

Ritmo Circadiano de Triiodotironina (T_3) e Tiroxina (T_4) Plasmática em Ovelhas Ideal durante o Anestro Estacional

Luis Fernando Uribe Velásquez¹, Maria Inês Lenz Souza¹, Eunice Oba², Alcides de Amorim Ramos³

RESUMO - Objetivou-se determinar os níveis plasmáticos de triiodotironina (T_3) e tiroxina (T_4), em seis ovelhas Ideal durante o anestro estacional, mediante radioimunoensaio. As coletas de amostras de sangue foram efetuadas por canulação da veia jugular, a cada duas horas, por um período de 24 horas (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 02, 04, 06, 08 e 10 horas). Utilizaram-se a análise de variância, para ajuste dos dados, e a decomposição do tempo de coleta em polinômios não-ortogonais. Foi observado efeito linear crescente dos níveis plasmáticos do T_4 , apresentando o menor nível de $49,60 \pm 11,41$ ng/ml e maior de $76,99 \pm 10,0$ ng/ml, na quarta e última coletas de amostras de sangue, respectivamente. Os níveis plasmáticos de T_3 apresentaram efeito cúbico durante as 24 horas, com o maior valor de $0,94 \pm 0,20$ ng/ml ao final do estudo. Concluiu-se que os hormônios tiroideanos apresentaram os menores níveis sanguíneos ao início das coletas de amostras de sangue, aumentando gradativamente à noite e atingindo os valores máximos no período da manhã.

Palavras-chave: anestro estacional, ovelhas, ritmo circadiano, tiroxina (T_4), triiodotironina (T_3)

Circadian Rhythms of Plasma Triiodothyronine (T_3) and Thyroxine (T_4) in Ideal Ewe Sheep during Seasonal Anoestrus

ABSTRACT - The objective was to determine the plasma levels of the triiodothyronine (T_3) and thyroxine (T_4), in six Ideal ewe sheeps during seasonal anoestrus, by radioimmunoassay. The blood samples were collected from the jugular vein catheter over a period of 24 hours, at 2-h intervals (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 02, 04, 06, 08, and 10 hours). It was used analysis of variance for data adjustments, and the decomposition of the collected periods in non-orthogonal polynomial. It was observed a crescent linear effect of the T_4 plasma levels, presenting lower level of 49.60 ± 11.41 and higher level of 76.99 ± 10.0 ng/ml, at fourth and last blood samples collection, respectively. T_3 plasma levels showed a significant cubic response during 24 hours, with the highest value of 0.94 ± 0.20 ng/ml at the end of the the study. In conclusion, thyroidal hormones levels were lower in the first blood samples collection, increasing progressively during the night, reaching the highest levels at the morning period.

Key Words: seasonal anoestrus, sheep, circadian rhythm, thyroxine (T_4), triiodothyronine (T_3)

Introdução

A tireóide, glândula endócrina cuja secreção exerce influência sobre diversas funções orgânicas, armazena 70 a 80% do total do iodo corporal ligado a seus hormônios, tiroxina (T_4) e triiodotironina (T_3), sendo o T_4 (aproximadamente 90%) o principal hormônio circulante da tireóide. Ele atua como um precursor hormonal do T_3 , embora este último seja biologicamente o mais ativo (KANEKO, 1980; NETO et al., 1991; WEBSTER et al., 1991). DICKSON (1988), contudo, descreveu que há fortes evidências de que o T_4 tem atividade biológica intrínseca, que

não depende da conversão em T_3 .

A secreção dos hormônios da tireóide é regulada pela hipófise anterior, por meio da tireotropina ou hormônio estimulante da tireóide (TSH). A liberação de TSH é controlada pela hipófise e pelo nível de tiroxina livre no sangue, assim como pelo hipotálamo, por intermédio do hormônio de liberação de tireotrofina (TRH), embora esta secreção não seja o único fator de regulação, pois a atividade metabólica dos hormônios tiroideanos na célula, fatores de ligação celular e outros fatores metabólicos podem desempenhar uma atividade de controle na regulação da secreção de TSH (MASON e WILKISON, 1973).

¹ Aluno de Doutorado, Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, Universidade Estadual Paulista, UNESP - 18618-000 - Distrito Rubião Junior, Botucatu, SP.
² Professora do Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Distrito Rubião Júnior, Botucatu, SP.
³ Professor do Departamento de Produção e Exploração Animal, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Fazenda Experimental Lageado, Caixa Postal 237 - 18603-970 - Botucatu, SP.

Estes hormônios controlam a atividade metabólica do organismo, regulando os processos celulares oxidativos, a síntese de ácido ribonucléico e proteínas citoplasmáticas, sendo influenciados em sua secreção pelo fornecimento de energia, interferindo em suas funções de consumo de oxigênio, produção de ATP celular e de calor (NETO et al., 1991).

Em ovelhas, os níveis plasmáticos de T_4 mostram uma relação inversa à temperatura ambiental e uma estreita relação com a estação do ano, apresentando um ciclo anual com níveis mais altos no inverno que no verão (SUTHERLAND e IRVINE, 1974; WEBSTER et al., 1991). Este decréscimo no verão, segundo ABDEL-BAKI et al. (1995), pode ser atribuído a uma diminuição no hormônio estimulante da tireóide (TSH) e, ou, a um aumento dos hormônios glicocorticóides. CHRISTOPHERSON et al. (1979) verificaram que bovinos de corte em câmaras com temperatura elevada não alteraram as taxas de T_3 e T_4 de acordo com o nível de alimentação, mas os que ficaram expostos ao frio (-15°C), com alimentação de manutenção, tinham sua taxa de T_4 elevada e, quando aumentava a ingestão em duas vezes, o T_4 reduzia.

MENEGATOS et al. (1994) verificaram que os valores de T_4 em ovelhas sofreram modificações correlacionadas com aumento ou diminuição na duração do dia. Em espécies estacionalmente reprodutivas, os hormônios tireoideanos têm apresentado um papel importante na regulação da atividade neuroendócrina, permitindo a transição característica da ciclicidade estral ao anestro estacional (WEBSTER et al., 1991; DAHL et al., 1994, e DAHL et al., 1995).

O estado fisiológico do animal também resulta em variações nos níveis de hormônios tireoideanos. LAGARRETA et al. (1984), estudando interrelações entre época do ano, estado fisiológico e níveis circulantes de T_4 , em vacas holandesas no trópico úmido, sugeriram que a época seca impõe ao animal maior demanda e reajuste dos mecanismos neuroendócrinos que intervêm na termorregulação, posto que essa resposta é determinada por fatores fisiológicos - idade, gestação, anestro e lactação.

O conhecimento dos níveis plasmáticos de T_3 e T_4 faz-se necessário em cada espécie doméstica para o entendimento não só dos processos fisiopatológicos da tireóide, mas também das relações destes hormônios com os mesmos processos em outros órgãos e sistemas do corpo.

Este trabalho teve por objetivo estudar o comportamento dos níveis plasmáticos dos hormônios tireoideanos triiodotironina (T_3) e tiroxina (T_4), em ovelhas Ideal durante o anestro estacional, por um período de 24 horas.

Material e Métodos

Utilizaram-se seis ovelhas mestiças Ideal, em anestro estacional, 30 dias pós-desmame, com idades entre 4 e 5 anos, as quais apresentaram partos simples, pertencentes ao Departamento de Produção e Exploração Animal da Universidade Estadual Paulista, UNESP - Campus de Botucatu, São Paulo, durante o mês de agosto de 1995. Cada animal foi examinado antes da coleta de sangue, identificado numericamente e considerado clinicamente sadio. Os cordeiros apresentaram 90 dias de idade ao desmame.

As ovelhas foram previamente canuladas e, após cada coleta, foi injetada heparina diluída em solução fisiológica (1:500) no cateter, para se evitar a coagulação sanguínea no mesmo. Amostras de sangue, cerca de 20 ml/animal, foram coletadas em frasco heparinizado, a cada duas horas, por um período de 24 horas (8 horas luz), sendo às 12 (primeira coleta), 14, 16, 18, 20, 22, 24, 02, 04, 06, 08 e 10 h (última coleta). Logo depois, as amostras foram centrifugadas a 4250 rpm por 15 minutos e, a seguir, recuperou-se o plasma, acondicionado em frascos e estocado em freezer à temperatura de -20°C , para posterior análise.

As determinações quantitativas dos níveis plasmáticos de triiodotironina (T_3) e tiroxina (T_4) foram realizadas no Laboratório de Reprodução Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia e no Laboratório de Endocrinologia do Hospital das Clínicas, ambos pertencentes à Universidade Estadual Paulista, UNESP - Campus de Botucatu, utilizando-se o método de radioimunoensaio (RIA), de acordo com as orientações do fabricante do Kit comercial, RIA - GHOST, lotes números OCPEO7 - T_3 e OCPGO7 - T_4 , do Laboratório CIS BIO INTERNATIONAL - Groupe ORIS - Cedex - France. As contagens radioativas foram efetuadas utilizando-se o sistema de contador de radiação gama e, a seguir, construídas as curvas padrões, das quais obtiveram-se conversões das contagens radioativas do T_3 e T_4 por ml de plasma.

Utilizou-se, para o tratamento estatístico, a análise

de variância, ajustando os dados à causa de animal e ao tempo de colheita, com a decomposição do tempo em polinômios não-ortogonais, com o objetivo de conhecer a tendência ou o comportamento dos níveis de T_3 e T_4 no período em estudo, conforme o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + M_j + E_{ij}$$

Y_{ij} = valores observados na parcela do i ésimio animal e na j ésimia coleta;

μ = média da população;

A_i = efeito do i ésimio animal aplicado na parcela, para $i = 1, 2, \dots$ e 6;

M_j = efeito da j ésimia coleta aplicada na parcela, para $j = 1, 2, \dots$ e 12; e

E_{ij} = efeito dos fatores não controlados nas parcelas ou erro experimental.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 é apresentado o resumo da análise de variância dos níveis plasmáticos de Triiodotironina (T_3) e Tiroxina (T_4), em ovelhas Ideal, durante as 24 horas do estudo.

As médias e os desvios-padrão dos níveis plasmáticos

de T_4 nos períodos de coletas foram: $56,14 \pm 16,18$ (primeira coleta); $56,21 \pm 11,21$; $52,48 \pm 11,68$; $49,60 \pm 11,41$; $63,97 \pm 4,64$; $61,88 \pm 12,76$; $66,74 \pm 22,92$; $67,98 \pm 11,96$; $76,86 \pm 14,28$; $65,10 \pm 5,11$; $71,59 \pm 14,63$, e $76,99 \pm 10$ ng/ml (última coleta). A Figura 1 mostra graficamente os níveis plasmáticos de T_4 (ng/ml) dos animais experimentais durante as 24 horas, nos diferentes horários de coleta (12h = primeira coleta; 10h = última coleta). Para comparar os níveis médios

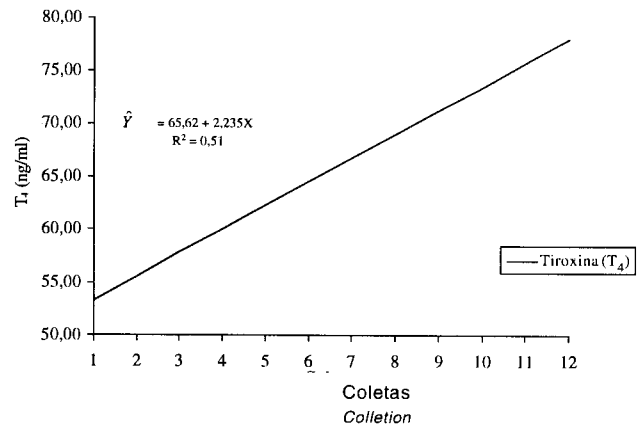


FIGURA 1 - Estimativa do nível de tiroxina (T_4) no plasma sanguíneo em ovelhas, em anestro estacional, em função de 24 horas de coleta.

FIGURA 1 - Estimative of thyroxine level (T_4) in blood plasma in ewe, in seasonal anoestrus as a function of 24 hours of collection.

TABELA 1 - Resumo da análise de variância dos níveis plasmáticos de triiodotironina (T_3) e tiroxina (T_4), em ovelhas mestiças Ideal, durante 24 horas de coleta

TABLE 1 - Summary of the analysis of variance of the triiodothyronine (T_3) and thyroxine (T_4) plasma levels in crossbred Ideal ewe, during 24 hours of collection

Fonte de variação Source of variation	Graus de liberdade Degree of freedom	Quadrados médio Mean squares	
		Triiodotironina (T_3) Triiodothyronine (T_3)	Tiroxina (T_4) Thyroxine (T_4)
Animal Animal	5	0,356309 **	326,1009
Momento Moment	11	0,076455 **	771,2023 **
Linear Linear	1	0,429874 **	4285,4784 **
Quadrático Quadratic	1	0,157285 **	164,9932
Cúbico Cubic	1	0,098041 *	425,8909
Resíduo Residual	8	0,019475	450,8576
Erro Exper. Exper. Error	55	0,018224	207,6399
CV (%)		17,99	21,96

(*) $P < 0,05$; (**) $P < 0,01$.

de T_4 no plasma das ovelhas durante o anestro estacional, ajustou-se uma equação de regressão para os diferentes horários de coleta, observando-se efeito linear ($P < 0,0001$) dos níveis plasmáticos de T_4 durante as 24 horas em estudo, segundo a equação de regressão $\hat{Y} = 65,62 + 2,235 X$, com $r^2 = 0,51$, mostrando aumento linear crescente do ritmo circadiano nos níveis de T_4 plasmático com o aumento no horário de coleta, apresentando o menor nível de $49,60 \pm 11,41$ ng/ml na quarta coleta (18 h). A partir desse valor, o hormônio foi aumentando gradativamente até atingir o maior nível de $76,99 \pm 10,0$ ng/ml na última coleta (10 h). Os níveis de T_4 entre as diferentes horas de coleta apresentaram diferença significativa ($P < 0,0006$), enquanto as coletas entre os animais experimentais não apresentaram nenhuma diferença ($P > 0,10$).

Estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos por RYDER (1979), BUYS et al. (1990) e DAHL et al. (1995), ao trabalhar com ovelhas em anestro, utilizando a técnica de RIA. Foi observado que os hormônios tiroideanos são necessários na apresentação das diferentes mudanças na atividade neuroendócrina que leva ao término da ciclicidade estral na ovelha, os quais estão significativamente aumentados no sangue ao início do anestro. Segundo O'CALLAGHAN et al. (1993), a glândula tireóide parece ter influência específica na regulação da transição da estação reprodutiva para o anestro, devido ao papel da glândula associada com os padrões de secreção do GnRH e no feedback negativo do estradiol, permitindo a diminuição na secreção do GnRH estacional.

As médias de T_4 no sangue foram maiores que os valores encontrados em ovelhas adultas, independentes do estado fisiológico, por FISHER et al. (1972), $39,32$ ng/ml; SUTHERLAND e IRVINE (1973), $22,60$ a $45,20$ ng/ml; WALLACE (1979), $45,20$ ng/ml, e MAHARAJAN et al. (1982), $44,86$ ng/ml.

WEBSTER et al. (1991) monitoraram o ritmo circadiano de T_4 em ovelhas intactas durante dois anos consecutivos, empregando a técnica de RIA, com a qual obtiveram valor sérico mínimo de T_4 de $39 \pm 1,6$ ng/ml entre a primavera e o verão, atingindo pico ao final do outono e no início da primavera de $52 \pm 2,2$, ng/ml. Este trabalho confirmou o conceito de que a tireóide desempenha papel fundamental durante o período estacional na ovelha, evidenciando que o aumento na secreção de T_4 ao final da estação reprodutiva é requerido para gerar mudanças endógenas no eixo neuroendócrino, permitindo a ação

de feedback negativo de estradiol desencadeando o início do anestro.

Os resultados do presente estudo diferem daqueles obtidos por DUTTA et al. (1990), os quais concluíram que as novilhas de leite, durante o anestro, ou reprodutivamente ativas, apresentaram níveis séricos de T_4 de $65,45$ e $78,18$ ng/ml, respectivamente, mediante a técnica de RIA. As médias de T_4 foram estatisticamente maiores nas vacas cíclicas normais quando comparadas com as vacas em anestro sendo, possivelmente, as concentrações baixas de T_4 responsáveis pelas condições de anestro em novilhas de leite.

As médias e os desvios-padrão dos níveis plasmáticos de T_3 nos períodos de coletas foram: $0,80 \pm 0,20$ (primeira coleta); $0,68 \pm 0,15$; $0,56 \pm 0,16$; $0,64 \pm 0,19$; $0,65 \pm 0,15$; $0,63 \pm 0,26$; $0,82 \pm 0,33$; $0,77 \pm 0,21$; $0,83 \pm 0,27$; $0,79 \pm 0,11$; $0,87 \pm 0,23$ e, $0,94 \pm 0,20$ ng/ml (última coleta). A Figura 2 mostra graficamente os níveis plasmáticos de T_3 (ng/ml) dos animais experimentais durante as 24 horas, nos diferentes horários de coleta (12 h = primeira coleta;

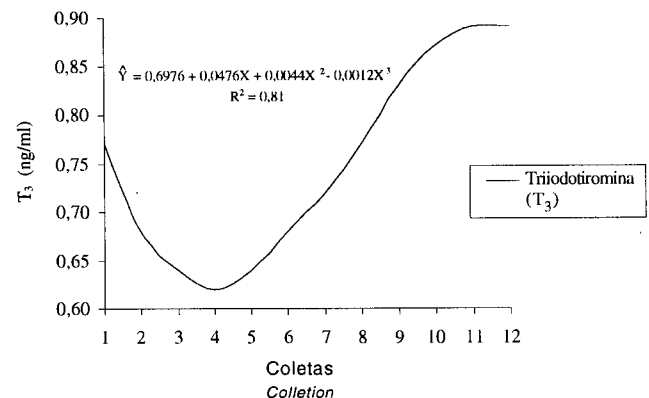


FIGURA 2 - Estimativa do nível de triiodotironina (T_3) no plasma sanguíneo em ovelhas em anestro estacional, em função de 24 horas de coleta.

FIGURA 2 - Estimative of triiodothyronine (T_3) in plasma blood in ewe, in seasonal anoestrus as a function of 24 hours of collection.

10 h = última coleta). Para comparar os níveis médios de T_3 no plasma das ovelhas durante o anestro estacional, ajustou-se uma equação de regressão para os diferentes horários de coleta, observando-se efeito cúbico ($P < 0,02$) dos níveis plasmáticos de T_3 durante as 24 horas em estudo, segundo a equação de regressão $\hat{Y} = 0,6976 + 0,0476 X + 0,0044 X^2 - 0,0011 X^3$, com $R^2 = 0,8136$. O T_3 apresentou o menor nível de $0,56 \pm 0,16$ ng/ml na coleta 3 (16 h) e máximo valor de $0,94 \pm 0,20$ ng/ml ao final do estudo. Os níveis de T_3 plasmático entre os animais apresen-

ng/ml na coleta 3 (16 h) e máximo valor de $0,94 \pm 0,20$ ng/ml ao final do estudo. Os níveis de T_3 plasmático entre os animais apresentaram diferença significativa ($P < 0,0001$), do mesmo modo, entre os diferentes horários de coleta em estudo ($P < 0,0002$), mostrando que o ritmo circadiano individual, além de ser influenciado pela temperatura externa, apresenta os maiores níveis no frio. Quando comparados com o calor (BHATTACHARYYA et al., 1995), o estresse também altera as variadas respostas da glândula adrenal. Além do mais, os hormônios tiroideanos aumentam a síntese de colesterol e seu metabolismo, sendo sinérgicos com a somatotropina, atuando nas várias fases da reprodução, inclusive na fertilidade, gestação e ovulação (MCKENZIE, 1979).

Com relação aos níveis plasmáticos de T_3 , os resultados corroboram aqueles encontrados por BUYS et al. (1990), os quais trabalharam com ovelhas mestiças em anestro, empregando a técnica de RIA. Do mesmo modo, os valores para T_3 plasmático são semelhantes aos achados por DUTTA et al. (1990) em novilhas de leite em anestro. Os resultados do presente estudo apresentam valores menores daqueles obtidos por FISHER et al. (1972), os quais encontraram em ovelhas mestiças adultas valor médio de 29 ng/ml de T_3 .

Em cabras mestiças leiteiras foram avaliados os níveis de T_3 plasmático durante a gestação, lactação e descanso. Os valores médios para os hormônios tiroideanos não apresentaram diferenças significativas entre os estádios fisiológicos, apesar de apresentarem mudanças dentro de cada período em estudo (GUERRA, 1991).

Em outro estudo, OKAB et al. (1993) reportaram que em ovelhas Barki e Rahmany os níveis plasmáticos de T_3 não apresentaram alterações significativas entre os diferentes períodos da prenhez, mas seus valores foram menores após o parto, com média de 66,8 ng/ml no verão e de 72,8 ng/ml no inverno, empregando a técnica de ensaio imunoenzimático. O declínio nos níveis plasmáticos de T_3 , durante o final da prenhez e após o parto, foi atribuído ao poder inibitório dos glicocorticóides, os quais são aumentados ao final da gestação. Além do mais, a estação do ano teve efeito significativo sobre os níveis plasmáticos dos hormônios tiroideanos, os quais foram mais elevados no inverno quando comparados à estação de verão, o que é devido ao aumento do metabolismo oxidativo e produção de calor, enquanto uma diminuição dos hormônios circulantes no verão habilita a compensarem a quantidade de calor ambiental (ABDEL-BAKI et al., 1995).

Conclusões

Nas condições de realização deste experimento e de acordo com os resultados, pode-se concluir que, em ovelhas mestiças Ideal, durante o anestro estacional, o ritmo circadiano dos hormônios tiroideanos, tiroxina (T_4) e triiodotironina (T_3) apresentaram os menores níveis plasmáticos ao início das coletas, aumentando gradativamente na noite e atingindo os valores máximos no período da manhã.

Referências Bibliográficas

- ABDEL-BAKI, S. M.; MEKKAWAY, M. Y.; HASSONA, E. M.; et al. Effect of seasonal variations on some nutritional and physiological parameters of Egyptian sheep. *Ind. J. Anim. Sci.*, New Delhi, v. 65, n. 5, p. 556 - 64, 1995.
- BHATTACHARYYA, B. N.; TALUKDAR, S. C.; BARUAH, R. N.; et al. Seasonal variation in serum thyroid hormone levels of goat. *Ind. Vet. J.*, New Delhi, v. 72, n. 5, p. 1115 - 6, 1995.
- BUYS, N.; PEETERS, R.; De CLERCK, B.; et al. Seasonal variations in prolactin, growth hormone and thyroid hormones and the prolactin surge at ovulation do not affect litter size of ewes during pregnancy in the oestrus or the anoestrus seasonal. *J. Reprod. Fert.*, Oxford, v. 90, n. 1, p. 47 - 53, 1990.
- CHRISTOPHERSON, R. J.; GONYOU, H. W.; THOMPSON, J. R. Effects of temperature and feed intake on plasma concentration of thyroid hormones in beef cattle. *Can. J. Anim. Sc.*, Ottawa, v. 59, p. 655 - 61, 1979.
- DAHL, G. E.; EVANS, N. P.; MOENTER, S. M.; et al. The thyroid gland is required for reproductive neuroendocrine responses to photoperiod in the ewe. *Endocrinology*, Springfield, v. 135, n. 1, p. 10 - 5, 1994.
- DAHL, G. E.; EVANS, N. P.; THRUN, L. A.; et al. Thyroxine is permissive to seasonal transitions in reproductive neuroendocrine activity in the ewe. *Biol. Reprod.*, Chicago, v. 52, p. 690 - 6, 1995.
- DICKSON, W. M. Glândulas endócrinas. In: SWENSON, M. J. *Fisiologia dos Animais Domésticos*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988, 799p.
- DUTTA, J. C.; BARUAH, R. N.; DUTTA, L.; et al. Serum T_4 and T_3 profiles in anoestrus dairy heifers. *Ind. Vet. J.*, Madras, v. 67, n. 1, p. 34 - 6, 1990.
- FISHER, D. A.; CHOPRA, I. J.; DUSSAULT, J. H. Extrathyroidal conversion of thyroxine to triiodothyronine in sheep. *Endocrinology*, Springfield, v. 91, p. 1141 - 4, 1972.
- GUERRA, P. C. G. *Níveis sanguíneos de tiroxina e triiodotironina em cabras leiteiras durante os períodos de gestação, lactação e descanso*. Belo Horizonte, MG: UFMG, 36 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1990.
- KANEKO, J. J. Thyroid function. In: KANEKO, J.J. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 3. ed. New York: Academic Press, 1980, p. 491 - 512.
- LAGARRETA, G.; ACEVES, V. C.; SOLIS, J. L.; et al. Interrelaciones entre época del año, estado fisiológico y niveles circulantes de tiroxina en vacas holstein del trópico húmedo. *R. Cub. Cien. Vet.*, La Habana, v. 15, p. 69 - 82, 1984.

- MAHARAJAN, G.; KUMARESAN, A.; SINGH, A. Serum thyroxine concentrations and free thyopac index in sheep and goats indigenous to northern Nigeria. *Ind. J. Anim. Sci.*, New Delhi, v. 52, n. 11, p. 1060 - 2, 1982.
- MASON, R. & WILKISON, J. S. The thyroid gland - A review. *Austr. Vet. J.*, Brunswich, v. 49, n. 1, p. 44 - 9, 1973.
- McKENZIE, J. M. Stress and thyroid function. In: McKENZIE, J. M. *Clinical Neuroendocrinology: A Pathophysiological Approach*. New York: Toli, 1979, 328 p.
- MENEGATOS, I.; KALOGIANNES, D.; LAINAS, T.; et al. Changes in serum thyroxine values over a year in Greek Zachel ewes. *Bull. Hell. Vet. Med. Soc.*, Atenas, v. 45, p. 20-4, 1994.
- NETO, O. T.; PESSOA, J. M.; ARAÚJO, R. B.; et al. Determinação dos níveis séricos de tiroxina (T4-RIA) e triiodotironina (T3-RIA) em bovinos de duas regiões fisiográficas do Estado de Minas Gerais. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, Belo Horizonte, v. 43, n. 6, p. 489 - 94, 1991.
- O'CALLAGHAN, D.; WENDLING, A.; KARSCH, F. J.; et al. Effect of exogenous thyroxine on timing of seasonal reproductive transitions in ewes. *Biol. Reprod.*, Chicago, v. 49, n. 2, p. 311 - 5, 1993.
- OKAB, A. B.; ELEBANNA, I. M.; MEKKAWY, M. Y.; et al. Seasonal changes in plasma thyroid hormones, total lipids, cholesterol and serum transaminases during pregnancy and parturition in Barki and Rahmani ewes. *Ind. J. Anim. Sci.*, New Delhi, v. 63, n. 9, p. 946 - 51, 1993.
- RYDER, M. L. Thyroxine and wool follicle activity. *Anim. Prod.*, Edinburg, v. 28, n. 1, p. 109 - 14, 1979.
- SUTHERLAND, R. L. & IRVINE, H. G. Total plasma thyroxine concentrations in horses, pigs, cattle, and sheep: Anion exchange resin chromatography and ceric-arsenite colorimetry. *Amer. J. Vet. Res.*, Chicago, v. 34, n. 10, p. 1261 - 1265, 1973.
- SUTHERLAND, R. L. & IRVINE, H. G. Effec of season and pregnancy on total plasma thyroxine concentrations in sheep. *Amer. J. Vet. Res.*, Chicago, v. 35, n. 2, p. 311 - 312, 1974.
- WALLACE, A. L. C. Variations in plasma thyroxine concentrations throughout one year in penned sheep on a uniform feed intake. *Aust. J. Biol. Sci.*, Melbourne, v.32, n.3, p.371-374, 1979.
- WEBSTER, J. R.; MOENTER, S. M.; WOODFILL, C. J.; et al. Role of the thyroid gland in seasonal reproduction. II. Thyroxine allows a season-specific suppression of gonadotropin secretion in sheep. *Endocrinology*, Springfield, v. 129, n.1, p.176 - 83, 1991.

Recebido em:15/07/96
Aceito em: 25/11/96