

ELENICE ANDRADE MORAES

PARÂMETROS PRODUTIVOS E REPRODUTIVOS DE CABRAS DA RAÇA
TOGGENBURG EM LACTAÇÃO TRATADAS COM SOMATOTROPINA
BOVINA RECOMBINANTE

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2004

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M827p
2004

Moraes, Elenice Andrade, 1973-

Parâmetros produtivos e reprodutivos de cabras da raça Toggenburg em lactação tratadas com somatotropina bovina recombinante / Elenice Andrade Moraes. – Viçosa : UFV, 2004.

xii, 71f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Ciro Alexandre Alves Torres.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Cabra - Reprodução. 2. Cabra - Estro. 3. Cabra - Metabólitos. 4. Somatotropina bovina. 5. Leite de cabra - Produção. 6. Leite de cabra - Composição. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 20.ed. 636.390824

ELENICE ANDRADE MORAES

PARÂMETROS PRODUTIVOS E REPRODUTIVOS DE CABRAS DA RAÇA
TOGGENBURG EM LACTAÇÃO TRATADAS COM SOMATOTROPINA
BOVINA RECOMBINANTE

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 17 de fevereiro de 2004.

Prof. Giovanni Ribeiro de Carvalho
(Conselheiro)

Prof. José Domingos Guimarães
(Conselheiro)

Dr. José Henrique Bruschi

Dr. Jeferson Ferreira da Fonseca

Prof. Ciro Alexandre Alves Torres
(Orientador)

A Deus, por ter me concedido o dom da vida.

Aos meus amados pais, Elias e Iracema, exemplos de amor, dignidade, honestidade e perseverança. A eles, eu dedico esta tese e agradeço por terem confiado, dado todo suporte e me ensinado que a vida pode ser vivida de forma simples e humilde.

À minha avó Iracema (in memoriam), pelas orações, pelo carinho, pelo exemplo de vida e pela perseverança. Saudades.

Às minhas queridas irmãs, Eliane, Andréia, Adriana e Juliana, pelo carinho, pelo companheirismo, pelo apoio e pela compreensão. Amo vocês.

Aos meus adoráveis sobrinhos, João Pedro e Bernardo, pela existência de vocês em minha vida, pelo carinho, pelo afeto e pelos momentos de alegria. Amo vocês.

Ao meu cunhado, João Batista, pelo incentivo, pelo apoio do início ao fim, pela amizade e pela compreensão.

À minha segunda família, Hamilton, Tidinha, Vó Zezé e Hamiltinho, pela convivência, pelo carinho e pela amizade. Adoro vocês.

Ao meu amigo, namorado, companheiro e amado noivo, Lincoln, pelo amor, pela cumplicidade, pelo incentivo, pela confiança e pelas alegrias. Agradeço a Deus por ter nos colocado juntos.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Ciro Alexandre Alves Torres, mais que um orientador, um segundo pai, um amigo,

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização deste curso.

Aos conselheiros, Giovanni Ribeiro de Carvalho e José Domingos Guimarães, pelas sugestões, pela amizade, pela confiança e por participarem da banca examinadora.

À minha família, Amorim Moraes e Andrade, pelo apoio e incentivo,

À minha querida madrinha, Dirce de Oliveira Barros, pelo apoio e incentivo. Dedico.

À família Bandeira, em especial, ao Dr. Fernando (in memoriam), Albanita e Fernandinho, pela confiança, pela amizade e pelo incentivo.

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

Aos proprietários da Granja Água Limpa, em especial à Dra. Marlene, pela boa vontade no fornecimento dos animais que deram origem a esta tese.

Ao Dr. José Henrique Bruschi, pela confiança e apoio dado para a execução deste estudo.

Ao Dr. Jeferson Ferreira da Fonseca, pela amizade, pelo incentivo e apoio durante a execução desta tese.

Aos funcionários da Granja Água Limpa, Zé Luiz, Batista e família, César, Luizinho e Geraldo, pelo apoio, pela amizade e pela convivência.

À minha salvadora, Amélia, pela amizade, pelo carinho, pelo auxílio e pela atenção dispensada, sem sua ajuda tudo teria sido mais difícil. Dedico

À EMBRAPA - Gado de Leite, por disponibilizar seus equipamentos, e a todos seus funcionários.

Ao Dr. João Henrique, por colocar à disposição o ultra-som, pois sem ele parte desta tese não seria realizada.

Ao Dr. Márcio e aos funcionários do Laboratório de Qualidade do Leite da EMBRAPA - Gado de Leite, pelo auxílio e pela atenção e por realizar as análises de leite.

Aos meus eternos amigos, Anita, Ciane, Cristiane (Palha), Daniela (Baiana), Dalton, Fernando, Émerson, Flávia, Kátia, Kleibe, Lydice, Marieta, Patrícia, Ricardo (Batata), Robertinha e Valéria.

Aos meus amigos, Roberta (Chaberta) e Vitor (Chatitor) pelo companheirismo nos momentos difíceis, pela atenção e ajuda dada no decorrer do experimento, pela amizade acima de tudo.

Ao Professor Paulo Roberto Cecon, pelo auxílio, pela orientação e pelo apoio durante as análises estatísticas.

À Larissa, pela amizade e ajuda, pelo incentivo e pelos conselhos dados quando necessitei. Dedico.

Aos meus amigos, Alan, Cláudio, Fabienne, Flávio, Ligia, Larissa, Nadja e Pedro, pela convivência e troca de experiências.

À Celeste, nossa mãe na secretaria da Pós-Graduação do DZO-UFV, pela amizade, pelo auxílio e pelo monitoramento acadêmico.

Ao Adilson, Márcia, Iraci, Cláudio Paulon, Raimundo, Rosana, Valdir, Venâncio, Vera, Monteiro, Sr. Jorge e demais funcionários do DZO, pela amizade, prestatividade e disposição.

À professora Rita Flávia, pela amizade, pelo carinho e pela colaboração.

Aos demais professores, colegas de curso e funcionários do DZO, pela colaboração.

À Carci Indústria e Comércio de Aparelhos Cirúrgicos Ortopédicos Ltda., pela doação do gel utilizado na ultra-sonografia.

A Viçosa, minha segunda casa.

Às dificuldades, aos desafios e às vitórias.

Enfim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, ajudaram na minha formação.

Muito obrigada!!!

BIOGRAFIA

Elenice Andrade Moraes, filha de Elias Amorim Moraes e Iracema Andrade Moraes, nasceu em Governador Valadares, Minas Gerais, em 8 de fevereiro de 1973.

De março de 1999 a julho de 2001, exerceu atividades como bolsista de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq (CNPq).

Em maio de 2002, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Em março de 2002, iniciou o Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, sob orientação do Professor Ciro Alexandre Alves Torres, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Fisiologia da Reprodução.

Em 17 de fevereiro de 2004, submeteu-se à defesa de tese para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO.....	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Somatotropina bovina (r-bST) e mecanismo de ação.....	3
2.2 Efeito da somatotropina bovina (r-bST) sobre a produção de leite.....	4
2.3. Efeito da somatotropina bovina (r-bST) sobre a composição do leite.....	5
2.4. Somatotropina bovina (r-bST) e parâmetros metabólicos na espécie caprina.....	6
2.5. Somatotropina bovina recombinante(r-bST) sobre a reprodução.....	6
2.5.1. Ação da r-bST sobre os ovários.....	6
2.5.2. Ação da r-bST sobre os folículos ovarianos.....	7
2.5.3. Ação da r-bST sobre o corpo lúteo.....	7
2.6. Dinâmica folicular ovariana na espécie caprina.....	8
2.6.1. Ciclo estral.....	8
2.6.2. Dinâmica folicular.....	8
2.6.3. Corpo Lúteo (CL).....	9
2.7. Sincronização de estro.....	10
2.7.1. Agentes luteolíticos e progestágenos.....	10
2.7.2. Protocolos de sincronização de estro.....	11
2.7.2.1. Uso de agentes luteolíticos.....	11
2.7.2.2. Uso de tratamentos com progestágenos.....	11
2.7.2.3. Uso de progestágenos associados com agentes luteolíticos.....	12
2.7.2.4. Uso de progestágenos associados com estradiol.....	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13

Produção e composição do leite, parâmetros metabólitos e hormonal de cabras da raça Toggenburg em lactação, tratadas com somatotropina bovina recombinante.....	18
Resumo.....	18
Abstract.....	19
Introdução	20
Material e Métodos	20
Resultados e Discussão	22
Conclusões	29
Referências Bibliográficas.....	30
Dinâmica folicular em cabras da raça Toggenburg em lactação, tratadas com somatotropina bovina recombinante (r-bST)	33
Resumo	33
Abstract.....	34
Introdução.....	35
Material e Métodos.....	35
Resultados e Discussão	37
Conclusões	46
Referências Bibliográficas.....	47
Parâmetros reprodutivos de cabras da raça Toggenburg em lactação tratadas com somatotropina bovina recombinante (r-bST) e sincronizadas com CIDR reutilizado.....	49
Resumo	49
Abstract	50
Introdução	51
Material e Métodos.....	52
Resultados e Discussão.....	54
Conclusões.....	58
Referências Bibliográficas.....	59
3. CONCLUSÕES GERAIS.....	61
4. APÊNDICE.....	62

RESUMO

MORAES, Elenice Andrade, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2004. **Parâmetros produtivos e reprodutivos de cabras da raça Toggenburg em lactação tratadas com somatotropina bovina recombinante.** Orientador: Ciro Alexandre Alves Torres. Conselheiros: Giovanni Ribeiro de Carvalho e José Domingos Guimarães.

Objetivou-se estudar o efeito da r-bST sobre a produção, os constituintes do leite, os metabólitos sanguíneos e hormônios séricos em 24 cabras da raça Toggenburg. Os animais foram alocados em dois tratamentos (T1 e T2). O tratamento T1 (n=12) recebeu quatro aplicações de 250 mg de somatotropina bovina recombinante (r-bST), em intervalos de 14 dias, e o tratamento T2 (n=12) recebeu aplicação de solução salina (controle). A produção e os constituintes do leite, bem como os metabólitos e o hormônio, foram analisados semanalmente. A utilização da r-bST não aumentou a produção de leite, os teores de gordura, proteína e extrato seco ($P>0,05$). As cabras tratadas com r-bST produziram 2,91% a mais de lactose e reduziram em 29,34% a contagem de células somáticas (CCS) no leite ($P<0,05$). Houve diferença nas concentrações séricas de ácido graxo não-esterificado (NEFA) e uréia ($P<0,05$) nos animais dos dois tratamentos: 309,67 mEq/L e 86,84 mg/dL (T1) e 247,34 mEq/L e 121,16 mg/dL (T2) ($P<0,05$). As concentrações séricas de colesterol total e HDL apresentaram diferença ($P<0,05$) nos animais dos dois tratamentos: 82,46 e 155,95 mg/dL (T1) e 89,29 e 177,67 mg/dL (T2) ($P<0,05$). Albumina, glicose, proteínas totais e β -hidroxibutirato, e tiroxina não foram influenciados pela r-bST ($P>0,05$). O tratamento dos animais com r-bST não alterou o peso e a condição corporal ($P>0,05$). A dinâmica folicular ovariana foi caracterizada pela predominância de ciclo estrais com duas ondas de crescimento folicular, sobre os ciclos de três ou quatro ondas. O comprimento médio do ciclo

estral e intervalo ovulatório não foi influenciado pela r-bST ($P>0,05$). O número de folículos recrutados ≥ 3 mm foi influenciado pela r-bST ($P<0,05$). Os diâmetros máximos, a taxa de crescimento e a atresia dos folículos dominantes e subordinados não foram influenciados pela r-bST ($P>0,05$). As concentrações séricas de progesterona não mostraram diferenças entre os animais dos dois tratamentos, durante um ciclo estral normal ($P>0,05$). Avaliou-se também o efeito do r-bST sobre a sincronização de estro. A sincronização de estro foi realizada em 26 cabras (T1 e T2, $n=13$ por tratamento) da raça Toggenburg na semana seguinte à última aplicação da r-bST, com a aplicação do dispositivo intravaginal por seis dias. Juntamente com a colocação do dispositivo intravaginal foram aplicados 22,5 μg de prostaglandina (dia 0). Após a remoção do dispositivo intravaginal o estro foi monitorado a cada 6 horas, com o auxílio de um reprodutor. A concentração plasmática de progesterona foi determinada nos dias -1, 0, 6 e 7 (estro = dia 0). Após o início do estro, as cabras foram monitoradas por exames ultra-sonográficos em intervalos de 6 horas, até 12 horas após a detecção da ovulação. A gestação foi verificada no 35º dia após a cobertura. A porcentagem de animais em estro e a taxa de gestação foram: 76,9 e 80,0% (T1) e 84,6 e 72,7% (T2), respectivamente. Não houve influência da r-bST sobre o intervalo retirada do dispositivo e início do estro, o número de ovulações, os intervalos: do início do estro, do final do estro e da retirada do dispositivo intravaginal à ovulação, o diâmetro médio dos folículos ovulatórios, as concentrações séricas de progesterona durante permanência do dispositivo intravaginal, a taxa de partos, o período de gestação e o número de crias nascidas ($P>0,05$).

ABSTRACT

MORAES, Elenice Andrade. M.S., Universidade Federal de Viçosa, February de 2004. **Productive and reproductive parameters of goats of the Toggenburg breed in lactation treated with recombinant bovine somatotropin.** Adviser: Ciro Alexandre Alves Torres. Committee Members: Giovanni Ribeiro de Carvalho and José Domingos Guimarães.

The objective was to study the effect of the r-bST on production, constituents of the milk, blood metabolites, hormonal and reproductive parameters in goats. Twenty-four Toggenburg goats breed were allocated in two treatments (T1 and T2). In T1 (n=12), the animals received four injections somatotropin (r-bST) of 250 mg, at 14 days intervals, and T2 (n=12) the animals received injections of saline solution (control). The milk yield and composition, as well as the blood metabolites and hormone were analyzed weekly. There was no effect of r-bST or milk yield, percentage of fat in milk, protein and dry extract ($P>0.05$). The goats treated with r-bST produced 2.91% more lactose and 29.34% minus somatic cell count (CCS) in the milk ($P<0.05$). Non-esterified fatty acids (NEFA) and urea concentration differed ($P<0.05$) between treatments: 309.67 mEq/L and 86.84 mg/dL (T1) and 247.34 mEq/L and 121.16 mg/dL (T2), ($P<0.05$). Total cholesterol and HDL concentrations differed ($P<0.05$) between treatments: 82.46 and 155.95 mg/dL (T1) and 89.29 and 177.67 mg/dL (T2), ($P<0.05$). Albumin, glucose, total proteins, β -hidroxybutyrate, and tiroxina were not affected by r-bST ($P>0.05$). The r-bST treated animals did not show any weight and corporal score difference ($P>0.05$). Ovarian follicular dynamics was characterized by the predominance of estrous cycle with two follicular growth waves when compared with three or four waves cycles. The estrous cycle length mean and the ovulatory interval were not influenced by r-bST ($P>0.05$). The 3mm diameter follicles emergency was greater in r-bST treated goats ($P<0.05$). The

maximal diameters, growth and atresia rate of the dominant and subordinate follicles were not influenced by r-bST ($P>0.05$). Progesterone concentration did not differ among the animals from the two treatments, during the normal estrous cycle ($P>0.05$). The estrous synchronization effect of the r-bST was evaluated. The estrous synchronization was studied in twenty six Toggenburg breed goats (T1 e T2, n=13 for treatment) in a following week after the last application of r-bST, with the application of CIDR for six days. A dose of 22.5µg cloprostenol was administered at the same time of CIDR insertion (Day = 0). After CIDR removal, estrus was monitored every six hours, with male. Progesterone concentration was determined on days -1, 0, 6 and 7. After estrus onset, does were monitored by ultrasonography exams at six hour interval, up to twelve hours for ovulation detection. Pregnancy rate was determined at 35° day after breeding. The percentage of animals in estrus and the pregnancy rate were: 76.9 and 80.0 (T1) and 84.6 and 72.7% (T2), respectively. The onset of the estrus, number of ovulations, interval from the onset and end of estrus to the ovulation, the interval from CIDR removal to the ovulation, the mean diameter of the ovulatory follicles, the progesterone concentration during permanence of CIDR, calf rate, gestation period and litter size ($P>0.05$), were not influenced by r-bST.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A somatotropina bovina (bST) foi um dos primeiros fatores de crescimento produzidos como proteína recombinante em grande escala, que alterou a produção de leite em escala mundial (BAUMAN, 1992).

A atuação e a capacidade do GH em aumentar a produção de leite em vacas foram demonstradas há mais de 50 anos (BAUMAN et al., 1985). A somatotropina estimula a produção de leite em ruminantes lactantes, e esse efeito galactopoiético é causado por aumento na capacidade de síntese da glândula mamária (NIELSEN, 1988) e pela alteração na partição de nutrientes em favor da glândula mamária (BINES et al., 1980).

Muitos estudos reportaram que aplicações de somatotropina bovina recombinante (r-bST) aumentara a produção de leite, sobretudo em função de suas propriedades galactopoiéticas. Em cabras, estudos com r-bST são limitados e poucos têm avaliado seus efeitos sobre a produção leiteira, a composição do leite e sobre os metabólitos sangüíneos (DISENHAUS et al., 1995; BARBOSA et al., 2002; LUCENA et al., 2002). Dentre os estudos realizados há controvérsias quanto ao aumento da produção de leite e a diferença entre os constituintes do leite (DRIANCOURT e DISENHAUS, 1997; GALLO et al., 1997; BARBOSA et al., 2002).

Os efeitos da r-bST nos tecidos animais vão além da glândula mamária, pois trata-se de um fator de crescimento endócrino capaz de afetar vários tecidos, inclusive os dos órgãos da reprodução (LUCY, 2001). A redução na expressão da manifestação do estro e na porcentagem de prenhez foi observada em vacas tratadas com r-bST (HEMKEN et al., 1991; LEFEBVRE e BLOCK, 1992). LUCY (2000) observou que a r-bST aumentou o número de folículos recrutados, estimulou seu desenvolvimento e controlou a função do corpo lúteo (CL). O mecanismo de ação da r-bST no ovário é por elevação das concentrações intrafoliculares do fator de crescimento semelhante à insulina - 1 (IGF-1), que estimula a proliferação e a esteroidogênese das células da granulosa em bovinos (GONG et al., 1994) e em ovelhas (MONGET et al., 1989;

MONGET e MONNIAUX, 1995). Em cabras lactantes não se observou nenhum efeito sobre a função ovariana e a atividade da hipófise (DRIANCOURT e DISENHAUS, 1997; CHADIO et al., 2002). Biotécnicas para induzir e sincronizar o estro em caprinos (FONSECA, 2002; MAFFILI et al., 2003) vêm sendo implementadas para maximizar tanto a produção de leite, quanto a eficiência reprodutiva. No entanto, estudos utilizando protocolos de curta duração quer sejam para sincronização, ou para indução do estro em cabras recebendo r-bST, são escassos.

Assim, os objetivos deste estudo foram avaliar os efeitos da aplicação de r-bST em cabras sobre a produção e os constituintes do leite, os metabólitos sanguíneos e os hormônios tireoideanos; afim de, acompanhar a dinâmica folicular, e determinar o perfil de progesterona durante um ciclo estral; e avaliar a resposta à sincronização do estro com CIDR (*Controlled Internal Drug Release*).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Somatotropina bovina (r-bST) e mecanismo de ação

A somatotropina é um peptídeo sintetizado pelas células acidófilas (somatotrofos) da parte distal da hipófise anterior. A hipófise bovina produz naturalmente quatro variedades da molécula de somatotropina bovina (bST), duas com 191 aminoácidos e duas com 190 aminoácidos. Uma das estruturas mais utilizadas no mundo possui 190 aminoácidos. A seqüência de aminoácidos do hormônio de crescimento (GH) da espécie bovina e a da ovina são similares (Warwick et al., 1989, citado por SPENCER et al., 1994).

A somatotropina (ST) é um hormônio homeorrético que controla a partição de nutrientes em vacas em lactação, envolvendo a coordenação de todos os nutrientes (carboidratos, lipídios, proteínas e minerais), (BAUMAN & McGUIRE, 1995).

O hipotálamo libera o hormônio liberador do hormônio do crescimento (GHRH), que estimula os somatotrófos da hipófise anterior, células secretoras do GH (ETHERTON & BAUMAN, 1998). Como o próprio nome diz, a bST ou o hormônio do crescimento em bovinos (bGH) afeta o crescimento animal. Contudo, sua atividade não se restringe aos animais em crescimento, estando também relacionada com os processos metabólicos e fisiológicos nos animais adultos.

A bST tem uma ação geral, sendo seus receptores estão em vários tecidos do corpo (LUCY et al., 1998). O local com maior quantidade de receptores é o fígado, onde a bST causa aumento da expressão do fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1) (ETHERTON & BAUMAN, 1998).

O fígado é a principal fonte endócrina do IGF-1, porém a maioria dos outros tecidos também contribui para o total de IGF-1 por produção local. A administração da r-bST em animais duplica os níveis de IGF-1 no sangue, associado às respostas metabólicas e fisiológicas e à maior produção de leite (BAUMAN, 1999).

A ação da somatotropina na glândula mamária e no ovário provavelmente não é devido à sua atuação direta nestes tecidos, como confirmada pelo reduzido número de

receptores para a bST (GONG et al., 1994; LUCY et al., 1994). Seu efeito é mediado pelas somatomedinas, principalmente o IGF-1, produzidas pelo hepatócitos (HADLEY, 1996).

2.2. Efeito da somatotropina bovina (r-bST) sobre a produção de leite

A atuação e a capacidade do GH em aumentar a produção de leite de bovinos leiteiros estão bem estabelecidas. A maior parte da literatura que diz respeito às propriedades galactopoiéticas do GH tem detalhado os efeitos em vacas, mas semelhantes respostas têm sido observadas em ovelhas e cabras. Nessas espécies, os tratamentos com GH têm menor duração (PROSSER et al., 1990).

A somatotropina estimula a produção de leite em ruminantes lactantes, e esse efeito galactopoiético é causado pelo aumento na capacidade sintética da glândula mamária (NIELSEN, 1988) e pela alteração na partição de nutrientes em favor da glândula mamária (BINES et al., 1980; BITMAN et al., 1984; MEPHAM et al., 1984).

A capacidade de síntese da glândula mamária é um fator determinante na produção de leite e está sob controle hormonal, diminuindo com o progresso da lactação (GALL, 1981). A bST tem sido considerada um hormônio capaz de estimular a capacidade de síntese durante a metade da lactação em cabras, quando normalmente a produção decresce (NIELSEN, 1988), podendo também modular sua persistência (BAUMAN, 1992; McFADDEN, 1997).

Mas, o mecanismo pelo qual a somatotropina aumenta a produção de leite ainda não é totalmente conhecido. A relação entre a concentração de somatotropina no soro e a produção de leite tem sido estudada e definida. O avançar da lactação é caracterizado pela diminuição da produção de leite, concomitantemente com a diminuição da concentração de somatotropina no sangue (POLITIS et al., 1990).

A ação do bST na glândula mamária é indireta, não há receptores de alta afinidade para a somatotropina na glândula mamária (GERTLER et al., 1983; AKERS, 1985). A administração de somatotropina exógena, no entanto, aumenta as concentrações do hormônio peptídeo, IGF-1 (fator de crescimento análogo à insulina), na circulação.

A somatotropina é conhecida por estimular a síntese hepática de IGF-1, que é o responsável pela maior parte do aumento na produção de leite promovido pela somatotropina (NIELSEN et al., 1990). Soro com IGF-1 elevado é o resultado da produção hepática aumentada (TURNER et al., 1988).

O IGF-1 seria o mediador do efeito galactopoiético da somatotropina na glândula mamária, embora esta substância possa estar anteriormente envolvida na regulação da partição dos nutrientes durante a lactação normal (NIELSEN et al., 1990).

Quando se usa o r-bST em formulação de liberação lenta, a curva de resposta da produção de leite segue uma tendência cíclica, atingindo um pico nos primeiros sete dias após a aplicação e gradativamente diminui até a próxima aplicação. Porém, a resposta ao r-bST varia consideravelmente, dependendo da espécie, do programa de tratamento, do estágio de lactação e do programa de nutrição (BALDI, 1999).

Em geral, estudos em ruminantes mostram que o tratamento com bST aumenta a produção leiteira a curto prazo (período imediato após injeção) e que também há efeito no decorrer da lactação a médio e longo prazos (BALDI, 1999; BARBOSA et al., 2002).

2.3. Efeito da somatotropina bovina (r-bST) sobre a composição do leite

A porcentagem dos constituintes do leite pode variar devido às características genéticas, à raça, ao estágio da lactação, à idade, à composição da dieta, à condição nutricional, ao meio ambiente e à estação do ano (BAUMAN, 1992). A suplementação de r-bST não ocasionou alterações na composição do leite quando as vacas estavam em balanço energético e protéico positivos, porém quando este era negativo a concentração de proteína no leite foi mantida ou diminuiu, e houve um aumento da concentração de gordura, principalmente de ácidos graxos de cadeia longa, os quais são característicos das reservas corporais (RICHARD et al., 1985; PEEL e BAUMAN, 1987).

Ovelhas tratadas com r-bST apresentaram aumento no teor de gordura no leite (FERNANDEZ et al., 1995), mas somente após a primeira aplicação de r-bST. KNIGHT et al. (1990), trabalhando com cabras e ovelhas, não detectaram mudança na porcentagem de gordura após tratamento com r-bST. Aumento na gordura do leite observado em vacas tratadas com r-bST, foi atribuído a um aumento de ácidos graxos de cadeia longa da reserva corporal, mobilizados quando a vaca estava em balanço energético negativo. DISENHAUS et al. (1995) observaram aumento de ácidos graxos de cadeia curta ou média no leite de cabras lactantes, particularmente duas semanas após a administração de r-bST.

Os efeitos do GH sobre proteína do leite (CHIOFALO et al., 1999; CHADIO et al., 2000; BARBOSA et al., 2002), lactose (CHADIO et al., 2000), e contagem de células somáticas (CCS) (BALDI et al., 2002) são conflitantes e de muita variação.

2.4. Somatotropina bovina (r-bST) e parâmetros metabólicos na espécie caprina

Estudos sobre a administração de r-bST em cabras em lactação são escassos e apresentam resultados sobre a produção, composição do leite e sobre os metabólitos sanguíneos (DISENHAUS et al., 1995).

Trabalhos com cabras em lactação tratadas com r-bST mostraram efeitos contraditórios na concentração de metabólitos como: β -hidroxibutirato, ácido graxos não-esterificado (NEFA), glicose e uréia (DISENHAUS et al., 1995; FERNANDEZ et al., 1997; CHADIO et al., 2000; BALDI et al., 2002). Estes metabólitos são usados preferencialmente para síntese de lipídios pela glândula mamária.

2.5. Somatotropina bovina recombinante (r-bST) sobre a reprodução

2.5.1. Ação da r-bST sobre os ovários

A ação da somatotropina no ovário provavelmente não é devido à sua atuação direta, como confirmada pelo reduzido número de receptores para a bST (GONG et al., 1994; LUCY et al., 1994). Seu efeito é mediado pelas somatomedinas, principalmente o IGF-1, produzidas pelo hepatócitos (HADLEY, 1996). Assim, a somatotropina atua nos órgãos reprodutivos em bovinos, no ovário ou no útero. Há maior número de receptores para a bST no CL (LUCY et al., 1993). Menores quantidades de receptores são observadas no folículo e no útero. A presença desses receptores indica que a bST pode atuar nesses tecidos, alterando suas funções. No entanto, maior ação é realizada pelo IGF-1. Esse fator é liberado pelo fígado, quando se administra r-bST. O IGF-1 tem receptores na superfície das células por todo o corpo, em vários tecidos, como nas áreas dos órgãos reprodutivos, inclusive folículos, corpo lúteo, tubas uterinas e útero (LUCY, 2000), e também nos embriões de bovinos. Após administração de GH em cabras lactantes não se observou seu efeito sobre a função ovariana dos animais (DRIANCOURT e DISENHAUS, 1997).

2.5.2. Ação da r-bST sobre os folículos ovarianos

Em caprinos podem ocorrer de uma a quatro ondas de crescimento folicular nos ovários durante um único ciclo estral (GINTHER e KOT, 1994). Poucos estudos utilizaram a ultra-sonografia para o acompanhamento e a caracterização da dinâmica folicular caprina. Relata-se maior prevalência de ciclos estrais com quatro ondas foliculares (GINTHER e KOT, 1994; De CASTRO et al., 1999). Essas ondas causam o desenvolvimento de um ou dois folículos pré-ovulatórios no final do ciclo.

A r-bST estimula a quantidade de folículos que entram na fase de recrutamento da onda folicular (LUCY, 2000). De modo geral, as vacas tratadas com r-bST têm recrutados duas vezes mais folículos. Essa resposta é observada tanto na primeira como na segunda onda folicular, estando provavelmente associada ao aumento da concentração de IGF-1 no sangue em vacas tratadas com r-bST. O IGF-1 atua de forma sinérgica com as gonadotropinas para estimular o crescimento folicular (LUCY, 2000). VANDERKOOI et al. (1995) observaram evidências de que o GH tem ação no controle do desenvolvimento e da diferenciação folicular. Injeções de bST em vacas de corte de raça européia induziram o aumento do número de folículos antrais com diâmetro entre 2 e 5 mm (GONG et al., 1991).

SCHEMM et al. (1990) não observaram diferenças na concentração plasmática de estradiol, no diâmetro dos folículos e no comprimento da onda folicular, em vacas, em lactação, tratadas ou não, com r-bST.

2.5.3. Ação da r-bST sobre o CL

O CL contém receptores tanto para a bST como para o IGF-1 (LUCY, 2000). Logo, existe potencial efeito da r-bST no CL, podendo ser estes efeitos diretos ou indiretos. *In vitro*, o IGF-1 estimula a função do CL e aumenta a produção de progesterona. A presença de receptores de bST no corpo lúteo e de IGF-1 nas células foliculares e luteais, estimulando a esteroidogênese, foi observada pela elevação das concentrações plasmáticas de progesterona (P_4) (KIRBY et al., 1997), estradiol e IGF-1 (PINTO ANDRADE et al., 1996).

MIYAMOTO et al. (1998) administraram GH em ovelhas e constataram que este foi mais potente que o LH na estimulação da liberação de P_4 *in vivo*, confirmando sua ação luteotrópica.

2.6. Dinâmica folicular ovariana na espécie caprina

2.6.1 Ciclo estral

O ciclo estral corresponde ao período delimitado por dois estro, onde um conjunto de eventos se repete sucessivamente.

A espécie caprina comporta-se como poliéstrica sazonal em latitudes superiores a 35°. A cabra depende do fotoperíodo, e sua atividade reprodutiva é estimulada pelo decréscimo da luminosidade do dia (fotoperíodo) e cessa gradualmente com o aumento

do número de horas de luz solar por dia, a partir do inverno. A estação de acasalamento comum é o outono.

Os ciclos estrais se sucedem a intervalos mais ou menos regulares (média de 21 dias). Cerca de 77% dos ciclos estrais são normais (17-25 dias); 14%, curtos (<17 dias); e 9%, longos (>25 dias).

Os sinais de estro evidenciados em cabras são: aumento na atividade e no estado de alerta (atenção); vocalizam com maior frequência e intensidade; andam por toda a extensão da baia com a cauda levantada, expondo a vulva hiperêmica, edematosa e contrátil com eliminação de muco; têm comportamento homossexual (uma cabra montando a outra); poliúria; diminuem a produção de leite; buscam orientação no sentido da posição dos machos; ficam inquietas; apresentam batimento lateral da cauda que vai de -60 a +35 horas relativas ao estro; e aumenta a -12 horas, atingindo o pico no estro. O batimento de cauda é a melhor característica para a identificação de animais em estro, que é definitivamente evidenciado pela imobilidade à monta (GORDON, 1997).

As características apresentadas pelo macho na detecção da fêmea em estro são: reflexo de flehmen, exposição da língua e do pênis e vocalização (CHEMINEAU, 1987).

2.6.2 Dinâmica folicular

Dinâmica folicular é o processo contínuo de crescimento e regressão de folículos que leva ao seu desenvolvimento pré-ovulatório no ovário. O crescimento folicular ocorre em ondas (GINTHER et al., 1989). Durante o ciclo estral ocorrem ondas de desenvolvimento folicular e em cada onda podem ser identificadas as fases de emergência, seleção ou divergência e dominância folicular (GINTHER et al., 1996).

Dentro de uma onda folicular ocorrem três fases: emergência (recrutamento), seleção (desvio) e dominância foliculares. Estas fases são controladas pelas gonadotropinas hipofisárias, hormônio folículo estimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH). Do ponto de vista hormonal relatam-se quatro estádios, de acordo com a atividade hormonal “predominante”: 1) gonadotropina independente; 2) FSH predominante; 3) FSH - LH dependente; e 4) LH predominante (GINTHER et al., 1996). Os esteróides ovarianos interagem com as gonadotropinas para regular a

dinâmica folicular. O FSH e o LH são os reguladores primários, porém os estádios iniciais da foliculogênese não são dependentes de gonadotropinas.

A emergência folicular é o processo pelo qual um grupo de folículos emerge, com estimulação gonadotrófica hipofisária suficiente (FSH predominante), para prosseguir seu caminho no sentido da ovulação ou atresia. Seleção é o processo pelo qual um único folículo é escolhido e continua a se desenvolver, com potencial para ovular (fase FSH-LH predominante). Dominância é o meio pelo qual o folículo selecionado domina os outros folículos da mesma onda, de forma a impedir o seu desenvolvimento (fase LH predominante; LUCY et al., 1992). O folículo ovulatório é formado a partir da última onda folicular do ciclo estral, ao passo que folículos dominantes de ondas anteriores entram em processo de atresia. Esta atresia é determinada pela presença de um CL ativo no ovário, com produção de P_4 . A P_4 exerce um efeito de retro-alimentação negativa sobre o eixo *hipotálamo-hipófise-ovariano*, reduzindo a amplitude e frequência dos pulsos de LH, inviabilizando os processos de maturação final do folículo e ovulação (GINTHER et al., 1996).

2.6.3 Corpo lúteo (CL)

O CL é uma glândula endócrina transitória formada a partir da parede do folículo de Graaf após a ovulação, por meio de um complexo mecanismo que envolve mudanças bioquímicas e morfológicas (FIELDS e FIELDS, 1996).

Embora o CL não seja formado até que a ovulação tenha ocorrido, eventos de desenvolvimento que transcorrem durante a fase FSH-dependente são essenciais para o funcionamento apropriado do CL subsequente. Dentre estes, a diferenciação das células da granulosa dependente de FSH é responsável não somente pela produção de estrógenos pelo folículo em maturação, mas também pela preparação das células da granulosa folicular para iniciarem rapidamente a produção de P_4 após a ovulação. Seguindo-se ao estímulo ovulatório, mas ainda antes da ovulação, há uma hipertrofia das células da granulosa e ativação nuclear. A importância do FSH sobre a função luteal, em virtude de seus efeitos sobre a diferenciação das células granulosa, foi demonstrada em estudos *in vivo* em primatas com distúrbios nos perfis normais de secreção de FSH durante as fases foliculares, e fases luteais caracterizadas por reduzida secreção de P_4 (ZELEZNIK e BENYO, 1994).

Em caprinos, o CL é requerido para manutenção da gestação (MEITES, 1951). Existem três tipos de células não-esteroidogênicas e dois tipos de células

esteroidogênicas (SHARMA e SHARMA, 1998). A presença de células luteais grandes (CLG) e pequenas (CLP) evidenciou sua origem a partir de células da granulosa e células da teca interna, respectivamente (NISWENDER e NETT, 1994).

A luteinização ocorre como resultado de grande elevação na concentração sérica de LH associada com a onda pré-ovulatória desse hormônio, culminando na ovulação (NISWENDER e NETT, 1994; DAVIS et al., 1996). Com o rompimento da membrana basal após a ovulação, os vasos sanguíneos, oriundos da teca interna, proliferam, alcançando a cavidade do folículo rompido, irrigando as células da granulosa, antes avascularizadas (HANSEL e BLAIR, 1996). A neovascularização é tão extensa que as células luteais parecem estar em justaposição com um capilar sanguíneo (FIELDS e FIELDS, 1996), fenômeno já evidenciado em caprinos (SHARMA e SHARMA, 1998). Com isto, as células da teca interna e da granulosa diferenciam-se em CLP e CLG, respectivamente (FIELDS e FIELDS, 1996).

2.7. Sincronização de estro

2.7.1. Agentes luteolíticos e progestágenos

A sincronização do estro é geralmente alcançada pela redução da fase luteal e pela utilização de prostaglandina ou de seus análogos sintéticos, como o cloprostenol, estendendo artificialmente com o uso de progestágenos, ou ainda pela associação destes. A utilização de prostaglandina culmina com alto grau de animais em estro, porém de forma assíncrona, o que inviabiliza a sua utilização em programas de IA em tempo fixo. Com base neste fato têm sido utilizados progestágenos. A sincronização por meio de progestágenos baseia-se na manutenção do dispositivo de liberação lenta por tempo que, em geral, varia de 5 a 20 dias (FONSECA, 2002). Existem dois tipos de dispositivos intravaginais para uso em caprinos, o Controlled Internal Drug Release (CIDR), composto de uma matriz sólida impregnada com 0,3 mg de progesterona natural e as esponjas intravaginais, impregnadas com análogos sintéticos de progesterona.

Os tratamentos de sincronização do estro consistem na sua indução (prostaglandinas) ou seu bloqueio (progestágenos), de maneira sincronizada entre os animais. A queda na concentração de progesterona permite o desencadeamento dos fenômenos no eixo hipotalâmico-hipofisário-ovariano, que levarão ao estro e à ovulação (GONÇALVES et al., 2001).

2.7.2. Protocolos de sincronização

2.7.2.1. Uso de agentes luteolíticos

Uma vez caracterizada a prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$) como fator luteolítico, iniciou-se a produção de análogos sintéticos. Estes são menos onerosos que a $\text{PGF}_{2\alpha}$ natural e têm o mesmo efeito, com doses menores. Quando se administra $\text{PGF}_{2\alpha}$ os animais apresentam o estro dentro de 3-4 dias, porém a eficácia do tratamento depende do estado de funcionalidade do corpo lúteo (CL) (RUBIANES et al., 1999).

Para melhorar a sincronização do estro utilizando dupla aplicação de $\text{PGF}_{2\alpha}$, administra-se a primeira dose a todos os animais, e aqueles que possuem um CL sensível responderão com uma ovulação em 2-3 dias e formação de um novo CL. Ao administrar a segunda dose 9-12 dias após a primeira, tanto os animais que responderam à primeira aplicação como aqueles que não responderam, terão um CL sensível, sendo obtida uma porcentagem de 100% de resposta estral (RUBIANES et al., 1999). BECK et al. (1993) compararam o tratamento com aplicações duplas (125 µg de cloprostenol), a intervalos de 11 dias, e observaram manifestação de estro em 100% das ovelhas.

2.7.2.1. Uso de tratamentos com progestágenos

A progesterona e seus análogos sintéticos para controlar o ciclo estral são utilizados desde a década de 1950. A técnica tem como fundamento sua função inibitória sobre o eixo hipotalâmico hipofisário. Ao final do tratamento, a retirada do dispositivo faz com que esta inibição cesse e, com isto, ocorre a manifestação do estro e da ovulação.

Existem várias marcas de esponjas, com diferentes progestágenos como: a medroxiprogesterona (MAP) e a fluorogestona (FGA), em doses de 60 e 30-40 mg, respectivamente.

Para indução ou sincronização do estro recomenda-se que o dispositivo, esponjas intravaginal ou CIDR, permaneça na vagina da cabra de 14 a 17 dias, embora bons resultados tenham sido obtidos com a utilização do produto por períodos de 18 a 21 dias (GREYLING & van der NEST, 2000) ou mesmo 5, 7 ou 12 dias (RUBIANES, 1998). Estudos recentes demonstraram que a inserção de dispositivos por curto período (5 a 6 dias) é uma alternativa efetiva aos protocolos tradicionais para sincronização de estro (MENCHACA & RUBIANES, 2001; MAFFILI, 2004).

2.7.2.1. Uso de progestágenos associados com agentes luteolíticos

O uso de um tratamento com progestágeno de curta duração, inferior à duração da fase luteal, requer a utilização de um agente luteolítico, durante o tratamento com progestágeno, a fim de levar à destruição de um eventual corpo lúteo.

MAFFILI (2004) observou que 88,9 % das cabras manifestaram estro sincronizado num estudo em que foram utilizados esponjas intravaginais ou CIDR por cinco, dias associados com 50 µg de prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$) no momento da inserção.

2.7.2.1. Uso de progestágenos associados com estradiol

Antes da descoberta das propriedades luteolíticas da prostaglandina foi observado que o estradiol promovia a regressão luteal (WILTBANK, 1961, citado por MAPLETOFT et al., 2000). Estudos posteriores demonstraram que além do efeito luteolítico, o estradiol apresentava a capacidade de promover a atresia folicular (ENGELHART et al., 1989; BO et al., 1995), por suprimir a secreção de gonadotropinas, especialmente quando administrado na presença de concentrações luteais de progesterona. A utilização do 1 mg de cipionato de estradiol no momento da inserção dos dispositivos (esponjas intravaginais e CIDR), que permaneceram por sete dias, mostrou-se eficiente em sincronizar a emergência da onda folicular (MAFFILI, 2004).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKERS, R. M. Lactogenic hormones: binding sites mammary growth, secretoty cell differentiation and milk biosynthesis in ruminants. **J. Dairy Sci.**, v. 68, p. 501, 1985.
- BALDI, A. Manipulating of milk production and quality by use of somatotropin in dairy ruminants other than cows. **Dom. Anim. Endocrinol.**, v. 17, p. 131-137, 1999.
- BALDI, A.; MODINA, S.; CHELI, F.; GANDOLFI, F. PINOTTI, L. et al. Bovine somatotropin administration to dairy goats in late lactation: **J. Dairy Sci.**, v. 85, p. 1093-1102, 2002.
- BARBOSA, P. G.; GONÇALVES, H. C.; WECHSLER, F. S. et al. Uso da somatotropina bovina recombinante – r-bST como alternativa para produção de leite de cabra na entressafra. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 31, n. 5, p. 2011-2023, 2002.
- BAUMAN, D. E. Bovine somatotropin: review of emerging animal technology. **J. Dairy Sci.**, v. 12, p. 3432-3451, 1992.
- BAUMAN, D. E. Bovine somatotropin and lactation: from basis science to commercial application. **Dom. Anim. Endocrinol.**, v. 17, p. 101-116, 1999.
- BAUMAN, D. E.; McGUIRE, M. A. Paradox of BST: Why cows don't burn out. Wisconsin: 4-State apllied: Nutrition and management conference, Agosto, 1995. Disponível em: <http://www.monsanto.com/dairy/att2.html>.
- BAUMAN, D. E., EPPARD, P. J., DE GUTER, M. J. et al. Responses of high producing dairy cow to long-term treatment with pituitary somatotropina and recombinant somatotropina. **J. Dairy Sci.**, v. 68, n. 6, p. 1352-1362, 1985.
- BECK, N. F. G.; DAVIES, B.; WILLIAMS, S. P. Oestrous synchronization in ewes—the effect of combining a prostaglandin analogue with a 5-day progestagen treatment. **Anim. Prod.**, v. 56, p. 207-210, 1993.
- BINES, J. A., HART, I. C., MORANT, S. V. Endocrine control of energy metabolism in the cow: the effect on milk yield and levels of some blood constituents of injecting growth hormone and growth hormone fragments. **Br. J. Nutr.**, v. 43, p. 179-188, 1980.
- BITMAN, J.; WOOD, D. L.; TYRREL, H. F.; BAUMAN, D. E.; PEEL, C. J. Blood and milk lipid responses induced by growth hormone administration in lactating cows. **J. Dairy Sci.**, v. 67, p. 2873-2880, 1984.
- BO, G. A., ADAMS, G. P., CACCIA, M., MARTINEZ, M., PIERSON, R. A., MAPLETOFT, R. J. Ovarian follicular wave emergence after treatment with progestogen and estradiol in cattle. **Anim. Reprod. Sci.**, v. 39, p. 193-204, 1995.
- CHADIO, S. E.; MENEGATOS, J.; ZERVAS, G. et al. Pituitary responsiveness to gonadotropin- and thyrotropin-releasing hormones in goats treated with recombinant bovine somatotropin. **Small Rumin. Res.**, v. 46, p. 149-157, 2002.
- CHEMINEAU, P. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats – a review. **Livest. Prod. Sci.**, v. 17, p. 135-147, 1987.
- DE CASTRO, T., RUBIANES, E., MENCHACA, A., RIVERO, A. Ovarian dynamics, serum estradiol and progesterone concentrations during the interovulatory interval in goats. **Theriogenology**, v. 52, p. 399-411, 1999.
- DISENHAUS, C.; JAMMES, H.; HERVIEU, J. et al. Effects of recombinant bovine somatotropin on goat milk yield, composition and plasma metabolites. **Small. Rumin. Res.**, v. 15, p. 139-148, 1995.
- DRIANCOURT, M. A.; DISENHAUS, C. Lack of effects of growth hormone administration on ovarian function of lactating goats. **Anim. Reprod. Sci.**, v. 46, p. 123-132, 1997.

- ENGELHART, H., WALTON, J. S., MILLER, R. B., KING, G. J. Estradiol induced blockade of ovulation in the cow: effect of luteinizing hormone release and follicular fluids steroids. **Biol. Reprod.**, v. 40, p. 1287-1297, 1989.
- ETHERTON, T. D., BAUMAN, D. E. Biology of somatotropin in growth and lactation of domestic animals. **Physiol. Rev.**, v. 78, p. 745-761, 1998.
- FERNANDEZ, N.; RODRIGUEZ, M.; PERES, C.; BARCELO, M.; MOLINA, M. P.; TORRES, M.P. Bovine somatotropin dose titration in lactating dairy ewes. **J. Dairy Sci.**, v. 78, p. 1073-1082, 1995.
- FIELDS, M. J., FIELDS, P. A. Morphological characteristics of the bovine corpus luteum during the estrous cycle and pregnancy. **Theriogenology**, v. 46, p. 1295-1326, 1996.
- FONSECA, J. F. **Controle e perfil hormonal do ciclo estral e performance reprodutiva de cabras Alpinas e Saanen**. Viçosa - MG: UFV, 2002. 122 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- GALL, C. Milk production. In: GALL, C. **Goat production**. New York, Academic Press, p. 309-344, 1981.
- GALLO, L.; BAILONI, L.; SCHIAVON, S. Effect of sow-release somatotropina on the pattern of milk yield between and within injection intervals. **J. Dairy Sci.**, v. 80, p. 46-51, 1997.
- GERTLER, A.; COHEN, N.; MAOZ, A. Human growth hormone but not ovine or bovine growth hormones exhibit galactopoietic prolactin-like activity in organ culture from bovine lactating mammary gland. **Mol. Cell. Endocrinol.**, v.33, p.162, 1983.
- GINTHER, O. J., KNOPF, L., KASTELIC, J. P. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two or three follicular waves. **J. Reprod. and Fertil.**, v. 87, p. 223-230, 1989.
- GINTHER, O. J., KOT, K. Follicular dynamics during the ovulatory season in goats. **Theriogenology**, v. 42, p. 987-1001, 1994.
- GINTHER, O. J., WILTBANK, M. C., FRICHE, P.M., GIBBONS, J.R., KOT, K. Selection of the dominant follicle in cattle. **Biology Reprod.**, v. 55, p. 1187-1194, 1996.
- GONG, J. G.; BRAMLEY, T.; WEEB, R. The effect of recombinant bovine somatotropin on ovarian function in heifers: follicular populations and peripheral hormones. **Biol. Reprod.**, v. 45, p. 941-949, 1991.
- GONG, J. G.; McBRIDE, D.; BRAMLEY, T. A. et al. Effects of recombinant bovine somatotropin, insulin-like growth factor-1 and insulin on bovine granulosa cell steroidogenesis in vitro. **J. Endocrinol.**, v. 143, p. 157-164, 1994.
- GONÇALVES, P. B. D.; FIGUEIREDO, J. R.; FREITAS, V. J. F. **Biotécnicas aplicadas à reprodução animal**. São Paulo - SP: Varela (Ed.), 2001, 303p.
- GORDON, I. **Controlled reproduction in sheep and goats**. Cambridge, UK: University Press, 1997. p. 62.
- GREYLING, J. P. C., VAN DER NEST, M. Synchronization of oestrus in goats: dose effect of progestagen. **Small Ruminant Research**, v. 36, p. 201-207, 2000.
- HADLEY, M. E. Pituitary hormones. In: HADLEY, M. E. (Ed). **Endocrinology**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996. Cap.3.
- HAMMOND, J. M., MONDSCHIEIN, J. S., SAMARAS, S. E., SMITH, S. A., HAGEN, D. R. The ovarian insulin-like growth factor system. **J. Reprod. Fertil.** (suppl. 43), p.199, 1991.
- HEMKEN, R. W., HARMON, R. J., SILVIA, W. J. Effect of dietary energy and previous bovine somatotropina on milk yield, mastitis and reproduction in dairy

- cows. **J. Dairy Sci.**, v. 74, n. 12, p. 4265-4272, 1991.
- KIRBY, C. J.; WILSON, S. J.; LUCY, M. C. Response of dairy cows treated with bovine somatotropin to a luteolytic dose of prostaglandin F_{2α}. **J. Dairy. Sci.**, v. 80, p. 286-294, 1997.
- KNIGHT, C. H.; FOWLER, P. A.; WILDE, C. J. Galactopoietic and mamogenic effects of long-term treatment with bovine growth hormone and thrice daily milking in goats. **J. Endocrinol.**, v. 127, p. 129-138, 1990.
- LEFEBVRE, D. M.; BLOCK, E. Effect of recombinant bovine somatotropina on estradiol-induce estrous behaviour in ovariectomized heifers. **J. Dairy Sci.**, v. 75, n. 6, p. 1461-1464, 1992.
- LUCENA, J. A.; VASCONCELOS, V. R.; CARVALHO, F. F. R. et al. Efeito da somatotropina bovina recombinante (BST) sobre a produção de leite de cabras Saanen e Anglo Nubiana. In: XXXIX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Recife, CD-ROOM, 2002.
- LUCY, M. C. Regulation of ovarian follicular growth by somatotropin and insulin-like growth factors in cattle. **J. Dairy. Sci.**, v. 83, p. 1635-1647, 2000.
- LUCY, M. C. Expectativas de índices reprodutivos em vacas leiteiras tratadas com somatotropina bovina. In: V CURSO DE NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS. Uberlândia – MG, p. 47-55, 2001.
- LUCY, M. C.; BOYD, C. K.; KOENIGSFELD, A. T.; OKAMURA, C. S. Expression of somatotropin receptor messenger ribonucleic acid in bovine tissues. **J. Dairy. Sci.**, v. 81, p. 1889-1895, 1998.
- LUCY, M. C.; BYATT, J. C.; CURRAN, T. L.; CURRAN, D. F.; COLLIER, R. J. Placental lactogen and somatotropin: hormone binding to the corpus luteum and effects on the growth and functions of the ovary in heifers. **Biol. Reprod.**, v. 50, p. 1136-1144, 1994.
- LUCY, M. C.; COLLIER, R. J.; KICHELL, M. L.; DIBNER, J. J.; HAUSER, S. D.; KRIVI, G. G. Immunohistochemical and nucleic acid analysis of somatotropin receptor populations in the bovine ovary. **Biol. Reprod.**, p. 1219-1227, 1993.
- LUCY, M. C.; SAVIO, J. D.; BADINGA, L.; DE LA SOTA, R. L.; THATCHER, W. W. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. **J. Anim. Sci.**, v. 70, p. 3615-3626, 1992.
- MAFFILI, V. V. **Caracterização de protocolos visando à máxima eficiência reprodutiva em caprinos**. Viçosa - MG: UFV, 2004. 118 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- MAFFILI, V. V.; FONSECA, J. F.; BRUSCHI, J. H.; PONTES, R. A. M.; VIANA, J. H. M.; PROSPERI, C. P.; MORAES, E. A. Intervalo estro ovulação, número de ovulações, diâmetro do folículo ovulatório de cabras da raça Saanen sincronizadas com diferentes dispositivos intravaginais. In: XVII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE EMBRIÕES – SBTE, 2003, Beberibe - CE. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.31 (Suplem.), p.444, 2003.
- MAPLETOFT, R. J.; BO, G. A.; ADAMS, G. P. Avanços na manipulação do ciclo estral de doadoras e receptoras nos programas de transferência de embriões em bovinos. In: XV REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE EMBRIÕES, 15, 2000, Rio Quente. **Anais...** Rio Quente: Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões, 2000. p. 24-51.
- Mc FADDEN, T. B. Prospects for improving lactational persistency. In: Welch RAS, Burns D., Davis S.R., Popay A.I., Prosser C.G., (Ed). **Milk composition**,

- production and biotechnology.** New York: CAB International, p. 319, 1997.
- MEITES, J., WEBSTER, H. D., YOUNG, F. W., THORP JR., F., HATCH, R. N. Effects of corpora lutea removal and replacement with progesterone on pregnancy in goats. **J. Anim. Sci.**, v. 10, n. 2, p. 411-416, 1951.
- MENCHACA, A.; RUBIANES, E. Effect of high progesterone concentrations during the early luteal phase on the length of the ovulatory cycle of goats. **Anim. Reprod. Sci.**, v. 68, p. 69-76, 2001.
- MEPHAM, T.B.; LAWRENCE, S.E.; PETERS, A.R.; HART, I.C. Effects of exogenous growth hormone on mammary function in lactating goats. **Horm. Metabol. Res.**, v.16, p.248-253, 1984.
- MIYAMOTO, A.; TAKEMOTO, K.; ACOSTA, T. J. Comparative activities of growth hormone and luteinizing hormone in direct stimulation of local release of progesterone from microdialyzed ovine corpora lutea *in vivo*. **Reprod. and Developm.**, v. 44, p. 273-280, 1998.
- MONGET, P.; MONNIAUX, D. Growth factors and the control of folliculogenesis. **J. Reprod. Fert. Suppl.**, v. 49, p. 321-333, 1995.
- MONGET, P.; MONNIAUX, D.; DURAND, P. Localization, characterization and quantification of insulin like growth factor 1 binding sites in the ewe ovary. **Endocrinology**, v. 125, p. 2489-2493, 1989.
- NIELSEN, M. O. Effect of recombinantly derived bovine somatotropina on mammary gland synthetic capacity in lactating goats. **J. Anim. Physiol. and Anim. Nutrit.**, v. 59, p. 263-272, 1988.
- NIELSEN, M. O.; SKAKKEBAEK, N. E.; GIWERCMAN, A. Insulin-like growth factor 1 (somatomedin C) in goats during normal lactation and in response to somatotropin treatment. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 95, p. 303-306, 1990.
- NISWENDER, G. D., NETT, T. R. **The physiology of reproduction.** New York: Raven Press Ltd., 1994. v. 1, p. 781-815: Corpus luteum and its control in infraprimates species.
- PEEL, C.J.; BAUMAN, D. E. Somatotropin and lactation. **J. Dairy Sci.**, v. 70, p. 474-486, 1987.
- PEEL, C. J.; FRONK, T. G.; BAUMAN, D. E.; GOREWIT, R. C. Effect of exogenous growth hormone in early and late lactation on lactational performance of dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v. 66, p. 776-782, 1983.
- PINTO ANDRADE, L.; RHIND, S. M.; WRIGHT, I. A. Effects of bovine somatotrophin (bST) on ovarian function in post-partum beef cows. **Reprod. Fertil. Developm.**, v. 8, p. 951-960, 1996.
- POLITIS, I.; BOLCK, E.; TURNER, J. D. Effect of somatotropin on the plasminogen and plasmin system in the mammary gland: proposed mechanism of action for somatotropin on the mammary gland. **J. Dairy Sci.**, v. 73, p. 1494-1499, 1990.
- PROSSER, C. G.; FLEET, I. R.; HART, I. C. et al. Changes in concentration of insulin-like growth factor-1 (IGF-1) in milk during bovine growth hormone treatment in the goat. **J. Endocrinol.**, v. 65, p. 112, Supplement 1 (abstract), 1990.
- RICHARD, A. L.; McCUTCHEON, S. N.; BAUMAN, D. E. Responses of dairy cows to exogenous bovine growth hormone administered during early lactation. **J. Dairy Sci.**, v. 68, n. 9, p. 2385-2389, 1985.
- RUBIANES, E.; CASTRO, T.; KMAID, S. Estrus response after a short progesterone priming in seasonally anestrous goats. **Theriogenology**, v. 49, p. 356, 1998.
- RUBIANES, E.; UNGERFELD, R., De CASTRO, T. Inducción y sincronización de celos en ovejas y cabras". *Tercer Simposio Internacional de Reproducción Animal*, Córdoba, Argentina, 1999.

- SCHEMM, S. R.; DEEVER, D. R.; GRIEL, J. R. Effects of recombinant bovine somatotropin on luteinizing hormone and ovarian function in lactating dairy cows. **Biol. Reprod.**, v. 42, p. 815-821, 1990.
- SHARMA, R. K., SHARMA, M. Corpus luteum spurium of goat. **Ind. J. Anim. Sci.**, v. 68, n. 2, p. 150-152, 1998.
- SPENCER, G. S. G.; SCHURMANN, A.; BERRY, C.; WOLFF, J. E. Effects of growth hormone alone and in combination with RALGRO (Zeranol) in lambs. **J. Anim. Sci.**, v. 61(Suppl.1), p. 249-250 (Abstr.), 1985.
- STELWAGEN, K.; GRIEVE, D. G.; WALTON, J. S.; BALL, J. L.; MCBRIDE, B. W. Effect of prepartum bovine somatotropin in primigravid ewes on mammogenesis, milk production, and hormone concentrations. **J. Dairy Sci.**, v. 76, p. 992-1001, 1993.
- TURNER, J. D.; ROTWEIN, P.; NOVAKOFSKI, J. et al. Induction of messenger RNA encoding insulin-like growth factors I and II during growth hormone stimulated skeletal muscle hypertrophy. **Am. J. Physiol.**, p. 255, 1988.
- VANDERDOOL, W. K.; VANDERHAAR, M. J.; SCHARMA, B. K. Comparison of growth hormone-releasing factor and somatotropin: the somatotropic axis in lactating primiparous cows. **J. Dairy Sci.**, v. 78, p. 2140-2149, 1995.
- VICENTE, M. V. **Lactotropin, somatotropina bovina 500mg, Manual técnico**. São Paulo: Monsanto, 1995, 46 p.
- ZELEZNIK, A. J., BENYO, D. F. **The physiology of reproduction**. New York: Raven Press Ltd., 1994. v. 1, p. 762-763.

Produção e composição do leite, metabólitos sangüíneos e hormônios de cabras da raça Toggenburg em lactação, tratadas com somatotropina bovina recombinante

RESUMO - Estudou-se a influência da somatotropina bovina recombinante (r-bST) em cabras no final da lactação sobre a produção de leite, os seus constituintes e os metabólicos sangüíneos e hormônios. Foram utilizados 24 animais da raça Toggenburg, divididos em dois tratamentos: T1 (n=12) correspondeu à aplicação de 250 mg de r-bST, a cada 14 dias (num total de quatro aplicações); e T2 (n=12), à aplicação de solução salina (controle). O tratamento com r-bST não aumentou ($P>0,05$) a produção de leite, e nem os teores de gordura, proteína e extrato seco. A porcentagem de lactose dos animais tratados foi maior ($P<0,05$) que a do controle $4,47 \pm 0,2$ para T1 versus $4,34 \pm 0,2$ % para T2; e a CCS foi menor ($P<0,05$) que dos animais controle, $681,1 \pm 689,9$ células para T1 *versus* $947,5 \pm 610,9$ células para T2, após tratamento com r-bST. A administração da r-bST aumentou as concentrações séricas de NEFA e reduziu as concentrações de uréia nos animais de T1 *versus* os de T2 ($309,67 \pm 169,62$ x $247,34 \pm 126,38$ mEq/L e $86,84 \pm 33,81$ x $121,16 \pm 42,57$ mg/dL; respectivamente, $P<0,05$). A r-bST reduziu as concentrações de colesterol total e HDL nos animais de T1 *versus* os de T2 ($82,46 \pm 19,25$ x $89,29 \pm 23,66$ mg/dL e $155,95 \pm 19,67$ x $177,67 \pm 32,79$ mg/dL; respectivamente, $P<0,05$). As concentrações de albumina, glicose, proteínas totais, BOHB e tiroxina não foram influenciadas pelo tratamento ($P>0,05$). O peso e o escore corporal não foram afetados pelo tratamento ($P>0,05$). Concluiu-se que a r-bST aumentou os teores de lactose, reduziu os da CCS em cabras lactantes e promoveu alterações dos parâmetros metabólicos.

Palavras-chaves: Caprinos, metabólitos, produção e composição do leite.

Milk yield and composition, metabolites and hormonal parameters of goats of the Toggenburg breed in lactation treated with recombinant bovine somatotropin

ABSTRACT – The effects of the recombinant bovine somatotropin (r-bST) was studied in goats in late lactation on the production and composition of goat milk and the metabolic and hormonal serum profile. Twenty-four Toggenburg goats were used and divided in two treatments: T1(n=12) received the injection of 250µg of r-bST, every 14 days (four injections), and T2 (n=12) injections of saline solution (controls). Treatment with r-bST did not increase ($P>0.05$) the milk yield, fat, protein and dry extract ($P>0.05$) compared with controls. The percentage of lactose from treated animals was higher than the control on (4.47 ± 0.2 for T1 vs 4.34 ± 0.2 % for T2; $P<0.05$), and CCS decreased (681.1 ± 689.9 for T1 vs 947.5 ± 610.9 % for T2; $P<0.05$) after treatment with r-bST. Injections of r-bST increased NEFA concentration (309.67 ± 169.62 for T1 vs 247.34 ± 126.38 mEq/L for T2; $P<0.05$), and reduced urea concentration (86.84 ± 33.81 for T1 vs 121.16 ± 42.57 mg/dL for T2 animals; $P<0.05$). Total cholesterol and HDL levels reduced by r-bST treatment (82.46 ± 19.25 for T1 x 89.29 ± 23.66 mg/dL for T2 e 155.95 ± 19.67 for T1 x 177.67 ± 32.79 mg/dL for T2, $P<0.05$). The albumin, glucose, total proteins, BOHB and thyroxine concentration remained unchanged by the treatment ($P>0.05$). Weigh and corporal score was not affected by the treatment ($P>0.05$). The r-bST administration increased lactose percentage, reduced of CCS in goats and produce alterations on the metabolic serum parameters.

Keywords: Goat, metabolite, milk yield, milk composition, somatotropin.

Introdução

A capacidade do hormônio do crescimento (GH) de aumentar a produção de leite em ruminantes lactantes tem sido bem estabelecida. A maior parte da literatura sobre as propriedades galactopoiéticas do GH tem detalhado os efeitos em vacas (BAUMAN, 1992; BURTON et al., 1994). Resposta semelhante tem sido relatada para ovelhas e cabras, mas os resultados em termos de produção são poucos (NIELSEN, 1988; DAVIS et al., 1989; FERNANDEZ et al., 1995). Embora, os estudos desenvolvidos nestas duas espécies tenham tido menor duração (PROSSER et al., 1991).

Os mecanismos envolvidos no efeito galactopoiético do GH podem ser classificados em três tipos: 1) incremento na capacidade sintética da glândula mamária (NIELSEN, 1988) – ação mediada pela somatomedina mais específica, o IGF-1, pois o tecido mamário não possui receptores para a somatotropina (PROSSER e MEPHAM, 1989); 2) alteração, em favor da glândula mamária, na utilização de nutrientes e mobilização de substratos que fornecem nutrientes essenciais para a síntese do leite (SODERHOLM et al., 1988) e 3) aumento preferencial no fluxo sanguíneo para a glândula mamária (MEPHAM et al., 1984).

A r-bST é biologicamente ativa em ovelhas (BAUMAN, 1992) e, em cabras, estudos com r-bST são limitados e poucos têm relatado seus efeitos sobre composição do leite e dos metabólitos sanguíneos (KNIGHT et al., 1990; PROSSER et al., 1991; DISENHAUS et al., 1995).

Assim, o objetivo foi estudar a influência da r-bST sobre a produção e os constituintes do leite, metabólitos sanguíneos e hormônios de cabras da raça Toggenburg em lactação.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido de maio a julho de 2003, a 21°35' de latitude sul e 43°15' de longitude leste, altitude média de 435 m, clima Cwa, segundo a classificação de Köpen (inverno seco e verão úmido) com temperatura média anual de 21° C e precipitação pluviométrica média anual de 1.581 mm³.

Foram utilizadas 24 cabras ($98,8 \pm 1,92$ dias de lactação) da raça Toggenburg, sendo 12 multíparas (M), pesando em média $49,1 \pm 5,7$ kg e escore da condição

corporal (escala de 1 a 5) de $3,1 \pm 0,5$, e 12 primíparas (P), pesando $41,2 \pm 5,6$ kg e escore de $3,7 \pm 0,8$.

Os animais foram mantidos em confinamento, recebendo água *ad libitum* e dieta formulada para suprir as exigências nutricionais de cabras no terço médio da lactação, segundo NRC (1981). O volumoso utilizado foi capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) picado, e o concentrado foi constituído por milho, farelo de soja, farelo de girassol e mistura mineral.

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois tratamentos (T): no T1 (6M e 6P) as cabras pesavam em média $44,8 \pm 6,0$ kg e tinham condição corporal de $3,3 \pm 0,8$, tendo recebido quatro injeções de 250 mg de r-bST (sometribove¹), por via subcutânea, a intervalos de 14 dias, na prega cutânea lateral da raiz da cauda, alternando-se os lados esquerdo e direito, a cada injeção; no T2 (6M e 6P) as cabras pesavam em média $45,5 \pm 7,7$ kg e com condição corporal de $3,5 \pm 0,7$, tendo recebido injeções de solução salina (controle).

Durante todo período experimental, a produção de leite foi pesada diariamente, às 7 e 16 horas (manejo de duas ordenhas diárias). As amostras de leite foram coletadas semanalmente para análise de seus constituintes (contagem de células somáticas – CCS, extrato seco – ES, gordura, lactose e proteína), e enviadas para análises no Laboratório de Qualidade do Leite do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (Embrapa – Gado de Leite). Os animais tiveram sua pesagem e mensuração da condição corporal realizadas a cada 30 dias.

Coletou-se sangue semanalmente, a partir da primeira aplicação da r-bST, após a ordenha e antes da aplicação da r-bST, por punção da veia jugular, em tubos de coleta à vácuo de 10 mL, sem solução anticoagulante, para análise de hormônio (tiroxina – T4) e metabólitos (albumina, ácidos graxos não-esterificados - NEFA, β -hidroxibutirato - BOHB, proteínas totais, colesterol total e HDL). A análise da glicose foi realizada com solução anticoagulante de fluoreto de sódio. As amostras foram centrifugadas a 1.000 x G, por 15 minutos, para separação do plasma ou soro, e depois acondicionadas em tubetes de plástico, identificadas e armazenadas a -18° C.

As análises dos metabólitos e da tiroxina foram realizadas com a utilização de kits comerciais², no Laboratório de Reprodução Animal do DZO e no Laboratório de

¹ Lactotropin: 500 mg de Sometribove – Elanco.

² β -hidroxibutirato – Sigma Diagnostic – Sigma Chemical Company – USA.
Proteínas Totais, Albumina, Uréia – Doles Reagentes e Equipamentos para Laboratório Ltda.
Colesterol Total, HDL – Laborlab.

Proteínas do Bioagro – UFV, adotando a metodologia enzimática e de radioimunoensaio (RIA) em fase sólida, respectivamente, conforme as recomendações dos fabricantes.

Na análise estatística foi utilizado o programa SAEG 8.0 (UFV, 1997). A variável ordem de parto foi corrigida. Os dados foram analisados por análises de variâncias e as médias foram comparadas, utilizando-se o teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro.

Resultados e Discussão

Os resultados de produção e constituintes do leite relativos aos tratamentos 1 e 2 são apresentados na Tabela 1. Observou-se que a produção de leite não diferiu ($P>0,05$) entre os animais dos tratamentos, embora o aumento na produção de leite de cabras tratadas com r-bST tenha se mostrado consistente na literatura, na ordem de 8,0 a 28,6% (NIELSEN, 1988; DISENHAUS et al., 1995; CHADIO et al., 2000). Neste estudo, não houve aumento na produção de leite, em decorrência da grande quantidade de r-bST administrada, em comparação ao trabalho de CHADIO et al. (2000), que administraram 160 mg de r-bST.

Não houve diferença ($P>0,05$) entre os animais dos tratamentos (Tabela 1) sobre o teor de gordura, extrato seco e proteína do leite corroborando os dados de BALDI (1999) e BALDI et al. (2002), que não observaram alteração na porcentagem de gordura no leite de cabras Saanen tratadas com r-bST. BARBOSA et al. (2002) não verificaram efeito do tratamento com r-bST sobre os teores de gordura, extrato seco e proteína do leite em cabras da raça Alpina, a partir dos 45 dias de lactação e CHADIO et al. (2000) também não observaram efeito da bST nos animais tratados, quanto à porcentagem de proteína do leite. O efeito do GH sobre a proteína do leite é contravertido, pois mudanças na composição do leite podem variar com o *status* energético do animal. Vacas em balanço energético positivo (BEP), não ocorre mudança na porcentagem de proteína e gordura do leite (OLDENBROEK e GARSSSEN, 1992).

Houve aumento de 2,91% nos teores de lactose ($P<0,05$) no leite dos animais tratados com a r-bST (Tabela 1), o que também foi constatado por STELWAGEN et al. (1993) e CHADIO et al. (2000). Aumento este provavelmente devido ao maior

Glicose – Bioclin – Quibasa Química Básica Ltda.

Nefã – Wako Chemicals – USA.

Tiroxina - Coat-a-count progesterone Kit – DPC – Diagnostic Product Co., Los Angeles, CA, USA.

transporte de glicose para dentro das células mamárias, relacionadas às propriedades diabetogênicas do GH (HART et al., 1985).

Tabela 1 - Produção média semanal de leite, gordura, proteína, lactose, extrato seco e CCS do leite, de cabras lactantes da raça Toggenburg, tratadas com r-bST (média $\pm$ DP)

Itens	r-bST	Controle	CV (%)
Produção (kg/semana)	9,00 $\pm$ 3,0	8,86 $\pm$ 3,0	34,04
Gordura (%)	4,44 $\pm$ 0,8	4,39 $\pm$ 0,9	18,80
Proteína (%)	3,30 $\pm$ 0,4	3,31 $\pm$ 0,5	13,68
Lactose (%)	4,47 $\pm$ 0,2 ^a	4,34 $\pm$ 0,2 ^b	5,59
Extrato Seco (%)	13,23 $\pm$ 1,1	13,03 $\pm$ 1,4	9,49
CCS (%)	695,16 $\pm$ 689,9 ^a	1.001,84 $\pm$ 610,9 ^b	74,75

Médias com diferentes letras na mesma linha diferem entre si, pelo teste F ($P < 0,05$) e médias sem letras ($P > 0,05$).

A porcentagem de CCS foi menor 29,34% ($P < 0,05$) no leite das cabras tratadas que nas controle (Tabela 1), o que corrobora os resultados de BALDI et al. (2002). A CCS é um indicativo da qualidade do leite, pois avalia a saúde das glândulas (PAAPE e CAPUCO, 1997). Knight (1998), citado por BALDI et al. (2002), relatou que administração de r-bST reduziu a CCS no final da lactação nos animais tratados, por aumentar a produção de leite (efeito diluidor), e evitar a perda de células secretoras.

Não houve efeito da r-bST ($P > 0,05$) sobre o peso e o escore da condição corporal dos animais. Estes resultados corroboram os de CHADIO et al. (2002), que não observaram efeito para peso entre os animais estudados, e os de BARBOSA et al. (2002), que além de não verificar diferença para peso entre os animais, também não observaram efeito sobre o escore da condição corporal.

Tabela 2 – Médias de peso e escore da condição corporal, em cabras lactantes da raça Toggenburg, tratadas com r-bST (média $\pm$ DP)

Semanas	Peso (kg)		Escore Corporal	
	r-bST	Controle	r-bST	Controle
1	45,08 $\pm$ 6,6	46,17 $\pm$ 7,7	3,52 $\pm$ 0,8	3,63 $\pm$ 0,8
5	45,98 $\pm$ 6,0	46,33 $\pm$ 7,5	3,21 $\pm$ 0,6	3,33 $\pm$ 0,6
9	43,25 $\pm$ 5,6	44,04 $\pm$ 8,5	3,27 $\pm$ 0,8	3,67 $\pm$ 0,8

Valores não diferem a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey ($P>0,05$).

A glicose, o BOHB e o NEFA são metabólitos sangüíneos usados para avaliar o *status* energético do animal, sendo BOHB e NEFA relacionados com a taxa de mobilização de reservas lipídicas.

O perfil sérico de ácidos graxos não-esterificados (NEFA) (mEq/L) em cabras lactantes da raça Toggenburg, tratadas com r-bST, durante o período experimental é apresentado na figura 1. Observa-se que foi encontrada diferença na 4^a e 6^a semana subsequente à injeção da r-bST entre os animais dos tratamentos (injeção: 1^a, 3^a, 5^a e 7^a semanas), mostrando que o tratamento teve seu efeito potenciador apenas nas duas semanas seguintes ao tratamento. A partir da 6^a semana não houve mais diferença entre os animais dos tratamentos ($P>0,05$). O aumento na concentração de NEFA ($P<0,05$; Tabela 3) em cabras tratadas com r-bST indica que houve mobilização de reservas corporais de lipídeos comparadas às controle. Possivelmente, o NEFA foi utilizado pelos tecidos periféricos como alternativa energética no lugar da glicose e também para a síntese de ácidos graxos de cadeia curta do leite. DISENHAUS et al. (1995) relataram o mesmo resultado quanto às concentrações de NEFA. Estes autores verificaram que ruminantes em lactação se adaptam ao aumento da demanda de nutrientes para suprir o aumento da produção, sem problemas para saúde do animal. LANNA et al. (1995) relataram que r-bST altera o metabolismo de lipídeos no tecido adiposo, em que vacas no meio da lactação e com balanço energético positivo tiveram redução da síntese lipídica no tecido adiposo, mostrando que o tratamento com r-bST aumentou o substrato, triglicerídeos, para viabilizar o aumento da síntese de leite. A administração de bST aumenta a secreção de ácidos graxos de cadeia curta e média no leite por litro e, conseqüentemente, a produção por dia (DISENHAUS et al., 1995).

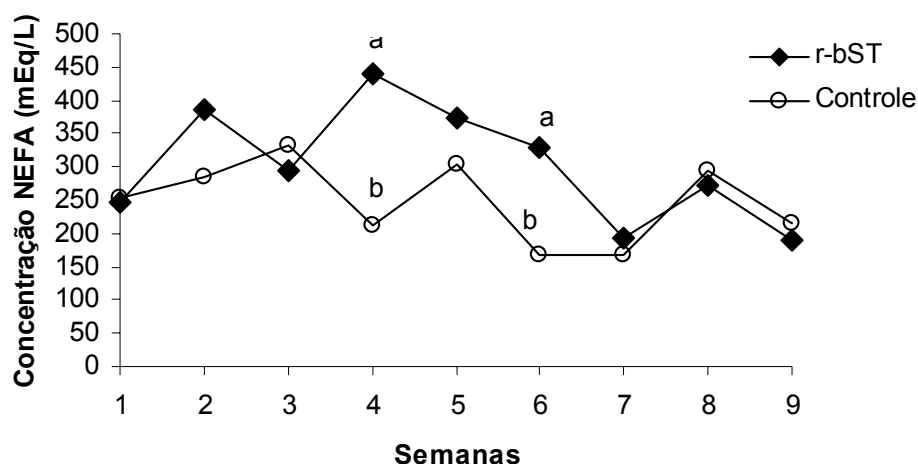


Figura 1– Perfil sérico de NEFA (mEq/L) em cabras lactantes da raça Toggenburg, tratadas com r-bST, durante o período experimental.

Aplicações da r-bST: 1^a (início do experimento), 3^a, 5^a e 7^a semana.

^{a, b} $P < 0,05$.

As concentrações séricas de β -hidroxibutirato (BOHB) não foram alteradas ($P > 0,05$) nos animais dos tratamentos (Tabela 4), corroborando os resultados de CHADIO et al. (2000) que também não observaram efeito da administração de r-bST. Quanto maior a mobilização de ácido graxo do tecido adiposo, maior a concentração de NEFA, cujo metabolismo hepático é dependente da concentração de NEFA e da glicose disponível. Quando o limite do metabolismo hepático é excedido, o NEFA é convertido a BOHB (STUDER et al., 1993). Conclui-se que mesmo com o aumento da concentração de NEFA não ocorreu aumento nas concentrações de BOHB, a ponto de chegar ao limiar do metabolismo hepático, por isso não houve aumento de BOHB. O BOHB é utilizado pela glândula mamária para a síntese de gordura do leite (LEAN et al., 1992), assim, como não houve efeito da r-bST sobre as concentrações de BOHB, não ocorreu aumento no teor de gordura do leite (Tabela 1).

Tabela 3 – Valores médios de albumina, glicose, proteínas totais, uréia, colesterol total, colesterol HDL, BOHB e tiroxina de cabras lactantes da raça Toggenburg tratadas com r-bST (média $\pm$ DP)

Variáveis	r-bST	Controle	CV (%)
Albumina (g/dL)	2,84 $\pm$ 0,38	2,80 $\pm$ 0,30	10,32
Glicose (mg/dL)	74,30 $\pm$ 15,85	71,14 $\pm$ 15,08	17,92
Proteínas totais (g/dL)	7,36 $\pm$ 0,63	7,50 $\pm$ 0,60	8,53
Uréia (mg/dL)	82,57 $\pm$ 33,81 ^a	123,01 $\pm$ 42,57 ^b	33,92
Colesterol total (mg/dL)	82,31 $\pm$ 19,25 ^a	89,03 $\pm$ 23,66 ^b	25,17
Colesterol HDL (mg/dL)	154,85 $\pm$ 19,67 ^a	176,44 $\pm$ 32,79 ^b	15,89
BOHB (mg/dL)	0,542 $\pm$ 1,72	0,691 $\pm$ 3,67	474,40
NEFA (mEq/L)	309,67 $\pm$ 169,62 ^a	247,34 $\pm$ 126,38 ^b	48,69
Tiroxina (μ g/dL)	4,53 $\pm$ 1,47	4,82 $\pm$ 1,29	29,64

Médias com diferentes letras na mesma linha diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

As concentrações séricas de glicose não foram afetadas (P>0,05) nos animais dos tratamentos (Tabela 4). Observou-se tendência (P<0,10) de aumento nos animais que receberam a r-bST. Embora não tenha ocorrido alteração na concentração de glicose, foi constatado que a administração de r-bST aumenta a liberação de glicose na circulação sangüínea, por promover a gliconeogênese a partir de precursores, como aminoácidos e glicerol (KNAPP et al., 1992). Ocorre adaptação metabólica no *turnover* e na oxidação da glicose, conciliando o requerimento adicional da glicose para aumentar a síntese de lactose durante administração de r-bST (GONZÁLEZ et al., 2000). FERNÁNDEZ et al. (1995) encontraram valores em caprinos de 32,0 – 77,0 mg/dL.

As concentrações séricas de proteínas totais (PT) não diferiram (P>0,05) nos animais dos tratamentos (Tabela 4). O valor de referência encontrado para caprinos foi de 6,6 – 8,4 g/dL (GONZÁLEZ, 2000), portanto, o tratamento com r-bST não alterou as concentrações de PT em cabras no final da lactação.

O teor de uréia foi menor nos animais tratados que nos não-tratados (P<0,05) (Tabela 4), devendo-se ressaltar que está relacionado com a síntese de proteína do leite e que para aumentar a proteína do leite é necessário aminoácido ou nitrogênio não-protéico (NNP). EISEMANN et al. (1989) evidenciaram o efeito do r-bST exógena sobre o metabolismo dos aminoácidos. A somatotropina tem habilidade em poupar

aminoácidos do catabolismo, e conseqüentemente, diminui a excreção de nitrogênio pela urina (SECHEN et al., 1989). Assim, a somatotropina aumenta o uso de aminoácidos por aumentar a síntese de proteína do leite (BAUMAN et al., 1988), conseqüentemente a concentração de uréia no plasma diminui pelo tratamento com bST (DISENHAUS et al., 1995). SAUVANT et al. (1988) e DISENHAUS et al. (1995) observaram redução na concentração de uréia plasmática em cabras tratadas com r-bST e aumento nos teores de proteína do leite. A somatotropina possui efeito de partição do nitrogênio para atender às exigências do úbere, contudo o mecanismo que fornece aminoácido para as células secretoras da glândula mamária não foi estabelecido, pois a porcentagem de proteína do leite, das cabras tratadas com r-bST, não diferiu das do controle.

O valor da albumina sérica não diferiu ($P>0,05$) nos animais dos tratamentos (Tabela 4). Os valores encontrados estão de acordo com os valores de referência de metabólitos protéicos para caprinos, que é de 2,5 a 4,1 g/dL (GONZÁLEZ, 2000). A albumina, além de várias funções, tem relação com a síntese de proteína do leite. A redução na concentração de albumina pode ser devido a menor disponibilidade de aminoácidos para o fígado, visando a síntese de leite (GREGORY e SIQUEIRA, 1983). Logo, como não houve efeito da r-bST sobre a produção de leite dos animais tratados, as concentrações séricas de albumina não foram alteradas.

Os teores séricos de colesterol total (CT) e colesterol HDL diferiram ($P<0,05$) nos animais dos tratamentos (Tabela 4), sendo menores nos tratados com r-bST que no controle. O colesterol está presente nas lipoproteínas HDL e LDL, podendo seu teor plasmático variar em função da produção leiteira. O CT é um indicador da habilidade da vaca em mobilizar os estoques de tecido adiposo para a síntese de leite (KAPPEL et al., 1984), pois grande proporção de triacilgliceróis transportados pelas lipoproteínas do sangue entra na glândula mamária; assim, os ácidos graxos utilizados para sintetizar os triacilgliceróis do leite provêm de duas fontes: lipídios do sangue e síntese *de novo* nas células epiteliais mamárias (HURLEY, 2002). A ação da somatotropina é mediada pelas somatomedinas, principalmente o fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1), produzidas pelos hepatócitos (HADLEY, 1996), que entre outros aumenta a captação e absorção de lipoproteínas (GRUMMER e CARROLL, 1988). Por isso, foi verificada diminuição das concentrações séricas de CT e HDL para os animais que receberam tratamento com r-bST.

Tiroxina (T4) é o hormônio predominante da tireóide e tem pouca atividade biológica; já o hormônio triiodotironina (T3) é o mais ativo. O T4 é convertido a T3 pela enzima 5'-deiodinase (5'D), num processo conhecido como deiodinação enzimática. Há relação positiva entre a atividade da 5'D na glândula mamária e a produção de leite de vacas tratadas com bST. O aumento na produção foi seguido por um aumento da atividade da 5'D no tecido mamário, apesar de sua atividade não ter sido alterada no fígado e nos rins (CAPUCO et al., 1989). O GH tem efeito sobre a concentração sérica dos hormônios da tireóide (BURMAN et al., 1996), os quais têm importante papel sobre a produção de leite e estimulam a taxa metabólica em bovinos (BLUM et al., 1983).

Não houve efeito ($P>0,05$) nos animais dos tratamentos quanto às concentrações séricas de tiroxina (T4) (Tabela 4). Estes resultados corroboram os encontrados por McCLEAN e LAARVELD (1991), que não verificaram efeito da somatotropina sobre a concentração de T4 em vacas lactantes. Houve correlação negativa da T4 com a produção de leite nos animais dos tratamentos 1 ($r = - 0,58$; $P<0,01$) e 2 ($r = - 0,40$; $P<0,01$).

Conclusões

A somatotropina bovina recombinante (r-bST) aumenta os teores de lactose e reduz os da CCS em cabras lactantes, não alterando a produção de leite, nem a porcentagem de gordura, proteína e extrato seco do leite, além de promover alterações metabólicas, como a mobilização de reservas lipídicas e a partição do nitrogênio.

Referências Bibliográficas

- BALDI, A. Manipulating of milk production and quality by use of somatotropina in dairy ruminants other than cows. **Dom. Anim. Endocrinol.**, v. 17, p. 131-137, 1999.
- BALDI, A.; MODINA, S.; CHELI, F.; GANDOLFI, F. PINOTTI, L. et al. Bovine somatotropin administration to dairy goats in late lactation: **J. Dairy Sci.**, v. 85, p. 1093-1102, 2002.
- BARBOSA, P. G.; GONÇALVES, H. C.; WECHSLER, F. S. et al. Uso da somatotropina bovina recombinante – r-bST como alternativa para produção de leite de cabra na entressafra. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 31, n. 5, p. 2011-2023, 2002.
- BAUMAN, D. E. Bovine somatotropina: review of emerging animal technology. **J. Dairy Sci.**, v. 12, p. 3432-3451, 1992.
- BAUMAN, D. E.; EPPARO, P. J.; DE GUTER, M. J. Response of high-producing dairy cow to long – term treatment with pituitary somatotropin and recombinant somatotropin. **J. Dairy Sci.**, v. 68, n. 6, p. 1352-1362, 1988.
- BLUM, J. W.; KUNZ, P.; LEUENBERGER, H. Thyroid hormones, blood plasma metabolites and haematological parameters in relationship to milk yield in dairy cows. **Anim. Prod.**, v. 36, p. 93-104, 1983.
- BURMAN, P.; HETTA, J.; WIDE, L.; MÅNSSON, J. E.; EKMAN, R.; KARLSSON, F. A. Growth hormone treatment affects brain neurotransmitters and thyroxine. **Clin. Endocrinol.**, v. 44, p. 319-324, 1996.
- BURTON, J. L.; MCHIDE, B. N.; BLOCK, E. et al. A review of bovine growth hormone. **Can. J. Anim. Sci.**, v. 74, n. 2, p. 167-201, 1994.
- CAPUCO, A. V.; KEYS, J. E.; SMITH, J. J. Somatotrophin increases thyroxine-5'-monodeiodinase activity in lactating mammary tissue of the cow. **J. Endocrinol.**, v. 121, p. 205, 1989.
- CHADIO, S. E.; MENEGATOS, J.; ZERVAS, G. et al. Pituitary responsiveness to gonadotropin- and thyrotropin-releasing hormones in goats treated with recombinant bovine somatotropin. **Small Rumin. Res.**, v. 46, p. 149-157, 2002.
- CHADIO, S. E.; ZERVAS, G.; KIRIAUKOU, K.; GOULAS, C.; MENEGATOS, J. Effects of recombinant bovine somatotropin administration to lactating goats. **Small Rumin. Res.**, v. 35, p. 263-269, 2000.
- DAVIS, S. R.; GLUCKMAN, P. D.; HODGINSON, S. C.; FARR, V. C.; BREIER, B. H.; BURLEIGH, B. D. Comparison of the effects of administration of recombinant bovine growth hormone or N-Mer-insulin-like growth factor-I to lactating goats. **J. Endocrinol.**, v. 123, p. 33-39, 1989.
- DISENHAUS, C.; JAMMES, H.; HERVIEU, J. et al. Effects of recombinant bovine somatotropin on goat milk yield, composition and plasma metabolites. **Small Rumin. Res.**, v. 15, p. 139-148, 1995.
- EISEMANN, J. H.; HAMMOND, A. C.; RUMSEY, T. S.; BAUMAN, D. E. Nitrogen and protein metabolism and metabolites in plasma and urine of beef treated with somatotropin. **J. Anim. Sci.**, v. 67, p. 105-115, 1989.
- FERNANDEZ, N.; RODRIGUEZ, M.; PERES, C.; BARCELO, M.; MOLINA, M. P.; TORRES, M. P. Bovine somatotropin dose titration in lactating dairy ewes. **J. Dairy Sci.**, v. 78, p. 1073-1082, 1995.
- GALLO, L.; BAILONI, L.; SCHIAVON, S. Effect of sow-release somatotropin on the pattern of milk yield between and within injection intervals. **J. Dairy Sci.**, v. 80, p. 46-51, 1997.

- GONZALEZ, F. H. D. Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, 438p., 2000. Disponível em: [http:// www.ufrgs.com.br](http://www.ufrgs.com.br)
- GREGORY, R. M.; SIQUEIRA, A. J. S. Fertilidade de vacas de corte com diferentes níveis de albumina sérica em aleitamento permanente e interrompido. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v. 71, n. 1, p. 47-50, 1983
- GRUMMER, R. R.; CARROLL, D. J. A review of lipoprotein cholesterol metabolism in importance to ovarian function. **J. Anim. Sci.**, v. 66, p. 3160-3173, 1988.
- HART, I. C.; CHADWICK, P. M. E.; JAMES, S.; SIMMONDS, A. D. Effect of intravenous bovine growth hormone or human pancreatic growth hormone-releasing factor on milk production and plasma hormones and metabolites in sheep. **J. Endocrinol.**, v. 105, p. 189-196, 1985.
- HADLEY, M. E. Pituitary hormones. In: HADLEY, M. E. **Endocrinology**. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996. 518 p.
- HURLEY, W. L. Lactation Biology: Milk fat synthesis. 2002. Department of Animal Sciences. College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences. University of Illinois, Urbana – Champaign. Disponível em: <http://www.classes.aces.uiuc.edu/AnSci308/fatsynthesis.html>. Acesso em: 17/02/2003.
- KAPPEL, L. C.; INGRAHAM, R. H.; MORGAN, E. G.; ZERINGUE, L.; WILSON, D.; BABCOCK, M. Relationship between fertility and blood glucose and cholesterol concentration in Holstein cows. **Am. J. Vet. Res.**, v. 45, n. 12, p. 2607-2612, 1984.
- KNAPP, J. R.; FREETLY, H. C.; REIS, B. L.; CALVERT, C. C.; BALDWIN, R. L. Effects of somatotropin and substrates on patterns of liver metabolism in lactating dairy cattle. **J. Dairy Sci.**, v. 75, p. 1025-1035, 1992.
- KNIGHT, C. H.; FOWLER, P. A.; WILDE, C. J. Galactopoietic and mamogenic effects of long-term treatment with bovine growth hormone and thrice daily milking in goats. **J. Endocrinol.**, v. 127, p. 129-138, 1990.
- LANNA, D. P. D.; HOUSEKNECHET, K. L.; HARRIS, D. M.; BAUMAN, D. E. Effect of somatotropina treatment on lipogeneses, lipolysis, and related cellular mechanisms in adipose tissue of lactating cows. **J. Dairy Sci.**, v. 78, p. 1703-1712, 1995.
- LEAN, I. J.; BRUSS, M. L.; BALDWIN, R. L.; TROUTT, H. F. Bovine ketosis: A review: II. Biochemistry and prevention. **Vet Bull.**, v. 62, n. 1, p. 1-14, 1992.
- McCLEAN, C.; LAARVELD, B. Effect of somatotropin and protein supplement on thyroid function of dairy cattle. **Can. J. Anim. Sci.**, v. 71, p. 1053-1061, 1991.
- MEPHAM, T. B.; LAWRENCE, S. E.; PETERS, A. R.; HART, I. C. Effects of exogenous growth hormone on mammary function in lactating goats. **Horm. Metabol. Res.**, v. 16, p. 248-253, 1984.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient requirements of goats. Washington, DC, Ed. Natl. Acad. Science, 1981.
- NIELSEN, M. O. Effect of recombinantly derived bovine somatotropin on mammary gland synthetic capacity in lactating goats. **J. Anim. Physiol. and Anim. Nutr.**, v. 59, p. 263-272, 1988.
- OLDENBROEK, J. K.; GARSSSEN, J. Effects of treatment of dairy cows with recombinant bovine somatotropin over three or four lactations. **J. Dairy Sci.**, v. 76, p. 453-467, 1992.
- PAAPE, M.; CAPUCO, A. V. Cellular defense mechanism in the udder and lactation of goats. **J. Anim. Sci.**, v. 75, p. 556-565, 1997.
- PROSSER, C. G.; MEPHAN, T. B. Mechanism of bovine somatotropin in increasing

- milk secretion in dairy ruminants. In: Use of somatotropin in livestock production. **Elsevier Applied Science**, p. 1-17, 1989.
- PROSSER, C. G.; ROYLE, C.; FLEET., I. R.; MEPHAN, T. B. The galactopoietic effect of bovine growth hormone in goats is associated with increased concentrations of insulin-like growth factor-I in milk and mammary tissue. **J. Endocrinol.**, v. 128, p. 457-463, 1991.
- SAUVANT, D.; KANN, G.; HERVIEU, J.; DISENHAUS, C. Effects of 1-29 GRF injections on milk production, voluntary feed intake, and nutritional status of lactating goats, **Reprod. Nut. Dev.**, v. 28 (suppl.1), p. 179-180, 1988.
- SECHEN, S. J.; BAUMAN, D. E.; TYRELL, H. F.; REYNOLDS, P. J. Effect of somatotropin on kinetics of nonesterified fatty acids and partition of energy, carbon and nitrogen in lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v. 72, p. 59-67, 1989.
- SODERHOLM, C. G.; OTTERBY, D. E.; LINN, J. G. et al. Effects of recombinant bovine somatotropina on milk production, body composition and physiological parameters. **J. Dairy Sci.**, v. 71, p. 355-365, 1988.
- STELWAGEN, K.; GRIEVE, D. G.; WALTON, J. S.; BALL, J. L.; MCBRIDE, B.W. Effect of prepartum bovine somatotropin in primigravid ewes on mammogenesis, milk production, and hormone concentrations. **J. Dairy Sci.**, v. 76, p. 992-1001, 1993.
- STUDER, V. A.; GRUMMER, R. R.; BERTIS, S. J. Effect of prepartum propylene glycol administration on periparturient fatty liver in dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v. 76, p. 2931-2939, 1993.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.0. Viçosa, MG: Editora UFV, 1997. 150 p. (Manual do usuário).

Dinâmica folicular em cabras da raça Toggenburg em lactação, tratadas com somatotropina bovina recombinante (r-bST)

RESUMO - No presente estudo avaliou-se o efeito da injeção de r-bST sobre o ciclo estral de cabras. Foram utilizadas 24 fêmeas da raça Toggenburg, divididas em dois tratamentos: T1 (n=12), cabras tratadas com r-bST; e T2 (n=12), cabras tratadas com solução salina (controle). A partir da primeira injeção do tratamento, acompanhou-se o ciclo estral dos animais em estro até o estro subsequente. O comprimento médio do ciclo estral e o período interovulatório não diferiram ($P>0,05$) entre as cabras dos tratamentos. Foram verificados ciclos estrais de duas, três e quatro ondas de crescimento folicular. Não houve diferença ($P>0,05$) entre os animais dos tratamentos quanto ao número de ondas do ciclo estral. O número de folículos detectados com diâmetro ≥ 3 mm nas cabras de T1 foi maior ($P<0,05$) que naquelas do T2 nos ciclos com duas, três e quatro ondas. O folículo dominante da 2^a onda foi menor ($P<0,05$) que o da 1^a, 3^a ondas e da onda ovulatória. A concentração sérica de progesterona durante o ciclo estral dos animais foi afetada pelo tratamento com r-bST ($P>0,05$). A r-bST aumentou o número de folículos recrutados ≥ 3 mm durante o ciclo estral de cabras da raça Toggenburg em lactação.

Palavras-chave: Caprinos, crescimento folicular, folículo dominante, ondas e progesterona.

**Follicular dynamics in goats of the Toggenburg breed in lactation treated with
recombinant bovine somatotropin (r-bST)**

ABSTRACT - In the present study the effect of the r-bST injection was evaluated on the goats estrous cycles. Twenty-four Toggenburg, does were used in two treatments: T1 (n=12), goats treated with r-bST; and T2 (n=12), goats treated with saline solution (control). After the first r-bST injection, the estrous cycles of the animals were checked between two estrus. The estrous cycle length and interovulatory period of the goats between treatments did not differ ($P>0.05$). Estrous cycles with two, three and four waves of follicular growth were shown. The number of waves during the estrous cycle were not affected by the r-bST treatment ($P>0.05$). The 3 mm follicle numbers were different in goats from T1 vs T2 ($P<0.05$) for estrous cycles with two, three and four waves. The dominant follicle of the 2nd wave was smaller ($P<0.05$) than the ones from the 1st, 3rd waves and of the ovulatory one. The progesterone concentration during the estrous cycle of the animals did not differ ($P>0.05$) between the treatments. The r-bST did not affect the ovarian response during the estrous cycle. The r-bST increased the number of emerging follicles ≥ 3 mm during the estrous cycle from Toggenburg lactating goats.

Keywords: dominant follicle, follicular growth, goats, progesterone, waves.

Introdução

A administração de somatotropina bovina recombinante (r-bST) em ruminantes lactantes tem aumentado a produção de leite de 10 a 25%. Embora existam vários estudos a respeito do efeito da r-bST sobre a produção de leite (DISENHAUS et al., 1995; NIELSEN, 1998; BAUMAN, 1999; CHADIO et al., 2000), poucos estudos foram realizados para avaliar o efeito da r-bST sobre a dinâmica folicular em cabras lactantes.

O envolvimento do hormônio do crescimento (GH) na regulação do crescimento folicular é relatado em vários estudos realizados *in vitro*. Os efeitos diretos do GH sobre as células ovarianas podem ocorrer via receptores de GH, observados em ovários bovinos, e os efeitos indiretos, via fator de crescimento semelhante à insulina tipo I (IGF-1) (MONDSCHIEIN et al., 1989; LUCY et al., 1993).

Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da aplicação de r-bST sobre o ciclo estral e a dinâmica folicular ovariana de cabras da raça Toggenburg em lactação.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido de maio a julho de 2003, a 21°35' de latitude sul e 43°15' de longitude leste, cuja altitude média é 435 m e o clima Cwa, segundo a classificação de Köpen (inverno seco e verão úmido), com temperatura média anual de 21° C e precipitação pluviométrica média anual de 1.581 mm³.

Foram utilizadas 24 cabras (98,8 ± 1,92 dias de lactação) da raça Toggenburg, sendo 12 multíparas (M), pesando em média 49,6 ± 5,8 kg e escore da condição corporal (escala de 1 a 5) de 3,1 ± 0,6, e 12 primíparas (P), pesando 42,1 ± 5,5 kg e escore de 3,7 ± 0,8.

Os animais foram mantidos em confinamento, recebendo água *ad libitum* e dieta formulada para suprir as exigências nutricionais de cabras no terço médio da lactação, segundo NRC (1981). O volumoso utilizado foi o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) picado, e o concentrado foi constituído por milho, farelos de soja e girassol e mistura mineral.

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois tratamentos (T): no T1 (6M e 6P), as cabras pesavam em média 45,5 ± 6,2 kg, tinham condição corporal de 3,4

$\pm 0,7$ e receberam quatro injeções de 250 mg de r-bST (sometribove¹), por via subcutânea, a intervalos de 14 dias, na prega cutânea lateral da raiz da cauda, alternando-se os lados esquerdo e direito, a cada injeção; e as do T2 (6M e 6P) pesavam em média $46,3 \pm 7,4$ kg, tinham condição corporal de $3,5 \pm 0,7$ e receberam injeções de solução salina (controle).

A detecção de estro foi diária, duas vezes antes da ordenha, com o auxílio de um macho reprodutor. Caracterizou-se o estro dos animais pela imobilidade à monta, inquietação, micção freqüente, descarga vaginal de muco, procura pelo macho, batimento de cauda e edema vulva.

A partir da detecção do estro, a dinâmica folicular ovariana foi realizada durante um ciclo estral, diariamente, até o próximo estro, por um único operador. A determinação da posição e o número de folículos ovarianos foram registrados, e o diâmetro dos folículos antrais $\geq 3,0$ mm foram mensurados (DE CASTRO et al., 1999). Foi feito um desenho diagramático da localização dos folículos ovarianos, comparando-se com o do dia anterior.

As imagens ultra-sonográficas dos ovários foram obtidas por via transretal com o auxílio de um ultra-som, marca Aloka, modelo SSD-500, acoplado a um transdutor linear de 5MHz. Os procedimentos para localização dos ovários foram os mesmos preconizados por GINTHER e KOT (1994).

O período interestral foi definido como o número de dias entre dois estros consecutivos. O dia da emergência da onda foi o dia no qual o folículo apresentava 3,0 mm de diâmetro, seguido por aumento em seu diâmetro para valores iguais ou superiores a 4,0 mm (RUBIANES e MENCHACA, 2003). O folículo dominante de cada onda tinha o maior diâmetro e excedia o diâmetro de todos os outros. Considerou-se apenas um folículo subordinado por onda, sendo classificado como um dos que apareceram simultaneamente com o folículo dominante, porém de menor diâmetro e de menor persistência.

O diâmetro do folículo dominante e do subordinado foi obtido pela média da maior distância (mm) entre dois pontos de suas cavidades antrais, a partir de 2,5 mm. A taxa de crescimento do folículo ovulatório (mm/dia) foi obtida por meio da diferença dos diâmetros finais e iniciais, divididos pelo número de dias. Similarmente, a taxa e a

¹ Lactotropin: 500 mg de Sometribove – Elanco.

duração da atresia foi definida como a diferença dos diâmetros devido à redução diária nas medidas foliculares (mm) até o valor de 3,0 mm.

O comprimento da onda de crescimento folicular correspondeu ao número de dias entre a emergência folículo dominante e sua regressão até um diâmetro de 3,0 mm. O dia da divergência folicular foi definido como o dia em que o folículo dominante e o subordinado tiveram suas curvas de crescimento divergentes.

Coletas de sangue foram realizadas a intervalos de três dias, durante o ciclo estral, para determinação da concentração de progesterona sérica. As amostras foram coletadas em tubos de coleta à vacuo de 10 mL, sem anticoagulante, por punção da veia jugular. Os tubos foram centrifugados a 1.000x G, por 15 minutos, para separação do soro, que foi transferido para tubetes e armazenado a -18° C. A análise de progesterona foi realizada no Setor de Reprodução Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, por metodologia de radioimunoensaio (RIA) em fase sólida, utilizando-se “Kit” comercial¹.

Na análise estatística foi utilizado o programa SAEG 8.0 (UFV, 1997). A variável ordem de parto foi corrigida entre os animais de diferentes ordens de parto. Os dados foram interpretados por análises de variâncias e as médias foram comparadas, utilizando-se o teste F, a 5% de probabilidade. As variáveis que não apresentavam normalidade ou homogeneidade, mesmo após a transformação logarítmica, foram submetidas à análise não-paramétrica de Wilcoxon.

Resultados e Discussão

A dinâmica folicular nas cabras foi caracterizada por duas, três e quatro ondas de crescimento folicular por ciclo. Não houve predominância de número de ondas no ciclo estral ($P>0,05$) entre os animais dos tratamentos. A porcentagem de ocorrência de duas ondas foi de 41,67% (Figura 1); de quatro ondas, 37,5% (Figura 2); e de três ondas, 8,33% (Figura 3). Do ciclo estral avaliado, 50% dos animais tiveram crescimento folicular com dupla ovulação (Figura 4), não ocorrendo diferença entre as cabras dos tratamentos ($P>0,05$).

¹ Coat-a-count progesterone – DPC – Diagnostic Products Co., Los Angeles, CA, USA.

Os padrões de crescimento foliculares encontrados neste estudo foram semelhantes, aos relatados para cabras Saanen com predominância de duas (DE CASTRO et al., 1999) e quatro ondas foliculares (GINTHER e KOT, 1994; GONZALEZ de BULNES et al., 1999), que verificaram em cabras da raça Murciana-Granadina a ocorrência de ciclos estrais com três, quatro e cinco ondas foliculares.

O número de ondas não foi correlacionado à concentração sérica de progesterona ($P>0,05$), o que discorda dos resultados obtidos por DE CASTRO et al. (1999) e MENCHACA e RUBIANES (2002), que relacionaram a duração da fase luteínica com a concentração de progesterona.

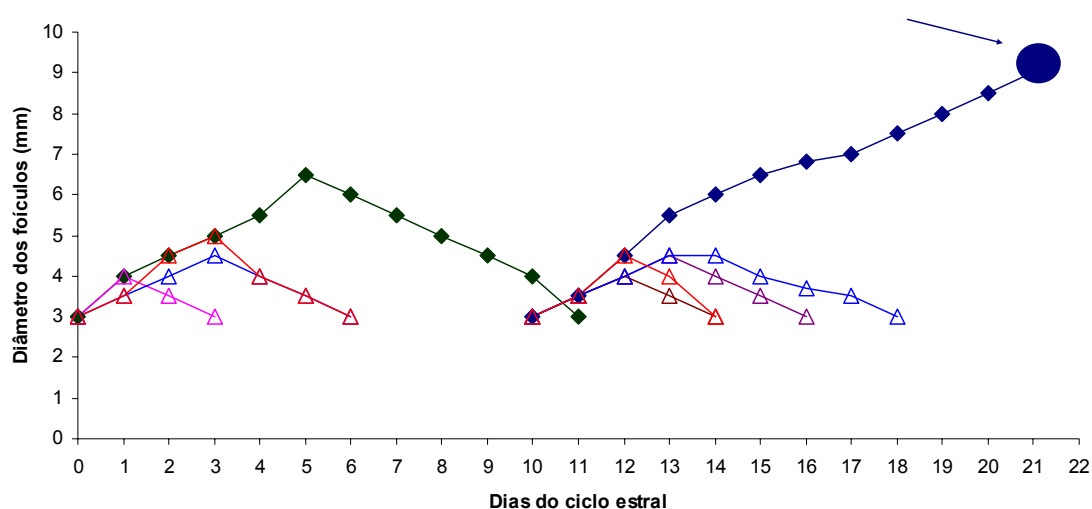


Figura 1 - Crescimento folicular durante o ciclo estral de uma cabra da raça Toggenburg com duas ondas de crescimento folicular. Diâmetro médio do folículo dominante (◆), subordinado (Δ) e ovulatório (→).

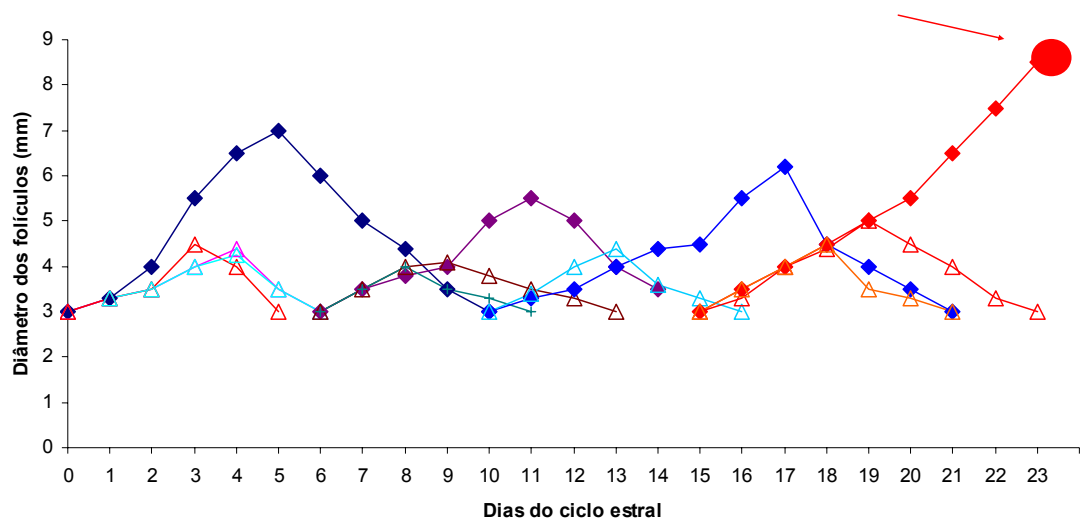


Figura 2 - Crescimento folicular durante o ciclo estral de uma cabra da raça Toggenburg com duas ondas de crescimento folicular. Diâmetro médio do folículo dominante (◆), subordinado (Δ) e ovulatório (→).

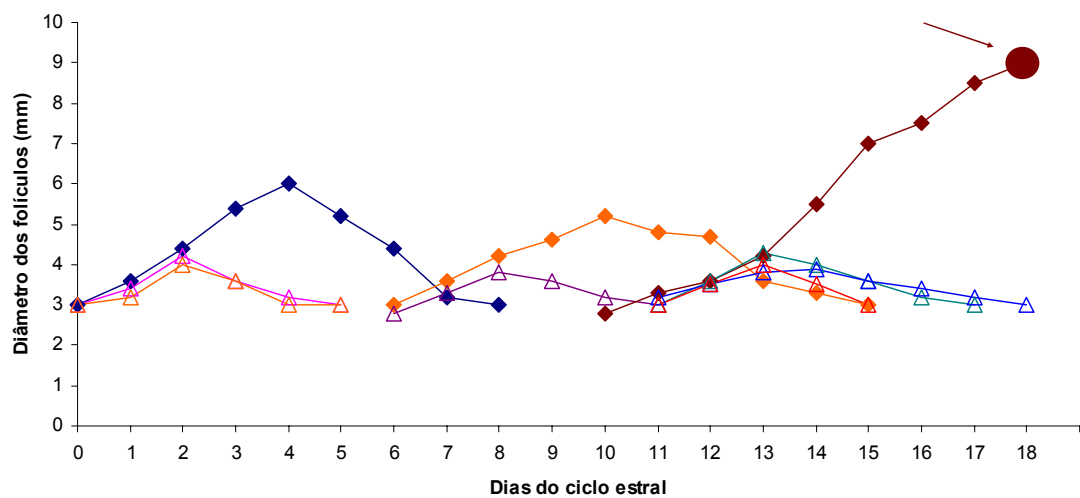


Figura 3 - Crescimento folicular durante o ciclo estral de uma cabra da raça Toggenburg com duas ondas de crescimento folicular. Diâmetro médio do folículo dominante (◆), subordinado (Δ) e ovulatório (→).

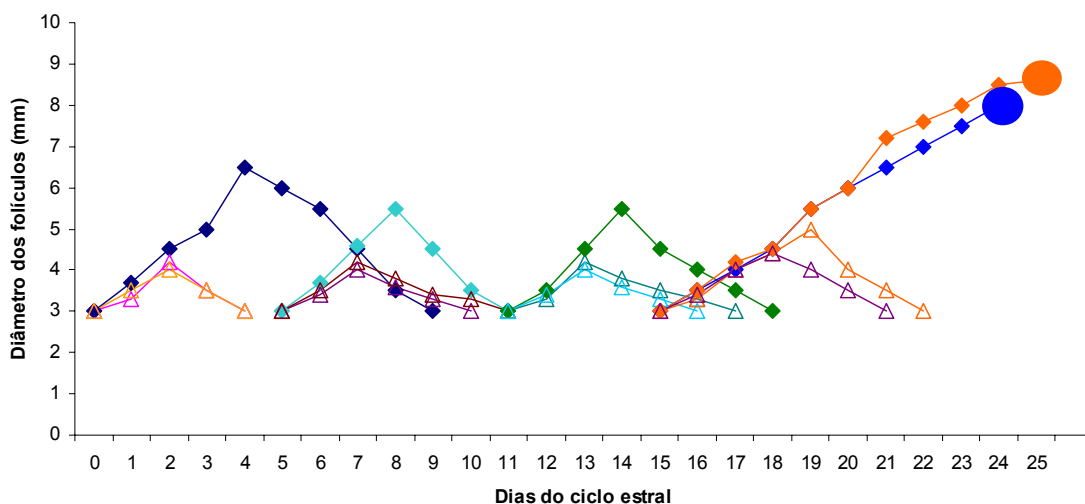


Figura 4 - Crescimento folicular durante o ciclo estral de uma cabra da raça Toggenburg com quatro ondas de crescimento folicular e dupla ovulação.

A média da duração do ciclo estral e o período interovulatório não diferiram ($P < 0,05$) entre as cabras dos tratamentos nos ciclos de duas, três e quatro ondas (Tabela 1), o que também foi constatado por DE CASTRO et al. (1999).

Nos ciclos estrais de duas, três e quatro ondas de crescimento folicular, não foi observada diferença entre os animais dos tratamentos em relação ao dia da emergência da onda e seu comprimento ($P > 0,05$), porém quando avaliado somente o dia da emergência, independentemente do tratamento, observou-se diferença do dia da emergência da onda do ciclo de duas ondas com o ciclo de três e quatro ondas ($P < 0,05$).

O comprimento da primeira onda folicular não diferiu entre os animais dos tratamentos nos ciclos de duas, três ou quatro ondas ($P > 0,05$), porém quando avaliado somente o comprimento da onda, independentemente do tratamento, observou-se diferença do comprimento da onda do ciclo de duas ondas com o ciclo de quatro ondas ($P < 0,05$).

Tabela 1 - Parâmetros das ondas de crescimento folicular de cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST (T1), no final da lactação (média $\pm$ DP)

Parâmetros	Ondas Foliculares					
	2 Ondas		3 Ondas		4 Ondas	
	T1 (4)	T2 (6)	T1 (3)	T2 (2)	T1 (5)	T2 (4)
Período Interestral (dias)	19,75 $\pm$ 2,63	20,2 $\pm$ 1,17	20,33 $\pm$ 1,15	18,5 $\pm$ 3,53	20,8 $\pm$ 1,48	22,2 $\pm$ 1,5
Período Ovulatório (dias)	18,25 $\pm$ 3,03	19,0 $\pm$ 1,41	19,67 $\pm$ 1,15	16,5 $\pm$ 3,53	17,4 $\pm$ 2,07	21,0 $\pm$ 1,41
Comprimento Onda (dias)						
1ª onda	11,8 $\pm$ 1,5 ^a	10,8 $\pm$ 1,5 ^a	10,3 $\pm$ 0,6 ^{ab}	9,5 $\pm$ 0,7 ^{ab}	8,8 $\pm$ 1,6 ^b	10,0 $\pm$ 0,8 ^b
2ª onda	11,0 $\pm$ 2,2 ^a	10,8 $\pm$ 1,2 ^a	8,3 $\pm$ 0,6 ^b	9,0 $\pm$ 1,4 ^b	7,4 $\pm$ 1,1 ^b	8,5 $\pm$ 1,3 ^b
3ª onda	-	-	10,0 $\pm$ 2,0 ^a	11,5 $\pm$ 3,5 ^a	9,4 $\pm$ 1,9 ^a	9,5 $\pm$ 1,7 ^a
4ª onda	-	-	-	-	8,8 $\pm$ 0,4 ^a	9,8 $\pm$ 1,5 ^a
Dia emergência onda						
1ª onda	1,50 $\pm$ 0,58	1,50 $\pm$ 0,55	1,67 $\pm$ 0,58	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0
2ª onda	11,25 $\pm$ 0,50 ^a	11,0 $\pm$ 1,26 ^a	6,67 $\pm$ 0,58 ^b	5,50 $\pm$ 0,71 ^b	6,0 $\pm$ 0,0 ^b	5,75 $\pm$ 0,50 ^b
3ª onda	-	-	12,3 $\pm$ 1,15 ^a	10,50 $\pm$ 0,71 ^a	9,8 $\pm$ 0,45 ^b	10,25 $\pm$ 0,50 ^a
4ª onda	-	-	-	-	14,5 $\pm$ 1,14 ^a	14,5 $\pm$ 0,58 ^a
Dia divergência onda						
1ª onda	2,75 $\pm$ 0,50	2,83 $\pm$ 0,41	2,33 $\pm$ 0,58	2,0 $\pm$ 0,0	1,80 $\pm$ 0,84	2,50 $\pm$ 0,58
2ª onda	14,50 $\pm$ 1,0 ^a	13,83 $\pm$ 0,98 ^a	8,33 $\pm$ 0,58 ^b	8,0 $\pm$ 0,0 ^b	7,6 $\pm$ 0,89 ^b	7,75 $\pm$ 0,5 ^b
3ª onda	-	-	15,0 $\pm$ 2,0 ^a	13,50 $\pm$ 0,71 ^a	12,0 $\pm$ 1,73 ^b	12,50 $\pm$ 0,58 ^b
4ª onda	-	-	-	-	17,40 $\pm$ 0,89	17,50 $\pm$ 1,0
Dia divergência folicular após emergência da onda						
1ª onda	1,25 $\pm$ 0,5	1,33 $\pm$ 0,8	0,67 $\pm$ 1,1	1,0 $\pm$ 0,0	0,80 $\pm$ 0,8	1,50 $\pm$ 0,6
2ª onda	3,25 $\pm$ 0,9	2,83 $\pm$ 0,4	1,67 $\pm$ 0,6	2,50 $\pm$ 0,7	1,60 $\pm$ 0,9	2,0 $\pm$ 0,0
3ª onda	-	-	2,67 $\pm$ 1,1	3,00 $\pm$ 1,4	1,80 $\pm$ 2,2	2,25 $\pm$ 0,5
4ª onda	-	-	-	-	2,80 $\pm$ 0,8	3,0 $\pm$ 0,8
Nº Folicúlos $\geq$ 3mm						
1ª onda	14,75 $\pm$ 1,71 ^a	9,83 $\pm$ 2,04 ^{b,A}	12,67 $\pm$ 1,15 ^a	10,50 $\pm$ 0,71 ^b	13,40 $\pm$ 1,95 ^a	9,50 $\pm$ 3,0 ^b
2ª onda	12,0 $\pm$ 0,82 ^a	6,50 $\pm$ 2,07 ^{b,B}	12,67 $\pm$ 0,58 ^a	7,50 $\pm$ 2,12 ^b	13,20 $\pm$ 1,92 ^a	9,25 $\pm$ 2,22 ^b
3ª onda	-	-	11,33 $\pm$ 0,58 ^a	7,0 $\pm$ 2,83 ^b	12,40 $\pm$ 1,52 ^a	8,50 $\pm$ 2,52 ^b
4ª onda	-	-	-	-	12,0 $\pm$ 1,58 ^a	8,0 $\pm$ 2,16 ^b

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula na mesma linha e maiúscula na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05). () = número de fêmeas avaliadas.

Em cada onda de desenvolvimento folicular um grande número de folículos pequenos emerge. Observou-se que o número de folículos detectados com diâmetro ≥ 3 mm foi maior nas cabras do T1 ($P < 0,05$) que nas do T2 nos ciclos estrais com duas, três e quatro ondas (Tabela 1). A quantidade de folículos que entra na fase de emergência da onda folicular é estimulada pela r-bST (DRIANCOURT, 1991; GONG et al., 1991; LUCY, 2000). O hormônio de crescimento (GH) e o IGF-1 podem afetar a função ovariana por ação direta sobre as células tecais e da granulosa, amplificando a ação hormonal das gonadotropinas (ADASHI, 1992). Entretanto, não ocorre aumento na concentração plasmática (GONG et al., 1991) e no número de receptores ovarianos para estas gonadotropinas (GONG et al., 1991; 1993).

No presente estudo, o maior número de folículos que emergiram favorece os métodos de superovulação, amplamente utilizados nos programas de transferência de embriões. PAVLOK et al. (1996) e HWANG et al. (1997) também observaram que a r-bST aumenta o número de folículos recrutados com diâmetros entre 2 e 5 mm na espécie bovina. Outros hormônios (hormônio somatotrófico) e fatores correlacionados (IGF-1) estão envolvidos na regulação da função ovariana e no crescimento folicular (HAMMOND et al., 1991). O GH estimula a função das células da granulosa e aumenta a sensibilidade ovariana às gonadotropinas (GONG et al., 1996), por meio da produção local de IGF-1. Os efeitos sinérgicos entre o FSH e o IGF-1 manifestam-se por estimulação da atividade da aromatase e por aumento no número de receptores para o hormônio luteinizante (LH) nas células da granulosa (ADASHI et al., 1985a e b), podendo ser esperado um aumento na taxa ovulatória. O número e a qualidade dos embriões aumentaram em animais tratados com GH (HERRLER et al., 1994; LUCY, 1996).

A existência de dominância folicular em pequenos ruminantes permaneceu controversa por muitos anos (DRIANCOURT & DISENHAUS, 1997). Atualmente, aceita-se que a dominância folicular ocorre durante o ciclo estral caprino, principalmente na 1ª onda e na onda ovulatória. Porém, este fenômeno de dominância é difícil de avaliar, visto que o folículo dominante pode ou não estar presente, e também pela ocorrência de dois folículos dominantes por onda. No presente estudo foi observada dominância folicular em todas as ondas.

Os diâmetros máximos dos primeiros folículos dominantes foram semelhantes entre os animais dos tratamentos ($P > 0,05$). No entanto, o diâmetro do maior folículo da onda diferiu ($P < 0,05$) entre as demais ondas de crescimento folicular dentro do ciclo

estral. GINTHER e KOT (1994) observaram que o diâmetro do folículo dominante da 1^a e 4^a ondas foliculares foi maior quando comparado com os da 2^a e 3^a ondas foliculares. No presente estudo, nas cabras com três ou quatro ondas foliculares, o folículo dominante da 2^a onda foi menor ($P<0,05$) que os da 1^a e 3^a ondas para os animais tratados com r-bST. Nas cabras com quatro ondas, o folículo dominante da 3^a foi menor ($P<0,05$) que o da 4^a (Tabela 2), o que corrobora os resultados de DE CASTRO et al. (1999). Essa diferença no diâmetro folicular observada se deve às concentrações de progesterona, pois a 1^a onda coincide com baixa concentração de progesterona secretada pelo corpo lúteo em formação, e assim não há ainda *feedback* negativo sobre o eixo hipotalâmico-hipofisário. Portanto, haverá liberação de LH, que aumenta o crescimento folicular. Quanto ao menor diâmetro alcançado na 2^a onda, isto pode ser devido ao *feedback* negativo da alta concentração sérica de progesterona, pois o corpo lúteo (CL) está formado e há liberação de progesterona que inibe a liberação de LH. O surgimento da 3^a onda, nos ciclos estrais de três ondas, coincide com a redução da secreção de progesterona pelo CL, e isto leva ao aumento na secreção de LH, seguida de rápido crescimento folicular e ovulação. Nos animais com quatro ondas, a concentração de progesterona declina, coincidindo com o surgimento da 4^a onda folicular.

A taxa de crescimento e atresia do maior folículo das ondas não diferiu ($P>0,05$) entre os animais dos tratamentos nos ciclos de duas, três ou quatro ondas ($P>0,05$), o que corrobora os resultados de DE CASTRO et al. (1999), porém quando avaliado somente a taxa de atresia, independentemente do tratamento, observou-se diferença da taxa de atresia da onda do ciclo de duas ondas com o ciclo de quatro ondas ($P<0,05$).

Os parâmetros dos folículos subordinados dos animais dos tratamentos diferiram ($P>0,05$) quanto ao diâmetro máximo alcançado, à duração do crescimento, à taxa de crescimento e atresia e à duração da atresia.

Tabela 2 – Comparação dos parâmetros dos folículos dominantes de cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST (T1), com padrão de duas, três e quatro ondas de crescimento folicular (média $\pm$ DP)

Parâmetros	Ondas Foliculares					
	2 Ondas		3 Ondas		4 Ondas	
	T1 (4)	T2 (6)	T1 (3)	T2 (2)	T1 (5)	T2 (4)
Diâmetro máximo (mm)						
1ª Onda	6,5 $\pm$ 0,0 ^A	6,3 $\pm$ 0,3 ^A	6,6 $\pm$ 0,4 ^B	6,3 $\pm$ 0,4 ^{AB}	6,5 $\pm$ 0,4 ^A	6,5 $\pm$ 0,0 ^A
2ª Onda	9,4 $\pm$ 1,1 ^{a,B}	9,1 $\pm$ 0,2 ^{a,B}	5,5 $\pm$ 0,1 ^{b,C}	5,5 $\pm$ 0,4 ^{b,B}	5,2 $\pm$ 0,3 ^{b,B}	5,4 $\pm$ 0,2 ^{b,B}
3ª Onda	-	-	8,4 $\pm$ 0,3 ^{a,A}	8,8 $\pm$ 0,4 ^{a,A}	6,0 $\pm$ 0,4 ^{b,A}	5,6 $\pm$ 0,7 ^{b,AB}
4ª Onda	-	-	-	-	8,5 $\pm$ 0,4 ^C	8,4 $\pm$ 0,3 ^C
Dia diâmetro máximo						
1ª Onda	6,0 $\pm$ 1,2	5,8 $\pm$ 0,8	5,7 $\pm$ 0,6	6,0 $\pm$ 0,0	5,0 $\pm$ 1,0	5,5 $\pm$ 0,6
2ª Onda	21,8 $\pm$ 1,9 ^a	21,8 $\pm$ 0,8 ^a	11,0 $\pm$ 1,0 ^b	10,5 $\pm$ 0,7 ^b	10,6 $\pm$ 1,1 ^b	10,5 $\pm$ 1,0 ^b
3ª Onda	-	-	21,4 $\pm$ 1,15	21,0 $\pm$ 2,8	16,0 $\pm$ 1,2	15,0 $\pm$ 0,8
4ª Onda	-	-	-	-	22,8 $\pm$ 0,8	23,5 $\pm$ 1,3
Duração crescimento (dias)						
1ª Onda	4,0 $\pm$ 0,8 ^A	4,3 $\pm$ 0,5 ^A	4,0 $\pm$ 0,6 ^{AB}	4,5 $\pm$ 0,7 ^{AB}	3,8 $\pm$ 1,1 ^A	4,0 $\pm$ 0,8 ^A
2ª Onda	9,8 $\pm$ 2,2 ^{a,B}	9,8 $\pm$ 1,0 ^{a,B}	3,3 $\pm$ 0,6 ^{b,A}	3,5 $\pm$ 0,7 ^{b,A}	3,4 $\pm$ 0,9 ^{b,A}	3,8 $\pm$ 0,5 ^{b,A}
3ª Onda	-	-	9,0 $\pm$ 2,0 ^{a,B}	9,5 $\pm$ 2,1 ^{b,B}	4,0 $\pm$ 0,7 ^{a,A}	3,5 $\pm$ 1,0 ^{b,A}
4ª Onda	-	-	-	-	7,2 $\pm$ 1,3 ^B	8,0 $\pm$ 0,8 ^B
Taxa crescimento (mm/dia)						
1ª Onda	0,9 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,15	0,7 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,2
2ª Onda	0,7 $\pm$ 0,2	0,6 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 0,1	0,7 $\pm$ 0,2	0,6 $\pm$ 0,1
3ª Onda	-	-	0,6 $\pm$ 0,2	0,6 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,1	0,7 $\pm$ 0,0
4ª Onda	-	-	-	-	0,8 $\pm$ 0,2	0,7 $\pm$ 0,1
Taxa atresia (mm/dia)						
1ª Onda	0,5 $\pm$ 0,1 ^a	0,5 $\pm$ 0,1 ^a	0,7 $\pm$ 0,0 ^{ab}	0,8 $\pm$ 0,4 ^{ab}	0,7 $\pm$ 0,1 ^b	0,6 $\pm$ 0,1 ^b
2ª Onda	-	-	0,6 $\pm$ 0,1	0,3 $\pm$ 0,2	0,6 $\pm$ 0,2	0,5 $\pm$ 0,2
3ª Onda	-	-	-	-	0,5 $\pm$ 0,1	0,5 $\pm$ 0,2
Duração atresia (dias)						
1ª Onda	4,5 $\pm$ 0,6	4,2 $\pm$ 1,0	4,0 $\pm$ 0,0	3,0 $\pm$ 0,0	3,4 $\pm$ 0,5 ^A	4,0 $\pm$ 0,0 ^{AB}
2ª Onda	-	-	3,0 $\pm$ 0,0	3,5 $\pm$ 0,7	2,8 $\pm$ 0,4 ^B	3,5 $\pm$ 0,5 ^B
3ª Onda	-	-	-	-	3,6 $\pm$ 0,5 ^A	3,8 $\pm$ 0,5 ^A

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula na mesma linha e maiúscula na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

() = número de fêmeas avaliadas.

A concentração sérica de progesterona durante o ciclo estral não diferiu ($P>0,05$) entre as cabras dos tratamentos. A curva pode ser explicada por um modelo quadrático, com baixa concentração de progesterona no dia do estro, seguido por um perfil ascendente até o 10º dia, mantendo-se elevada até o 13º dia, quando declinou a concentrações basais. As variações na concentração de progesterona plasmática refletem a atividade do CL (Figura 1). O CL possui receptores para a r-bST e também para IGF-1, que, *in vitro*, estimulam sua função e aumentam a produção de progesterona (LUCY, 2000). Existe uma contradição nos resultados que mostram que o CL responde de forma diferenciada ao r-bST em diferentes experimentos. A r-bST não protege o CL, visto que o CL regrediu com administração de prostaglandina em vacas tratadas com r-bST (De La SOTA et al., 1993; KIRBY e WILSON, 1997).

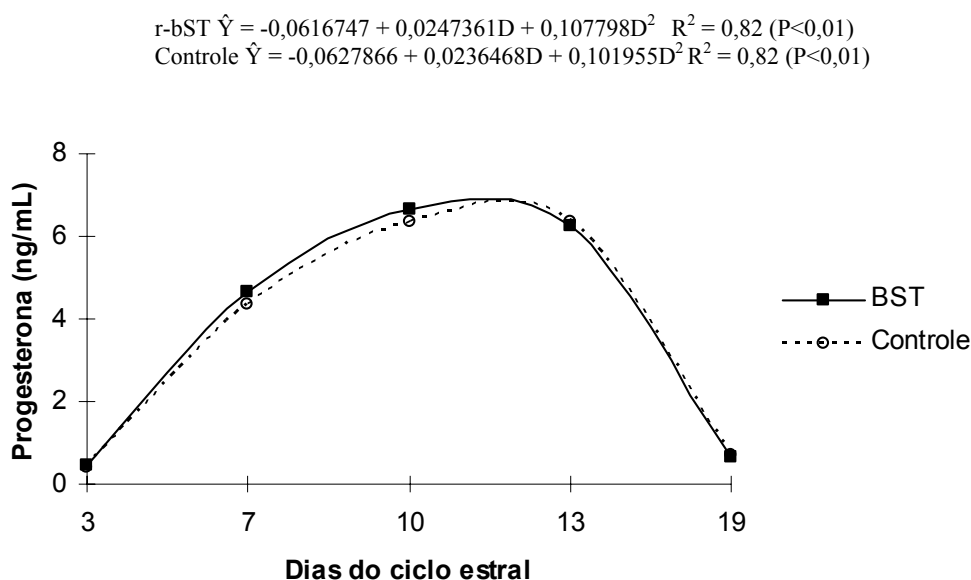


Figura 1 - Concentração sérica de progesterona em cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST, em função dos dias do ciclo estral.

As concentrações séricas de progesterona foram maiores entre os dias 10 e 13 ($7,27 \pm 0,09$ ng/mL), em cabras com quatro ondas *versus* cabras com duas e três ondas ($5,80 \pm 0,13$ ng/mL) ($P<0,05$). Em todos os animais a concentração sérica de progesterona atingiu valores basais no dia 19 do ciclo estral.

Conclusões

A r-bST aumentou o número de folículos recrutados ≥ 3 mm, e não alterou a concentração de progesterona, a duração do ciclo estral, o número de ondas foliculares durante um ciclo estral estudado, de cabras da raça Toggenburg em lactação.

Referências Bibliográficas

- ADASHI, E. Y. Intraovarian regulation: the IGF-1 example. **Reprod. Fertil. Dev.**, v. 4, p. 497-504, 1992.
- ADASHI, E. Y.; RESNICK, C. E.; BRODIE, A. M. H.; SVOBODDA, M. E.; WYK, J. J. Somatomedin C- mediated potentiation of follicle-stimulating hormone-induced aromatase activity of cultured rat granulosa cells. **Endocrinology**, v. 117, p. 2313-2320, 1985a.
- ADASHI, E. Y.; RESNICK, C. E.; BRODIE, A. M. H.; SVOBODDA, M. E.; WYK, J. J. Somatomedin C enhances induction of luteinizing hormone receptors by follicle-stimulating hormone in cultured granulosa cells. **Endocrinology**, v. 116, p. 2369-2375, 1985b.
- BAUMAN, D. E. Bovine somatotropin and lactation: from basic science to commercial application. **Dom. Anim. Endocrinol.**, v. 17, p. 104-116, 1999.
- DE CASTRO, T., RUBIANES, E., MENCHACA, A., RIVERO, A. Ovarian dynamics, serum estradiol and progesterone concentrations during the interovulatory interval in goats. **Theriogenology**, v. 52, p. 399-411, 1999.
- De La SOTA, R. L.; LUCY, M. C.; STAPLES, R. THATCHER, W. Effects of recombinant bovine somatotropin (Sometribove) on ovarian function in lactating and nonlactating dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v. 76, p. 1002-1013, 1993.
- DRIANCOURT, M. A. Follicular dynamics in sheep and cattle. **Theriogenology**, v. 35, n. 1, p. 55-71, 1991.
- DRIANCOURT, M. A.; DISENHAUS, C. Lack of effects of growth hormone administration on function of lactating goats. **Anim. Reprod. Sci.**, v. 46, p. 123-132, 1997.
- FORTUNE, J. E. Follicular dynamics during the bovine estrus cycle: a limiting factor in improvement of fertility. **Anim. Reprod. Sci.**, v. 33, p. 111-125, 1993.
- GINTHER, O. J., KOT, K. Follicular dynamics during the ovulatory season in goats. **Theriogenology**, v. 42, p. 987-1001, 1994.
- GONG, J. G.; BRAMLEY, T. A.; WEBB, R. The effect of recombinant bovine somatotrophin on ovarian function in heifers: follicular populations and peripheral hormones. **Biol. Reprod.**, v. 45, p. 941-949, 1991.
- GONG, J. G.; BRAMLEY, T. A.; WILMUT, I.; WEBB, R. Effect of recombinant bovine somatotropin on the superovulatory response to pregnant mare serum gonadotropin in heifers. **Biol. Reprod.**, v. 48, p. 1141-1149, 1993.
- GONZALEZ DE BULNES, A.; SANTIAGO MORENO, J.; GOMEZ B.; INSKEEP, E. P.; TOWNSEND, E. C.; LOPEZ SEBASTIAN, A. Follicular dynamics during the oestrus cycle in dairy goats. **Anim. Sci.**, v. 68, p. 547-554, 1999.
- HAMMOND, J. M.; MONDSCHIEIN, J. S.; SAMARAS, S. E.; SMITH, S. A.; HAGEN, D. R. The ovarian insulin-like growth factor system. **J. Reprod. Fertil.** (suppl. 43), p. 199, 1991.
- HERRLER, A.; EINSPANIER, R.; SCHAMS, D.; NIEMANN, H. Effect of recombinant bovine somatotrophin (rBST) on follicular IGF-1 contents and the ovarian response following superovulatory treatment in dairy cows: a preliminary study. **Theriogenology**, v. 41, p. 601-611, 1994.
- HWANG, W. S.; LEE, K. N.; LEE, B. C. Effect of bST co-treatment with FSH or PMSG on transvaginal ultrasound-guided oocyte retrieval in calves. **Theriogenology**, v. 47, n. 1, p. 159 (abstr.), 1997.
- KIRBY, C. J.; WILSON, S. J.; Response of dairy cows treated with bovine somatotropin

- to a luteolytic dose of prostaglandin F2 α . **J. Dairy. Sci.** v. 80, p. 286-294, 1997.
- LUCY, M. C. Use of bovine somatotropin to increase follicular growth in cattle: Applications to superovulation. In: 15th ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN EMBRYO TRANSFER ASSOCIATION, p. 61-70, 1996..
- LUCY, M. C. Regulation of ovarian follicular growth by somatotropin and insulin-like growth factors in cattle. **J. Dairy Sci.**, v. 83, p. 1635-1647, 2000.
- LUCY, M. C. Expectativas de índices reprodutivos em vacas leiteiras tratadas com somatotropina bovina. In: V CURSO DE NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS. Uberlândia – MG, p. 47-55, 2001.
- LUCY, M. C.; COLHIER, R. J.; KITCHELL, M. L.; DIBNER, J. J.; HAUSER, S. D.; KRIVI, G.G. Immunohistochemical and nucleic acid analyses of somatotropin receptor populations in the bovine ovary. **Biol. Reprod.** v. 48, p. 1219-1227, 1993.
- MENCHACA, A.; RUBIANES, E. Relation between progesterone concentrations during the early luteal phase and follicular dynamics in goats. **Theriogenology**, v. 57, p. 1411-1419, 2002.
- MONDSCHIEIN, J. C.; CANNING, S. F.; MILLER, D. Q.; HAMMOND, J. M. Insulin like growth factors (IGFs) as autócrino/paracrine regulators of granulose cell differentiation and growth: studies with a neutralizing monoclonal antibody to IGF. **Biol. Reprod.**, v. 40, p. 79-89, 1989.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC – 1981. Nutrient Requirements of goats. Ed. Natl. Acad. Science, Washington, DC.
- PAVLOK, A.; KOUTECKÁ, L.; KREJČÍ, P.; SLAVÍK, T.; CERMAN, J.; SLABA, J.; DORN, D. Effect of recombinant bovine somatotropin on follicular growth and quality of oocytes in cattle. **Anim. Reprod. Sci.**, v. 41, p. 183-192, 1996.
- RUBIANES, E., MENCHADA, A. The pattern and manipulation of ovarian follicular growth in goats. **Anim. Reprod. Sci.**, v. 78, p. 271-287, 2003.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.0. Viçosa, MG: Editora UFV, 1997. 150 p. (Manual do usuário).

Parâmetros reprodutivos de cabras da raça Toggenburg em lactação tratadas com somatotropina bovina recombinante (r-bST) e sincronizadas com CIDR reutilizado

RESUMO - O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta de cabras tratadas com r-bST ao protocolo de sincronização de estro, utilizando o dispositivo *Controlled Internal Drug Release* (CIDR). Foram utilizadas 26 cabras da raça Toggenburg, divididas em dois tratamentos: T1 (n=13), cabras tratadas com quatro injeções de 250 mg de r-bST, a intervalos de 14 dias; e T2 (n=13), cabras do tratamento controle. No dia zero, colocou-se o dispositivo e injetou PGF_{2α} (22,5 µg) nos animais dos dois tratamentos, e o dispositivo foi retirado no sexto dia. Todas as fêmeas em estro foram submetidas à monta natural. A porcentagem de animais em estro e a taxa de gestação foram 76,9 e 70,0 e 84,6 e 72,7%, no T1 e T2, respectivamente. Não houve diferença ($P>0,05$) entre os animais dos tratamentos na duração do estro, no intervalo tratamento-início do estro, no número de ovulações, nos intervalos: início e final do estro à ovulação e na retirada do dispositivo à ovulação. O diâmetro médio dos folículos ovulatórios das fêmeas não diferiu ($P>0,05$). Durante a permanência do dispositivo, as concentrações séricas de progesterona apresentaram valores semelhantes ($P>0,05$) entre as cabras de T1 e T2. Concluiu-se que a r-bST não afetou a sincronização de estro com dispositivo.

Palavras-chave: Caprinos, CIDR, estro, sincronização de estro e taxa de gestação.

Reproductive parameters of the Toggenburg breed goats in lactation treated with recombinant bovine somatotropin (r-bST) and synchronized with recycled CIDR

ABSTRACT - The objective this study was to evaluate the response of goats treated with r-bST, to the protocol of estrus synchronization using Controlled Internal Drug Release (CIDR) device. Twenty-six Toggenburg females were divided in two treatments: T1 (n=13): goats treated with four injections of 250 mg r-bST, at 14 days intervals and, T2 (n=13): goats treated with saline solution (control). At day zero, the device was inserted and PGF_{2α} (22.5μg) was injected in the animals from the two treatments and the device was removed the sixth day. All the females in estrus were natural inseminated. The percentage of animals in estrus and the gestation rate was: 76.9 and 70 and 84.6 and 72.7% for T1 and T2, respectively. The estrous cycle length, the interval treatment to the onset of estrus, the ovulation number, and the intervals from: onset of estrus to ovulation, end of estrus to ovulation and from device removal to ovulation were not affected by r-bST injection. The r-bST not affected the diameter of the ovulatory follicles (P>0.05). During the device permanence, progesterone concentration showed similar values (P>0.05) among the goats of T1 and T2. The CIDR estrus synchronized it is concluded that r-bST administration did not affect.

Keywords: CIDR, device, estrous synchronization, goat, gestation rate.

Introdução

Métodos para sincronizar o estro têm sido desenvolvidos e utilizados na caprinocultura, visando facilitar e tornar mais eficiente o manejo reprodutivo (FONSECA, 2002; MAFFILI et al., 2003).

A sincronização se baseia no encurtamento da fase luteal, pelo uso de agentes luteolíticos ou pelo prolongamento dessa fase por meio de dispositivos de liberação lenta de progestágenos, como *Controlled Internal Drug Release* (CIDR). Protocolos com períodos de utilização do CIDR ou esponja, inferior a nove dias foram testados e, tendo sido comprovado que a associação de progestágenos intravaginais, por um período curto e agentes luteolíticos, como prostaglandinas, possibilita alta taxa de sincronização de estro (>90%) em caprinos (RUBIANES e MENCHACA, 2003).

A somatotropina possui efeitos diretos e indiretos sobre o desempenho reprodutivo, e o seu uso em ruminantes lactantes tem sido associado com decréscimo na resposta reprodutiva, por exemplo, redução na taxa de prenhez (LUCY, 2001).

O possível envolvimento do GH na regulação do crescimento folicular é reportado por vários autores. Seus efeitos sobre as células ovarianas ocorrem por receptores detectados em ovários bovinos (LUCY et al., 1993). Em ovelhas e cabras, o GH promoveu aumento no número de folículos de 2-3 mm (GONG et al., 1996), porém DRIANCOURT et al. (1997) não observaram efeito do bST sobre o desenvolvimento e a maturação folicular. MORAES (2004) constatou maior número de folículos ≥ 3 mm em cabras tratadas com r-bST.

Não se encontrou trabalho sobre o efeito da somatotropina bovina recombinante em cabras lactantes sincronizadas com o dispositivo CIDR.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a resposta reprodutiva de cabras lactantes da raça Toggenburg, tratadas com r-bST, ao protocolo de sincronização de estro, utilizando o CIDR como dispositivo intravaginal.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido de maio a julho de 2003, a 21°35' de latitude sul e 43°15' de longitude leste, cuja altitude média é 435 m e o clima Cwa, segundo a classificação de Köpen (inverno seco e verão úmido), com temperatura média anual de 21° C e precipitação pluviométrica média anual de 1.581 mm³.

Foram utilizadas 26 cabras (140,0 ± 2,70 dias de lactação) da raça Toggenburg, sendo 13 multíparas (M), pesando em média 48,3 ± 5,9 kg e escore da condição corporal (escala de 1 a 5) de 3,1 ± 0,5 e 13 primíparas (P), pesando 40,8 ± 5,9 kg e escore de 3,5 ± 0,8.

Os animais foram mantidos em confinamento, recebendo água *ad libitum* e dieta formulada para suprirem as exigências nutricionais de cabras no terço médio da lactação, segundo NRC (1981). O volumoso utilizado foi o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) picado, e o concentrado foi constituído por milho, farelo de soja, farelo de girassol e mistura mineral.

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois tratamentos (T): no T1 (6M e 7P) as cabras pesavam em média 44,0 ± 6,0 kg e tinham condição corporal de 3,2 ± 0,7, tendo recebido quatro injeções de r-bST (sometribove¹) (250 mg), por via subcutânea, a intervalos de 14 dias, na prega cutânea lateral da raiz da cauda, alternando-se os lados esquerdo e direito, a cada injeção; e no T2 (7M e 6P) as cabras pesavam em média 44,6 ± 7,9 kg e tinham condição corporal de 3,5 ± 0,7, tendo recebido injeções de solução salina (controle).

A sincronização do estro dos animais de T1 e T2 foi realizada na semana seguinte à última injeção da r-bST. Os animais foram sincronizados com o dispositivo CIDR² (*Controlled Internal Drug Release*) utilizado pela segunda vez e receberam 22,5 µg de prostaglandina sintética³ (d-cloprostenol) por via intra-muscular, no dia da inserção do dispositivo (dia 0). No sexto dia após o início da sincronização, os dispositivos foram retirados e, a partir daí, os animais foram monitorados quanto à manifestação de estro a cada 6 horas.

A detecção de estro foi realizada com o auxílio de um macho reprodutor, sendo considerada em estro a fêmea que aceitasse a monta. As cabras em estro sofreram duas

¹ Lactotropin: 500 mg de Sometribove – Elanco.

² Eazi-Breed CIDR®, Pharmacia Saúde Animal do Brasil Ltda.

³ Ciosin – Coopers.

coberturas, utilizando cinco machos, com fertilidade comprovada, via exame andrológico (CBRA, 1998) e histórico anterior de cobertura. A cobertura foi repetida 12 horas após, se as fêmeas ainda permanecessem em estro.

Após o início do estro, iniciaram-se os exames ultra-sonográficos a cada 6 horas, até 12 horas após a detecção da ovulação. As imagens ultra-sonográficas dos ovários foram obtidas por via transretal, com o auxílio de um ultra-som, marca Aloka, modelo SSD-500, acoplado a um transdutor linear de 5 MHz. Os procedimentos para localização dos ovários foram os mesmos preconizados por GINTHER & KOT (1994). O diâmetro, a posição, as características das estruturas ovarianas, o momento do início do estro e a ovulação foram registrados em fichas individuais.

As coletas de sangue para as dosagens de progesterona tiveram início um dia antes (dia -1), do dia da inserção do dispositivo (dia 0), no dia de sua retirada (6) e no sétimo dia após a inserção do dispositivo. As amostras foram coletadas em tubos de coleta à vacuo de 10 mL, sem solução anticoagulante, por punção da veia jugular. Os tubos foram centrifugados a 1.000x G, durante 15 minutos, para separação do soro, sendo este acondicionado em tubetes plásticos e armazenado à temperatura de -18°C até sua análise. A análise de progesterona foi realizada no Setor de Reprodução Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, por metodologia de radioimunoensaio (RIA) em fase sólida, utilizando-se “Kit” comercial¹.

O diagnóstico de gestação foi feito aos 35 dias após a cobertura, com o auxílio de ultra-som da marca Aloka, modelo SSD-500, acoplado a uma probe de 5 MHz.

Na análise estatística foi utilizado o programa SAEG 8.0. A fim de verificar a normalidade e a homogeneidade das variáveis estudadas, foram empregados os testes de Lilliefors e Cochran e Bartlett, respectivamente. Aplicou-se a análise de variância para verificar diferenças entre as variáveis estudadas. Quando presentes, as diferenças foram testadas, utilizando-se o teste de médias de Tukey. As variáveis que não apresentavam normalidade ou homogeneidade, mesmo após a transformação logarítmica, foram submetidas à análise não-paramétrica de Wilcoxon.

¹ Coat-a-count progesterone – DPC – Diagnostic Products Co., Los Angeles, CA, USA.

Resultados e Discussão

Três cabras do T1 e duas do T2 não responderam ao tratamento com o dispositivo, e a concentração de progesterona após a retirada do dispositivo foi 3,47 e 4,11 ng/mL, respectivamente.

O número de cabras que apresentaram estro e a taxa de gestação está na Tabela 1. Não houve diferença da taxa de gestação entre os animais dos tratamentos. O baixo número de animais utilizado no experimento impossibilitou a análise pelo teste do qui-quadrado.

A taxa de ocorrência de estro e a taxa de gestação foram semelhantes às aquelas reportadas por OLIVEIRA et al. (2001) e MAFFILI (2004) e superiores às encontradas por MOTLOMELO et al. (2002). McGRATH et al. (1999) trabalharam com vacas no final da lactação e não observaram efeito na taxa de prenhez entre os animais tratados e os do controle. Com base nos resultados, observou-se que o tratamento com r-bST não provocou efeitos negativos sobre os parâmetros reprodutivos de cabras no terço médio da lactação, quando a produção de leite estava diminuindo.

Não houve diferença ($P>0,05$) entre as cabras dos tratamentos quanto aos intervalos: retirada do dispositivo-início do estro (IRDIE), e ao final do estro (IRDFE). Os valores médios encontrados foram semelhantes àqueles reportados por MOTLOMELO et al. (2002) e MAFFILI (2004) e diferentes dos observados por BROZOS et al. (1999), que trabalharam com ovelhas e sincronizaram o estro com esponja intravaginal. Porém, conforme constatado por MAFFILI et al. (2003), os animais sincronizados com o dispositivo apresentaram início do estro mais rápido que os sincronizados com esponjas intravaginais. Embora não tenha havido diferença ($P>0,05$) na duração do estro (DE), houve tendência ($P<0,10$) das cabras que estavam sob efeito da r-bST apresentarem maior duração do estro. Os resultados encontrados neste estudo foram semelhantes aos relatados por MOTLOMELO et al. (2002), que compararam diferentes progestágenos na sincronização de cabras durante a estação natural. No presente estudo não foi verificada correlação entre o IRDIE e a DE.

Tabela 1 - Número de animais em estro (NAE), taxa de gestação em %(TG), intervalo da retirada do dispositivo e início do estro (IRDIE), duração do estro (DE), intervalo da retirada do dispositivo e final do estro (IRDFE), em cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST e sincronizadas com o dispositivo CIDR reutilizado (média $\pm$ DP)

Parâmetros	T1	T2	Total (n)
NAE (%)	76,9 (10/13)	84,6 (11/13)	80,8% (21/26)
TG (%)	80,0 (8/10)	72,7 (8/11)	76,2 (16/21)
IRDIE (horas)	28,8 $\pm$ 4,7 ^a	31,6 $\pm$ 7,6 ^a	30,3 $\pm$ 6,4
DE (horas)	42,0 $\pm$ 14,4 ^A	30,5 $\pm$ 15,3 ^A	36,0 $\pm$ 15,6
IRDFE (horas)	70,8 $\pm$ 14,9 ^A	62,2 $\pm$ 18,0 ^A	66,3 $\pm$ 16,8

^a Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Wilcoxon ($P>0,05$).

^A Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

O número de ovulações não diferiu ($P>0,05$) entre os animais dos tratamentos, conforme dados mostrados na Tabela 2, apesar de a r-bST (via IGF-1) aumentar o efeito estimulatório do FSH sobre a esteroidogênese das células da granulosa e induzir o aumento de receptores para o LH (KIRKWOOD et al., 1988). GODFREY et al. (1997) observaram resultados semelhantes ao sincronizar o estro de ovelhas nos trópicos.

Não houve efeito ($P>0,05$) do tratamento com r-bST sobre os intervalos: início do estro à ovulação (IIEO) e da retirada do dispositivo à ovulação (IRDO). Os intervalos mínimos e máximos observados entre o início do estro e a ovulação foram de 12 e 42 horas (T1) e 18 e 48 horas (T2), respectivamente. PRASAD et al. (1980) observaram ovulações entre 10 e 40 horas após o início do estro. Não foi observada correlação entre o IRDIE e a ovulação. Quanto ao intervalo do final do estro à ovulação (IFEEO), constatou-se a tendência ($P<0,10$) de os animais tratados com r-bST apresentarem intervalo maior que os controles (Tabela 2).

O diâmetro médio do folículo ovulatório (DMFO) não foi influenciado ($P>0,05$) pelo tratamento com r-bST (Tabela 2). Segundo TANNER e HAUSER, (1989), o r-bST age sobre o ovário estimulando a síntese de IGF-1 e controlando especialmente a função do corpo lúteo (CL) (LUCY et al., 1993) e das células da granulosa (LOBIE et al., 1990). Os folículos apresentam menores quantidades de receptores para somatotropina, pois a presença destes demonstra sua efetividade, alterando assim sua

função (LUCY, 2000). Foi constatado que a somatotropina pode afetar a dinâmica folicular, como a quantidade de folículos em emergência, porém sem causar efeitos em outros parâmetros (LUCY, 2000; MORAES, 2004).

Tabela 2 - Número de ovulações (NO), intervalo início do estro à ovulação (IIEO), intervalo do final do estro à ovulação (IFEEO), intervalo da retirada do dispositivo à ovulação (IRDO), diâmetro médio dos folículos ovulatórios (DMFO) e ovário em que ocorreu a ovulação em % (OD e OE), em cabras da raça Toggenburg tratadas com r-bST e sincronizadas com o dispositivo CIDR reutilizado (média $\pm$ DP)

Parâmetros	T1	T2	Média Geral
NO	1,7 $\pm$ 0,7 ^a	1,4 $\pm$ 0,7 ^a	1,6 $\pm$ 0,7
IIEO (horas)	24,0 $\pm$ 8,9 ^a	24,5 $\pm$ 8,7 ^a	24,3 $\pm$ 8,6
IFEEO (horas)	-18,0 $\pm$ 15,0 ^A	-6,0 $\pm$ 11,4 ^A	-11,7 $\pm$ 14,2
IRDO (horas)	52,8 $\pm$ 9,3 ^a	56,2 $\pm$ 12,4 ^a	54,6 $\pm$ 10,9
DMFO (cm)	0,9 $\pm$ 0,1 ^A	0,9 $\pm$ 0,2 ^A	0,9 $\pm$ 0,15
OD (%)	7 (46,7)	7 (58,3)	14 (51,8)
OE (%)	8 (53,3)	5 (41,7)	13 (48,2)

^a Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Wilcoxon ($P>0,05$).

^A Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Não houve diferença de atividade ($P>0,05$) entre os ovários direito e esquerdo dos animais dos dois tratamentos (Tabela 2). ROMANO e ABELLA (1997) observaram resultado semelhante entre os ovários direito e esquerdo em cabras da raça Nubiana, embora foi constatado que o ovário direito é mais ativo que o esquerdo (CAMP et al., 1983).

A concentração sérica de progesterona não diferiu ($P>0,05$) entre os animais dos tratamentos (Figura 1).

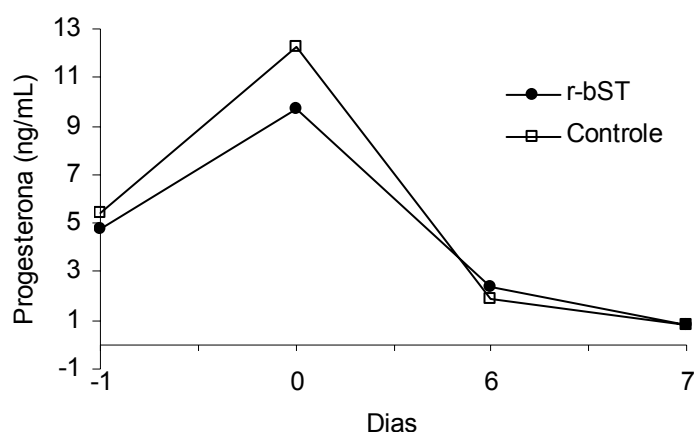


Figura 1 - Concentração sérica de progesterona de cabras da raça Toggenburg tratadas com r-bST e sincronizadas com CIDR reutilizado por 6 dias. Dia 0 = colocação do dispositivo reutilizado + $\text{PGF}_{2\alpha}$ e dia 6 = retirada do dispositivo reutilizado.

A taxa de parto, o período de gestação e o número médio de crias por parto não foram influenciados ($P>0,05$) pela r-bST (Tabela 3).

Tabela 3 - Taxa de parto (%), duração da gestação (dias) e número de crias nascidas em cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST e sincronizadas com o dispositivo CIDR reutilizado (média $\pm$ DP)

Parâmetros	T1	T2	Total
Taxa de partos (%)	50 (5/10)	63,6 (7/11)	52,4 (12/21)
Período de gestação (dias)	149 $\pm$ 1,22 (5) ^a	148,3 $\pm$ 2,43 (7) ^a	148,6 $\pm$ 1,97
Nº cabritos nascidos	1,20 $\pm$ 0,45 ^a	1,57 $\pm$ 0,53 ^a	1,42 $\pm$ 0,5

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

O período médio de gestação e o número médio de cabritos nascidos foram semelhantes aos relatados para a espécie caprina (GORDON, 1997).

No presente estudo não foi verificada correlação entre o número de ovulações e o número de crias nascidas ($P>0,05$).

Conclusões

O r-bST não afetou os parâmetros reprodutivos de cabras da raça Toggenburg em lactação submetidas à sincronização de estro com o dispositivo CIDR reutilizado.

Referências Bibliográficas

- BROZOS, C. N.; SARATSIS, P.H.; BOSCHOS, C.; KYRIAKIS, S.C.; ALEXOPOULOS, C. Effect of bovine somatotropin (bST) administration on reproduction, progesterone concentration during lactation and LH secretion during estrus, in dairy ewes. **Anim. Reprod. Sci.**, v. 56, p. 177-187, 1999.
- CAMP, J. C.; WILDT, D. E.; HOWARD, P. K.; STUART, L. D.; CHAKRABORTY, P. K. Ovarian activity during normal and abnormal length estrous cycles in the goat. **Biology of Reproduction**, v. 28, p. 673-681, 1983.
- COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL – CBRA. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 2.ed. Belo Horizonte, MG:1998. 49p.(Manual).
- DRIANCOURT, M. A.; DISENHAUS, C. Lack of effects of growth hormone administration on function of lactating goats. **Anim. Reprod. Sci.**, v.46, p.123-132, 1997.
- FONSECA, J. F. **Controle e perfil hormonal do ciclo estral e performance reprodutiva de cabras alpina e saanen**. Viçosa - MG: UFV, 2002. 107 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- GINTHER, O. J.; KOT, K. Follicular dynamics during the ovulatory season in goats. **Theriogenol.**, v. 42, p. 987-1001, 1994.
- GODFREY, R. W.; GRAY, M. L.; COLLINS, J. R. A comparison of two methods of oestrus synchronization of hair sheep in the tropics. **Anim. Reprod. Sci.**, v. 47, p. 99-106, 1997.
- GONG, J. G.; CAMPBELL, B. K.; BRAMDLEY, T.; WEBB, R. Treatment with recombinant bovine somatotropina enhances ovarian follicle development and increases the secretion of insulin like growth factor I by ovarian follicles in ewes. **Anim. Reprod. Sci.**, v. 41, p. 13-26, 1996.
- GORDON, I. **Controlled reproduction in sheep and goats**. Cambridge, UK: University Press, p. 62, 1997.
- JOHNSON, B. M.; NUTI, L. C.; WILTZ, D. Ultrasonographic examination of the caprine ovary, **Veterin. Medic.**, May, p. 477
- KIRKWOOD, R. N.; TCHACKER, P. A.; GOONERATNE, A. D.; GUEDO, B. L.; LAARVELD, B. The influence of exogenous growth hormone on ovulation rate in gilts. **Can. J. Anim. Sci.**, v. 68, p. 1097-1103, 1988.
- LOBIE, P. E.; BREIPOHL, W.; ARAGON, J. G.; WATERS, M. J.; Cellular localization of the growth hormonal receptor/binding protein in the male and female reproductive systems. **Endocrinology**, v. 126, p. 2214-2221, 1990.
- LUCY, M. C. Regulation of ovarian follicular growth by somatotropina and insulin-like growth factors in cattle. **J. Dairy Sci.**, v. 83, p. 1635-1647, 2000.
- LUCY, M. C. Expectativas de índices reprodutivos em vacas leiteiras tratadas com somatotropina bovina. **Anais do V Curso de Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos**. Uberlândia – MG, p. 47-55, 2001.
- LUCY, M. C.; COLIER, R. J.; KITCHELL, M. L.; DIBNER, J. J.; HAUSER, S. D.; KRIVI, G. G. Immunohistochemical and nucleic acid analyses of somatotropin receptor populations in the bovine ovary. **Biol. Reprod.** v. 48, p. 1219-1227, 1993.
- MAFFILI, V. V. 2004 **Caracterização de protocolos visando à máxima eficiência reprodutiva em caprinos**. Viçosa - MG: UFV, 2004. 118 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.

- MAFFILI, V. V.; FONSECA, J. F.; BRUSCHI, J. H.; PONTES, R. A. M.; VIANA, J. H. M.; PROSPERI, C. P.; MORAES, E. A. Comparação entre diferentes dispositivos intra-vaginais associados ao estrógeno em programas de sincronização de estro em caprinos. In.: XVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões – SBTE, 2003, Beberibe - CE. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 31 (Suplem.), p. 444, 2003.
- McGRATH M. F.; BETTIS, S. E.; BILBY, C. R.; HINTZ, R. L.; et al. Effect of delayed breeding on reproduction, milk yield and lactation persistency in cows supplemented with POSILAC. **J. Dairy Sci.**, v. 82 (suppl. 1), p. 36 (abstract), 1999.
- MORAES, E. A. **Parâmetros produtivos e reprodutivos de cabras da raça Toggenburg em lactação tratadas com somatotropina bovina recombinante**. Viçosa - MG: UFV, 2004. 84 f. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- MOTLOMELO, K. C. GREYLING, J. P. C.; SCHWALBACH, L. M. J. Synchronization of oestrus in goats: the use of different progestagen treatments. **Small Rumin. Res.**, v. 45, p. 45-49, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of goats**. Washington, DC: Ed. Natl. Acad. Science, 1981.
- OLIVEIRA, M. A. L., GUIDO, S. I., LIMA, P. F. Comparison of different protocols used to induce and synchronize estrus cycle of Saanen goats. **Small Rum. Res.**, v. 40, p. 149-153, 2001.
- PRASAD, S. P. A note on the occurrence of short oestrus cycles and possible association of ovarian activity in Barbari nannies. **Ind. J. of Anim. Sci.**, v. 49, n. 10, p. 854-856, 1979.
- ROMANO, J. E., ABELLA, D. F. Effect of service on duration of oestrus and ovulation in dairy goats. **Anim. Reprod. Sci.**, v. 47, p. 107-112, 1997.
- RUBIANES, E., MENCHACA, A., CARBAJAL, B. Response of the 1-5 day-aged ovine corpus luteum to prostaglandin F2 α . **Anim. Reprod. Sci.**, v. 78, p. 47-55, 2003.
- TANNER, J. W.; HAUSER, S. D. Molecular evidence for the presence of the somatotropina receptor in the bovine ovary. **J. Anim. Sci.**, v.67 (suppl. 1), p.413 (abst. 1001), 1989.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.0. Viçosa, MG: Editora UFV, 1997. 150p. (Manual do usuário).

3. CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos três experimentos, concluiu-se que:

- a) a somatotropina bovina recombinante (r-bST) aumentou os teores de lactose e reduziu os da CCS em cabras lactantes, porém não alterou a produção de leite, nem a porcentagem de gordura, proteína e extrato seco do leite.
- b) a r-bST aumentou o número de folículos recrutados ≥ 3 mm, e não alterou a concentração de progesterona, a duração do ciclo estral e o número de ondas foliculares durante o ciclo estral estudado em cabras da raça Toggenburg em lactação.
- d) a r-bST não afetou os parâmetros reprodutivos de cabras da raça Toggenburg em lactação submetidas à sincronização de estro com o dispositivo CIDR reutilizado.

4. APÊNDICE

Produção e composição do leite, parâmetros metabólitos e hormonal de cabras da raça Toggenburg em lactação, tratadas com somatotropina bovina recombinante

Quadro 1 - Análise de variância, aplicada à produção média semanal de leite de cabras da raça Toggenburg no final da lactação, em função dos tratamentos, das semanas e da interação tratamento x semana, expressa em kg/semana

FV	GL	Quadrado Médio
		Produção
Tratamentos (T)	1	938817,8 ^{ns}
Semanas (S)	7	6543678,0 ^{ns}
T x S	7	2439639,0 ^{ns}
Ord.Parto Linear	1	0,8226 ^{**}
Resíduo	175	9247607,0
CV%		34,04

^{**}F significativo a 1% de probabilidade;

^{ns}F não significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 2 - Análise de variância, aplicadas aos metabólitos sanguíneos de cabras da raça Toggenburg no final da lactação, em função dos tratamentos, das semanas e da interação tratamento x semana

FV	GL	Quadrados Médios					
		Albumina	Proteína Totais	Uréia	Glicose	Colesterol HDL	Colesterol Total
Tratamentos (T)	1	0,0992 ^{ns}	0,8692 ^{ns}	77239,42 ^{**}	469,69 ^{ns}	22013,80 ^{**}	2133,63 [*]
Semanas (S)	7	0,4296 ^{**}	0,6881 ^{ns}	4005,95 ^{**}	598,66 ^{**}	2220,88 ^{**}	477,77 ^{ns}
T x S	7	0,0371 ^{ns}	0,1433 ^{ns}	810,59 ^{ns}	217,62 ^{ns}	224,13 ^{ns}	239,28 ^{ns}
Ord.Parto Linear	1	0,7370 ^{**}	0,05801 ^{ns}	40461,35 ^{**}	9319,48 ^{**}	338,82 ^{ns}	258,87 ^{ns}
Resíduo	175	0,0846	0,4019	1215,70	169,87	692,78	464,96
CV%		10,32	8,53	33,92	17,92	15,89	25,17

^{**}F significativo a 1% de probabilidade;

^{*}F significativo a 5% de probabilidade;

^{ns}F não significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 3- Análise de variância, aplicadas às variáveis β -hidroxibutirato (BOHB) e ácidos graxos não-esterificado (NEFA) de cabras da raça Toggenburg no final da lactação, em função dos tratamentos, semanas e da interação tratamento x semana, expressas em mg/dL e mEq/L, respectivamente

FV	GL	Quadrado Médio	GL	Quadrado Médio
		BOHB		NEFA
Tratamentos (T)	1	0,4423 ^{ns}	1	188368,2 ^{**}
Semanas (S)	3	7,1184 ^{ns}	7	91212,52 ^{**}
T x S	3	4,4585 ^{ns}	7	55968,59 ^{**}
Ord.Parto Linear	1	2,3565 ^{ns}	1	1954,653 ^{ns}
Resíduo	55	8,5740	175	18389,50
CV%		474,40		48,69

^{**}F significativo a 1% de probabilidade;

^{ns}F não significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 4- Análise de variância, aplicadas aos constituintes do leite de cabras da raça Toggenburg no final da lactação, em função dos tratamentos, das semanas e da interação tratamento x semana, expressas em %

FV	GL	Quadrados Médios				
		CCS	Gordura	Proteína	Lactose	Extrato Seco
Tratamentos (T)	1	3722330,0**	0,09547 ^{ns}	0,0008 ^{ns}	0,7306**	1,7031 ^{ns}
Semanas (S)	6	1755733,0**	1,62497*	0,9237**	0,1893**	3,6714*
T x S	6	215140,4 ^{ns}	0,74924 ^{ns}	0,0782 ^{ns}	0,0213 ^{ns}	1,2138 ^{ns}
Ord.Parto Linear	1	4011086,0**	6,47307**	0,0993 ^{ns}	0,0257 ^{ns}	7,8803*
Resíduo	147	394232,3	0,68685	0,2031	0,0607	1,5497
CV%		74,75	18,80	13,68	5,59	9,49

**F significativo a 1% de probabilidade;

*F significativo a 5% de probabilidade;

^{ns}F não significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 5- Análise de variância, aplicadas às variáveis peso em kg e escore da condição corporal de cabras da raça Toggenburg no final da lactação, em função dos tratamentos, das semanas e da interação tratamento x semana

FV	GL	Quadrados Médios	
		Peso	Escore Corporal
Tratamentos (T)	1	57,2 ^{ns}	0,44 ^{ns}
Semanas (S)	2	41,8 ^{ns}	0,56 ^{ns}
T x S	2	0,8 ^{ns}	0,16 ^{ns}
Ord.Parto Linear	1	1242,2**	2,97*
Resíduo	65	31,2	0,53
CV%		12,4	37,68

**F significativo a 1% de probabilidade;

*F significativo a 5% de probabilidade;

^{ns}F não significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 6- Coeficiente de correlação linear de Pearson entre as variáveis produção de leite (PL) e concentrações séricas de tiroxina (T4) do tratamento com r-bST (T1) e sem (T2)

Variável	Variável	Observações	Correlação	T	Significância
PL	T4-T1	56	-0,5834	-5,2785	0,0000
PL	T4-T2	56	-0,4027	-3,2334	0,0010

Dinâmica folicular em cabras da raça Toggenburg em lactação, tratadas com somatotropina bovina recombinante (r-bST)

Quadro 1- Análise de variância para dos parâmetros ultra-sonográficos

FV	GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio	
		DMFD1	DMFD2		DMFD3			DMFD4	
Tratamentos (T)	1	0,18889 ^{ns}	0,04395 ^{ns}	1	0,0052 ^{ns}		1	0,0125 ^{ns}	
Ondas (O)	2	0,03742 ^{ns}	41,9458 ^{**}	1	23,586 ^{**}				
T x O	2	0,05269 ^{ns}	0,12642 ^{ns}	1	0,5608 ^{ns}				
Resíduo	18	0,07370	0,2669	10	0,2431		7	0,1068	
CV (%)		4,225	7,420		7,259			3,860	

FV	GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio	
		DDMFD1	DDMFD2		DDMFD3			DDMFD4	
Tratamentos (T)	1	0,2614 ^{ns}	0,1570 ^{ns}	1	1,3853 ^{ns}		1	1,0889 ^{ns}	
Ondas (O)	2	1,1328 ^{**}	352,1789 ^{**}	1	58,5281 ^{**}				
T x O	2	0,2717 ^{ns}	0,1362 ^{ns}	1	8,65801 ^{ns}				
Resíduo	18	0,6944	1,3491	10	8,46667		7	1,11429	
CV (%)		14,815	7,596		17,116			4,567	

FV	GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio	
		DD1	DD2		DD3			DD4	
Tratamentos (T)	1	0,11912 ^{ns}	0,42500 ^{ns}	1	0,77922 ^{ns}		1	0,02222 ^{ns}	
Ondas (O)	2	1,14103 ^{ns}	113,0429 ^{**}	1	12,46753 [*]				
T x O	2	0,46164 ^{ns}	0,38645 ^{ns}	1	3,11688 ^{ns}				
Resíduo	18	0,33611	0,38645	10	2,15000		7	0,88571	
CV (%)		23,990	7,952		11,279			5,395	

FV	GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio	
		DCFD1	DCFD2		DCFD3			DCFD4	
Tratamentos (T)	1	0,08644 ^{ns}	0,21176 ^{ns}	1	0,00000 ^{ns}		1	1,4222 ^{ns}	
Ondas (O)	2	1,1838 ^{ns}	111,0328 ^{**}	1	94,2857 [*]				
T x O	2	0,2204 ^{ns}	0,04198 ^{ns}	1	0,7792 ^{ns}				
Resíduo	18	0,6694	1,37222	10	1,7500		7	1,2571	
CV (%)		19,065	19,125		23,150			14,840	

FV	GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio	
		TCFD1	TCFD2		TCFD3			TCFD4	
Tratamentos (T)	1	0,0069 ^{ns}	0,01449 ^{ns}	1	0,00066 ^{ns}		1	0,02747 ^{ns}	
Ondas (O)	2	0,0918 [*]	0,01765 ^{ns}	1	0,05279 ^{ns}				
T x O	2	0,2006 ^{ns}	0,00051 ^{ns}	1	0,00097 ^{ns}				
Resíduo	18	0,2122	0,02903	10	0,01257		7	0,03563	
CV (%)		17,695	25,004		15,833			25,246	

FV	GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio	
		DAFD1	DAFD2		DAFD3			TAFD3	
Tratamentos (T)	1	0,3163 ^{ns}	0,7032 ^{ns}	1	1,80 [*]		1	0,0043 ^{ns}	
Ondas (O)	2	1,45485 ^{ns}	0,1578 [*]						
T x O	2	1,09516 ^{ns}	0,00195 ^{ns}						
Resíduo	18	0,3907	0,2050	7	0,31428		7	0,0244	
CV (%)		15,96	14,741		14,015			32,659	

FV	GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio	
		TAFD1	TAFD2		IIE			IIO	
Tratamentos (T)	1	0,00018 ^{ns}	0,1324 ^{ns}	1	0,00065 ^{ns}		1	0,5882 ^{ns}	
Ondas (O)	2	0,05297 ^{ns}	0,0265 ^{ns}	2	8,8588 ^{ns}		2	5,3404 ^{ns}	
T x O	2	0,02457 ^{ns}	0,0362 ^{ns}	2	4,2099 ^{ns}		2	0,4763 ^{ns}	
Resíduo	18	0,02029	0,0369	18	3,2389		18	6,0278	
CV (%)		23,064	35,633		8,797			13,094	

FV	GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio	
		DE1	DE2		DE3			DE4	
Tratamentos (T)	1	0,2614 ^{ns}	1,6340 ^{ns}	1	2,4781 [*]		1	0,222 ^{ns}	
Ondas (O)	2	0,5873 ^{ns}	75,6827 ^{**}	1	4,4262 ^{ns}				
T x O	2	0,2117 ^{ns}	0,4002 ^{ns}	1	2,7638 ^{ns}				
Resíduo	18	0,1759	0,5926	10	0,4717		7	0,8857	
CV (%)		32,474	9,474		6,410			6,466	

FV	GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio	
		CO1	CO2		CO3			CO4	
Tratamentos (T)	1	0,17784 ^{ns}	1,5059 ^{ns}	1	1,9948 ^{ns}		1	2,0055 ^{ns}	
Ondas (O)	2	8,6708 [*]	21,603 ^{**}	1	5,2675 ^{ns}				
T x O	2	3,0006 ^{ns}	0,9496 ^{ns}	1	1,5273 ^{ns}				
Resíduo	18	1,7528	1,8722	10	4,4700		7	1,0786	
CV (%)		12,916	17,726		21,449			11,261	

FV	GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio	
		NF1	NF2		NF3			NF4	
Tratamentos (T)	1	70,9610 ^{**}	125,6747 ^{**}	1	52,82165 ^{**}		1	35,556 [*]	
Ondas (O)	2	1,8105 ^{ns}	9,0272 ^{ns}	1	5,13333 ^{ns}				
T x O	2	3,0319 ^{ns}	1,4668 ^{ns}	1	0,14632 ^{ns}				
Resíduo	18	4,1639	3,2342	10	3,68667		7	3,4286	
CV (%)		17,366	17,762		18,667			18,114	

FV	GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio		GL	Quadrado médio	
		DDF1	DDF2		DDF3			DDF4	
Tratamentos (T)	1	0,7334 ^{ns}	0,3923 ^{ns}	1	0,00022 ^{ns}		1	0,08889 ^{ns}	
Ondas (O)	2	0,3364 ^{ns}	3,8067 ^{ns}	1	0,5197 ^{ns}				
T x O	2	0,2204 ^{ns}	0,7349 ^{ns}	1	0,3638 ^{ns}				
Resíduo	18	0,5861	0,4417	10	0,6617		7	0,6857	
CV (%)		68,051	28,482		31,633			28,664	

^{**} F significativo a 1% de probabilidade;

^{*} F significativo a 5% de probabilidade;

^{ns} F não significativo.

DMFD^{1,2,3,4} = diâmetro máximo do folículo dominante (1^a, 2^a, 3^a e 4^a ondas).

DDMFD^{1,2,3,4} = dia do diâmetro máximo do folículo dominante (1^a, 2^a, 3^a e 4^a ondas).

DDF^{1,2,3,4} = dia da divergência do folículo após a emergência da onda (1^a, 2^a, 3^a e 4^a ondas).

DE^{1,2,3,4} = dia da emergência da onda (1^a, 2^a, 3^a e 4^a).

CO^{1,2,3,4} = comprimento da onda (1^a, 2^a, 3^a e 4^a).

DCFD^{1,2,3,4} = duração do crescimento do folículo dominante (1^a, 2^a, 3^a e 4^a ondas).

TCFD^{1,2,3,4} = taxa de crescimento do folículo dominante (1^a, 2^a, 3^a e 4^a ondas).

DAFD^{1,2,3,4} = duração da atresia do folículo dominante (1^a, 2^a, 3^a e 4^a ondas).

TAFD^{1,2,3,4} = taxa de atresia do folículo dominante (1^a, 2^a, 3^a e 4^a ondas).

DD^{1,2,3,4} = dia da divergência folicular, para (1^a, 2^a, 3^a e 4^a ondas).

NF^{1,2,3,4} = números de folículos ≥ 0,3 cm, para (1^a, 2^a, 3^a e 4^a ondas).

Quadro 2- Análise de variância, para as concentrações séricas de progesterona de cabras da raça Toggenburg durante um ciclo estral, em função dos dias do ciclo estral, para os tratamentos, expressas em ng/mL

FV	GL	Quadrado Médio
		Progesterona
Tratamento (T)	1	38,30393 ^{ns}
Dia (D)	4	280,2139 ^{**}
T x D	4	0,53818 ^{ns}
Resíduo	88	1,6641
CV (%)		28,635

^{**}F significativo a 1% de probabilidade

^{ns}F não significativo a 5% de probabilidade

Quadro 3 - Análise de variância da regressão, para as concentrações séricas de progesterona de cabras da raça Toggenburg durante um ciclo estral, em função dos dias do ciclo estral, para os tratamentos, expressas em ng/mL

FV	GL	Quadrado Médio
		Progesterona
Regressão	3	196,9779 ^{**}
Independente	56	1,8766
CV (%)		0,849

^{**}F significativo a 1% de probabilidade.

Quadro 4 - Análise de variância da regressão, para as concentrações séricas de progesterona de cabras da raça Toggenburg durante um ciclo estral, em função dos dias do ciclo estral, para o tratamento 1, expressas em ng/mL

FV	GL	Quadrado Médio
		Progesterona
Regressão	2	285,5404 ^{ns}
Independente	57	2,192
CV (%)		0,82

^{ns}F não significativo a 1% de probabilidade.

Quadro 5 - Análise de variância da regressão, para as concentrações séricas de progesterona de cabras da raça Toggenburg durante um ciclo estral, em função dos dias do ciclo estral, para o tratamento 2, expressas em ng/mL

FV	GL	Quadrado Médio
		Progesterona
Regressão	2	259,275 ^{ns}
Independente	57	1,991
CV (%)		82,0

^{ns}F não significativo a 1% de probabilidade.

Parâmetros reprodutivos de cabras da raça Toggenburg em lactação tratadas com somatotropina bovina recombinante (r-bST) e sincronizadas com CIDR reutilizado

Quadro 1- Teste de Lilliefors para o intervalo retirada do dispositivo e o início do estro (IRDIE) de cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST, sincronizadas com CIDR

Variáveis	Valor Calculado	Valor (P>0,05)	Valor (P>0,01)
IRDIE	0,2320	0,187	0,229
IRDIE Log	0,2315	0,187	0,229

Quadro 2- Análise não-paramétrica (Teste de Wilcoxon) para o intervalo retirada do dispositivo e o início do estro (IRDIE) de cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST, sincronizadas com CIDR

Valor do teste: 0,74067

Variância = 182,28572

Significância = 0,22946

Quadro 3- Teste de Lilliefors para o intervalo de início do estro à ovulação (IIEO) de cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST, sincronizadas com CIDR

Variáveis	Valor Calculado	Valor (P>0,05)	Valor (P>0,01)
IIEO	0,2276	0,187	0,229
IIEO Log	0,2058	0,187	0,229

Quadro 4- Análise não-paramétrica (Teste de Wilcoxon) para o intervalo de início do estro à ovulação (IIEO) de cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST, sincronizadas com CIDR

Valor do teste: 0,14713

Variância = 184,77380

Significância = 0,44152

Quadro 5- Teste de Lilliefors para o intervalo da retirada do dispositivo à ovulação (IRDO) de cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST, sincronizadas com CIDR

Variáveis	Valor Calculado	Valor (P>0,05)	Valor (P>0,01)
IRDO	0,2352	0,187	0,229
IRDO Log	0,2013	0,187	0,229

Quadro 6- Análise não-paramétrica (Teste de Wilcoxon) para o intervalo da retirada do dispositivo à ovulação (IRDO) de cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST, sincronizadas com CIDR

Valor do teste: 0,65313

Variância = 189,88095

Significância = 0,25685

Quadro 7- Teste de Lilliefors para o número de ovulação (NO) de cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST, sincronizadas com CIDR

Variáveis	Valor Calculado	Valor (P>0,05)	Valor (P>0,01)
IRDMO	0,3248	0,187	0,229
IRDMOLog	0,3381	0,187	0,229

Quadro 8- Análise não-paramétrica (Teste de Wilcoxon) para o número de ovulação (NO) de cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST, sincronizadas com CIDR

Valor do Teste: 0,94361
 Variância = 181,72620
 Significância = 0,17269

Quadro 9. Análise de variância para a duração do estro (DE) de cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST, sincronizadas do estro com CIDR

FV	GL	SQ	QM	F	Significância
Tratamento	1	687,2727	687,2727	3,103	0,09425 ^{ns}
Resíduo	19	4208,727	221,5120		
CV = 41,342%					

^{ns} F não significativo.

Quadro 10- Análise de variância para o intervalo retirada do dispositivo e final do estro (IRDFE) de cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST, sincronizadas com CIDR

FV	GL	SQ	QM	F	Significância
Tratamento	1	389,0494	389,0494	1,405	0,25051 ^{ns}
Resíduo	19	5261,236	276,9072		
CV = 25,104%					

^{ns} F não significativo.

Quadro 11- Análise de variância para o intervalo final do estro à ovulação (IFEVO) de cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST, sincronizadas com CIDR

FV	GL	SQ	QM	F	Significância
Tratamento	1	754,2857	754,2857	4,327	0,05129 ^{ns}
Resíduo	19	3312,000	174,3158		
CV = 68,753%					

^{ns} F não significativo.

Quadro 12- Análise de variância para o diâmetro do folículo ovulatório (DFO) de cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST, sincronizadas com CIDR

FV	GL	SQ	QM	F	Significância
Tratamento	1	234,5004	235,5004	0,976	^{ns}
Resíduo	19	4566,309	240,3321		
CV = 24,222%					

^{ns} F não significativo.

Quadro 13 - Análise de variância, para as concentrações plasmáticas de progesterona de cabras da raça Toggenburg durante o período de permanência do CIDR, para as cabras dos tratamentos, dentro dos dias de coleta das amostras de sangue, expressas em ng/mL

FV	GL	Quadrado Médio
		Progesterona
Tratamento (T)	1	9,4969 ^{ns}
Dia (D)	3	428,6086 ^{**}
T x D	3	9,0124 ^{ns}
Resíduo	76	18,0890
CV (%)		89,19

^{**} F significativo a 1% de probabilidade.

^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 13- Análise de variância da regressão, para as concentrações plasmáticas de progesterona de cabras da raça Toggenburg durante o período de permanência do CIDR, para os dias de coleta das amostras de sangue, expressas em ng/mL

FV	GL	Quadrado Médio
		Progesterona
Regressão	3	435,2719 ^{**}
Independente	80	17,6412
CV (%)		48,06

^{**} F significativo a 1% de probabilidade

Quadro 14 - Análise de variância para o período de gestação (dias) de cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST, sincronizadas com CIDR

FV	GL	SQ	QM	F	Significância
Tratamento	1	1,4881	1,4881	0,359	^{ns}
Resíduo	10	41,4286	4,14286		
CV = 1,370%					

^{ns} F não significativo.

Quadro 15 - Análise de variância para o número médio de fetos nascidos de cabras da raça Toggenburg, tratadas com r-bST, sincronizadas com CIDR

FV	GL	SQ	QM	F	Significância
Tratamento	1	0,402381	0,402381	1,60	^{ns}
Resíduo	10	2,514286	0,251429		
CV = 35,395%					

^{ns} F não significativo.

Quadro 16- Coeficiente de correlação linear de Pearson entre as variáveis duração estro (DE) e intervalo retirado do dispositivo e início do estro (IRDIE) do tratamento com r-bST (T1) e sem (T2)

Variável	Variável	Observações	Correlação	T	Significância
DE	IRDIE - T1	11	-0,0586	-0,1660	0,4361
DE	IRDIE - T2	11	0,1459	0,4423	0,3343

Quadro 17- Coeficiente de correlação linear de Pearson entre as variáveis intervalo retirado do dispositivo e início do estro (IRDIE) e o momento da ovulação (IIEO) com r-bST (T1) e sem (T2)

Variável	Variável	Observações	Correlação	T	Significância
IRDIE	IIEO - T1	11	-0,1890	-0,5443	0,3005
IRDIE	IIEO - T2	11	0,1483	0,4498	0,3318

Quadro 18- Coeficiente de correlação linear de Pearson entre as variáveis intervalo retirado do dispositivo e início do estro (IRDIE) e o momento da ovulação (IIEO) com r-bST (T1) e sem (T2)

Variável	Variável	Observações	Correlação	T	Significância
NF	NO - T1	5	0,4082	0,7746	0,2475
NF	NO - T2	7	0,1667	0,3780	0,3605