

THIAGO GUZELLA GUIDA

**TÉCNICAS ASSOCIADAS À BIOTECNOLOGIA DA  
REPRODUÇÃO PARA MINIMIZAR OS EFEITOS DO  
ESTRESSE TÉRMICO E AUMENTAR A FERTILIDADE EM  
VACAS LEITEIRAS DE ALTA PRODUÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, SP, para obtenção do grau de médico veterinário.

Preceptor: *Prof. Ass. Dr. José Luiz Moraes Vasconcelos*

Botucatu

2011

THIAGO GUZELLA GUIDA

**TÉCNICAS ASSOCIADAS À BIOTECNOLOGIA DA  
REPRODUÇÃO PARA MINIMIZAR OS EFEITOS DO  
ESTRESSE TÉRMICO E AUMENTAR A FERTILIDADE EM  
VACAS LEITEIRAS DE ALTA PRODUÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, SP, para obtenção do grau de médico veterinário.

Área de Concentração: Reprodução de Bovinos

Preceptor: *Prof. Ass. Dr. José Luiz Moraes Vasconcelos*

Coordenador de Estágios: *Profa. Titular Jane Megid*

Botucatu

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: *ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE*

Guida, Thiago Guzella.

Técnicas associadas à biotecnologia da reprodução para minimizar os efeitos do estresse térmico e aumentar a fertilidade em vacas leiteiras de alta produção /

Thiago Guzella Guida. – Botucatu : [s.n.], 2011

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Medicina Veterinária) -  
Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: José Luiz Moraes Vasconcelos

Capes: 50504002

1. Bovino - Fecundidade. 2. Bovino de leite. 3. Biotecnologia animal.

Palavras-chave: Biotecnologia; Estresse Térmico; Fertilidade de vacas leiteiras;  
Reprodução.

GUIDA, THIAGO GUZELLA. *Técnicas associadas à biotecnologia da reprodução para minimizar os efeitos do estresse térmico e aumentar a fertilidade em vacas leiteiras de alta produção*. Botucatu, 2011. 20p. Trabalho de conclusão de curso de graduação (Medicina Veterinária, Área de Concentração: Reprodução de Bovinos) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

## **RESUMO**

O setor leiteiro tem sofrido consideráveis perdas econômicas devido às baixas taxas de fertilidade decorrentes de efeitos negativos do estresse térmico na reprodução das vacas. A seleção genética para maior produção, associada à expansão leiteira para áreas tropicais do planeta, e ao aquecimento global tem agravado ainda mais o problema do estresse térmico. Os efeitos do estresse térmico são multifatoriais e atuam direta ou indiretamente em vários níveis dos tecidos reprodutivos, resultando na baixa fertilidade das vacas leiteiras, o que na prática, culmina na redução da eficiência reprodutiva dentro da propriedade, reduzindo a receita do produtor. Algumas estratégias associadas à biotecnologia da reprodução tais como inseminação artificial em tempo fixo, transferência de embriões e utilização de BST, podem minimizar esses efeitos e melhorar a eficiência reprodutiva do rebanho.

Palavras-chave: Biotecnologia; Estresse Térmico; Fertilidade de vacas leiteiras; Reprodução.

GUIDA, THIAGO GUZELLA. *Técnicas associadas à biotecnologia da reprodução para minimizar os efeitos do estresse térmico e aumentar a fertilidade em vacas leiteiras de alta produção*. Botucatu, 2011. 20p. Trabalho de conclusão de curso de graduação (Medicina Veterinária, Área de Concentração: Reprodução de Bovinos) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

### **ABSTRACT**

The dairy sector has undergone considerable economic losses due to low fertility rates due to adverse effects of heat stress on reproduction of cows. Genetic selection for increased production, coupled with the expanding dairy to tropical areas of the planet, and global warming has further aggravated the problem of heat stress. The effects of heat stress are multifactorial and act directly or indirectly at various levels of reproductive tissues, resulting in low fertility of cows, which in practice, results in reduced reproductive efficiency in the property, reducing the producers' profit. Some strategies related to breeding biotechnology such as fixed-time artificial insemination, embryo transfer and use of BST, can minimize these effects and improve the reproductive efficiency of the herd.

Keywords: Biotechnology; Heat Stress, Fertility of dairy cows, Reproduction.

## **SUMÁRIO**

RESUMO .....	3
ABSTRACT .....	4
1) INTRODUÇÃO .....	6
2) REVISÃO DE LITERATURA .....	7
2.1 ESTRESSE TÉRMICO E ZONA DE CONFORTO TÉRMICO .....	7
2.2 EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO NA REPRODUÇÃO .....	8
2.2.1 Expressão e detecção de estro .....	8
2.2.2 Útero e ovários .....	9
2.2.3 Desenvolvimento embrionário.....	10
2.3 COMO MINIMIZAR OS EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO .....	11
2.3.1 Protocolos de sincronização; .....	11
2.3.2 Transferência de embriões; .....	13
2.3.3 Terapia com Somatotropina; .....	13
3) CONCLUSÕES .....	15
4) REFERENCIAS .....	15

## 1) INTRODUÇÃO

O estresse térmico reduz a produtividade, prejudica a sanidade e piora a reprodução dos animais. Na produção animal o setor leiteiro é o que mais sofre como demonstrou ST-PIERRE et al. (2003), num estudo onde esse setor representou mais da metade das perdas econômicas devido ao estresse térmico nos EUA.

Atualmente as exigências da sustentabilidade fixam uma grande tendência de produzir cada vez mais num espaço menor, aperfeiçoando a utilização de recursos, e para isso as granjas leiteiras têm buscado alto potencial genético, visando maior produtividade, o que reduziu a resistência ao calor. Sabe-se que seleção genética para o aumento na produção teve como consequência a queda na fertilidade ao longo do tempo (LUCY, 2001), isso devido à correlação genética negativa entre produção e reprodução (BERMAN et al., 1985; NEBEL e MCGILLIARD, 1993; HANSEN, 2000;). Além disso, as propriedades leiteiras tem se espalhado cada vez mais pelo mundo, inclusive se instalando em regiões de clima adverso para tal atividade, é o caso das regiões tropicais, com alta temperatura e alta umidade como ocorre no Brasil. Adicionado a esse cenário, o aquecimento global vem gerando alterações climáticas desfavoráveis que pioram a cada ano.

Portanto seleção genética, clima adverso e aquecimento global, estão associados e assim agravam o problema do estresse térmico sobre a fertilidade, causando severas perdas econômicas em quase 60% do rebanho leiteiro mundial (WOLFENSON et al., 2000).

Nas condições atuais, entender os efeitos e mensurar o impacto do calor, saber como combatê-lo e ter sucesso efetivo na ambiência, conforto, manejo, nutrição e reprodução dos animais faz toda a diferença na lucratividade final e pode ser o limiar entre o lucro ou o prejuízo no setor leiteiro.

O objetivo desse trabalho é revisar aspectos que relacionam estresse térmico e seus efeitos na reprodução de vacas leiteiras de alta produção, e como podemos minimizá-los através de técnicas associadas à biotecnologia reprodutiva.

## **2) REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. ESTRESSE TÉRMICO E ZONA DE CONFORTO**

Os ruminantes são animais homeotermos, ou seja, possuem mecanismos metabólicos para manter a temperatura corporal constante. A temperatura corporal depende do equilíbrio entre a termogênese (calor produzido pelo animal mais o absorvido do ambiente) e a termólise (calor liberado para o ambiente) (NÄÄS, 1989). A variável fisiológica mais utilizada para temperatura corporal é a temperatura retal, cuja referencia normal para bovinos leiteiros encontra-se entre 38 e 39,3 graus Celsius

Conforto térmico é quando o animal encontra-se em equilíbrio térmico com o ambiente, ou seja, o calor produzido pelo metabolismo animal é perdido para o meio ambiente sem prejuízo do seu rendimento. Quando isso não ocorre, caracteriza-se o estresse térmico. A situação de conforto térmico depende de uma faixa de temperatura ambiental adequada, dentro da qual o animal consegue manter o equilíbrio com o mínimo gasto de energia. Essa faixa de temperatura é chamada de Zona de Conforto Térmico ou de Termoneutralidade e está limitada pela temperatura crítica inferior e superior. Para MÜLLER (1989), os limites térmicos da zona de conforto para bovinos da raça holandesa variam de  $-1$  a  $21^{\circ}\text{C}$ ; NÄÄS (1989) referiu-se às temperaturas entre  $4$  e  $24^{\circ}\text{C}$  para vacas em lactação, Já BAÊTA e SOUZA (1997) mencionaram a faixa entre  $-1$  e  $16^{\circ}\text{C}$  como zona de conforto para raças européias.

Muitos autores demonstraram que essa faixa de temperatura pode variar de acordo com outros fatores ambientais, principalmente com a umidade relativa, vento e radiação solar. Para avaliar os efeitos do ambiente sobre o animal utiliza-se o índice de temperatura e umidade (ITU), que inclui essas duas variáveis em seu cálculo e determina, através de um número, a condição de estresse do animal. Para o gado leiteiro ambientes com ITU maior que 72 são considerados estressantes (BROUK et. al. 2003), entretanto, para vacas de alta produção, o índice limite para estresse térmico foi reduzido até 68 (ZIMBELMAN et al. 2009). Os efeitos do estresse calórico sobre os sistemas fisiológicos dos



bovinos podem ser de tal magnitude, que além de afetar sua capacidade de crescimento, produção, e reprodução, pode até levar o animal a óbito, por isso a manutenção da homeotermia é prioridade para os animais e impera sobre outras funções como a reprodução.

## **2.2 EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO NA REPRODUÇÃO**

A infertilidade decorrente do estresse térmico é de natureza multifatorial, devido a prejuízos diretos ou indiretos nas funções reprodutivas. Além de causar danos diretos às células do tecido reprodutivo, o calor age no eixo neuroendócrino, promovendo alterações comportamentais e fisiológicas adaptativas que indiretamente também prejudicam esse tecido (HANSEN e ARÉCHIGA, 1999).

As conseqüências da ação do estresse térmico sobre as vacas são: menor manifestação e duração de estro (THATCHER e COLLIER, (1986), baixa taxa de prenhez (BADINGA et al., 1985; AL-KATANANI et al., 2002) e maior perda embrionária (HANSEN, 2007), todas juntas levam a uma redução da eficiência reprodutiva do rebanho, ou seja, diminui a velocidade com que os animais na propriedade emprenham. Isso tudo reduz o retorno econômico do setor leiteiro, fazendo-se necessário entender como age o estresse térmico na reprodução, para então traçarmos estratégias para combatê-lo.

### **2.2.1 Expressão e detecção de estro:**

Sabemos que o estresse térmico reduz a intensidade e a duração do estro.

NEBEL et al. (1997) mostrou na Virginia que, durante o verão, vacas holandesas no cio aceitaram 4,5 montas/estro contra 8,6 montas/estro no inverno. Logo, as taxas de detecção de estro são significativamente menores no verão, como mostrou THATCHER e COLLIER (1986) na Flórida, onde a porcentagem de estros não detectados no verão foi de 76-82% contra 44-65% no inverno. Isso pode ocorrer pela ação do calor no eixo neuroendócrino, que aumenta o cortisol

reduzindo a ação do estrógeno para manifestação de cio, ou somente pela letargia adaptativa da vaca ao calor (HANSEN e ARÉCHIGA, 1999). Acredita-se que o efeito do calor nos folículos também possa influenciar na manifestação estro por alterar as concentrações hormonais..

### 2.2.2 Útero e Ovários e Folículos:

Existem reações fisiológicas ou comportamentais adaptativas ao calor que causam prejuízos a nível uterino como, por exemplo, o desvio do fluxo sanguíneo para periferia, que aumenta a dissipação do calor pela pele, mas indiretamente leva a redução da perfusão uterina, reduzindo o fluxo placentário (ALEXANDER et al., 1987) e retardando o crescimento fetal (COLLIER et al., 1982). PUTNEY (1988) observou que a produção endometrial de prostaglandina foi maior em resposta a ocitocina quando cultivos endometriais *in vitro* foram submetidos ao estresse térmico, sugerindo que esse efeito possa ocorrer *in vivo* e prejudicar a manutenção da gestação.

Estudando o efeito do estresse térmico em ratos, SHIMIZU et al. (2005) mostrou que o calor gera alterações a nível folicular como a redução no número de receptores de LH e FSH nas células da granulosa dos folículos, além de aumentar a susceptibilidade à apoptose dessas células e prejudicar a esteroidogênese.

Nos bovinos sabemos que o estresse por calor prejudica a seleção folicular, aumenta o comprimento das ondas foliculares, reduzindo assim a qualidade dos oócitos e prejudicando a esteroidogênese folicular (ROTH et al., 2001). O mesmo autor cita que o folículo destinado a ovular emerge 40 a 50 dias antes da ovulação, podendo sofrer tais efeitos desde então.

SARTORI, et al., (2002) coletou estruturas 5 dias após a inseminação no verão e inverno, comparou qualidade embrionária e taxa de fertilização e observou qualidade embrionária semelhante entre as estações, porém reduzida taxa de fertilização no verão, evidenciando que houve efeito do calor nos folículos, concordando com a proposta de ROTH et al., (2001)

Os efeitos deletérios nos folículos explicam, em parte, as baixas taxas de prenhes no calor, e quando associamos tais efeitos com o período de susceptibilidade do folículo, podemos explicar o efeito residual do calor até os meses de outono e as taxas de prenhez ainda reduzidas nessa época (ROTH et al., 2000; WOLFENSON et al., 2000).

Outros efeitos a nível folicular são a redução do grau de dominância folicular (WOLFENSON et al, 1995; WILSON et al., 1998) e a diminuição dos níveis de estrógeno e inibina (WOLFENSON et al, 1995;), conseqüente aumento na concentração de FSH, o que adianta a emergência da nova onda folicular (WOLFENSON et al, 1995), aumentando o período de dominância do folículo, o que reduz sua qualidade.

Apesar de resultados discrepantes na literatura, trabalhos *in vitro* e *in vivo* levam a crer que a ação do calor reduz a produção de progesterona pelas células do CL, o que pode prejudicar o desenvolvimento folicular durante o ciclo e a manutenção da prenhez após a IA (WOLFENSON et al., 2000).

### **2.2.3 Desenvolvimento embrionário:**

A temperatura elevada reduz a proporção de embriões capazes de continuar em desenvolvimento (EDWARDS e HANSEN, 1997), reduz a taxa de crescimento e a qualidade embrionária de embriões coletados de vacas submetidas a estresse térmico a partir da inseminação (PUTNEY et al., 1989), e de embriões produzidos *in vitro* sob estresse térmico (EDWARDS e HANSEN, 1997), e ainda aumentam as taxas de apoptose em células embrionárias (PAULA-LOPES & HANSEN, 2002).

Os efeitos do estresse térmico no embrião são mais evidentes até o terceiro dia após a fertilização (EALY et al 1993). HANSEN (2007) afirma que a maior resistência do embrião a partir do quarto dia pode ser devido ao início da produção, pelo próprio embrião, de proteínas que o protegem do choque térmico. HANSEN (2007) ainda diz que IGF-1 melhora o desenvolvimento e a fisiologia celular, e assim pode minimizar os efeitos deletérios nas células embrionárias.

## **2.3 COMO MINIMIZAR OS EFEITOS NEGATIVOS DO CALOR**

Uma das formas de minimizar o efeito do estresse térmico no gado leiteiro é a criação de raças ou cruzamentos adaptados ao clima quente, mas a viabilidade da utilização do gado mestiço ou europeu mostrou-se dependente das condições de gestão e econômicas da área, preponderando a eficiência da genética europeia quando essas condições são adequadas (HANSEN e ARÉCHIGA, 1999).

Outra forma que vem sendo utilizada há décadas e atualmente é pré-requisito na produção leiteira, é a modificação do ambiente para reduzir a magnitude do estresse por calor. FLAMENBAUM et al., (1986) criou o sistema que usa água e ventilação forçada em períodos alternados, para explorar o potencial de perda de calor de forma evaporativa. Esse sistema é muito eficiente e um dos mais utilizados na ambiência de instalações pelo mundo. WOLFENSON et al., (1988) utilizou esse sistema e mostrou que vacas apresentaram taxas de concepção e de prenhes muito superiores às vacas não submetidas ao resfriamento, sendo 59 contra 17% na concepção e 44 contra 5% na prenhez aos 90 dias. Atualmente existem vários tipos de sistemas de climatização, e ainda assim vacas sofrem com o calor.

O fato de as raças geneticamente adaptadas não serem utilizadas em grande parte do mundo e modificações ambientais não eliminarem totalmente os efeitos fisiológicos do calor, reforça a necessidade do uso de métodos adicionais contra os efeitos negativos do estresse térmico na reprodução, métodos esses que visam, direta ou indiretamente, aumentar a eficiência reprodutiva do rebanho.

### **2.3.1 Inseminação Artificial em Tempo Fixo**

Para minimizar os efeitos da baixa taxa de detecção de estro devido ao estresse calórico, a PGF2 $\alpha$  vem sendo muito utilizada para sincronização do cio, o que facilita a observação, aumentando as taxas de detecção. Também para melhorar a detecção de cio, tem-se utilizado dispositivos como adesivos, tinta ou transmissores (HeatWatch®) na base da cauda que indicam se o animal aceitou

monta, ou ainda tecnologias como pedometria para medir o aumento da atividade locomotora que ocorre no estro. Ainda assim, as taxas de detecção de cio são muito baixas no calor.

A utilização de protocolos sincronização da ovulação manipula o ciclo estral e a indução da ovulação, o que permite a realização da inseminação artificial em tempo fixo (IATF), eliminando a necessidade de detecção de cio.

PURSLEY et al., (1997) comparou o Ovsynch (GnRH-7d-PGF2 $\alpha$ -2d-GnRH-24h-IATF), criado por ele mesmo dois anos antes, com a observação de cio após aplicação de PGF2 $\alpha$  e demonstrou que o Ovsynch diminuiu 29 dias no período para a primeira inseminação, mantendo a mesma taxa de concepção ao primeiro serviço (37%), aumentou em 18 pontos a porcentagem de vacas gestantes aos 100 dias e diminuiu o período de serviço em 19 dias.

O aperfeiçoamento dos protocolos pode melhorar os resultados, como mostrou VASCONCELOS et al. (1999), onde o sucesso do protocolo Ovsynch dependeu da fase do ciclo em que se iniciava, obtendo melhores resultados quando iniciou o Ovsynch entre o 5º e o 10º dia. A partir daí estudos buscaram desenvolver protocolos para pré-sincronizar o ciclo estral e assim poder controlar o dia do início do Ovsynch. Foi testado um protocolo com duas aplicações de PGF2 $\alpha$  com 14 dias de intervalo, e início do Ovsynch 12 dias após a segunda aplicação de prostaglandina, dessa forma 90 a 95% dos animais estariam iniciando o Ovsynch nos dias ideais (5 a 11) e os resultados mostraram maiores taxas de prenhez nos animais pré-sincronizados em relação aos que iniciaram o Ovsynch em dia aleatório (MOREIRA et al., 2001).

Atualmente, para vacas de alta produção, notamos ótimos resultados utilizando protocolos que associam progestágenos e estrógeno. Um dos mais praticados inicia-se em qualquer dia do ciclo (D0) com a introdução de um implante intravaginal de progesterona e uma injeção intramuscular de Benzoato de Estradiol (BE); no sétimo dia aplica-se PGF2 $\alpha$  para induzir a luteólise; no oitavo dia retira-se a P4 e aplica uma injeção de Cipionato de Estradiol (ECP) e realiza-se a IATF 48h após o ECP. A associação de BE + P4 no D0 garante a regressão dos folículos para emergência da nova onda; a P4 durante o protocolo

controla a onda e favorece o crescimento folicular; a  $PGF2\alpha$  induz a luteólise; e o estrógeno no final do protocolo faz o *feedback* positivo que promove o pico LH induzindo a ovulação. Portanto os protocolos de IATF aumentam a eficiência reprodutiva de duas formas, a primeira devido ao aumento no número de inseminações, que aumenta a taxa de prenhez; e a segunda pelo controle hormonal adequado do crescimento folicular durante o ciclo, dando condições para o desenvolvimento de folículos dominantes de melhor qualidade, resultando numa maior taxa de concepção.

### **2.3.2 Transferência de Embriões**

THATCHER et al. (2010) revisou estratégias para minimizar o efeito sazonal na reprodução de vacas leiteiras e mostrou os benefícios da transferência de embriões (TE). Ao transferir embriões produzidos *in vivo* ou *in vitro*, as receptoras ganham apenas embriões viáveis, em estágios de 5 a 8 dias de desenvolvimento, os quais já passaram pelo estágio crítico de sensibilidade térmica e portanto, tem maior chance de levar uma gestação a termo. Associado a isso a utilização de protocolos de sincronização para realização de transferência de embriões em tempo fixo (TETF) incrementou ainda mais as taxas de concepção e de prenhez no verão, superando em média 20 a 30% as taxas obtidas com inseminação artificial na mesma estação (PUTNEY et al., 1988; PUTNEY et al., 1989; DROST et al., 1999; AL-KATANANI et al., 2002).

### **2.3.3 Uso de Somatotropina Recombinante Bovina (BST)**

A princípio, o BST é utilizado para aumentar a produção de leite, e com isso aumenta a persistência da lactação, permitindo estender a lactação das vacas para que possamos iniciar o manejo reprodutivo em dias mais frios, melhorando assim as taxas de prenhez. Mas como vimos anteriormente, pode haver efeito residual que transita até os meses mais frios, o que torna essa técnica inviável.

Já sabemos que o estresse térmico afeta, direta ou indiretamente, os tecidos reprodutivos. Em contra partida é sabido que a somatotropina e o IGF-1 protegem os tecidos contra efeitos deletérios.

Consta na literatura à presença de receptores de somatotropina (ST) em praticamente todo o trato reprodutivo. LUCY et al. (1993) identificou esses receptores nos folículos e principalmente nas células do corpo lúteo, e citou em sua revisão literária que esses receptores já foram encontrados no oócito e embrião, indicando que a ST age diretamente nesses tecidos. O mesmo autor ainda citou que a ação do BST também pode ser indireta através do sistema IGF, visto que há receptores desse fator de crescimento nos tecidos reprodutivos. Ele também cita que a maioria dos receptores de ST está no fígado e a sensibilização estimula a produção e liberação hepática de IGF-1. Apesar de essa ser a principal forma de produção do IGF-1, a ST estimula a produção local desse fator em alguns outros tecidos, portanto esse fator de crescimento atua de forma endócrina, parácrina e autócrina no controle do crescimento e função celular. Em suma, fica claro que esse sistema é extremamente importante no controle das funções celulares do trato reprodutivo, portanto a utilização ST exógena (BST) ajuda a melhorar as funções reprodutivas.

Trabalhos *in vitro* mostram que a suplementação do meio de cultivo com IGF-1 aumenta o desenvolvimento dos embriões e os protege contra efeitos do choque térmico no início do desenvolvimento (JOUSAN e HANSEN, 2004). Foram produzidos embriões *in vitro* em meio suplementado ou não com IGF-1, e as receptoras sob estresse térmico que receberam embriões tratados com IGF-1 apresentaram maior taxa de prenhez (BLOCK e HANSEN, 2007). Esses trabalhos sugerem que o aumento da concentração de IGF-1 *in vivo* possa minimizar os efeitos do estresse térmico no embrião em estágios iniciais.

Utilizando BST associada ao manejo de IATF, muitos autores demonstraram efeitos positivos, com melhora nas taxas de prenhes quando a ST é utilizada. Além de incrementos nas taxas de prenhez, Moreira et al. (2002a e 2002b) mostrou efeitos positivos do uso de BST na superovulação de doadoras de embriões e na prenhez de receptoras, resultados esses que reforçam a idéia de que

o sistema GH-IGF controla funções ovarianas, tais como recrutamento e crescimento folicular (DeLaSOTA et al., 1993; LUCY et al., 1995; GONG et al., 1997; JIMENEZ–KRASSEL et al., 1999; LUCY, 2001), e tem efeitos benéficos na qualidade do oócito e do embrião (ROTH et al., 2002; JOUSAN e HANSEN, 2004). E além disso, DeLaSOTA et al., (1993) mostraram que há influência ST no corpo lúteo, na modulação de sua função.

Os efeitos da somatotropina nos tecidos reprodutivos se contrapõem aos efeitos deletérios do estresse térmico. Portanto o uso de BST pode ser uma estratégia interessante para incrementar a fertilidade de vacas sob estresse por calor, e além disso aumentar a eficiência de biotecnologias reprodutivas.

### **3) CONCLUSÕES**

Os efeitos do calor na reprodução são variados, portanto é preciso entendê-los para então tentar minimizá-los. Por isso mais estudos devem ser realizados para entender os mecanismos de ação do calor na reprodução.

No atual cenário do setor leiteiro, fornecer conforto térmico aos animais é imprescindível para obtenção do seu melhor desempenho. Além disso, é possível minimizar os efeitos do estresse térmico das vacas através de técnicas associadas à biotecnologia reprodutivas, aumentando a fertilidade e conseqüentemente melhorando a eficiência reprodutiva da propriedade. Dessa forma conclui-se que o manejo reprodutivo intensivo é muito importante para as propriedades, principalmente nas estações quentes.

### **4) REFERENCIAS**

ALEXANDER, G.; HALES, J. R. S.; STEVENS D.; AND DONNELLY J. B.

Effects of acute and prolonged exposure to heat on regional blood flows in pregnant sheep. *J. Dev. Physiol.* 9:1.15, 1987.

AL-KATANANI, Y.M.; PAULA-LOPES, F.F.; HANSEN, P.J. Effect of season and exposure to heat stress on oocyte competence in Holstein cows. *J.Dairy Sci.*,v.85, p.390-6, 2002.



- BADINGA, L.; COLLIER R. J.; THATCHER W. W.; AND WILCOX C. J.  
Effects of climatic and management factors on conception rate of dairy cattle in subtropical environment. *J. Dairy Sci.* 68:78–85, 1985.
- BAÊTA, F. C. and SOUZA, C. F. *Ambiência em edificações rurais conforto térmico*. Viçosa: UFV, 246 p, 1997.
- BERMAN, A.; FOLMAN, Y.; KAIM, M.; MAMEN, M.; HERZ, Z.;  
WOLFENSON, D.; ARIELI, A. AND GRABER, Y. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical environment. *J. Dairy Sci.* 68:1488–1495, 1985.
- BLOCK, J. AND HANSEN, P.J. Interaction between season and culture with insulin-like growth factor-1 on survival of in vitro produced embryos following transfer to lactating dairy cows. *Theriogenology* 67:1518–1529, 2007.
- BROUK, M.J.; SMITH, J.F. AND HARNER. J.P. Effectiveness of cow cooling strategies under different environmental conditions. Proceedings of the 6th Western Dairy Management Conference. Reno, NV. pp. 141-154, 2003.
- COLLIER, R.J., DOELGER, S.G.; HEAD, H.H.; THATCHER, W.W. AND WILCOX, C.J. Effects of heat stress during pregnancy on maternal hormone concentrations, calf birth weight and postpartum milk yield of Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 54:309-319, 1982.
- De La SOTA, R.L., LUCY, M.C.; STAPLES, C.R. AND THATCHER, W.W.  
Effects of recombinant bovine somatotrophin (Sometribove) on ovarian function in lactating and nonlactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76:1002-1013, 1993.
- DROST, M.; AMBROSE, J.D.; THATCHER, M.J. Conception rates after artificial insemination or embryo transfer in lactating dairy cows during summer in Florida. *Theriogenology*, v.52, p.1161-1167, 1999.
- EALY, A. D., DROST, M. AND HANSEN, P. J. Developmental changes in embryonic resistance to adverse effects of maternal heat stress in cows. *J. Dairy Sci.* 76:2899–2905, 1993.
- EDWARDS, J. L. AND P. J. HANSEN. Differential responses of bovine oocytes

- and preimplantation embryos to heat shock. *Mol. Reprod. Dev.* 46:138–145, 1997.
- FLAMENBAUM, I.; WOLFENSON, D.; MAMEN, M. AND BERMAN, A.  
Cooling dairy cattle by a combination of sprinkling and forced ventilation and its implementation in the shelter system. *J. Dairy Sci.* 69:3140-3147, 1986.
- GONG, J. G.; BAXTER, G.; BRAMLEY, T. A.; WEBB, R. Enhancement of ovarian follicle development in heifers by treatment with recombinant bovine somatotropin: a dose-response study. *J. Reprod. Fertil.*, v.110, p.91-97, 1997.
- HANSEN, L. B. Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint. *J. Dairy Sci.* 83:1145-1150, 2000.
- HANSEN, P. J. AND ARECHIGA, C. F. Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. *J. Anim. Sci.* 77(Suppl. 2):36–50, 1999.
- HANSEN, P. J. Exploitation of genetic and physiological determinants of embryonic resistance to elevated temperature to improve embryonic survival in dairy cattle during heat stress. *Theriogenology* 68S:S242-S249, 2007.
- JIMENEZ-KRASSEL, F.; BINELLI, M.; TUCKER, H. A. AND IRELAND, J. J.  
Effect of long term infusion with recombinant bovine somatotropin on development and function of dominant follicles and corpora lutea in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 82:1917- 1926, 1999.
- JOUSAN, F. D., AND HANSEN, P. J. Insulin-like growth factor-I as a survival factor for the bovine preimplantation embryo exposed to heat shock. *Biol. Reprod.* 71:1665-1670, 2004.
- LUCY, M. C.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J.; SIMMEN, F. A.; KO, Y.; SAVIO, J. D. AND BADINGA, L. Effects of somatotropin on the conceptus, uterus, and ovary during maternal recognition of pregnancy in cattle. *Domest. Anim. Endocrinol.* 12:73-82, 1995.
- LUCY, M. C. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *J. Dairy Sci.* 84:1277-1293, 2001.
- LUCY, M.C.; COLLIER R. J.; KITCHELL, M. L.; DIBNER, J. J.; HAUSER, S. D. and KRIVI, G. G. Immunohistochemical and nucleic acid analysis of somatotropin receptor populations in the bovine ovary. *Biol. Reprod.* v.48, p.1219-1227, 1993.

- MOREIRA, F.; BADINGA L.; BURNLEY, C. AND THATCHER, W. W.  
Bovine somatotropin increases embryonic development in superovulated cows and improves post-transfer pregnancy rates when given to lactating recipient cows. *Theriogenology* 57:1371–1387, 2002a.
- MOREIRA, F.; ORLANDI, C.; RISCO, C.A.; MATTOS, R.; LOPES, F.;  
THATCHER, W.W. Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*; 84:1646–59, 2001.
- MOREIRA, F.; PAULA-LOPES, F. F.; HANSEN, P. J.; BADINGA, L. AND  
THATCHER, W. W. Effects of growth hormone and insulin-like growth factor-I on development of in vitro derived bovine embryos. *Theriogenology* 57:895–907, 2002b.
- MULLER, P. B. *Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos*. 3o Edi.  
Porto Alegre, Sulina, 262p, 1989.
- NÄÄS, I. de A. *Princípios de conforto térmico na produção animal*. 1 ed. São Paulo: Icone Editora Ltda., 183p , 1989.
- NEBEL, R. L. AND MCGILLIARD, M. L. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76:3257-3268, 1993.
- NEBEL, R. L.; JOBST, S. M.; DRANSFIELD, M.B.G.; PANDOLFI, S. M. AND  
BAILEY, T.L. Use of radio frequency data communication system, HeatWatch®, to describe behavioral estrus in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 80 (Suppl. 1):179 (Abstr.), 1997.
- PAULA-LOPES, F.F. AND HANSEN P. J. Heat shock-induced apoptosis in preimplantation bovine embryos is a developmentally regulated phenomenon. *Biol. Reprod.* 66:1169-1177, 2002.
- PURSLEY, J.R., WILTBANK, M.C.; STEVENSON, J.S.; OTTOBRE, J.S.;  
GARVERICK, H.A. AND ANDERSON, L.L. Pregnancy rates per artificial Insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J. Dairy Sci.* 80:295-300, 1997.
- PUTNEY, D. J.; MALAYER J. R.; GROSS, T. S.; THATCHER, W. W.;

- HANSEN, P. J. AND DROST. M. Heat stress-induced alterations in the synthesis and secretion of proteins and prostaglandins by cultured bovine conceptuses and uterine endometrium. *Biol. Reprod.* 39:717-728, 1988.
- PUTNEY, D.J., MULLINS, S.; THATCHER, W.W.; DROST, M. AND GROSS, T.S. Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated ambient temperatures between the onset of estrus and insemination. *Anim. Reprod. Sci.* 19:37-51 1989.
- ROTH, Z.; ARAV, A.; BRAW-TAL, R.; BOR, A. AND WOLFENSON, D. Effect of treatment with follicle-stimulating hormone or bovine somatotropin on the quality of oocytes aspirated in the autumn from previously heat-stressed cows. *J. Dairy Sci.* 85:1398- 1405, 2002.
- ROTH, Z.; MEIDAN, R.; BRAW-TAL, R. AND WOLFENSON, D. Immediate and delayed effects of heat stress on follicular development and its association with plasma FSH and inhibin concentration in cows. *J. Reprod. Fertil.* 120:83–90, 2000.
- ROTH, Z., MEIDAN, R.; SHAHAM-ALBALANCY, A.; BRAW-TAL, R. AND WOLFENSON, D. Delayed effect of heat stress on steroid production in medium-size and preovulatory bovine follicles. *Reproduction* 121:745–751, 2001.
- SARTORI, R.; SARTOR-BERGFELT, R.; MERTENS, S.A.; GUENTHER, J.N.; PARRISH, J.J. AND WILTBANK, M.C. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. *J. Dairy Sci.* 85:2803-2812, 2002.
- SHIMIZU, T.; OHSHIMA, I.; OZAWA, M.; TAKAHASHI, S.; TAJIMA, A.; SHIOTA, M.; MIYAZAKI, H. AND KANAI, Y. Heat stress diminishes gonadotropin receptor expression and enhances susceptibility to apoptosis of rat granulosa cells. *Reproduction* 129:463- 472, 2005.
- ST. PIERRE, N.R.; COBANOV, B. AND SCHNITKEY G. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *J. Dairy Sci.* 86:E52-E77, 2003.

- THATCHER, W. W. AND COLLIER, R. J. Effects of climate on bovine reproduction. *In: D. A. Morrow (Ed.) Current Therapy in Theriogenology 2*. pp 301–309. W. B. Saunders, Philadelphia, 1986.
- THATCHER, W. W.; FLAMENBAUM, I.; BLOCK, J. AND BILBY, T. R. Interrelationships of heat stress and reproduction in lactating dairy cows. *Proceedings of the 2010 High Plains Dairy Conference*. Amarillo, TX. pp. 45-60, 2010.
- VASCONCELOS J. L. M.; SILCOX R. W.; ROSA G.L.M.; PURSLEY J.R. AND WILTBANK M.C. Synchronization rate, size of the ovulatory follicle and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrous cycle in lactating dairy cows. *Theriogenology*;52:1067–78, 1999.
- WILSON, S. J.; MARION, R. S.; SPAIN, J. N.; SPIERS, D. E.; KEISLER, D. H. AND LUCY, M. C. Effects of a controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. 1. Lactating cows. *J. Dairy Sci.* 81:2124–2131, 1998.
- WOLFENSON, D.; FLAMENBAUM, I. AND BERMAN, A. Hyperthermia and body energy store effects on estrous behaviour, conception rate, and corpus luteum function in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71:3497- 3504, 1988.
- WOLFENSON, D.; ROTH, Z.; MEIDAN, R. Impaired reproduction in heatstressed cattle: basic and applied aspects. *Anim Reprod Sci*; 60/61:535–47, 2000.
- WOLFENSON, D.; THATCHER, W.W.; BADINGA, L.; SAVIO, J.D.; MEIDAN, R.; LEW, B.J.; BRAW-TAL, R. AND BERMAN, A. Effect of heat stress on follicular development during the estrous cycle in lactating dairy cattle. *Biol. Reprod.* 52:1106-1113, 1995.
- ZIMBLEMAN, R.B., RHOADS, R.P.; RHOADS, M.L.; DUFF, G.C.; BAUMGARD, L.H. AND COLLIER, R. J. A reevaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. *Proc. 24th Ann. SW Nutr. Mgmt. Conf.*, pp.158-168, 2009.