



## Manejo reprodutivo de vacas sob estresse calórico

José Luiz Moraes Vasconcelos<sup>1</sup>, Daniela Garcia Borges Demetrio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> FMVZ - UNESP - Botucatu.

**RESUMO** - O estresse calórico afeta negativamente a produtividade de vacas leiteiras. A vaca fica mais sensível ao estresse calórico, à medida que a produção de leite aumenta, pois produz mais calor metabólico. A seleção para produção de leite reduz a capacidade de termorregulação da vaca leiteira e pode aumentar ainda mais a suscetibilidade das vacas leiteiras ao estresse calórico e diminuir a produção de leite e a eficiência reprodutiva durante o verão. Os objetivos nesta revisão foram demonstrar o impacto do estresse calórico na eficiência reprodutiva de vacas leiteiras e alguns fatores que afetam as taxas de prenhez e sugerir estratégias para reduzir o efeito negativo do estresse calórico na produtividade. Em um estudo no Sudeste do Brasil, foi detectado que no verão, em 33 fazendas avaliadas, mais de 60% das vacas avaliadas apresentavam temperatura acima de 39,1°C no período da tarde. Em outro estudo, verificou-se que a temperatura corporal no dia 7 influenciou negativamente a taxa de concepção em animais submetidos a inseminação artificial (IA) ou transferência de embriões (TE), e também que houve tendência de aumento de perda de gestação entre 25 e 39 dias quando as temperaturas corporais do dia 7 foram maiores. Também foi observado que vacas de maior produção de leite têm menor manutenção da gestação apenas quando têm maior temperatura retal. Estresse calórico é um problema no Brasil, por isso deve-se mensurar a temperatura corporal das vacas no período da tarde, para determinar se estão confortáveis, e tomar medidas necessárias quando a temperatura retal estiver acima de 39,1°C. Se o animal não reagir às intervenções, haverá redução da produtividade, que implica maior custo de produção por litro de leite.

Palavras-chave: concepção, estresse calórico, gado de leite, prenhez

## Reproductive management in lactating dairy cows within heat stress

**ABSTRACT** - Heat stress negatively affects the productivity of lactating dairy cows. Lactating dairy cows are more sensitive to heat stress as milk yield increases, because increases metabolic heat production. Selection for milk yield reduces heat tolerance and could increase the susceptibility to heat stress decreasing milk production and pregnancy during the summer. The objective of this review is to discuss how heat stress affects pregnancy, and some strategies to decrease this effect. In a study in Brazil within 33 farms in the southeast, more than 60% of cows have rectal temperature >39.1°C between 2 to 8PM. In another study rectal temperature at day 7 affected negatively pregnancy rates after artificial insemination or embryo transfer and was detected a tendency of increase in embryonic losses between 25 and 39 days within higher rectal temperature at day 7. Also were detected that high producer cows have lower pregnancy only if also have increase in rectal body temperature. Heat stress is a problem in Brazil, we need to evaluate the rectal temperature at afternoon to determine if cows are in heat stress (>39.1°C) and utilize strategies to minimize negative impact on the profitability of lactating dairy cows.

Key Words: conception, dairy cows, heat stress, pregnancy

### Introdução

Vacas apresentam elevação de temperatura corporal, pois não são capazes de eliminar de forma eficiente o calor produzido em seu organismo para o ambiente. A seleção para produção de leite, por reduzir a capacidade de termorregulação da vaca leiteira, pode aumentar ainda mais a suscetibilidade das vacas leiteiras ao estresse térmico e diminuir a produção de leite e a eficiência reprodutiva durante o verão (Berman et al., 1985). Em vacas leiteiras, a correlação entre produção de leite e ingestão de matéria seca é alta e positiva (0,88) (Harrison et al., 1990). Vacas de

alta produção de leite geram mais calor que as de baixa produção, e os efeitos do estresse calórico se intensificam conforme aumenta a produção de leite, principalmente quando há altas temperaturas ambientais (Kadzere et al., 2002). Isso significa que à medida que aumentam a produção de leite (por seleção genética, melhores práticas nutricionais, etc), as vacas se tornam mais suscetíveis ao estresse calórico. Muito se discute sobre a menor fertilidade atual da vaca leiteira em comparação a níveis 20 ou 30 anos atrás. Parte deste declínio pode ser atribuída à maior suscetibilidade ao estresse calórico. Lucy (2001) sugeriu que existe um efeito aditivo negativo entre estresse térmico e produção de leite.

O desempenho reprodutivo é afetado por efeitos deletérios do estresse térmico no ovócito, na fertilização e no desenvolvimento embrionário inicial (Hansen & Arechiga, 1999). Durante o verão, o estresse térmico reduz as taxas de concepção e prenhez e este efeito se mantém nos meses de outono (Wolfenson et al., 2000), uma vez que os ovócitos obtidos de vacas leiteiras durante o estresse térmico do verão apresentam menor competência *in vitro* (Rocha et al., 1998). Rutledge et al. (1999) observaram, em vacas holandesas, redução no número de ovócitos que se desenvolviam até o estágio de blastocisto nos meses quentes em comparação aos meses mais frescos. Em ambos os estudos, a taxa de fertilização não foi afetada pela estação do ano, mas a menor taxa de desenvolvimento após a fertilização durante o verão é um indicativo de danos sofridos pelo ovócito. Quando novilhas doadoras superovuladas foram expostas a estresse térmico por 16 horas a partir da manifestação do estro, não houve efeito sobre a taxa de fertilização. Entretanto, o número de embriões normais recuperados no dia 7 após o estro reduziu (Putney et al., 1988a), comprovando que mesmo um curto período de estresse térmico pode afetar a competência do ovócito no folículo pré-ovulatório. Além disso, a exposição de cultura de ovócitos a temperaturas elevadas durante a maturação reduz a taxa de clivagem e a proporção de ovócitos que evoluem até blastocistos (Edwards & Hansen, 1997).

Nos períodos próximos à ovulação até o terceiro dia do desenvolvimento embrionário, as vacas são muito susceptíveis ao estresse térmico, e temperaturas elevadas reduzem a proporção de embriões que continuam em desenvolvimento (Ealy et al., 1993). Sartori et al. (2002) recuperaram embriões e ovócitos de vacas e novilhas holandesas no verão cinco dias após a ovulação e verificaram que a taxa de fertilização foi maior em novilhas (100,0%) que em vacas em lactação (55,3%) e que a qualidade dos embriões também foi maior nas novilhas (2,2) que em vacas em lactação (3,8). Quando compararam vacas lactantes e não-lactantes no inverno, a taxa de fertilização não diferiu, porém a qualidade embrionária foi maior em vacas não-lactantes, com valor de 2,2, enquanto naquelas em lactação foi de 3,1. Leroy et al. (2005) observaram que a porcentagem de embriões grau 1 coletados de vacas em lactação (13,1%) foi maior que a de novilhas holandesas (62,5%) ou de vacas de corte (55,0%).

O estresse térmico afeta não só o ovócito e o embrião em fase inicial de desenvolvimento, mas também pode reduzir o crescimento embrionário até o dia 17, que é um momento crítico para a produção embrionária de

*interferon-tau* (sinal para bloquear a regressão do CL). Níveis adequados de *interferon-tau* são fundamentais para reduzir a secreção pulsátil de prostaglandina  $F_2\alpha$ , bloquear a regressão do corpo lúteo e manter a prenhez. Biggers et al. (1987) indicaram que o estresse térmico entre os dias 8 a 16 reduziu o peso de embriões recuperados no dia 17 de vacas de corte. Essa redução do tamanho do embrião foi associada a níveis mais baixos de *interferon-tau* para a inibição da secreção pulsátil de prostaglandina  $F_2\alpha$ . Putney et al. (1988b) incubaram embriões e explantes endometriais obtidos no dia 17 de gestação em temperaturas de termoneutralidade (39°C durante 24 horas) ou estresse térmico (39°C durante 6 horas e 43°C durante 18 horas). As condições de estresse térmico resultaram em redução da síntese de proteínas e secreção de *interferon-tau* em 71% dos embriões; entretanto, a secreção endometrial de prostaglandina  $F_2\alpha$  e a secreção embrionária de prostaglandina E2 aumentaram 72% em resposta ao estresse térmico. Estes estudos comprovam que tanto o embrião quanto o ambiente uterino podem ser afetados pelo estresse térmico.

Apesar de os efeitos do estresse térmico diminuírem com o desenvolvimento dos embriões, ou seja, o embrião adquire resistência aos efeitos negativos com o passar do tempo (Ealy et al., 1993; Hansen & Arechiga, 1999), Ryan et al. (1993) detectaram efeito negativo de altas temperaturas no desenvolvimento embrionário após o sétimo dia e Garcia-Ispuerto et al. (2007) verificaram que a probabilidade de perda da prenhez aumenta 1,05 vez a cada unidade de aumento no THI (índice que associa temperatura e umidade) entre os dias 21–30 de gestação.

A transferência de embriões é uma estratégia utilizada para superar os efeitos do estresse térmico ocorridos no ovócito e no desenvolvimento embrionário inicial (Vasconcelos et al., 2006). Putney et al. (1989), em estudo para comparação da inseminação artificial à transferência embrionária no verão, realizaram a transferência de embriões frescos produzidos em novilhas para vacas holandesas em lactação que possuíam corpo lúteo e compararam a todas as vacas inseminadas. Esses autores observaram aumento da taxa de prenhez avaliada aos 45 dias, cujos valores foram de 13,5% nas vacas submetidas a inseminação artificial e de 29,2% naquelas submetidas a transferência embrionária. Neste trabalho não foi considerada a possível falha de ovulação nas vacas que receberam inseminação artificial. Drost et al. (1999) compararam embriões congelados-descongelados produzidos *in vivo* ou *in vitro* a partir de ovários de abatedouro com inseminação artificial no verão. A taxa de ovulação foi avaliada pela presença de corpo

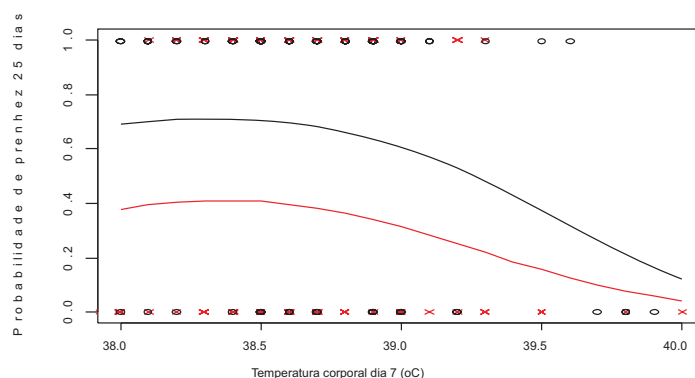
lúteo em vacas que receberam embrião e medindo a P4 no dia 7 (>1 ng/ml) nas vacas inseminadas. A taxa de prenhez foi maior quando adotada transferência de embriões produzidos *in vivo*, cujo valor foi de 35,4%, enquanto a obtida com transferência de embriões produzidos *in vitro* foi de 18,8% e com inseminação artificial, 21,4%. Ambrose et al. (1999) compararam embriões produzidos *in vitro* a partir de ovários frescos obtidos em abatedouro ou congelados-descongelados a embriões obtidos por inseminação artificial no verão. As vacas foram sincronizadas com o protocolo Ovsynch e aquelas com concentrações séricas de P4 d" 1,5 ng/mL no dia 0 foram comparadas àquelas com concentrações de e" 2,0 ng/mL no dia 7. O uso de embriões frescos produzidos *in vivo* promoveu acréscimo da taxa de prenhez em relação à inseminação artificial, com valores de 17,5% para embriões a fresco, 6,1% para uso de embriões congelados-descongelados e 6,7% para inseminação artificial. Sartori

et al. (2006) não notaram diferenças significativas nas taxas de prenhez obtidas com inseminação artificial (35,6%) e aquelas obtidas com transferência embrionária (40,3%) durante 365 dias de experimento, fato que atribuíram às temperaturas do ano do estudo, que não foram tão elevadas, e também ao fato de que 78,5% dos embriões utilizados eram congelados.

#### Resultados de experimentos no Brasil

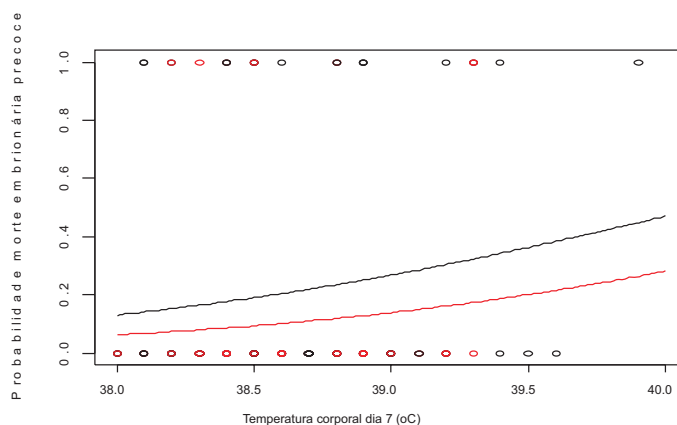
#### Fatores que afetam a taxa de prenhez após inseminação artificial ou transferência de embriões em vacas holandesas em lactação

Segundo Demetrio et al. (2007), há efeito quadrático da temperatura corporal do dia 7 em animais submetidos a inseminação artificial ou transferência de embriões na probabilidade de prenhez aos 25 dias e na probabilidade de morte embrionária precoce entre os dias 25 e 39 (Figuras 1 e 2).



“—” representa a probabilidade esperada para inseminação artificial (com P7 fixada em 1,91 ng/mL e LM fixada em 32,7 kg); “—” a probabilidade esperada para transferência embrionária; “x” dados observados para inseminação artificial; e “o” para transferência de embriões

Figura 1 - Probabilidade de prenhez aos 25 dias de vacas ovuladas com sincronismo 0 nos grupos submetidos a inseminação artificial e a transferência de embriões considerando a temperatura corporal do dia 7.



“—” representa a probabilidade esperada para inseminação artificial; “—” para transferência de embriões; “o” dados observados para inseminação artificial; e “o” dados observados para transferência embrionária.

Figura 2 - Probabilidade de morte embrionária precoce entre os dias 25 e 39 considerando a temperatura corporal do dia 7 (T7).

*Produção de leite e temperatura retal na manutenção da prenhez em receptoras holandesas de alta produção de leite*

Jardina et al. (2008) avaliaram fatores que interferem na manutenção da prenhez em receptoras (n = 468) holandesas de alta produção de leite e detectaram interação ( $P < 0,05$ ) entre produção de leite e temperatura retal, que foram agrupadas pela mediana. O número de vacas, a produção de leite, a temperatura retal, os dias em lactação (DEL), a concentração sérica de progesterona no dia da inovulação do embrião (d7), o diâmetro do corpo lúteo e prenhez foram, no grupo com menor produção de leite e menor temperatura retal, n = 128, 28,6 kg de leite/dia, 38,5 °C, 264 DEL, 3,03 ng/mL, CL 4,27 cm<sup>2</sup> e 42,2%; no grupo com menor produção de leite e maior temperatura retal, n = 105, 27,0 kg de leite/dia, 39,3°C, 292 DEL, 3,4 ng/mL, CL 3,9 cm<sup>2</sup> e 36,1%; no grupo com maior produção de leite e menor temperatura retal, n = 144, 42,2 kg de leite/dia, 38,4 °C, 138 DEL, 3,1 ng/mL, CL 4,6 cm<sup>2</sup> e 47,7%; e, no grupo com maior produção de leite e maior temperatura retal, n=91, 41,8 kg de leite/dia, 39,2 °C, 141 DEL, 3,3 ng/mL, CL 3,8 cm<sup>2</sup> e 38,4%, respectivamente. Esses resultados comprovam que vacas de maior produção de leite têm menor manutenção da gestação apenas quando com maior temperatura retal, como observado também por al-Katanani et al. (1999) e López-Gatius (2003), que verificaram que os efeitos negativos da produção de leite na taxa de prenhez são mais acentuados no verão que no inverno.

*Temperatura retal de vacas de leite no verão em sistemas de confinamento em fazendas no Sudeste do Brasil*

Em estudo sobre a ocorrência de estresse térmico em vacas de leite de alta produção na Região Sudeste do Brasil no período de outubro de 2010 a fevereiro de 2011, durante 3 dias, as vacas foram mantidas com um termômetro interno, do tipo Hobo®, acoplado a um implante intravaginal sem progesterona que determinava a temperatura retal a cada 5 minutos. A avaliação dos resultados foi feita de acordo com a temperatura do animal em momentos pré-definidos (Tabela 1) e o índice de temperatura e umidade (THI) utilizado foi ( $F^{\circ} - 0,55 * (1 - UR/100) * F^{\circ} - 58$ ).

Na maioria das regiões do Brasil, quase todos os dias de verão são quentes o bastante para comprometer a reprodução e reduzir a produção de leite. O índice mais comum para prever se as vacas estão sendo expostas a estresse calórico é calculado usando a temperatura ambiente e a umidade relativa (THI). Pesquisas sugerem que as vacas passam a sentir estresse a partir de THI de 72. O THI representa apenas uma indicação do possível estresse calórico, pois a temperatura corporal da vaca depende também de outras variáveis ambientais além de temperatura ambiente e umidade relativa, especialmente da velocidade do vento e do índice de radiação solar. Além disso, fatores individuais das vacas determinam a magnitude de elevação da temperatura corporal durante o estresse calórico. A melhor maneira de determinar a magnitude do efeito do estresse calórico sobre as vacas é pela temperatura retal.

Tabela 1 - THI, temperatura corporal das vacas e % de vacas com  $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$  às 8, 12, 16 e 20 h

		São Paulo	Minas Gerais	Goiás	Paraná
Número fazendas/vacas		3/51	10/177	11/124	9/102
Horário					
8 h	Média THI	69,8 ± 2,05	69,8 ± 2,85	71,2 ± 6,97	67,6 ± 2,23
	Média T°C corporal	38,7 ± 0,33	38,6 ± 0,36	38,4 ± 0,52	38,4 ± 1,10
	% Vacas $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$	19,5%	38,9%	3,5%	22,7%
12 h	Média THI	76,5 ± 2,16	76,2 ± 3,84	79,5 ± 3,75	73,6 ± 2,02
	Média T°C corporal	38,7 ± 0,35	38,9 ± 0,43	38,8 ± 0,84	38,6 ± 0,75
	% Vacas $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$	36,6%	58,3%	34,5%	36,4%
16 h	Média THI	78,9 ± 1,39	77,6 ± 3,20	78,3 ± 3,73	74,8 ± 2,61
	Média T°C corporal	39,1 ± 0,42	39,3 ± 0,57	39,2 ± 0,89	38,9 ± 0,52
	% Vacas $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$	73,2%	69,4%	72,4%	60,2%
20 h	Média THI	72,8 ± 2,56	72,7 ± 1,93	74,3 ± 2,31	71,3 ± 3,01
	Média T°C corporal	38,9 ± 0,37	39,2 ± 0,51	39,1 ± 0,56	38,8 ± 0,94
	% Vacas $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$	65,9%	66,7%	89,7%	68,2%

Infere-se que uma vaca com temperatura retal de 39°C ou mais durante a tarde provavelmente está sofrendo efeitos do estresse calórico. A determinação da temperatura retal do grupo de vacas durante a tarde pode ser uma método simples de obter uma avaliação bastante precisa do grau de estresse calórico e da eficácia dos sistemas de resfriamento incorporados às instalações.

### Concentração de parição

De acordo com o exposto, a estratégia mais simples para amenizar os efeitos negativos do estresse calórico é aumentar a proporção de vacas parindo no outono/inverno, pois as mesmas entrarão na fase de periparto e início da lactação sob menor estresse calórico, o que aumenta a eficiência na produção de leite e a eficiência reprodutiva. Em uma fazenda no Paraná, vacas paridas entre março e setembro apresentaram maior produção de leite e menor intervalo de partos (Figura 3).

Cada fazenda deve gerar seus dados para determinar o efeito de mês de parição na produção de leite e no intervalo de partos como forma de definir as estratégias reprodutivas para se terem mais vacas de elevada eficiência.

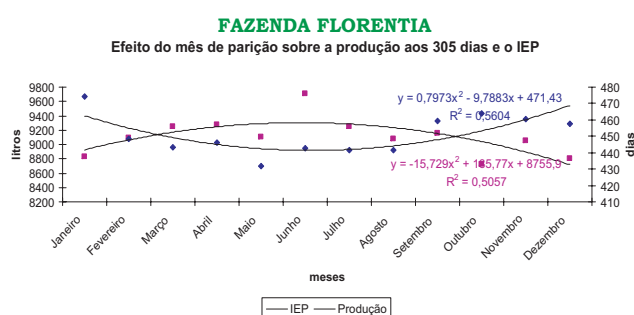


Figura 3 - Produção de leite na lactação e intervalo de partos de acordo com o mês de parição.

### Conclusões

Estresse calórico é um problema no Brasil. A avaliação da temperatura corporal no dia 7 é importante para prever a probabilidade de prenhez, pois elevadas temperaturas corporais no dia 7 pós-inseminação ou dia da transferência embrionária reduzem a probabilidade de prenhez e aumentam a probabilidade de perda embrionária. É importante medir a temperatura corporal das vacas à tarde para determinar se as estratégias utilizadas estão sendo eficazes para mantê-

las confortáveis e tomar medidas necessárias caso a temperatura retal a tarde esteja acima de 39,1°C. Se as vacas estiverem com temperatura acima de 39,1°C, há duas alternativas: concentração de parição meses outono e inverno; ou investimento em instalações adequadas que permitam efetivamente resfriar as vacas. Se não houver reação dos animais às medidas alternativas, haverá queda da produtividade, e isso implica maior custo de produção por litro de leite.

### Referências

- AL-KATANANI, Y.M.; WEBB, D.W.; HANSEN, P.J. Factors affecting seasonal variation in 90-day nonreturn rate to first service in lactating Holstein cows in a hot climate. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2611-2616, 1999.
- AMBROSE, J.D.; DROST, M.; MONSON, R.L. et al. Efficacy of timed embryo transfer with fresh and frozen in vitro produced embryos to increase pregnancy rates in heat stressed dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2369-2376, 1999.
- BERMAN, A.; FOLMAN, Y.; KAIM, M. et al. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical environment. **Journal of Dairy Science**, v.68, p.1488-1495, 1985.
- BIGGERS, B.G.; GEISERT, R.D.; WETTEMANN, R.P. et al. Effect of heat stress on early embryonic development in the beef cow. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1512-1518, 1987.
- DEMETRIO, D.G.B.; SANTOS, R.M.; DEMETRIO, C.G.B. et al. Factors affecting conception rates following artificial insemination or embryo transfer in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.5073-5082, 2007.
- DROST, M.; AMBROSE, J.D.; THATCHER M.J. et al. 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.; HANSEN, P.J. Developmental changes in embryonic resistance to adverse effects of maternal heat stress in cows. **Journal Dairy Science**, v.76, p.2899-2905, 1993.
- EDWARDS, J.L.; HANSEN, P.J. Differential responses of bovine oocytes and preimplantation embryos to heat shock. **Molecular Reproduction Development**, v.46, p.138-145, 1997.
- GARCIA-ISPIERTO, F.; LOPEZ-GATIUS, G; BECH-SABAT, P. et al. Climate factors affecting conception rate of high producing dairy cows in northeastern Spain. **Theriogenology**, v.67, p.1379-1385, 2007.
- HANSEN, P.J.; ARECHIGA, C.F. Strategies for managing reproduction in heat-stressed dairy cow. **Journal of Animal Science**, v.77 (suppl.2), p.36-50, 1999.
- HARRISON, R.O.; FORD, S.P.; YOUNG, J.W. et al. Increased milk production versus reproductive and energy status of high producing dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.73, p.2749-2758, 1990.
- JARDINA, D.T.G.; ARAGON, F.L.; VERAS, M.B. et al. Milk production and rectal temperature during pregnancy in lactating dairy cow recipients. **Journal Dairy Science**, v.91, E-Suppl. 1, p.463, 2008 (abstr.).
- KADZERE, C.T.; MURPHY, M.R.; SILANIKOVE, N. et al. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, v.77, p.59-91, 2002.
- LEROY, J.L.M.R.; OPSOMER, G.; De Vlieghe, S. et al. Comparison of embryo quality in high-yielding dairy cows, in dairy heifers and in beef cows. **Theriogenology**, v.64, p.2022-2036, 2005.

- LOPEZ-GATIUS, F. Is fertility declining in dairy cattle? A retrospective study in northeastern Spain. **Theriogenology**, v.60, p.89-99, 2003.
- LUCY, M.C. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? **Journal Dairy Science**, v.84, p.1277-1293, 2001.
- PUTNEY, D.J.; DROST, M.; THATCHER, W.W. Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated ambient temperature between days 1 to 7 post insemination. **Theriogenology**, v.30, p.195-209, 1988a.
- PUTNEY, D.J.; DROST, M.; THATCHER, W.W. Influence of summer heat stress on pregnancy rates of lactating dairy cattle following embryo transfer or artificial insemination. **Theriogenology**, v.31, p.765-778, 1989.
- PUTNEY, D.J.; MALAYER, J.R.; GROSS, T.S. et al. Heat stress-induced alterations in the synthesis and secretion of proteins and prostaglandins by cultured bovine conceptuses and uterine endometrium. **Biology Reproduction**, v.39, p.717-728, 1988b.
- ROCHA, A.; RANDEL, R.D.; BROUSSARD, J.R. et al. High environmental temperature and humidity decrease oocyte quality in *Bos Taurus* but not in *Bos indicus* cows. **Theriogenology** v.49, p.657-665, 1998.
- RUTLEDGE, J.J.; MONSON, R.L.; NORTHEY, D.L. et al. Seasonality of cattle embryo production in a temperate region. **Theriogenology**, v.51(suppl.1), p.330, 1999 (abstr.).
- RYAN D.P.; PRICHARD, J.F.; KOPEL, E. et al. Comparing early embryo mortality in dairy cows during hot and cool seasons of the year. **Theriogenology**, v.39, p.719-737, 1993.
- SARTORI, R.; GUMEN, A.; GUENTHER, J.N. et al. Comparison of artificial insemination versus embryo transfer in lactating dairy cows. **Theriogenology**, v.65, p.1311-1321, 2006.
- SARTORI, R.; SARTOR-BERGFELT, R.; MERTENS, S.A. et al. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2803-2812, 2002.
- VASCONCELOS, J.L.M.; DEMETRIO, D.G.B.; SANTOS, R.M. et al. Factors potentially affecting fertility of lactating dairy cow recipients. **Theriogenology**, v.65, p.192-200, 2006.
- WOLFENSON, D.; ROTH, Z.; MEIDAN, R. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. **Animal Reproduction Science**, v.60/61, p.535-547, 2000.