

## Influência da temperatura e umidade ambiente em um programa de transferência de embriões equinos, na Baixada Fluminense, Rio de Janeiro\*

Jhonnatha Paulo Oliveira<sup>1</sup>, Julio Cesar Ferraz Jacob<sup>2+</sup>, Vera Lucia Teixeira de Jesus<sup>2</sup> e Paula Cardoso de Almeida Silva<sup>1</sup>

**ABSTRACT.** Oliveira J.P., Jacob J.C.F., Jesus V.L.T. & Silva P.C.A. [Influence of temperature and humidity in a equine embryo transfer program, in the Baixada Fluminense, Rio de Janeiro.] Influência da temperatura e umidade ambiente em um programa de transferência de embriões equinos, na Baixada Fluminense, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, 37(2):158-162, 2015. Departamento de Reprodução e Avaliação Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR 465, Km 7, Seropédica, RJ 23890-970, Brasil. E-mail: juliorep@ufrj.br

This study aimed to evaluate the relationship between high environment temperature and humidity and reproductive rates in a equine embryo transfer program in Baixada Fluminense RJ. We evaluated the reproductive history of 60 donor mares and 111 recipient mares during summer of breeding seasons of 2008/2009, 2009/2010 and 2010/2011. Daily climatic data of environmental temperature (°C) and relative humidity (%) for the each breeding seasons were obtained from the web site of the National Institute of Meteorology (INMET), based on these data we calculated the temperature x humidity index (TUI) which measures the thermal comfort zone. The reproductive parameters assessed were embryo recovery rate (RR) and pregnancy rate (PR). After the computation of reproductive and climatic data, these were compared to establish relationships between high temperatures and humidity on reproductive rates. There was a negative relationship between RR and high environmental temperatures, especially in the summer time, greater RR at 26°C (71%) and lower RR at 27°C (51.4%) ( $p < 0.05$ ). To PR there was a negative relationship to high environmental temperatures, the higher PR was obtained at 24°C (81.5%) and lowest PR (35%) at 27°C ( $p < 0.05$ ). We conclude that there are relationships between environmental variables and ET success.

**KEY WORDS.** Climate, mares, reproduction.

**RESUMO.** Este trabalho teve por objetivo avaliar a relação entre altas temperatura e umidade ambiente e índices reprodutivos em um programa de transferência de embriões em equinos na Baixada Fluminense RJ. Avaliou-se o histórico reprodutivo de 60 éguas doadoras e 111 éguas receptoras no verão das estações de monta de 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Os dados climáticos diários de tempe-

ratura (°C) e umidade relativa do ar (%) referentes às estações de monta foram obtidos na web site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), com base nestes dados foi calculado o índice de temperatura de umidade (ITU) que mede a zona de conforto térmico animal. Os índices reprodutivos avaliados foram a taxa de recuperação embrionária (TR) e taxa de gestação embrionária (TG). Após a

\* Recebido em 17 de março de 2013.

Aceito para publicação em 4 de abril de 2014.

<sup>1</sup> Médico-veterinário, Doutorando no Programa de Pós-Graduação de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), BR 465, Km 7, Seropédica, RJ 23890-970, Brasil. E-mail: jhonnatha@ig.com.br; paulinha\_calmeida@hotmail.com - bolsistas CAPES.

<sup>2</sup> Médico-veterinário, DSc. Departamento de Reprodução e Avaliação Animal, UFRRJ, 465, Km 7, Seropédica, RJ 23890-970. E-mail: jesus@ufrj.br

<sup>+</sup> Autor para correspondência, E-mail: juliorep@ufrj.br

computação dos índices reprodutivos e climáticos os dados foram confrontados para se estabelecer se há relação de altas temperaturas e umidade sobre os índices reprodutivos durante o verão. Houve relação negativa entre a TR e altas temperaturas ambientais especialmente no verão, maior TR a 26°C (71%) e menor TR a 27°C (51,4%) ( $p < 0,05$ ). Para a TG houve relação negativa entre altas temperaturas onde, a maior TG foi obtida a 24°C (81,5%) e a menor TG (35%) a 27°C ( $p < 0,05$ ). Conclui-se que existe relação entre as variáveis ambientais e o sucesso da TE.

PALAVRAS-CHAVE. Clima, éguas, reprodução.

## INTRODUÇÃO

Os estudos sobre a influência do clima na reprodução equina, em sua maioria se baseiam no efeito da sazonalidade principalmente em relação ao fotoperíodo. Entretanto, o estresse térmico que é definido como o resultado da incapacidade do animal em dissipar calor suficientemente para manter a sua homeotermia (West 1999), não tem sido objeto de estudo na reprodução equina. Considerando que a zona de conforto térmico, definida como a temperatura do ar ambiente na qual a taxa metabólica é constante e varia de 5°C a 25°C nos equinos (Morgan 1996). Pode-se aferir que animais mantidos na Baixada Fluminense onde as temperaturas máximas alcançam 40°C no verão, estão fora da Zona de Conforto.

O Índice Temperatura Umidade (ITU) é uma mensuração do conforto térmico, foi proposto como uma ferramenta para estimar o estresse térmico em animais de produção. Usando esta mensuração, um valor ITU entre 72 unidades pode ser aceito como indicativo de estresse térmico em animais, entretanto, o ITU  $\leq 74$  indica ambiente seguro, ente 74 e 78, desconforto, entre 79 a 84 alerta e  $\geq 85$ , emergência (Johnson et al. 1976).

Pesquisas em outras espécies animais que não os equinos, mostram que períodos de alta temperatura e umidade causam estresse térmico e conseqüentemente efeitos negativos na performance reprodutiva Rivier & Rivest (1991) relatam que o estresse é acompanhado por um acréscimo na atividade do eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal (HPA) e um decréscimo na função reprodutiva e tem sugerido que haja uma possível relação entre os hormônios do HPA e os do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal (HPG). Os hormônios relacionados ao estresse podem influenciar a função sexual em três níveis do eixo HPG: no hipotálamo,

por meio do hormônio liberador de corticotrofinas (CRH) onde este inibe a secreção de GnRH; na hipófise, diminuindo a liberação de LH e FSH que são estimulados pelo GnRH e, nas gônadas alterando o efeito estimulatório das gonadotrofinas (Rivier & Rivest 1991, Pereira 2005). Assim a capacidade esteroidogênica dos folículos e da dinâmica folicular ovariana, será afetada (Argov et al. 2005).

Em vacas estes fenômenos são bem conhecidos. Altera a dinâmica folicular afetando folículos no início do estágio antral, causando prejuízo no folículo subseqüente (Guzeloglu et al. 2001), reduz a dominância do folículo selecionado (Hansen & Aréchiga 1999), por uma redução da capacidade esteroidogênica das células da teca e da granulosa e conseqüentemente, uma queda da concentração sanguínea de estradiol (De Rensis & Scaramuzzi 2003), além do comprometimento dos mecanismos luteolíticos (Wilson et al. 1998) que são dependentes do estrógeno. Altera-se o mecanismo ovulatório, reduz a qualidade do oócito e do embrião. O ambiente uterino também é modificado, reduzindo a probabilidade da implantação do embrião (De Rensis & Scaramuzzi 2003), gera mortalidade embrionária devido ao comprometimento do oócito e inibição do desenvolvimento embrionário (Hansen et al. 2001).

Em um estudo García-Ispuerto et al. (2006), trabalhando com rebanho de vacas holandesas, verificaram que com o aumento do ITU a partir de 65 ocorreu aumento significativo de perdas de prenhez de 8% passando para 12% quando este índice ultrapassa o valor de 69. Verificaram também, um maior percentual de prenhez (55,5%) no período frio se comparado com o período quente (44,5%), conseqüentemente as perdas gestacionais no período frio foram menores (2,1%) quando comparada com o período mais quente (12,3%).

Em vacas leiteiras, o estresse térmico durante os primeiros sete dias de desenvolvimento embrionário aumentou a incidência de embriões de qualidade inferior com retardo no desenvolvimento (Putney 1988, Jordan 2003), e o número oócitos não fertilizados (Monty & Racowsky 1987). Ainda em vacas, estresse térmico pode influenciar a produção e secreção de prostaglandina pelo endométrio, o que pode levar a luteólise prematura e perda embrionária.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um Centro de Reprodução Equina, em Itaguaí, Rio de Janeiro, e haras comerciais assistidas pelo mesmo Centro de Reprodução,

em Seropédica, Rio de Janeiro com distancia média de 20 quilômetros entre os haras. Foram analisados dados reprodutivos referentes ao verão das estações de monta, 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011.

Utilizou-se o histórico reprodutivo de 60 éguas doadoras com idades entre de 3 a 18 anos e 111 éguas receptoras com idades entre 3 e 14 anos, todas éguas da raça Mangalarga Marchador. As doadoras foram mantidas em piquetes de *Cynodon* spp - croast-cross, com água e sal mineral *ad libitum*, e 4,0 Kg de ração comercial (12-13% de proteína bruta) divididas em dois tratos diários. As receptoras foram mantidas a pasto formado por gramináceas, recebendo um trato diário de 2,0 Kg de ração comercial (12-13% de proteína bruta), água e sal mineral *ad libitum*.

O controle do ciclo estral se fez através da ultrassonografia transretal realizada a cada dois dias a partir da detecção da divergência folicular estimada (foliculos com diâmetro  $\geq 25$  mm) e diariamente após a detecção do folículo pré-ovulatório estimado ( $\geq 35$  mm) até a detecção da ovulação. A ecotextura uterina (edema uterino) foi determinada utilizando-se o sistema de escore de 1 a 4 conforme Ginther (1995).

As doadoras foram cobertas ou inseminadas a cada 48 horas a partir da detecção do folículo pré-ovulatório ( $\geq 35$ mm de diâmetro) até a ovulação, ou 24 horas após a indução da ovulação com 1000 UI de hCG. Utilizou-se sêmen fresco ou refrigerado a 5°C, diluído em extensor a base de leite, com dose inseminante mínima de 500.10<sup>6</sup> espermatozoides viáveis e volume inseminante mínimo de 10 mL e máximo de 30 mL. Na monta natural foram utilizados apenas garanhões de fertilidade comprovada.

A coleta de embrião foi realizada entre os dias 7, 8 ou 9 após a ovulação da doadora utilizando-se a lavagem uterina transcervical. Após o término do procedimento foi administrado uma dose de 5,0 mg de Dinoprost trometamina (Lutalyse®). O rastreamento do embrião foi realizado em placa de petri (90 x 100mm) com auxílio de um microscópio estereoscópico sob aumento de 10 ou 20X e a classificação foi realizada utilizando-se aumento de 40X. Após avaliação e classificação, o embrião foi lavado (Fleury et al. 2001, Camilo et al. 2003) e mantido em meio TQC® ou Encare® até a transferência. Os embriões foram classificados de acordo com McKinnon et al. (1988) e apenas embriões excelentes e bons foram transferidos.

Para inovulação o embrião foi envasado em pipeta de inseminação em porções alternadas de solução de manutenção, ar, solução de manutenção contendo o embrião, ar e solução de manutenção e a pipeta foi revestida por uma camisa sanitária e ultrapassada a cévix, rompeu-se a camisa sanitária e o embrião depositado no corpo uterino. Foram selecionadas receptoras com cévix fechada, aumento de tônus uterino, ausência de dobras endometriais ou secreção uterina (Carnevale et al. 2000) e que a ovulação tenha ocorrido um dia antes ou até 5 dias após a ovulação da doadora (Jacob et al. 2010).

O diagnóstico de gestação foi realizado por ultrassonografia transretal aos 15 dias de idade do embrião, considerado diagnóstico positivo quando detectado a vesícula embrionária no útero.

Os dados climáticos foram obtidos na Web site do

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da Estação meteorologia Automática (A601) localizada no Município de Seropédica, RJ (Latitude -22° 44' 38"; Longitude -43°42' 27"). Os dados foram referentes ao verão de cada estação de monta. Foram compilados os dados diários da Temperatura ambiental média (°C) e umidade do ar média (%). Foi calculado também o Índice Temperatura Umidade (ITU) médio diário, obtido segundo a fórmula de Thom, 1959, ITU:  $(0,8 \times TM + (UM/100) \times (TM-14,4) + 46,4)$ . Onde, ITU: Índice Temperatura e Umidade médio; TM: Temperatura média diária (°C);

Para avaliar a relação entre índices climáticos e a Taxa de Recuperação Embrionária (TR) foram calculadas as médias de ITU, TM e UM dos *n* dias do período da indução do estro com a administração de PG2 $\alpha$  até a data da coleta do embrião, e estas médias foram confrontadas com o resultado da coleta positiva (presença do embrião) ou negativa (ausência de embrião), para cada coleta. Para a Taxa de Gestação (TG) foram calculadas as médias de ITU, TM e UM dos *n* dias que compreenderam o período da indução do estro com a administração de PG2 $\alpha$  até o diagnóstico de gestação e estas médias foram confrontadas com o resultado do diagnóstico positiva (presença da vesícula embrionária) ou negativa (ausência da vesícula embrionária), assim cada diagnóstico de gestação foi também avaliado individualmente em relação às variáveis climáticas.

Para a aplicação do teste de homogeneidade as variáveis climáticas foram tomadas em intervalos de classes, de forma que as frequências observadas, não apresentassem mais que 20% de observações inferiores a cinco nem zero, para cada nível de classe, respeitando as condições para aplicação do teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ). Por se tratar de avaliações entre parâmetros ambientais com parâmetros, optou-se por utilizar uma estatística não Paramétrica do Qui-quadrado ( $\chi^2$ ). Este teste utiliza o Teste de Fisher para comparar médias, e tomadas as médias as comparações foram realizadas a 5% de significância ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A TR total no verão foi de 51,8%. A Tabela 1, mostra o resultado obtido ao se avaliar a TR em relação às variáveis climáticas. Nota-se que a maior TR (71%) foi obtida a 26°C, e que reduziu significativamente a temperatura de 29°C com 51,4% ( $p < 0,05$ ), entretanto não houve relação da TR com a umidade relativa do ar e com o ITU, embora menor TR tenha sido obtido quanto maior foi o desconforto térmico expressado pelo ITU.

De forma semelhante Riera (2009), na Argentina, avaliou a relação do estresse térmico sobre a taxa de recuperação embrionária em equinos, através do índice humidex que associa temperatura e umidade do ar para estimar parâmetros de conforto, quanto maior o humidex maior o desconforto, o autor relata uma redução de 0,52% na taxa de recu-

peração embrionária a medida que o índice humidex aumenta em uma unidade.

Como existe ausência de literatura sobre o assunto estresse climático e reprodução equina é valido ressaltar que em vacas a taxa de recuperação de embriões normais sob estresse térmico ambiental (30 a 42°C) foi de apenas 20,7% contra 51,5% em vacas a 20°C ambiente (Putney et al. 1988). A incidência de oócitos não fertilizados ao sétimo dia após inseminação também aumentou significativamente em vacas estressadas pelo clima (Monty & Racowsky 1987). A competência oocitária é comprometida em vacas estressadas pelo calor devido as alterações provocadas pelo estresse na liberação e ação das gonadotrofinas, retardando a maturação dos oócitos ou provocando a ovulação de oócitos velhos (Mihm 1999).

Camundongas superovuladas mantidas com machos a temperatura ambiente de 34°C e umidade 65% no período pré-ovulatório, tiveram seus embriões removidos 48 hs após a indução da ovulação, esses embriões foram mantidos a T°C ideais de cultivo e quando comparados ao grupo controle (a 21°C), observou-se menor números de células e que menor numero de embriões chegaram ao estágio de mórula e blastócito (Bellvè 1973). Sugerindo que, mesmo ocorrendo a fertilização o processo de clivagem possa ser prejudicado e menor recuperação embrionária será obtida.

Em relação a Taxa de Gestação observa-se na Tabela 2 que maior TG foi obtida aos 24, 25 e 26°C

Tabela 1. Taxa de Recuperação embrionária em relação aos índices climáticos no verão.

Temperatura ambiental média (°C)	Coletas negativas	Embriões recuperados	Nº de coletas	TR (%)
≤24	8	12	20	60,0 <sup>b</sup>
25	11	14	25	56,0 <sup>c</sup>
26	9	22	31	71,0 <sup>a</sup>
27	29	32	61	52,5 <sup>c</sup>
28	13	20	33	60,6 <sup>b</sup>
≥29	17,00	18	35	51,4 <sup>c</sup>
Umidade do ar (%)				
≤65	7	17	24	70,8 <sup>a</sup>
66-70	7	8	15	53,3 <sup>a</sup>
71-75	16	16	32	50,0 <sup>a</sup>
76-80	29	35	64	54,7 <sup>a</sup>
81-85	15	24	39	61,5 <sup>a</sup>
≥86	13	18	31	58,1 <sup>a</sup>
ITU				
72-73	6	12	18	66,7 <sup>a</sup>
74-75	19	29	48	60,4 <sup>a</sup>
76-77	36	49	85	57,6 <sup>a</sup>
78-79	26	28	54	51,9 <sup>a</sup>
Total	87,00	118,00	205	51,9

Valores seguidos de letras diferentes entre colunas diferem entre si pelo teste de X<sup>2</sup>(p<0,05).

\*TR - Taxa de Recuperação Embriobária.

Tabela 2. Taxa de Recuperação embrionária em relação aos índices climáticos no verão.

Temperatura ambiental média (°C)	Não gestantes	Gestantes	Nº de transferências	TG* (%)
≤23	18	11	29	37,9 <sup>c</sup>
24	5	22	27	81,5 <sup>a</sup>
25	10	17	27	63,0 <sup>b</sup>
26	14	28	42	66,7 <sup>b</sup>
27	11	6	17	35,3 <sup>c</sup>
≥28	9	6	15	40,0 <sup>c</sup>
Umidade relativa do ar (%)				
≤70	10	14	24	58,3 <sup>a</sup>
71-75	8	5	13	38,5 <sup>a</sup>
76-80	19	32	51	62,7 <sup>a</sup>
81-85	18	18	36	50 <sup>a</sup>
≥85	11	20	31	64,5 <sup>a</sup>
ITU				
≤73	19	17	36	47,2 <sup>c</sup>
74-75	13	28	41	68,3 <sup>a</sup>
76-77	24	36	60	60,0 <sup>b</sup>
≥78	11	9	20	45,0 <sup>c</sup>
Total	66	89	155	57,32%

Valores seguidos de letras diferentes entre colunas diferem entre si pelo teste de X<sup>2</sup>(p<0,05).

\*TG - Taxa de Gestação.

(81,5%, 63% e 66,7%, respectivamente) próximo a faixa de conforto térmico equino (Morgan 1996), enquanto as TG observadas para temperaturas superiores não variaram entre si e foram menores que os valores encontrados entre 24, 25 e 26 °C, seguida de queda e significativa principalmente às temperaturas de 27 e 28°C, nas temperaturas inferiores a 23°C a TG foi de 37,9% o que pode estar relacionado a períodos de nebulosidade e mais curtos interferindo no fotoperíodo. A mesma tendência foi observada para a reação da TG com o ITU, maior TG foi obtida para ITU entre 74 e 75 unidades e menor TG para o ITU ≥ 78 unidades (45%) mostrando uma tendência de queda significativa na TG (p<0,05) a medida que o ITU se eleva, entretanto, o efeito da umidade isoladamente não apresentou relação significativa com a TG (p<0,05) o que denota uma maior influência da temperatura sobre a TG, já que o ITU variou conforme a temperatura variou.

Os resultados sugerem que altas temperaturas e umidade especialmente no verão influenciam negativamente a sobrevivência do embrião no útero, essa influência negativa pode estar associada alterações na foliculogênese e competência oocitária, na formação e atividade do corpo lúteo e por alterações no útero propriamente. De fato estudos com cultivo de células endometriais oriundas de porcas submetidas a altas temperaturas e umidade demonstram que em relação ao grupo controle as células endometriais de vacas sobre estresse térmico secretaram maiores quantidades de prostaglan-

dina, e que a medida que se elevou a temperatura do ambiente a secreção da prostaglandina também aumentou (Gros et al. 1989), o mesmo foi observado por Wettemann et al. (1984) em vacas sob estresse térmico entre 8 e 16 dias gestação, as quais tiveram maiores quantidades circulantes de PGF $2\alpha$  e seus metabólitos quando comparado a vacas em conforto térmico, embora Shimizu et al. (2005), não tenha observado alteração nos níveis de progesterona produzidos por porcas em estresse térmico.

Bellvè (1973) observou que em camundongas sob estresse térmico de 34°C e umidade de 65%, obtiveram menos sítios de implantação uterina quando comparadas a ratas mantida a 21°C e Baumgartner (1988) observou sob as mesmas condições, que camundongas sob estresse térmico tiveram maior perda embrionária antes da implantação que aquelas em conforto térmico.

Entretanto, Riera (2009) trabalhando com éguas de pólo, através do índice humidex, observou que não houve efeito estresse climático sobre sua TG, tendo apresentado queda da TG apenas no final do verão e atribui esta queda a redução na qualidade das pastagens nesta época, e a menor qualidade das receptoras que restam no final da estação de monta.

## CONCLUSÕES

O aumento da temperatura durante o verão afeta negativamente a taxa de recuperação embrionária e a Taxa de gestação.

Entre as variáveis climáticas avaliadas a temperatura ambiental parece ter maior influência sobre os índices reprodutivos.

Estudos associando parâmetros fisiológicos, endocrinológicos, bioclimáticos e reprodutivos devem ser realizados para se conhecer a real influência do estresse térmico durante todas fases de um programa de transferência de embriões em equinos.

## REFERÊNCIAS

- Argov N., Moallem U. & Skla D. Summer heat stress alters the mRNA expression of selective-uptake and endocytotic receptors in bovine ovarian cells. *Theriogenology*, 64:475-1489, 2005.
- Bellvè A.R. Development of mouse embryos with abnormalities induced by parental heat stress, *J. Reprod. Fertility*, 35:393-403, 1973.
- Camilo F., Vannozi I., Luzio B.D., Romangnoli S., Aria G. & Allen W.R. Successful non-surgical transfer of horse embryos to mule recipients. *Reprod. Domestic Anim.*, 38:380-385, 2003.
- Carnevale E.M., Ramirez R.J., Squires E.L., Alvarenga A., Vanderwall D.K & McCue P.E. Factors affecting pregnancy rates and early embryonic death after equine embryo transfer. *Theriogenology*, 54:965-979, 2000.
- De Rensis F. & Scaramuzzi J.R. Heat Stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow - a review. *Theriogenology*, 60:1139-1151, 2003.
- Fleury J.J., Pinto A.J., Marques A., Lima C.G. & Arruda R.P. Fatores que afetam a recuperação embrionária e os índices de prenhez após transferência transcervical em equinos da raça Mangalarga. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, 38:29-33, 2001.
- García-Ispuerto I., López-Gatius F., Santolaria P., Yániz L.J., Nogareda C., López-béjar M. & De Rensis F. Relationship between heat stress during the peri-implantation period and early fetal loss in dairy cattle. *Theriogenology*, 65:799-807, 2006.
- Ginther O.J. Ultrasonic imaging and animal reproduction: v. 2, Horses. Cross Plains, WI: *Equiservices Publishing*, 1995.
- Gross T.S., Putney D.J., Bazer F.W. & Thatcher W.W. Effect of in-vitro heat stress on prostaglandin and protein secretion by endometrium from pregnant and cyclic gilts at Day 14 after oestrus. *J. Reprod. Fertil.*, 85:541-550, 1989.
- Guzeloglu A., Ambrose D.J., Kassa T., Diaz T., Thatcher J.M. & Tatcher J.J. Long-term follicular dynamics and biochemical characteristics of dominant follicles in dairy cows subjected to acute heat stress. *Anim. Reprod. Sci.*, 66:15-34, 2001.
- Hansen J.P. & Aréchiga F.C. Strategies for Managing Reproduction in the Heat-Stressed Dairy Cow. *J. Anim. Reprod.*, 77:36-50, 1999.
- Hansen J.P., Drost M., Rivera M.R., Paula-Lopes F.F., Alkatanani M.Y., Krininger III E.C. & Chase C.C. Adverse impact of heat stress on embryo production: causes and strategies for mitigation. *Theriogenology*, 55:91-103, 2001.
- Jacob J.C.F., Santos G.O., Oliveira J.P., Gastal M.O. & Gastal E.L. Evaluation of reproductive parameters in a commercial equine embryo transfer program. *Anim. Reprod. Sci.*, 12:305-306, 2010.
- Johnson H.D. & Vanjonack W.J. Effects of environmental and other stressors on blood hormone patterns in lactating animals. *J. Dairy Sci.*, 59:1603-17, 1976.
- Jordan E.R. Effects of heat stress on reproduction. *J. Dairy Sci.*, 86:104-114, 2003.
- McKinnon A.O., Squires E.L. & Carnevale E.M. Ovariectomized steroid-treated mares as embryo transfer recipients and as a model to study the role of progestins in pregnancy maintenance. *Theriogenology*, 29:1055-1063, 1988.
- Monty D.E.J.R. & Racowsky C. In vitro evaluation of early embryo viability and development in summer heat-stressed, superovulated dairy cattle. *Theriogenology*, 28:451-456, 1987.
- Morgan K. Short-term thermoregulatory responses of horses to brief changes in ambient temperature. Swedish University of Agricultural Sciences Department of Agricultural Engineering, Uppsala, 1996, p.9-51.
- Pereira C.C.J. Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal. FEPMVZ, Belo Horizonte, 2005. 195p.
- Putney D.J., Drost M. & Thatcher W.W. Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated ambient temperatures between days 1 to 7 post insemination. *Theriogenology*, 30:195-209, 1988.
- Riera F.L. & Van Delft T.V.A.F. *Effect of climate on the success of an equine embryo transfer program*. Faculty of Veterinary Medicine Theses, 2009. 30p. (Disponível em <http://igitur-archive.library.uu.nl/student-theses/2009-0617-200350/UUindex.html>)
- Rivier C. & Rivest S. Effect of stress on the activity of the Hypothalamic-Pituitary-Gonadal Axis: Peripheral and Central Mechanisms. *Biol. Reprod.*, 45:523-532, 1991.
- Shimizu T., Ohshima I., Ozawa M., Takahashi S., Tajima A., Shiota M., Miyazaki H. & Kanai Y. Heat stress diminishes gonadotropin receptor expression and enhances susceptibility to apoptosis of rat granulosa cells, *Reproduction*, 129:463-472, 2005.
- Wettemann R.P., Bazer F.W., Thatcher W.W. & Hoagland T.A. Environmental influences on embryonic mortality. *Anim. Reprod.*, 5:26-32, 1984.
- West W.J. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. *J. Anim. Sci.*, 77:21-35, 1999.
- Wilson J.S., Marion S.R., Spain N.J., Spiers E.D., Keisler H.D. & Lucy C.M. Effects of Controlled Heat Stress on Ovarian Function of Dairy Cattle. 1. Lactating Cows. *J. Dairy Sci.*, 81:2124-2131, 1998.