

# PERFIL DOS HORMÔNIOS TIREOIDEANOS DE VACAS DAS RAÇAS GUZERÁ E HOLANDESA EM AMBIENTE TROPICAL

## THYROID HORMONE PROFILE OF HOLSTEIN AND GUZERAT DAIRY CATTLE IN A TROPICAL ENVIRONMENT

Mara Regina Bueno de Mattos NASCIMENTO<sup>1</sup>; Andressa Alves STORTI<sup>2</sup>;  
Ednaldo Carvalho GUIMARÃES<sup>3</sup>; Vitória Maria SIMIONI<sup>1</sup>

1. Professora, Doutora, Faculdade de Medicina Veterinária - FAMEV, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia, MG, Brasil. [maran@umuarama.ufu.br](mailto:maran@umuarama.ufu.br); [vitoria@ufu.br](mailto:vitoria@ufu.br); 2. Mestre em Ciências Veterinárias, FAMEV – UFU, Uberlândia, MG, Brasil; 3. Professor, Doutor, Faculdade de Matemática – FAMAT - UFU, Uberlândia, MG, Brasil.

**RESUMO:** Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar as variações nas concentrações séricas de triiodotironina ( $T_3$ ) e tiroxina ( $T_4$ ) em vacas das raças Holandesa e Guzerá, em ambiente tropical. Durante oito meses consecutivos foram coletadas amostras de sangue para dosagens de  $T_3$  e  $T_4$  de 27 vacas em cada rebanho, sendo um Holandês e o outro Guzerá, no município de Monte Alegre de Minas e Uberlândia, respectivamente, MG, Brasil. Também foram registradas a temperatura e a umidade do ar nos dias de coleta do sangue. A interação mês de coleta x rebanho foi significativa para concentração sérica dos hormônios tireoideanos. No rebanho Holandês, o valor médio de  $T_4$  foi maior em janeiro e menor em junho e de  $T_3$  maior em julho e menor em dezembro. No Guzerá, o valor médio de  $T_4$  foi maior em novembro e menor em julho e o de  $T_3$ , maior em julho e menor em dezembro. Os valores de  $T_4$  variaram em função do rebanho em setembro, novembro e janeiro e de  $T_3$  somente em agosto. A concentração de  $T_4$  varia com a raça, observando-se valores médios menores na raça Guzerá comparado a Holandesa. A média de  $T_3$  é igual nas duas raças.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bovino. *Bos indicus*. *Bos taurus*. Tiroxina. Triiodotironina. Vaca leiteira.

### INTRODUÇÃO

A temperatura ambiente ideal para que animais da raça Holandesa possam expressar seu potencial genético máximo está entre 5 e 18°C (MORAIS et al., 2008). Entretanto, valores acima desta faixa são facilmente verificados na maioria das regiões do Brasil, em boa parte do ano.

Assim, em regiões tropicais é comum observar rebanhos leiteiros com produção aquém daquela considerada adequada, principalmente os de origem europeia, sendo vários os fatores que interferem para que os mesmos não expressem seu potencial genético para produção de leite, dentre eles, problemas adaptativos.

De fato, quando um animal homeotérmico é exposto à temperatura ambiente elevada e umidade alta ou à intensa radiação solar, esses elementos meteorológicos estressantes atuam sobre o organismo, desencadeando uma série de reações fisiológicas, inclusive alterações hormonais. Entre as mudanças endócrinas importantes por ocasião do estresse de calor, podem ser destacadas as alterações na concentração dos hormônios tireoideanos.

A glândula tireoide é a glândula endócrina mais importante para a regulação metabólica; e seus hormônios são, provavelmente, os determinantes primários do metabolismo basal (CUNNINGHAM; KLEIN, 2008). Estes autores afirmam também que

os hormônios tireoideanos aumentam o consumo de oxigênio e, conseqüentemente, a produção de calor, ou seja, têm efeito calorigênico.

Várias pesquisas indicam que a glândula tireoide é sensível ao estresse térmico pelo fato de seus hormônios estarem ligados à termogênese, uma vez que aumentam a taxa metabólica, além de apresentarem ação potenciadora sobre as catecolaminas. Portanto, os níveis de triiodotironina ( $T_3$ ) e tiroxina ( $T_4$ ) podem se apresentar reduzidos em animais expostos à temperatura ambiente elevada, refletindo a menor produção de calor metabólico (JOHNSON et al., 1988).

Este estudo teve por objetivo investigar a variação dos valores séricos de  $T_3$  e  $T_4$  em vacas das raças Holandesa e Guzerá, em ambiente tropical.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na região do Triângulo Mineiro, Minas Gerais, sendo a propriedade do rebanho Holandês situada no município de Monte Alegre de Minas e a do Guzerá em Uberlândia. O clima local é classificado como Aw (tropical) (KÖPPEN, 1948), com temperatura média anual de 22,3°C, umidade relativa do ar em torno de 71% e precipitação pluviométrica de aproximadamente 1500 mm anuais. Na região, observa-se a ocorrência de duas estações ao longo

do ano: período chuvoso, de outubro a março, e período seco, de abril a setembro. O nível de radiação solar oscila entre 475 a 500 cal/cm<sup>2</sup>/dia e o fotoperíodo médio é de 12 horas.

Foram utilizadas 27 vacas de 1<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup> ordem de lactação da raça Holandesa e 27 vacas de 1<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> ordem de lactação da raça Guzerá. Os animais da raça Holandesa recebiam suplementação de ração comercial nos cochos nos horários de ordenha e eram mantidos em regime de pasto no verão (*Brachiaria brizanta*) e confinados no inverno, recebendo silagem de milho. As vacas eram ordenhadas duas vezes ao dia, com produção média/vaca/dia de 18 kg de leite. O controle leiteiro foi realizado quinzenalmente. O manejo dos animais da raça Guzerá foi semelhante, todavia, no horário entre ordenhas, as vacas permaneciam em pastos de *Brachiaria decumbens*. A produção média diária de leite neste rebanho foi de 8 kg de leite/animal/dia.

Os dados foram coletados uma vez por mês, durante oito meses consecutivos. Foi estabelecida a coleta apenas pela manhã, das nove às onze horas, devido ao ritmo circadiano dos hormônios da tireóide, evitando-se os horários dos picos hormonais e, com isso, o risco de superestimar suas dosagens.

Coletou-se uma amostra de 6 mL de sangue de cada animal, pela punção da veia jugular externa, sendo estas mantidas em repouso à temperatura ambiente por três a quatro horas, até a retração do coágulo. Em seguida, a amostra de sangue foi centrifugada a 720xg e o soro acondicionado em frascos devidamente identificados e congelado a -20°C para posterior análise. As determinações séricas dos hormônios T<sub>4</sub> e T<sub>3</sub> foram realizadas no Laboratório de Bioclimatologia Animal, Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus de Jaboticabal, Estado de São Paulo, Brasil.

As análises hormonais foram obtidas pelo método fluorométrico imunoenzimático, no equipamento Baxter Stratus II. Para esse equipamento, utilizaram-se kits comerciais específicos para cada hormônio e de uso exclusivo do analisador, contendo, cada um, reagentes suficientes para a análise de 100 amostras e a inclusão de uma curva padrão. O ensaio possuía sensibilidade para variações entre 5 ng/mL e 250 ng/mL de T<sub>4</sub>; entre 0,25 ng/mL e 8 ng/mL de T<sub>3</sub>. Os coeficientes intra e interdosagens eram de 3,6 e 3,2 e de 5,10 e 1,59, respectivamente para T<sub>4</sub> e T<sub>3</sub>.

Nos dias de coleta de sangue, a temperatura e a umidade do ar foram monitoradas em cada fazenda utilizando-se um psicrômetro comum. A umidade do ar foi expressa como pressão parcial de

vapor, calculada a partir dos registros de temperatura do bulbo úmido e do bulbo seco, segundo Silva (2000):

$$P_p\{t_a\} = P_s\{t_u\} - \gamma(t_a - t_u), \text{ kPa}$$

em que:

$P_p\{t_a\}$  é a pressão parcial de vapor à temperatura  $t_a$  de bulbo seco, kPa;  $P_s\{t_u\}$  é a pressão de saturação à temperatura  $t_u$  de bulbo úmido, calculada pela seguinte equação:  $0,61078 \times 10^{(7,5t_u/(t_u+237,5))}$ ;  $\gamma$  é a constante psicrométrica para a temperatura  $t_a$ , obtida em tabela de características do ar;  $t_a$  é a temperatura de bulbo seco, °C;  $t_u$  é a temperatura de bulbo úmido, °C.

Os dados (valores séricos de T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> e proporção T<sub>3</sub>:T<sub>4</sub>) foram analisados de acordo com o esquema de parcelas subdivididas (“Split-Plot”) no tempo. O efeito rebanho foi considerado parcela, enquanto que o efeito mês de coleta, foi considerado como subparcela. Para comparar contrastes entre médias, foi aplicado o teste de Scott-Knott, com 5% de significância. A análise estatística dos dados foi realizada por meio do pacote computacional SISVAR (versão 4.0), conforme Ferreira (2000).

## RESULTADOS

No rebanho Holandês, a temperatura ambiente (°C) nos dias de coleta de sangue teve uma amplitude de 10°C, com nível máximo registrado em novembro e mínimo em janeiro. A umidade do ar exibiu valores menores em junho, novembro e dezembro e maiores em julho e agosto (Tabela 1). Já no rebanho Guzerá, a amplitude térmica foi de 8,5°C, registrando-se a temperatura máxima em outubro e a mínima em janeiro. Os valores de umidade do ar foram menores em junho, julho e agosto e maiores em outubro.

A interação mês de coleta de sangue x rebanho foi significativa para T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> e proporção T<sub>4</sub>:T<sub>3</sub>. Dessa forma, procedeu-se o desdobramento da interação, fixando-se inicialmente o mês e posteriormente o rebanho (Tabela 2).

Quando se fixou o mês de coleta de sangue, verificou-se que, dentro de cada mês, os valores de T<sub>4</sub> variaram em função do rebanho em setembro, novembro e janeiro (Tabela 2). Por outro lado, fixando-se o rebanho, observou-se que, no rebanho Holandês, o nível sérico de T<sub>4</sub> foi significativamente maior em janeiro e setembro e menor em junho e julho, com valor intermediário nos demais meses. No rebanho Guzerá, o nível sérico de T<sub>4</sub> foi significativamente maior em novembro, dezembro e janeiro do que nos demais meses.

A média geral de tiroxina (T<sub>4</sub>) foi de 78,72 ng/mL, valor superior aos encontrados na literatura

(REAP et al., 1978; WALSH et al., 1980; CONTRERAS et al., 1999).

**Tabela 1.** Temperatura ambiente ( $t_a$ ) em °C e pressão parcial de vapor ( $P_p\{t_a\}$ ) em kPa no dia da coleta de sangue de vacas da raça Holandesa e Guzerá, em Monte Alegre de Minas e Uberlândia, respectivamente, MG, Brasil.

	Holandês		Guzerá	
	$t_a$	$P_p\{t_a\}$	$t_a$	$P_p\{t_a\}$
Junho	27,00	1,97	25,00	1,40
Julho	26,00	3,09	23,00	1,53
Agosto	29,00	3,70	30,00	1,46
Setembro	28,00	2,47	27,00	2,30
Outubro	27,00	2,08	31,00	3,29
Novembro	30,00	1,88	25,00	2,21
Dezembro	26,50	1,90	24,00	2,73
Janeiro	20,00	2,33	22,50	2,49

**Tabela 2.** Médias dos valores séricos de tiroxina ( $T_4$ ), triiodotironina ( $T_3$ ) em ng/mL e da proporção  $T_4:T_3$  segundo o mês de coleta de sangue e o rebanho, em vacas das raças Holandesa e Guzerá, em Monte Alegre de Minas e Uberlândia, respectivamente, MG, Brasil.

	$T_4$			$T_3$			$T_4:T_3$		
	Rebanho			Rebanho			Rebanho		
	1*	2	Média	1	2	Média	1	2	Média
Jun	61,48 <sup>cA</sup>	69,00 <sup>bA</sup>	65,24	1,58 <sup>bA</sup>	1,44 <sup>bA</sup>	1,51	38,46 <sup>cA</sup>	47,57 <sup>bA</sup>	43,02
Jul	67,81 <sup>cA</sup>	55,18 <sup>bA</sup>	61,50	1,78 <sup>aA</sup>	1,69 <sup>aA</sup>	1,74	38,57 <sup>cA</sup>	32,83 <sup>cA</sup>	35,70
Ago	80,64 <sup>bA</sup>	67,48 <sup>bA</sup>	74,06	1,49 <sup>bA</sup>	1,74 <sup>aB</sup>	1,61	56,96 <sup>bA</sup>	39,20 <sup>cB</sup>	48,08
Set	104,25 <sup>aA</sup>	69,14 <sup>bB</sup>	86,70	1,56 <sup>bA</sup>	1,64 <sup>aA</sup>	1,60	70,44 <sup>aA</sup>	44,33 <sup>bB</sup>	57,39
Out	73,74 <sup>bA</sup>	71,74 <sup>bA</sup>	72,74	1,50 <sup>bA</sup>	1,47 <sup>bA</sup>	1,48	49,52 <sup>bA</sup>	49,41 <sup>bA</sup>	49,47
Nov	76,59 <sup>bB</sup>	98,22 <sup>aA</sup>	87,40	1,61 <sup>bA</sup>	1,48 <sup>bA</sup>	1,55	49,85 <sup>bB</sup>	66,81 <sup>aA</sup>	58,33
Dez	81,59 <sup>bA</sup>	84,66 <sup>aA</sup>	83,12	1,42 <sup>bA</sup>	1,39 <sup>bA</sup>	1,40	57,73 <sup>bA</sup>	60,11 <sup>aA</sup>	58,92
Jan	112,03 <sup>aA</sup>	85,96 <sup>aB</sup>	99,00	1,46 <sup>bA</sup>	1,54 <sup>bA</sup>	1,50	77,40 <sup>aA</sup>	57,76 <sup>aB</sup>	67,58
Média	82,27	75,17		1,55	1,55		54,87	49,75	

<sup>1</sup> Dentro da mesma linha, médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott (5%); <sup>2</sup> Dentro da mesma coluna, médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott (5%); \* 1 e 2 correspondem, respectivamente, aos rebanhos Holandês e Guzerá.

Fixando-se o mês de coleta de sangue, observou-se que, dentro de cada mês, os valores de  $T_3$  variaram em função do rebanho somente em agosto, com valor inferior no rebanho Holandês.

Fixando-se o rebanho, no rebanho holandês houve aumento significativo do nível sérico de  $T_3$  em julho em relação aos demais meses. Já no rebanho Guzerá, verificou-se valor maior nos meses de

julho, agosto e setembro, e menor nos meses de outubro, novembro, dezembro, janeiro e junho.

Notou-se média geral de  $T_3$  de 1,55 ng/mL, valor próximo ao encontrado por Millar e Albyt (1985), Tiirats (1997), Morais et al. (2008), superior aos obtidos por Reap et al. (1978), Aceves et al. (1987) e Contreras et al. (1999).

Fixando-se o mês de coleta, verificou-se que os valores da proporção  $T_4:T_3$  variaram de forma significativa em função do rebanho em agosto, setembro, novembro e janeiro. Quando se fixou o rebanho, o Holandês apresentou maior média em janeiro e setembro, e menor em junho e julho. Já o rebanho Guzerá apresentou maior média em novembro, dezembro e janeiro, e menor em julho e agosto.

## DISCUSSÃO

A diferença observada entre os valores médios de  $T_4$  e  $T_3$  encontrados neste estudo e os relatados na literatura consultada pode ser explicada por diversos fatores, entre eles, a composição genética (MORAIS et al., 2008), a ordem de lactação (NASCIMENTO et al., 2006) e o estágio de lactação (TIIRATS, 1997).

De acordo com Johnson et al. (1988), os níveis de  $T_3$  e  $T_4$  podem se apresentar reduzidos em animais expostos à temperatura ambiente elevada e estão associados à menor produção de calor metabólico. Neste estudo também foram verificadas diferenças significantes de  $T_4$ ,  $T_3$  e proporção  $T_4:T_3$  entre os meses de coleta, em função do rebanho. Este resultado pode ser explicado pelo fato das raças zebuínas, como a Guzerá, serem mais adaptadas às variações climáticas que ocorrem de um mês para outro em relação a raças europeias, como a Holandesa.

Morais et al. (2008), estudando a variação anual das concentrações séricas de hormônios tireoidianos em vacas leiteiras no nordeste, encontraram médias menores de  $T_3$  em rebanho Holandês em comparação com animais mestiços Holandês x zebu. Para os autores, este resultado indica que, em animais menos adaptados, como os da raça Holandesa, a redução da secreção de  $T_3$  ajuda a diminuir a produção de calor endógeno, na tentativa de se ajustar a ambientes quentes. No presente estudo, de modo geral, não houve variação significativa de  $T_3$  entre os meses de coleta, exceto no mês de agosto. Isto confirma que, mesmo o  $T_3$  sendo responsável pela termogênese obrigatória, outros fatores além da temperatura ambiente podem regular a sua síntese (MORAIS et al., 2008). Magdub et al. (1982) verificaram que, em vacas da

raça Holandesa em lactação, sob efeitos do estresse de calor, as concentrações plasmáticas de  $T_4$  e  $T_3$  foram menores em temperatura ambiente elevada do que em condições de conforto térmico.

Por outro lado, Vanjonack e Johnson (1975) não constataram diferenças nos valores de  $T_4$  quando vacas da raça Holandesa foram expostas à temperatura de 30°C por 18 horas, verificação também corroborada por Tiirats (1997), que não observou diferença entre valores de  $T_4$  e  $T_3$  no inverno e no verão, em vacas da raça Holandesa. Tais resultados discordam dos obtidos no presente estudo, possivelmente devido às diferentes metodologias aplicadas. Neste estudo, realizado em região tropical, sendo as condições climáticas registradas em campo, e, portanto, o tempo de exposição ao calor é menor, ou seja, existe um período de temperaturas mais amenas e outro com temperaturas mais elevadas. O método empregado por Vanjonack e Johnson (1975), os quais utilizaram câmaras climáticas, o tempo mantido sob estresse por calor foi maior (18 horas), porém apenas um dia. Assim, além de considerar a intensidade do estresse é importante analisar o tempo de exposição. Quanto ao estudo de Tiirats (1997), este foi na Estônia, em que o autor cita somente as estações do ano e não especificam a temperatura ambiente.

Neste estudo, os animais da raça Guzerá mostraram-se mais adaptados ao clima quente da região tropical, pois foi observado menor média de  $T_4$  (75,17 ng/mL). Já no rebanho da raça Holandesa, esta foi superior (82,27 ng/mL). Morais et al. (2008) verificaram menores níveis basais de  $T_4$  em vacas 15/16 e 31/32 Holandês obtidas por cruzamento absorvente, usando como base a raça Guzerá comparados aos rebanhos: mestiços Holandês x SPRD com proporção de 7/8 a 31/32 e mestiços Holandês x Zebu com proporção 7/8 a 31/32. Esses autores citam que os animais obtidos por cruzamento absorvente com vacas da raça Guzerá, e, portanto, animais adaptados, os ajustes do equilíbrio térmico já podem ter sido realizados no processo de aclimação. Dessa forma, a capacidade de adaptação do gado holandês ao ambiente quente da região tropical é limitada, o que reflete inclusive na baixa produção leiteira.

## CONCLUSÃO

A raça bovina influencia os valores de tiroxina. Vacas da raça Guzerá apresentam menor valor médio do que vacas da raça Holandesa. Já as concentrações de triiodotironina, de modo geral, são iguais nas raças Holandesa e Guzerá.

**ABSTRACT:** This study was conducted to evaluate the serum concentrations of triiodothyronine ( $T_3$ ) and thyroxine ( $T_4$ ) in two herds of Holstein and Guzerat dairy cattle in a tropical environment.  $T_3$  and  $T_4$  concentrations were determined in blood samples collected from 27 cows in each herd over eight consecutive months. The Holstein herd was located in Monte Alegre de Minas and the Guzerat in Uberlândia, MG, Brazil. Air temperature and humidity were also recorded on collection days. The interaction between month of collection and herd was significant for serum concentration of thyroid hormones. In the Holstein herd average  $T_4$  concentration was highest in January and lowest in June while  $T_3$  concentration was highest in July and lowest in December. In the Guzerat herd  $T_4$  concentration was highest in November and lowest in July while  $T_3$  concentration was highest in July and lowest in December.  $T_4$  concentrations varied according to herd in September, November and January, while  $T_3$  concentrations varied only in August.  $T_4$  concentrations varied according to breed. Mean  $T_4$  levels were lower in Guzerat than in Holstein cattle. The mean  $T_3$  is equal in both breeds.

**KEYWORDS:** Bovines. *Bos indicus*. *Bos taurus*. Dairy cattle. Thyroxine. Triiodothyronine.

## REFERÊNCIAS

- ACEVES, C.; ROMERO, C.; SAHAGUN, L.; VALVERDE, C. Thyroid hormone profile in dairy cattle acclimated to cold or hot environmental temperatures. **Acta Endocrinology**, Copenhagen, v. 114, n. 2, p. 201-207, 1987.
- CONTRERAS, P. A.; PHIL, M.; WITWER, F.; RUIZ, V.; ROBLES, A.; BRÖHMWALD, H. Valores sanguíneos de triyodotironina y tiroxina en vacas frisón negro a pastoreo. **Archivos de Medicina Veterinária**, Valdivia, v. 31, n. 2, p. 205-210, 1999.
- CUNNINGHAM, J. G.; KLEIN, B. G. Glândulas endócrinas e suas funções. In: \_\_\_\_\_. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. cap. 34, p. 431-466.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000, p. 255-258.
- JOHNSON, H. D.; KATTI, P. S.; HAHN, L.; SHANKLIN, M. D. **Environmental physiology and shelter engineering with special reference to domestic animals**: short-term heat acclimation effects on hormonal profile of lactating cows. Missouri: University of Missouri. 1988. 30p. (Research Bulletin, 1061).
- KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.
- MAGDUB, A.; JOHNSON, H. D.; BELYEA, R. L. Effect of environmental heat and dietary fiber on thyroid physiology of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 65, n. 12, p. 2323-2331, 1982.
- MILLAR, K.R.; ALBYT, A.T. Evaluation of R. I. A. kits for the measurement of thyroid hormones in sheep and cattle sera. **New Zealand Veterinary Journal**, Wellington, v. 33, n. 7, p.116-117, 1985.
- MORAIS, D. A. E. F.; MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; VASCONCELOS, A. M.; LIMA, P. O. ; GUILHERMINO, M. M. Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 538-545, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37n3/20.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2010.
- NASCIMENTO, M. R. B. M.; VIEIRA, R. C.; SILVA, G. C. Efeitos de mês, ordem e estágio de lactação sobre os hormônios tireoideanos de vacas e novilhas holandesas. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 11, n. 2, p. 55-60, 2006. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/veterinary/article/view/6786/4844>>. Acesso em: 22 nov. 2010.

REAP, M. B. S.; CASS, C. M. S.; HIGHTOWER, D. D. V. M. Thyroxine and triiodothyronine levels in ten species of animals. **Southwestern Veterinarian**, College Station, v. 31, n. 1, p. 31-34, 1978.

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 450p.

TIIRATS, T. Thyroxine, triiodothyronine and reverse-triiodothyronine concentrations in blood plasma in relation to lactational stage, milk yield, energy and dietary protein intake in Estonian dairy cows. **Acta Veterinária Scandinavica**, Copenhagen, v. 38, n. 4, p. 339-348, 1997.

VANJONACK, W. J.; JOHNSON, H. D. Effects of moderate heat and milk yield on plasma thyroxine in cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 58, n. 4, p. 507-511, 1975.

WALSH, D. S.; VESELY, J. A.; MAHADEVAN, S. Relationship between milk production and circulating hormones in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, n. 2, p. 290-294, 1980.