

ORIGINAL ARTICLE

MÊS DE COLETA DE SANGUE, ORDEM E ESTÁDIO DE LACTAÇÃO E HORMÔNIOS TIREOIDIANOS EM VACAS GUZERÁ

Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento^{1*}, Ednaldo Carvalho Guimarães², Vitória Maria Simioni¹, Andressa Alves Storti¹

RESUMO

Os hormônios tireoidianos são importantes moduladores do metabolismo, influenciam no crescimento e desenvolvimento da glândula mamária e participam na regulação da produção de leite. Assim, objetivou-se investigar os efeitos do mês de coleta do sangue, ordem e estágio de lactação sobre os valores de tiroxina (T_4) e 3, 5, 3' triiodotironina (T_3) de 31 vacas da raça Guzerá em Uberlândia, MG, Brasil. As dosagens hormonais foram efetuadas a partir de amostras sanguíneas colhidas mensalmente durante onze meses. Vacas no início de lactação apresentaram valores de T_4 menores que as não lactantes e aquelas nos terços médio e final de lactação. O mês de coleta do sangue influenciou os valores de T_4 , sendo maiores em abril e menores em julho. Em animais de 1^a a 6^a ordem de lactação os valores de T_3 não variaram em função do estágio de lactação, enquanto que nas 7^a e 8^a ordens de lactação foram maiores quando no terço final da lactação e, menores, quando não lactantes e, naquelas no terço inicial da lactação. Em vacas não lactantes e nos terços inicial e médio da lactação, março apresentou valores de T_3 maiores. Vacas não lactantes e no terço inicial da lactação apresentaram menores valores de T_3 de abril a dezembro e janeiro. Vacas no terço médio da lactação apresentaram valores de T_3 menores em junho, outubro e dezembro. Vacas Guzerá no terço inicial de lactação apresentam menor concentração de T_4 , que é reflexo da grande demanda da glândula mamária. A ordem de lactação não influencia os valores de T_4 e de T_3 . O mês de coleta influencia os valores de T_4 e para T_3 o efeito do mês de coleta é dependente do estágio de lactação.

Palavras-chave: Bovinos leiteiros. Tiroxina. Triiodotironina. Zebu.

INTRODUÇÃO

No Brasil, as raças zebuínas têm-se destacado progressivamente na exploração da atividade leiteira (COBUCI et al., 2000) seja como raça pura ou, em utilização nos diversos sistemas de cruzamento, tanto pela grande extensão territorial do país, como pela adversidade climática encontrada nas diversas regiões (MUCARI; OLIVEIRA, 2003). Entre as raças zebuínas, a Guzerá é tida como a menos exigente.

Na região tropical, é comum observar temperatura ambiente acima da zona de termoneutralidade podendo acarretar mudanças endócrinas importantes, como por exemplo, da glândula tireoide. Em ovinos, no Brasil, Starling e outros (2005) verificaram que concentrações de tiroxina (T_4) e triiodotironina (T_3) são afetadas pela temperatura e umidade do ar, assim, durante o estresse térmico, há maior período de latência na resposta dos hormônios tireoideanos.

O mês de coleta de sangue pode modificar os valores de T_4 e de T_3 (MAGDUB; JOHNSON; BELYEA, 1982; JOHNSON et al., 1988). 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 (NASCIMENTO; VIEIRA; SILVA, 2006). Citam que, diferenças entre meses de coleta são esperadas, pois as condições climáticas de um mês para outro podem variar. Entretanto, Vanjonack e Johnson (1975) e Tiirats (1997) não observaram este efeito sobre os hormônios tireoideanos.

*Artigo recebido em: 10/08/2013

Aceito para publicação em: 31/03/2015

¹ Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia

² Faculdade de Matemática, Universidade Federal de Uberlândia

*Corresponding author: Rua Ceará s/n, Bloco 2D, Bairro Umarama, Uberlândia, MG 38402-018, Brazil.

maran@umarama.ufu.br

Os hormônios tireoideanos são importantes moduladores do metabolismo (CAVESTANY et al., 2009), desempenham importante função no crescimento e desenvolvimento da glândula mamária (TUCKER, 1988) e regulam a produção de leite (MAGDUB; JOHNSON, 1977). Campos e outros (2005) ao avaliarem a concentração de T_3 e T_4 em vacas Holandesas na 2^a, 5^a, 8^a e 11^a semanas pós-parto verificaram menores valores na segunda semana pós-parto, e explicam que, os processos metabólicos de alta exigência no início da lactação comprometem os níveis circulantes dos hormônios tireoideanos e que, na medida em que os processos fisiológicos são compensados, e com a diminuição da pressão metabólica para a síntese de leite, os seus valores voltam a elevar.

O estágio de lactação influencia os hormônios tireoideanos mais que a estação do ano (REFSAL; NACHREINER; ANDERSON, 1984; NIXON; AKASHA; ANDERSON, 1988). Estes autores constataram redução nos valores de T_4 e de T_3 no início da lactação. Resultados semelhantes foram descritos por Tiirats (1997), Gueorguiev (1999), Meikle e outros (2004) e Meikle e outros (2006) e Nascimento, Vieira e Silva (2006).

Este estudo objetivou investigar os efeitos de mês de coleta de sangue, ordem e estágio da lactação sobre os valores de tiroxina (T_4) e triiodotironina (T_3) em vacas da raça Guzerá.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em Uberlândia, Estado de Minas Gerais, Brasil, na região do Triângulo Mineiro (18° 55' 23" latitude sul e 48° 17' 19" longitude oeste, altitude média de 865 metros). O clima local é Aw (Clima tropical, com inverno seco) segundo Köppen (1948), temperatura média anual de 22,3°C, umidade relativa do ar em torno de 71% e precipitação pluviométrica de aproximadamente 1500mm anuais. Na região, observam-se duas estações do ano: período chuvoso, de outubro a março, e período seco, de abril a setembro (SILVA; ASSUNÇÃO, 2004). A radiação solar média é de 18,69 MJ/M² dia (SILVA, 2012) e o fotoperíodo médio, de 12 horas (VAREJÃO-SILVA, 2001).

Utilizou-se 31 vacas da raça Guzerá, entre a 1^a e 8^a ordens de lactação, distribuídas inteiramente ao acaso que produziam média de 8kg de leite/animal/dia. Quanto ao estágio de

lactação, foi considerado vacas lactantes ou não. Em vacas lactantes o período de lactação foi calculado e dividido por três, obtendo-se os terços: inicial, médio e final da lactação. Os animais recebiam suplementação de ração comercial a base de farelo de soja e milho nos horários de ordenha. Nos intervalos dessas, permaneciam em pastos de *Brachiaria decumbens*, recebendo silagem de milho à vontade, no período da seca. As vacas foram submetidas a duas ordenhas diárias com controle leiteiro quinzenal.

Coletou-se amostras de 6mL de sangue de cada animal, pela punção da veia jugular ou mamária, sendo estas mantidas em repouso à temperatura ambiente por três a quatro horas para retração do coágulo. Em seguida o soro foi centrifugado, o sobrenadante acondicionado em frascos 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, Estado de São Paulo, Brasil.

As análises hormonais foram obtidas pelo método fluorométrico imunoenzimático no equipamento Baxter Stratus II. 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 5ng/mL até 250ng/mL de T_4 ; entre 0,25ng/mL até 8ng/mL de T_3 . Os coeficientes intra e interdosagens eram de 3,6 e 3,2 e de 5,10 e 1,59, respectivamente, para T_4 e T_3 .

Nos dias de coleta de sangue, a temperatura e a umidade do ar foram monitoradas com psicrômetro comum (Tabela 1). A umidade do ar foi expressa como pressão parcial de vapor, calculada segundo Silva (2000):

$$P_p\{t_a\} = P_s\{t_u\} - y(t_a - t_u)$$

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:

$$P_s\{t_u\} = 0,61078 \times 10^{7,5/(t_u+237,5)}$$

γ 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.

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 Guzerá em Uberlândia, MG, Brasil.

	t_a	$P_p\{t_a\}$
Março	28,0	2,24
Abril	30,0	1,88
Maió	24,0	1,47
Junho	25,0	1,41
Julho	23,0	1,54
Agosto	30,0	1,46
Setembro	27,0	2,31
Outubro	31,0	3,29
Novembro	25,0	2,22
Dezembro	24,0	2,74
Janeiro	22,5	2,49

Os dados obtidos foram analisados pelo esquema de parcelas subdivididas (“Split - Plot”) no tempo, sendo ordem e estágio de lactação as parcelas, e o mês de coleta de sangue como subparcelas. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. A análise estatística foi feita utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve pequena amplitude para a temperatura do ar (8,5°C), com nível máximo registrado em outubro (Tabela 1). As temperaturas mínimas ocorreram em maio, julho e janeiro e os menores valores de umidade do ar de abril a agosto, época de escassez de chuvas. O maior valor de umidade em outubro associado à temperatura ambiente elevada pode dificultar a dissipação de calor para o ambiente e tornar os animais mais estressados nesta época. Ao considerar a zona termoneutra para vacas em lactação entre 5 e 25°C (YOUSEF, 1985), em março, abril, agosto, setembro e outubro a temperatura esteve acima do conforto térmico.

A ordem de lactação não modificou significativamente os valores de T_4 e da proporção $T_4:T_3$ (Tabela 2). Quanto ao estágio de lactação, a menor média de T_4 foi observada em vacas no terço inicial que diferiu das não lactantes e daquelas nos terços médio e final (Tabela 2). A proporção $T_4:T_3$ foi maior em vacas não lactantes e não diferiu daquelas nos

terços médio e final, sendo menor no terço inicial da lactação (Tabela 2).

A redução de T_4 no início da lactação pode ser devido à mobilização de gordura corporal, à perda de peso e ao balanço energético negativo que ocorrem neste período (REFSAL; NACHREINER; ANDERSON, 1984). Nixon, Akasha e Anderson (1988) explicam que esta redução se deve à grande demanda da glândula mamária pelos hormônios tireoideanos. Gueorguiev (1999) cita ainda que valores reduzidos dos hormônios tireoideanos, associados com baixa concentração de insulina no início da lactação, promovem utilização preferencial dos substratos pela glândula mamária. Refsal, Nachreiner e Anderson (1984); Nixon, Akasha e Anderson (1988); Díez Monforte, Fernandez e Abad Gavin (1993); Tiirats (1997); Gueorguiev (1999); Meikle e outros (2004) e Meikle e outros (2006); Nascimento, Vieira e Silva (2006); Cavestany e outros (2009) também observaram diminuição nos valores de T_4 no início da lactação.

Neste estudo, a ordem de lactação não influenciou a concentração de T_4 e $T_4:T_3$ (Tabela 2) o que coaduna com Nascimento, Vieira e Silva (2006) que observaram valores semelhantes entre vacas holandesas primíparas, de 2ª e de 3ª ordens de lactação criadas na região do Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brasil.

Tabela 2. Valores médios de tiroxina (T_4) e proporção $T_4:T_3$ segundo estágio e ordem de lactação em vacas Guzerá em Uberlândia, MG, Brasil.

Hormônios	Ordem de lactação							
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
T_4 (ng/mL)	80,36a	87,18a	73,00a	81,15a	75,85a	84,90a	80,74a	77,59a
$T_4:T_3$	49,14a	53,49a	53,42a	50,88a	46,81a	54,42a	52,39a	49,17a
	Estádio de lactação							
		0*	1	2	3			
T_4		85,26a	65,96b	82,62a	87,30a			
$T_4:T_3$		54,30a	41,66b	53,69a	49,57ab			

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

* 0, 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, às vacas não lactantes, nos terços inicial, médio e final da lactação.

Quanto ao efeito mês de coleta de sangue, os valores de T_4 e de $T_4:T_3$ foram maiores em abril (30,0°C e 1,88 kPa) e março (28,0°C e 2,24 kPa), e menores em julho (23,0°C e 1,54 kPa) que não diferiu de maio, junho, agosto, setembro e outubro (Tabela 3). Diferenças entre meses de coleta de sangue eram esperadas, pois mudanças climáticas podem ocorrer de um mês para outro. Esses resultados concordam com os de Magdub, Johnson e Belyea (1982) que, ao observarem vacas da raça Holandesa em lactação sob efeitos do estresse de calor, verificaram

concentrações de T_4 e T_3 menores em temperatura ambiente elevada que em termoneutralidade. Igualmente Johnson e outros (1988) avaliaram vacas em lactação submetidas à alta temperatura (32°C) e relataram que a exposição ao calor reduziu a concentração de T_4 e T_3 que recuperou seus valores quando os animais retornaram à condição de conforto térmico. O presente estudo também concorda com os de Thompson (1973); Nascimento, Vieira e Silva (2006) e Morais e outros (2008).

Tabela 3. Valores médios de tiroxina (T_4) e da proporção $T_4:T_3$ segundo o mês de coleta de sangue em vacas Guzerá em Uberlândia, MG, Brasil.

Meses	T_4 (ng/mL)	$T_4:T_3$
Jan	83,96cd	56,30bcd
Mar	114,52ab	51,66bcde
Abr	121,35a	81,07a
Mai	77,24cde	45,16cdef
Jun	67,96de	46,71cdef
Jul	55,66e	33,89f
Ago	66,79de	39,01ef
Set	68,21de	43,48def
Out	70,54de	48,52cdef
Nov	95,75bc	65,51b
Dez	81,25cd	58,67bc

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Em contrapartida, Vanjonack e Johnson (1975) não verificaram diferença nos valores de T_4 quando vacas da raça Holandesa foram expostas a temperatura de 30°C por 18 horas, verificação corroborada por Tiirats (1997), que não observou diferença nos valores de T_4 e T_3 no inverno e no verão em vacas da raça Holandesa. No entanto, Yousef, Kibler e Johnson (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 estava envolvida; entretanto, após 60 horas de exposição a 38°C a mesma diminuiu, sugerindo que neste período esta é importante na aclimação.

Dentro da 1^a a 6^a ordens de lactação os valores de T_3 não variaram significativamente em função do estágio de lactação (Tabela 4). Vacas de 7^a lactação apresentaram valores de T_3 maiores no terço final da lactação e não diferiram do terço médio. Adicionalmente, apresentaram valores de T_3 menores quando

não lactantes e, no terço inicial da lactação, não diferindo de animais no terço médio. Em vacas de 8^a lactação os valores de T₃ foram maiores no terço final e diferiram dos valores de T₃ de vacas não lactantes e, nos terços inicial e médio da lactação. Quando fixou-se o estágio de lactação verificou-se que vacas não lactantes e nos terços inicial e médio de

lactação, os valores de T₃ não variaram significativamente em função da ordem de lactação, enquanto que vacas no terço final da lactação, a ordem de lactação que apresentou maior média de T₃ foi a 8^a, sendo a 1^a, 4^a, 5^a e 6^a aquelas que apresentaram menores médias.

Tabela 4. Valores médios de triiodotironina (T₃) conforme estágio e ordem de lactação em vacas Guzerá em Uberlândia, MG, Brasil.

Ordem de Lactação	T ₃ (ng/mL)				Média
	Estádio de lactação				
	0*	1	2	3	
1 ^a	1,67aA	-	1,65aA	1,73bA	1,68
2 ^a	1,65aA	1,80aA	1,58aA	1,82abA	1,67
3 ^a	-	1,40aA	1,35aA	-	1,38
4 ^a	1,60aA	1,71aA	1,75aA	1,68bA	1,66
5 ^a	1,68aA	1,49aA	1,84aA	1,54bA	1,66
6 ^a	1,58aA	1,71aA	1,61aA	1,61bA	1,61
7 ^a	1,44aB	1,54aB	1,63aAB	2,12abA	1,63
8 ^a	1,59aB	1,50aB	1,49aB	2,68aA	1,61
Média	1,61	1,62	1,61	1,80	

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

* 0, 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, às vacas não lactantes, nos terços inicial, médio e final da lactação.

Somente em agosto os valores de T₃ variaram significativamente em função do estágio de lactação (Tabela 5), sendo maiores em vacas no terço final e não diferiram de vacas não lactantes e no terço médio. Valores menores foram observados em vacas no início da lactação, mas não diferiram de vacas não lactantes e no terço médio da lactação. Fixando-se estágio de lactação observou-se que para vacas não lactantes e nos terços inicial e médio da lactação, março apresentou valores de T₃ maiores, com temperatura do ar

no dia da coleta de sangue de 28°C e pressão parcial de vapor de 2,24kPa. Vacas não lactantes e no terço inicial da lactação apresentaram menores valores de T₃ de abril a dezembro e em janeiro. No terço médio da lactação, valores de T₃ menores ocorreram em janeiro, de abril a agosto, e de outubro a dezembro. Já no terço final da lactação não houve diferença significativa para mês de coleta de sangue.

Tabela 5. Valores médios de triiodotironina (T_3) conforme estágio de lactação e mês de coleta de sangue em vacas Guzera em Uberlândia, MG, Brasil.

Meses	T_3 (ng/mL)				Média
	0*	1	2	3	
Jan	1,62bA	1,90bA	1,50bcA	1,46aA	1,54
Mar	2,21aA	2,70aA	2,28aA	2,38aA	2,34
Abr	1,55bA	1,32bA	1,47bcA	1,55aA	1,52
Mai	1,69bA	1,79abA	1,73abcA	1,77aA	1,72
Jun	1,47bA	1,34bA	1,44cA	1,43aA	1,45
Jul	1,69bA	1,79abA	1,60bcA	1,57aA	1,67
Ago	1,69bAB	1,47bB	1,81abcAB	2,03aA	1,74
Set	1,52bA	1,57bA	2,10abA	1,64aA	1,65
Out	1,54bA	1,43bA	1,39cA	1,65aA	1,48
Nov	1,39bA	1,55bA	1,56bcA	1,44aA	1,48
Dez	1,40bA	1,32bA	1,37cA	1,37aA	1,38
Média	1,61	1,62	1,61	1,80	

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

* 0, 1, 2, e 3 correspondem, respectivamente, às vacas não lactantes, nos terços inicial, médio e final da lactação.

CONCLUSÃO

Vacas da raça Guzera, no terço inicial de lactação, apresentam redução na concentração de T_4 que é reflexo da grande demanda pela glândula mamária. A ordem de lactação não influencia os valores de T_4 e de T_3 . O mês de coleta de sangue influencia os valores de T_4 e para T_3 o efeito do mês de coleta é dependente do estágio de lactação.

EFFECT IN MONTH FOR COLLECTION OF BLOOD, PARITY AND STAGE OF LACTATION ON THYROID HORMONES IN GUZERAT COWS

ABSTRACT

Thyroid hormones are important metabolic modulators, influence the growth and development of the mammary gland and participate in the regulation of milk production. The objective was to investigate the effects of month of blood collection, parity and stage of lactation on thyroxine (T_4) and 3,

5, 3' triiodothyronine (T_3) concentration in 31 Guzerat cows, in Uberlândia, MG, Brazil. The hormonal dosages were made from blood samples collected monthly, during eleven months. Cows in first third lactation had T_4 concentration lower than the non-lactating and cows in middle and final thirds of lactation. The month of blood collection influenced the T_4 concentration; the highest concentration was detected in April and lowest in July. In animals at the 1st to 6th parity, T_3 concentration did not vary according to the stage of lactation, while at the 7th and 8th parity, the T_3 concentration were higher at final third of lactation, and lower at initial third of lactation and in non-lactating cows. Non-lactating cows and cows at the initial and middle thirds of lactation presented the highest T_3 concentration in March. Non-lactating cows and cows at the initial third of lactation had lower T_3 concentration in January and April to December. Cows in middle thirds lactation had lower T_3 values in June, October and December. The lowest concentration of T_4 occurs in Guzerat cows, in the first third of lactation, which reflects the great demand of the mammary gland. The order of lactation did

not influence the values of T_4 and T_3 . The month of collection influence the values of T_4 and T_3 for the month of collection is dependent on the stage of lactation.

Key words: Dairy cattle. Thyroxine. Triiodothyronine. Zebu.

REFERÊNCIAS

- CAMPOS, R.; GONZÁLEZ, F. H. D.; COLDEBELLA, A.; LACERDA, L. A. Indicadores do controle endócrino em vacas leiteiras de alta produção e sua relação com a produção de leite. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v.33, n.2, p. 147-153, 2005.
- CAVESTANY, D.; KULCSA, M.; CRESPI, D.; CHILLIARD, Y.; LA MANNA, A.; BALOGH, O.; KERESZTES, M.; DELAUAUD, C.; HUSZENICZA, G.; MEIKLE, A. Effect of prepartum energetic supplementation on productive and reproductive characteristics, and metabolic and hormonal profiles in dairy cows under grazing conditions. **Reproduction in Domestic Animals**, Berlin, v. 44, p. 663–671, 2009.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.01044.x>
- COBUCCI, J. A.; EUCLYDES R. F.; VERNEQUE R. S.; TEODORO, R. L.; LOPES, P. S.; SILVA, M. A. Curva de lactação na raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1332-1339, 2000.
- DÍEZ MONFORTE, C. L.; FERNANDEZ C.; ABAD GAVIN, M. Hormonas tiroideas en ganado vacuno de aptitud lechera: relación con la actividad reproductiva. **Archives de Zootecnia**, Córdoba, v. 42, p. 435-440, 1993.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6. p.1039-1042. 2011.
- GUEORGUIEV, I. P. Thyroxine and triiodothyronine concentrations during lactation in dairy cows. **Annales de Zootechnie**, Versailles, v. 48, p. 477-480, 1999.
<http://dx.doi.org/10.1051/animres:19990607>
- JOHNSON, H.; KATTI, P. S.; HAHN, L.; SHANKLI, 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. 30p. (**Research Bulletin**, 1061), 1988.
- KÖPPEN, W. **Climatologia**: con um estudo de los climas de la tierra. México: Fundo de Cultura Econômica, 1948.
- MAGDUB, A. B.; 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, p. 2323-2331, 1982.
[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82504-6](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82504-6)
- MAGDUB, A. B.; JOHNSON, H. D. Estimation of thyroid function in regard to milk production by measures of plasma thyroxine and thyroxine turnover. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 60 (Suppl.1), p.106, 1977.
- MEIKLE, A.; CRESPI, D.; CHILLIARD, Y.; LA MANNA, A.; BALOGH, O.; KERESZTES, M.; DELAUAUD, C.; HUSZENICZA, G.; CAVESTANY, D. Suplementación energética preparto sobre perfíles endocrinos y longitud del anestro posparto en vacas lecheras. In: JORNADA TÉCNICA DE LECHERÍA, 2006, Flórida. **Anais...** Flórida, 2006. p. 17-18.
<http://dx.doi.org/10.1530/rep.1.00080>
- MEIKLE, A.; KULCSAR, M.; CHILLIARD, Y.; FEBEL, H.; DELAUAUD, C.; CAVESTANY, D.; CHILIBROSTE, P. Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. **Reproduction**, Cambridge, v. 27, p. 727-737, 2004.
- 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.

MUCARI, T. B.; OLIVEIRA, J. A. Análise genético-quantitativa de pesos aos 8, 12, 18 e 24 meses de idade em um rebanho da raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, p. 1604-1613, 2003.

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, p. 55-60, 2006.

<http://dx.doi.org/10.5380/avs.v11i2.6786>

NIXON, D. A.; AKASHA, M. A.; ANDERSON, R. R. Free and total thyroid hormones in serum of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, p. 1152-1160, 1988.

[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79669-1](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79669-1)

REFSAL, K. R.; NACHREINER, R. F.; ANDERSON, C. R. Relationship of season, herd, lactation, age, and pregnancy with serum thyroxine and triiodothyronine in Holstein cows. **Domestic Animal Endocrinology**, Stoneham, v. 1, p. 225-234, 1984.

[http://dx.doi.org/10.1016/0739-7240\(84\)90003-1](http://dx.doi.org/10.1016/0739-7240(84)90003-1)

SILVA, R. G. Mecanismos de transferência de energia térmica. In: _____. **Introdução à Bioclimatologia Animal**. São Paulo: Nobel, 2000. cap. 1, p. 35-75.

SILVA, V. J. da. **Desempenho de modelos de estimativa da radiação solar na região do Triângulo Mineiro**. 2012. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Instituto de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

SILVA, E. M.; ASSUNÇÃO, W. L. O clima na cidade de Uberlândia - MG. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 12, p. 91-107, 2004.

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**, Viçosa, v. 34, p. 2064-2073, 2005.

THOMPSON, G. E. Review of the progress of dairy science climatic physiology of cattle. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v. 40,

p. 441-450, 1973.

<http://dx.doi.org/10.1017/S0022029900014813>

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**, Copenhagen, v. 38, p. 339-348, 1997.

TUCKER, H. A. Lactation and its hormonal control. In: KNOBIL, E.; NEILL, J., EWING, L.; MARKERT, C.; GREENWALD, G.; PFAFF, D. D. (Ed.). **The Physiology of Reproduction**. New York: Raven press, 1988. p. 2235.

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, p. 507-511, 1975.

[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(75\)84598-X](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(75)84598-X)

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. Brasília: INMET, 2001. 532p.

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**, Champaign, v. 26, p. 142-148, 1967.

YOUSEF, M. K. **Stress physiology in livestock**. Boca Raton: CRC Press, 1985.