

## EFEITOS DE MÊS, ORDEM E ESTÁDIO DE LACTAÇÃO SOBRE OS HORMÔNIOS TIREOIDEANOS DE VACAS E NOVILHAS HOLANDESAS

*(Effects of month, order and lactation stage on the thyroid hormones of heifers and cows of the Holstein breed)*

NASCIMENTO, M.R.B.M.<sup>1</sup>; VIEIRA, R.C.<sup>1</sup>; SILVA, G.C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia;

<sup>2</sup>Pós-Graduanda de Ciências Veterinárias, área de concentração Produção Animal.

**RESUMO** – Os hormônios tireoideanos participam da lactação, atuam na regulação térmica e no balanço energético. Objetivou-se investigar os efeitos de mês, ordem e estágio de lactação sobre os valores séricos de tiroxina ( $T_4$ ) e 3, 5, 3' triiodotironina ( $T_3$ ) em 30 vacas e 18 novilhas da raça Holandesa Preta e Branca. As dosagens hormonais, pelo método fluorométrico imunoenzimático, foram efetuadas a partir de amostras sanguíneas colhidas mensalmente durante 11 meses. O mês de coleta influenciou ( $P<0,05$ ) os valores séricos de  $T_3$ , que foram maiores em julho e menores em março. As concentrações séricas de  $T_4$  indicaram diferenças entre ordens de lactação, com valores menores ( $P<0,05$ ) nas vacas de 2ª e 3ª lactação e maiores ( $P<0,05$ ) nas novilhas, não se verificando efeito sobre as concentrações de  $T_3$ . Para  $T_4$  o efeito estágio de lactação dependeu do mês de coleta, em que vacas secas apresentaram valores séricos de  $T_4$  maiores em janeiro e menores em maio, enquanto que vacas nos terços médio e final da lactação apresentaram valores maiores em setembro e menores em novembro e maio, respectivamente. O estágio de lactação não influenciou as concentrações de  $T_3$ .

**Palavras-chave:** bovino; vacas leiteiras; tiroxina; triiodotironina; hormônio.

**ABSTRACT** – The aim of the present research work was to investigate the effects of thyroid hormones, thyroxine ( $T_4$ ) and 3,5,3' triiodothyronine ( $T_3$ ), on the mechanisms of lactation and of thermal regulation and energy balance, in regard to the month, the order and lactation stage from 18 heifers and 30 cows of the Holstein breed. Blood samples were withdrawn monthly for the hormones assay by the method of immunoenzymatic fluorometry. The month of blood sampling displayed an influence on the  $T_3$  levels, disclosing the higher levels in July and the lowest ones in March. Results on serum concentration of  $T_4$  showed significant effect on the lactation order ( $P<0.05$ ) with lower values in cows from 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> lactation and higher values ( $P<0.005$ ) in heifers, with no apparent effect in regard to the  $T_3$  concentrations. Heifers and dry cows  $T_4$  serum levels were the highest in January and the lowest in May, while cows in the middle and final third lactation displayed the higher serum levels of  $T_4$  in September and the lower in November and May, respectively. The

lactation stage had no influence on the  $T_3$  serum levels.

**Key-words:** bovine; dairy cows; thyroxine; triiodothyronine; hormone.

### Introdução

Os hormônios tireoideanos são importantes reguladores da taxa metabólica (GENUTH, 2000) e afeta a quantidade de nutrientes utilizado na manutenção e no crescimento (NORMAN and LITWACK, 1997). Além disso, podem influenciar na sensibilidade de outros hormônios em alguns órgãos, e agem diretamente na taxa metabólica de órgãos individuais (KAHL *et al.*, 2000). Tiroxina ( $T_4$ ), o hormônio tireoideano predominante na circulação, tem pouca, se alguma, atividade metabólica inerente (GENUTH, 2000). Enquanto  $T_4$  é sintetizado somente na tireóide, o mais metabolicamente ativo, triiodotironina ( $T_3$ ) é produzido pela 5' deiodinação enzimática de  $T_4$  na glândula tireóide e em tecidos extratireoidais (GENUTH, 2000).

Nas regiões tropicais, é comum encontrar rebanhos leiteiros com produção aquém daquela considerada adequada, principalmente nos de origem européia, os quais muitas vezes não expressam seu potencial devido a problemas adaptativos. Assim, quando um animal é submetido à temperatura e umidade do ar elevadas, ou à intensa radiação solar, tais elementos estressantes atuam sobre o organismo desencadeando várias reações fisiológicas, como, por exemplo, desequilíbrio hormonal. Entre as alterações endócrinas, destacam-se as da glândula tireóide. STARLING *et al.* (2005) verificaram que as concentrações séricas de  $T_4$  e  $T_3$  são afetadas pela temperatura e pela umidade do ar, de modo que, durante o estresse térmico, há maior período de latência na resposta dos hormônios tireoideanos.

Vacas leiteiras perdem de 0,5 a 1,0 ponto na condição corporal no pós-parto fato que está associado com o atraso na ciclicidade ovariana (MEIKLE *et al.*, 2006). As vias fisiológicas pelas quais o eixo hipotálamo-hipófise-ovários é informado sobre o balanço energético são complexas e envolvem muitos metabólicos e hormônios, entre eles os hormônios tireoideanos. Segundo CAPUCO *et al.* (2001), vacas com balanço energético negativo no pós-parto têm valores de  $T_4$  e  $T_3$  menores do que é induzido por alteração central e mecanismos periféricos.

Assim, o objetivo deste estudo foi investigar os efeitos de mês, ordem e estádios da lactação sobre os valores de  $T_4$  e  $T_3$  em vacas e novilhas da raça Holandesa.

### Material e Método

O presente trabalho foi conduzido em Monte Alegre de Minas, MG. Foram utilizadas 18 novilhas e 30 vacas de 1ª a 3ª ordem de lactação da raça Holandesa Preta e Branca num total de 322 observações. Quanto ao estádio de lactação, foi considerado vacas não lactantes, novilhas e vacas em lactação. Para esta última foi calculado o período de lactação, dividido por três de modo a obter-se os terços inicial, médio e final. Os animais foram suplementados com ração comercial nos horários de ordenha. Nos intervalos dessas, permaneciam em piquetes, onde receberam silagem de milho durante todo o ano. A ordenha foi efetuada mecanicamente duas vezes ao dia, às 5h30min e às 15h, com produção média/vaca/dia de 18 kg de leite. O controle leiteiro foi realizado quinzenalmente.

O ambiente foi monitorado diariamente para temperatura e umidade do ar, 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 a fórmula usual:

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

Onde  $P_p\{t_a\}$  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:  $0,61078 \times 10^{(7,5t_u/(t_u+237,5))}$ ;  $\tilde{a}$  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.

Uma vez por mês, de março/1999 a janeiro/2000, sempre no mesmo horário (9 h) efetuou-se a coleta de 6 mL de sangue de cada animal, sendo as amostras mantidas em repouso à temperatura ambiente por 3 a 4 horas, até a retração do coágulo. Em seguida o soro foi centrifugado, o sobrenadante acondicionado em frascos devidamente identificados e congelado a -20 °C para posterior análise. As determinações séricas dos hormônios  $T_4$  e  $T_3$  foram realizadas no Laboratório de Bioclimatologia Animal, Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus de Jaboticabal, SP.

As análises hormonais foram efetuadas pelo método fluorométrico imunoenzimático, em equipamento Baxter Stratus II. Nesse experimento utilizaram-se *kits* comerciais (Baxter Diagnostics Inc.) 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. Os limites inferior e superior da curva padrão de  $T_4$  foram

de 5 e 250 ng/mL; e de  $T_3$  0,25 e 8 ng/mL, respectivamente. Os coeficientes intra e interdosagens foram de 3,6 e 3,2 e de 5,10 e 1,59, respectivamente para  $T_4$  e  $T_3$ .

Os dados foram analisados de acordo com o esquema de parcelas subdivididas ("Split - Plot") no tempo. Os efeitos de ordem e estádio de lactação foram considerados parcelas, enquanto que o efeito mês de coleta do sangue, subparcelas. Para comparar contrastes entre médias foi aplicado o teste de Tukey, com 5% de significância. A análise estatística dos dados foi realizada por meio do pacote computacional SAS (versão 8.02, 2001).

### Resultados

A temperatura ambiente (°C) e a pressão parcial de vapor (kPa) no dia da coleta de sangue dos animais estão apresentadas na TABELA 1.

O resumo da análise de variância para os resultados das determinações de  $T_4$ ,  $T_3$  e da proporção  $T_4:T_3$  encontra-se na TABELA 2.

Observa-se que a ordem de lactação foi significativa para  $T_4$  e para a proporção  $T_4:T_3$ ; houve interação entre estádio de lactação e mês de coleta para  $T_4$  e proporção  $T_4:T_3$  e o mês de coleta foi significativo para  $T_3$ .

No estudo de ordem de lactação, independente do mês e do estádio de lactação (TABELA 3), os valores séricos médios de  $T_4$  foram maiores em novilhas, porém não diferiram de vacas primíparas, e menores em animais de 2ª e 3ª ordens de lactação, mas não diferiram da 1ª lactação. Os valores médios de  $T_3$  não variaram e a proporção  $T_4:T_3$  foi maior em novilhas quando comparadas a vacas de 3ª ordem de lactação.

Como a interação estádio de lactação e mês de coleta foi significativa para  $T_4$ , procedeu-se o desdobramento da interação fixando-se inicialmente o mês e posteriormente o estádio de lactação (TABELA 4). Quando se fixou o mês de coleta, verificou-se que dentro de cada mês a concentração de  $T_4$  não variou significativamente em função do estádio de lactação. Por outro lado, a análise fixando-se o estádio de lactação mostrou que para novilhas e vacas secas o mês que apresentou maior média de  $T_4$  foi janeiro, sendo maio aquele que apresentou a menor média. Estes dois meses correspondem a uma média de temperatura do ar até sete dias antes da coleta de sangue de 24,6°C e 24,3°C, respectivamente e pressão parcial de vapor de 2,49 kPa e 2,43 kPa, respectivamente. Para vacas no terço inicial da lactação não houve diferença significativa entre os meses correspondentes, enquanto que vacas nos terços médio e final da lactação os valores de  $T_4$  foram maiores em setembro (26,7°C e 2,07 kPa, temperatura e pressão parcial de vapor, respectivamente) e menores em novembro (27°C e 2,36 kPa) e maio (24,3°C e 2,43 kPa), respectivamente.

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 EM MONTE ALEGRE DE MINAS, MG, DE MARÇO DE 1999 A JANEIRO DE 2000.

	$t_a$	$P_p\{t_a\}$
Março/99	27,5	3,13
Abril/99	28,0	3,22
Maio/99	25,5	1,87
Junho/99	27,0	1,98
Julho/99	26,0	3,10
Agosto/99	29,0	3,71
Setembro/99	28,0	2,47
Outubro/99	27,0	2,09
Novembro/99	30,0	1,88
Dezembro/99	26,5	1,90
Janeiro/00	20,0	2,33

TABELA 2 – RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS VALORES SÉRICOS DE TIROXINA ( $T_4$ ), TRIIODOTIRONINA ( $T_3$ ) E DA PROPORÇÃO  $T_4:T_3$  EM VACAS DA RAÇA HOLANDESA PRETA E BRANCA DE MARÇO/1999 A JANEIRO/2000.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		$T_4$	$T_3$	$T_4:T_3$
Ordem de lactação (O)	3	807,1043**	0,1352	327,1630**
Estádio de lactação (E)	3	334,6625**	0,1580	62,3176
Interação O x E	6	71,0345	0,0750	71,8698
Animal (interação O x E)	72	96,0013	0,1305	72,6191
Mês de coleta (M)	10	481,6014**	0,3188**	362,1842**
Interações:				
O x M	26	54,5015	0,0545	42,6304
E x M	18	85,4899*	0,1244	59,1309*
Resíduo	183	48,7615	0,0950	36,0746

\*\* ( $P < 0,01$ ); \* ( $P < 0,05$ ), em função do teste F de Snedecor.

TABELA 3 – MÉDIAS DOS VALORES SÉRICOS DE TIROXINA ( $T_4$ ), TRIIODOTIRONINA ( $T_3$ ) EM ng/mL E DA PROPORÇÃO  $T_4:T_3$  SEGUNDO A ORDEM DE LACTAÇÃO EM NOVILHAS E VACAS DA RAÇA HOLANDESA DE MARÇO/1999 A JANEIRO/2000.

Ordem de lactação	$T_4$	$T_3$	$T_4:T_3$
Novilhas	86,29 <sup>a</sup>	1,54 <sup>a</sup>	57,95 <sup>a</sup>
1 <sup>a</sup>	74,95 <sup>ab</sup>	1,51 <sup>a</sup>	53,37 <sup>ab</sup>
2 <sup>a</sup>	68,05 <sup>b</sup>	1,47 <sup>a</sup>	48,08 <sup>ab</sup>
3 <sup>a</sup>	66,35 <sup>b</sup>	1,58 <sup>a</sup>	44,09 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Como a proporção  $T_4:T_3$  também apresentou interação significativa para estágio de lactação e mês de coleta (TABELA 2) procedeu-se o desdobramento. Quando fixou o mês de coleta associado a temperatura do ar, verificou-se que dentro de cada mês a proporção  $T_4:T_3$  não variou significativamente para os estádios de lactação. No entanto, em vacas secas a proporção  $T_4:T_3$  foi maior em janeiro (24,6°C e 2,49 kPa) e menor em maio (24,3°C e 2,43 kPa). Em vacas nos terços inicial e médio a proporção não variou significativamente em função dos meses enquanto que em aquelas no terço final o maior valor foi verificado em setembro (26,7°C e 2,07 kPa) e menores médias em maio, junho, agosto e novembro (26,2°C e 2,62 kPa).

Os meses de coleta modificaram significativamente

os valores de  $T_3$  sendo maiores em julho (26°C e 3,10 kPa) e menores em março (27,5°C e 3,13 kPa).

### Discussão

Valores séricos de  $T_4$  reduzidos em vacas de 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> lactação comparados com os de novilhas (núlparas) sugerem que o metabolismo de  $T_4$  na glândula mamária está aumentado e que é sustentado pela proporção  $T_4:T_3$  menor, pois indica uma maior deiodinação de  $T_4$  órgão específica. Sabe-se que  $T_3$  é o hormônio metabolicamente ativo (NORMAN e LITWACK, 1997; GENUTH, 2000) e que em sua maior parte é formado posteriormente nos tecidos periféricos pela deiodinação da  $T_4$ .

TABELA 4 – MÉDIAS DOS VALORES SÉRICOS DE TIROXINA ( $T_4$ ), TRIIODOTIRONINA ( $T_3$ ) EM ng/ml E DA PROPORÇÃO  $T_4:T_3$  SEGUNDO O ESTÁDIO DE LACTAÇÃO E O MÊS DE COLETA DE SANGUE EM NOVILHAS E VACAS DA RAÇA HOLANDESA NO PERÍODO DE MARÇO/1999 A JANEIRO /2000.

	$T_4$					$T_3$					$T_4:T_3$				
	Estádio de lactação				Média	Estádio de lactação				Média	Estádio de lactação				Média
	0 <sup>#</sup>	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3	
Mês de Coleta															
1	116,68 <sup>aA</sup>	80,00 <sup>aA</sup>	-	94,50 <sup>abA</sup>	112,04	1,43	1,72	-	1,56	1,46 <sup>bc</sup>	82,03 <sup>aA</sup>	46,51 <sup>aA</sup>	-	59,70 <sup>aA</sup>	46,08
2	46,67 <sup>cdA</sup>	60,13 <sup>aA</sup>	72,56 <sup>abA</sup>	-	66,00	1,10	1,31	1,38	-	1,33 <sup>c</sup>	46,02 <sup>bcA</sup>	64,06 <sup>aA</sup>	62,27 <sup>aA</sup>	-	57,45
3	-	46,88 <sup>aA</sup>	68,48 <sup>abA</sup>	72,00 <sup>abA</sup>	62,83	-	1,52	1,54	1,55	1,54 <sup>abc</sup>	-	30,80 <sup>aA</sup>	45,52 <sup>aA</sup>	46,45 <sup>aA</sup>	46,45
4	20,00 <sup>dA</sup>	44,00 <sup>aA</sup>	67,14 <sup>abA</sup>	53,67 <sup>bA</sup>	60,37	1,50	1,56	1,63	1,45	1,60 <sup>ab</sup>	13,33 <sup>cA</sup>	27,98 <sup>aA</sup>	42,02 <sup>aA</sup>	34,60 <sup>aA</sup>	34,60
5	64,47 <sup>bcdA</sup>	55,00 <sup>aA</sup>	53,00 <sup>abA</sup>	61,00 <sup>abA</sup>	60,87	1,58	1,59	1,54	1,85	1,59 <sup>abc</sup>	40,84 <sup>bcA</sup>	34,59 <sup>aA</sup>	33,43 <sup>aA</sup>	33,00 <sup>aA</sup>	33,00
6	73,47 <sup>abcA</sup>	-	52,57 <sup>abA</sup>	69,50 <sup>abA</sup>	68,07	1,83	-	1,69	1,53	1,76 <sup>a</sup>	41,23 <sup>bcA</sup>	-	31,16 <sup>aA</sup>	46,95 <sup>aA</sup>	46,95
7	90,95 <sup>abcA</sup>	-	76,50 <sup>abA</sup>	62,00 <sup>abA</sup>	84,97	1,47	-	1,46	1,77	1,50 <sup>abc</sup>	64,77 <sup>abA</sup>	-	52,63 <sup>aA</sup>	38,52 <sup>aA</sup>	38,52
8	99,46 <sup>abA</sup>	-	94,80 <sup>aA</sup>	144,50 <sup>aA</sup>	101,76	1,51	-	1,74	1,53	1,55 <sup>abc</sup>	67,07 <sup>abA</sup>	-	59,57 <sup>aA</sup>	94,42 <sup>aA</sup>	94,42
9	74,20 <sup>abcA</sup>	-	73,50 <sup>abA</sup>	69,00 <sup>abA</sup>	73,47	1,50	-	1,48	1,46	1,49 <sup>bc</sup>	49,75 <sup>abA</sup>	-	48,85 <sup>aA</sup>	47,96 <sup>aA</sup>	47,96
10	81,25 <sup>abcA</sup>	-	45,50 <sup>bA</sup>	74,50 <sup>abA</sup>	77,97	1,53	-	1,44	1,99	1,59 <sup>abc</sup>	55,41 <sup>abA</sup>	-	31,69 <sup>aA</sup>	38,68 <sup>aA</sup>	38,68
11	80,79 <sup>abcA</sup>	71,00 <sup>aA</sup>	-	94,00 <sup>abA</sup>	82,67	1,40	1,36	-	1,47	1,41 <sup>bc</sup>	58,26 <sup>abA</sup>	52,21 <sup>aA</sup>	-	64,00 <sup>aA</sup>	64,00
Média	84,41	53,42	67,86	79,06		1,52 <sup>A</sup>	1,46 <sup>A</sup>	1,55 <sup>A</sup>	1,61 <sup>A</sup>		57,35	50,43	46,54	43,35	

a, AEm cada linha (coluna), médias seguidas de mesma letra maiúscula (minúscula) não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

\*1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11=corresponde respectivamente à coleta de sangue realizada em janeiro de 2000, março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro de 1999.

#0, 1, 2 e 3 correspondem respectivamente ng/ml a vacas secas e novilhas, vacas nos terços inicial, médio e final da lactação.

Assim, esses eventos fisiológicos explicam em parte a redução de  $T_4$  e a da proporção  $T_4:T_3$  encontrados neste estudo em vacas de 2ª e 3ª lactação comparadas com novilhas. Em pesquisas futuras seria interessante quantificar a atividade das deiodinases na glândula mamária de vacas em lactação, pois um aumento da sua atividade nesta aumentaria a produção de  $T_3$  local para suportar o gasto energético que caracteriza a lactação, de acordo com KAHL *et al.* (1998).

Vacas primíparas, de 2ª e de 3ª ordem de lactação apresentaram valores de  $T_4$ ,  $T_3$  e  $T_4:T_3$  semelhantes. Este resultado diverge do encontrado por MEIKLE *et al.* (2004) que observaram concentrações de  $T_3$  menores em vacas primíparas comparadas com aquelas de 2 a 5 partos. É sabido que há uma associação entre balanço energético e valores de  $T_3$ . MEIKLE *et al.* (2004) sugerem que concentrações de  $T_3$  menores em vacas primíparas seja devido à maior perda da condição corporal e condição metabólica desbalanceada comparada às multíparas. Possivelmente, no presente estudo, as primíparas não tiveram intensa perda da condição corporal, nem elevado desbalanço metabólico.

Por outro lado, a redução dos valores de  $T_4$  em vacas de 2ª e 3ª lactação comparadas com novilhas (nulíparas) pode ser resultado da produção leiteira das mesmas. TIIRATS (1997) sugere que o suprimento energético insuficiente nos tecidos extramamários, consequência de um consumo de nutrientes intenso pela glândula mamária em lactação, pode alterar a produção e secreção de  $T_4$ . Entretanto, a redução dos valores séricos de  $T_4$  desencadeada por menor produção pela glândula tireóide só poderia ser confirmada se fosse dosado o hormônio tireotrofina (TSH), hormônio hipofisário que atua sobre a tireóide regulando a produção e a liberação de  $T_4$ .

A liberação de hormônios tireoideanos causa aumento no consumo de energia e na termogênese; por conseguinte, espera-se que a disponibilidade desses hormônios responda a mudanças na condição calórica ou térmica do corpo. Assim, diferenças significativas entre meses de coleta eram esperadas, uma vez que as condições climáticas de um mês para outro variaram. Este resultado é semelhante àqueles encontrados por MAGDUB *et al.* (1982) e JOHNSON *et al.* (1988), que observaram variações sazonais nos valores dos hormônios tireoideanos em bovinos.

Por outro lado, TIIRATS (1997) não observou diferença nos valores de  $T_4$  e  $T_3$  no inverno e no verão em vacas da raça Holandesa. No entanto, é importante considerar que mudança nos valores dos hormônios tireoideanos é afetada em magnitude e direção de acordo com a duração da exposição à mudança climática. YOUSEF *et al.* (1967) observaram vacas da raça Holandesa não lactantes submetidas durante uma semana a três temperaturas consecutivas: 1, 18 e 38°C e notaram que na fase

inicial da mudança climática a atividade tireoideana não está envolvida. Entretanto, observaram que após 60h de exposição a 38°C a mesma diminuiu, sugerindo que neste período esta é importante na aclimação.

## Conclusões

Nas condições em que foi realizado o presente estudo conclui-se: a ordem de lactação afeta os valores de  $T_4$  com concentrações menores em novilhas do que em vacas de 2ª e 3ª ordem; o mês de coleta influencia as concentrações de  $T_3$ ; e o efeito do estágio de lactação depende do mês de coleta para  $T_4$  com valores séricos maiores em janeiro e menores em maio em novilhas e vacas secas; vacas nos terços médio e final da lactação apresentaram valores séricos maiores em setembro e menores em novembro e maio, respectivamente.

## Referências

- CAPUCO, A.V.; WOOD, D.L.; ELSASSER, T.H.; KAHL, S.; ERDMANN, R.A.; VAN TASSELL, C.P.; LEFCOURT, A.; PIPEROVA, L.S. Effect of somatotropin on thyroid hormones and cytokines in lactating dairy cows during *ad libitum* and restricted feed intake. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2430-2439, 2001.
- GENUTH, S.M. A glândula tireóide. In: BERNE, R.M.; LEVY, M.N. **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2000. p.744-757.
- 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).
- KAHL, S.; ELSASSER, T.H.; RUMSEY, T.S. Regulation of thyroid hormone action: 5 deiodinase. In: SYMPOSIUM ON GROWTH IN RUMINANT: BASIC ASPECTS, THEORY AND PRACTICE FOR THE FUTURE, I, 1998, Switzerland, **Proceeding...** p.168-177.
- KAHL, S.; ELSASSER, T.H.; BLUM, J.W. Effect of endotoxin challenge on hepatic 5'-deiodinase activity in cattle. **Domestic Animal Endocrinology**, v.18, p.133-143, 2000.
- 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**, v.65, n.12, p.2323-2331, 1982.
- MEIKLE, A.; KULCSAR, M.; CHILLIARD, Y.; FEBEL, H.; DELAVALD, C.; CAVESTANY, D.; CHILIBROSTE, P. Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. **Reproduction**, v.27, p.727-737, 2004.

MEIKLE, A.; CRESPI, D.; CHILLIARD, Y.; LA MANNA, A.; BALOGH, O.; KERESZTES, M.; DELAUD, C.; HUSZENICZA, G.; CAVESTANY, D. Suplementación energética preparto sobre perfiles endocrinos y longitud del anestro posparto en vacas lecheras. In: JORNADA TÉCNICA DE LECHERÍA, 2006, Flórida. **Proceeding**. Flórida, p.17-18, 2006.

NORMAN, A.W.; LITWACK, G. Thyroid hormones. In: \_\_\_\_\_. **Hormones** California: Academic Press, 1997. p.221-262.

SAS INSTITUTE, **The SAS system for windows 95**. release 6.11. Cary, 2001.

STARLING, J.M.C.; SILVA, R.G.; NEGRÃO, J.A.; MAIA, A.S.C.; BUENO, A.R. Variação estacional dos hormônios tireoideanos e do cortisol em ovinos em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2064-2073, 2005.

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 Veterinaria Scandinavica**, v.38, n.4, p.339-348, 1997.

YOUSEF, M.K.; KIBLER, H.H.; JOHNSON, H.D. Thyroid activity and heat production in cattle following sudden ambient temperature changes. **Journal of Animal Science**, v.26, n.1, p.142-148, 1967.

Recebido para publicação: 21/07/2006  
Aprovado: 04/10/2006