R.W.; HARMON, R.J.; SILVIA, W.J.; TUCKER, W.B.; HEERSCHE, G.; EGGERT, R.G. Effects of dietary energy and previous bovine somatotropin on milk yield, mastitis, and reproduction in dairy cows. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.74, n.12, p.4265, Dec. 1991.

- HODGEN, G.D. The dominant ovarian follicle. **Fertility and Sterility**, Montgomery, v.38, p.281,1982.
- INGALLS, W.G.; CONVEY, E.M.; HAFS, H.D. Bovine serum LH, GH, and prolactin during late pregnancy parturition and early lactation. **Proceedings Societies Experimental Biology and Medical**, Bethesda, v.143, p.161, 1973.
- KIRBY, C.J.; LUCY, M.C.; SMITH, M.F. Follicular function of lactating dairy cows treated with sustained release bovine somatotropin. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, p.89, 1995. Supplement 1.
- KIRBY, C.J.; THATCHER, W.W.; COLLIER, R.J.; SIMMEN, F.A.; LUCY, M.C. Effects of growth hormone and pregnancy on expression of growth hormone receptor, insulin-like growth factor-1 and insulin-like growth factor binding protein-2 and -3 genes in bovine uterus, ovary and oviduct. **Biological and Reproduction**, Madison, v.55, n.55, p.996-1002, Nov. 1996.
- KRONFELD, D.S. Ketone body metabolism, its control, and its implications in pregnancy toxemia, acetonemia, and feeding standards. In: Phillipson, A. T. (ed) **Physiology of digestion and metabolism in the ruminant**. Newcastle upon tyne: Oriel Press, 1970. p.560-583
- LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. **Growth of farm animals**. Wallingford: Cab International, 1997.
- LITTEL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGER, R.D.(eds). **SAS system for mixed models**. Cary, NC:SAS Institute, 1996. 633p.
- LUCY, M.C.; CURRAN, T.L.; COLLIER, R.J.; COLE, W.J. Extended function of the corpus luteum and earlier development of the second follicular wave in heifers treated with bovine somatotropin. **Theriogenology**, Los Retos, v.41, p.561, 1994.
- LUCY, M.C. Regulation of ovarian follicular by somatotropin and insulin-like growth factors in cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.83, n.7, p.1635-1647, July 2000.

- LUCY, M.C.; STAPLES, C.R.; MICHEL, F.M. Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.2, p.473- 482, Feb. 1991.
- LUCY, M.C.; THATCHER, W.W.; COLLIER, R.J.; SIMMEN, F.A.; KO, Y.; SAVIO, J.D.; BADINGA, L. Effects of somatotropin on the conceptus, uterus, and ovary during maternal recognition of pregnancy in cattle. **Domestic Animal Endocrinology**, Washington, v.12, p.73, 1995.
- LUCY, M.C.; DE LA SOTA, R.L.; STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W. Ovarian follicular populations in lactating dairy cows treated with recombinant bovine somatotropin or saline and fed diets differing in fat content and energy. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, n.4, p. 1014, Apr. 1993.
- LUNA-DOMINGUEZ, J.E.; ENNS, R. M.; ARMSTRONG, D. V.; AX, R.L. Reproductive performance of holstein cows receiving somatotropin. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.7, p.1451-1455, July 2000.
- MANN, G.E.; LAMMING, G.E. Progesterone inhibition of the development of the luteolytic signal in cows. **Journal of Reproduction and Fertility**, Cambridge, v.104, p.1-5, 1995.
- 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 yields and milk composition in lactating dairy cows in Brazil. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.72, n.2 p.452-459, Feb 1989.
- McDANIEL, B.T.; GALLANT, D.M.; FETROW, J.; HARRINGTON, B.; BELL, W.E.; HAYES, P.; REHMAN, J.D. Lactational, reproductive and health responses to recombinant bovine somatotropin under field conditions. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.72, n.2, p.429-435, Feb. 1989.
- Mc GUFFEY, R.K.; BASSON, R. P.; SPIKE, T.E. Lactational response and body composition of cows receiving somatotropin and three ratios of forage to concentrate . **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.9, p.3095-3102, Sept. 1991.

McNAMARA, J.P. Regulation of adipose tissue metabolism in support of lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.2, p.706 –711, Feb 1991.

MEISTERLING, E.M.; DAILEY, R.A. Use of concentration of progesterone and estradiol-17 beta in milk in monitoring postpartum ovarian function in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign v.70, n.10, p.2154-2161, Oct. 1987.

MONNIAUX, D.; MONGET, P.; BESNARD, N.; HUET, C.; PISSELET, C. Growth factors and antral follicular development in domestic ruminants. **Theriogenology**, Los Altos, v.47, p.3-12, 1997.

MOR, P.W.; TYRRELL, H.F.; FLATT, W.P. Energetics of body tissue mobilization. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.54, n.4 p.548-553, Apr. 1971.

MORBECK, D.E.; BUTT, J.H.; McDANIEL, B.T. Relation-ships among milk yield, metabolism, and reproductive performance of primiparous holstein cows treated with somatotropin. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.9, p.3153, Sept 1991.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981.421p.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W. Turnover of lipoprotein and transfer to milk fat of dietary linoleic acid in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.63, n.1, p.1-14, Jan. 1980.

PEEL, C.J.; BAUMAN, D.E. Somatotropin and lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.70, n.2, p.474- 480, Feb. 1987.

PEEL, C.J.; BAUMAN, D.E.; GOREWIT, R.C.; SNIFFEN, C.J. Effect of exogenous growth hormone on lactational performance in high yielding dairy cows. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.111, n.9, p.1662-1671, Sept. 1981.

- 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**, Champaign, v.66, n.4, p. 776-783, Apr. 1983.
- PULLEN, D.L.; PALMQUIST, D.L.; EMERY, R.S. Effect of days of lactation and methionine hydroxy analog on incorporation of plasma fatty acids into plasma triglycerides. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.72, n.1, p.49, Jan. 1989.
- RICHARD, A.L.; McCUTHEON, S.N.; BAUMAN, D.E. Responses of dairy cows to exogenous bovine growth hormone administered during early lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.68, n.9, p.2385-2389, Sept. 1985.
- ROSENBERG, M.; HERZ, Z.; DAVIDSON, M. Seasonal variations in postpartum plasma progesterone levels and conception in primiparous and multiparous dairy cows. **Journal of Reproduction and Fertility**, Cambridge, v.51, p.363-367, 1977.
- RUEGG, P.L.; GOODGER, W.J.; HOLMBERG, C.A.; WEAVER, L.D.; HUFFMAN, E.M. Relation among body condition score, serum urea nitrogen and cholesterol concentrations, and reproductive performance in high-producing holstein dairy cows in early lactation. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v.53, p.10, 1992.
- SANTOS, J.E.P.; HUBER, J.T.; THEURER, C.B.; NUSSIO, L.G.; NUSSIO, C.B.; TARAZON, M.; LIMA-FILHO, R.O. Performance and nutrient digestibility by dairy cows treated with bovine somatotropin and fed diets with steam-flaked sorghum or steam-rolled corn during early lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.82, n.2, p.404-411, Feb. 1999.
- SAS Institute. *SAS/STAT User's guide*. Version 6.12. 4. ed. Cary, 1995. v.2, 1686p.
- SAUERWEIN, H.; MIYAMOTO, A.; GUNTHER, J. Binding and action of insulin-like growth factors and insulin in bovine luteal tissue during the oestrous cycle. **Journal of Reproduction and Fertility**, Cambridge, v.96, p.103, 1992.

- SPICER, L.J.; ECHTERNKAMP, S.E. The ovarian insulin and insulin-like growth factor system with na emphasis on domestic animals. **Domestic Animal Endocrinology**, Washington, v.12, p.223-245, 1995.
- SPICER, L.J.; TUCKER, W.B.; ADAMS, G.D. Insulin-like growth factor 1 in dairy cows: relationships among energy balance, body condition, ovarian activity, and estrous behavior. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.73, p.939, 1990.
- STANISIEWSKI, E.P.; KRABILL, L.F.; LAUDERDALE, J.W. Milk yield, health, and reproduction in dairy cows given somatotropin beginning early postpartum. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, n.8, p.2149, 1992.
- STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W.; CLARK, J.H. Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.73, n.4, p.938-947, Apr. 1990.
- STELWAGEN, K.; GRIEVE, D.G.; Mc BRIDE, B.W.; REHMAN, J.D. Growth and subsequeute lactation in primigravid Holsteins heifers after prepartum bovine somatotropin treatment. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, n.2, p.463-471, Feb. 1992
- STEVENSON, J.S.; BRITT, J.H. Models for prediction of days to first ovulation based on changes in endocrine and nonendocrine traits during the first two weeks postpartum in holstein cows. **Journal of Animal Science**, v.50, p.103-112, 1980
- STEWART, R.E.; SPICER, L.J.; HAMILTON, T.D.; KEEFER, B.E. Effects of Insulin-like growth factor-1 and insulin on proliferation and on basal and luteinizing hormone-induced steroidogenesis of bovine thecal cells: involvement of glucose and receptors for insulin-like growth factor-1 and luteinizing hormone. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, p.3719-3731, 1995.
- STODDARD, G. E. How fat-corrected milk originated. **Hoard's Dairyman**, v10, p.319, 1980.

- TURNER, C.D.; BAGNARA, J.T. Pituitary gland: anatomy;secretions of the adenohypophysis. In: TURNER, C.D. **General endocrinology**. 2.ed Philadelphia: W. B. Sanders Company, cap.4, p.77-132, 1976.
- TYRREL, H. F.; REID, J. T. Prediction of the energy value of cow's milk. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.48, p.1215, 1965.
- VAN VLECK, L.D. Potential genetic impact of artificial insemination, Sex selection, embryotransfer, cloning, and selfing in dairy cattle. In: VAN VLECK, L.D. **New technologies in animal breeding**., 1981. p.221-241.
- VANDEHAAR, M.J.; SHARMA, B.K.; FOGWELL, R.L. Dietary energy restriction of heifers decrease weight of the CL and hepatic but not luteal expression of mRNA for insulin-like growth factor-1. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.78, n.4, p.832, Apr. 1995.
- VERNON, R.G. Effects of growth hormone on fatth acid synthesis in sheep adipose tissue. **International Journal of Biochemistry**, Oxford, v.14, p.255, 1982.
- VILLA-GODOY, A.; HUGHES, T.L.; EMERY, R.S. Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.71, n.7, p.1063-1072, July 1988.
- WEBBER, W.J.; CROOKER, B.A.; JOHNSON, D.G.; MASLANKA, M.T.; BAUMGARD, L.H.; OTTERBY, D.E.; STANISIEWSKI, E.P. Milk yied response of multiparous holstein cows to bST treatment initiated 14 days postpartum. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.80, n.1, p.177, 1997.
- WEBBER, W.J.; CROOKER, B.A.; JOHNSON, D.G.; MASLANKA, M.T.; BAUMGARD, L.H.; OTTERBY, D.E.; STANISIEWSKI, E.P. Effects of bovine somatotropin and dietary fat on lactational performance of holstein cow. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.79, p.169, July 1996. Supplement.
- WILDMAN, E.E.; JONES, G.M.; WAGNER, P.E.; BOMAN, R.L.; TROUTT JR., 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, p.495-501, 1982.

YUAN, W.; LUCY, M.C. Messenger ribonucleic acid expression for growth hormone receptor and steroidogenic enzymes during the estrous cycle and pregnancy in porcine and bovine corpora lutea. **Domestic Animal Endocrinology**, Washington, v.13, p.431-444, 1996.

YUNG, M.C.; VANDEHAAR, M.J.; FOGWELL, R.L.; SHARMA, B.K. Effect of energy balance and somatotropin on insulin-like growth factor 1 in serum and on weight and progesterone of corpus luteum in heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, n.9, p.2239-2244, Sept. 1996.