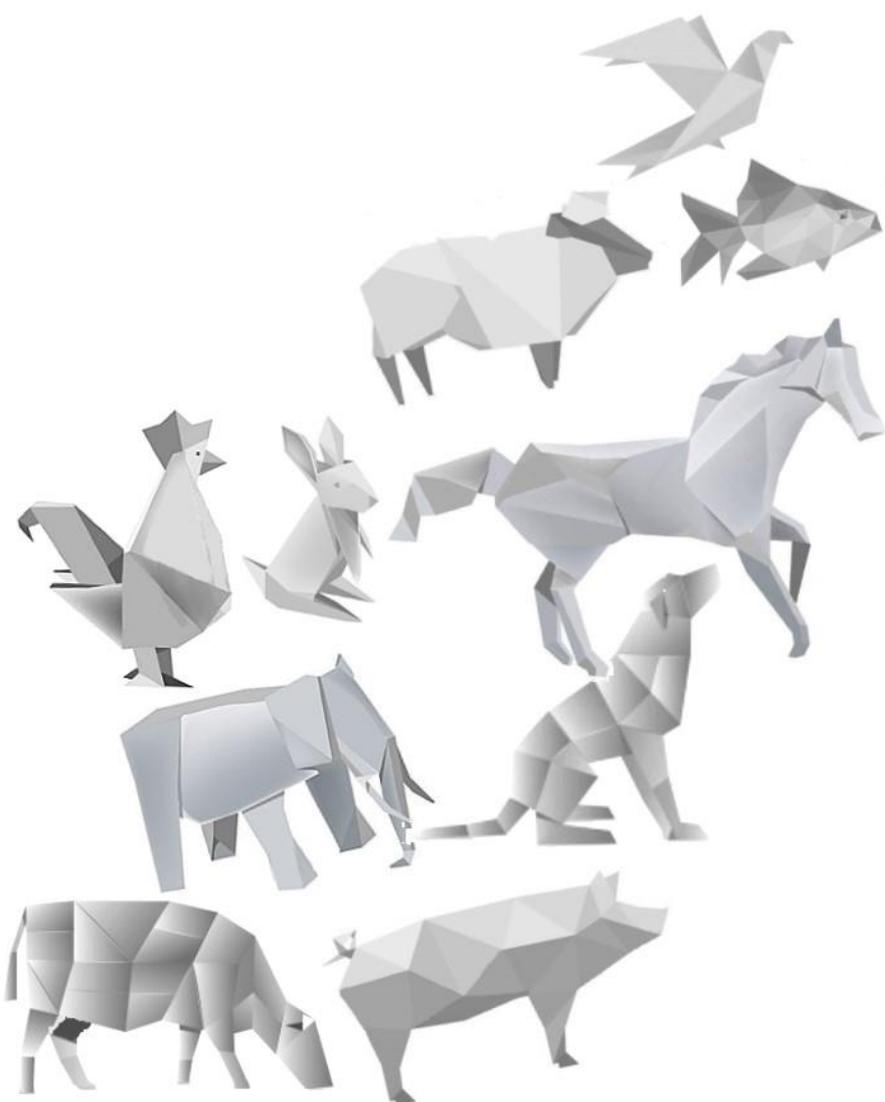


Ano III, Nº1 - 2018

ISSN: 0872 - 7098

# Revista Portuguesa de Zootecnia



Associação Portuguesa de Engenharia Zootécnica



## Ficha Técnica

### Director:

Divanildo Outor Monteiro

### Editor:

Ana Sofia Santos

### Editor adjunto:

Mariana Almeida

### Propriedade:

Associação Portuguesa de Engenharia  
Zootécnica (APEZ)

Apartado 60, 5001-909 Vila Real

### Composição e Montagem:

Telma G. Pinto

### Design Gráfico:

Mariana Almeida e Telma G. Pinto

### Contactos:

Apartado 60,  
5001-909 Vila Real

rpz@apez.pt

912 239 527



A publicação deste número foi possível graças ao apoio da Comissão Científica do XX ZOOTECH – 20º Congresso Nacional de Zootecnia.

## VARIAÇÕES FISIOLÓGICAS FACE À ACLIMATAÇÃO SAZONAL – ESTUDO EM VACAS LEITEIRAS COM DIFERENTE POTENCIAL LEITEIRO

Silva<sup>1</sup>, F., Pinheiro<sup>1,2</sup>, C., Cachucho<sup>1</sup>, L., Matos<sup>1</sup>, C., Geraldo<sup>1</sup>, A., Lamy<sup>1</sup>, E., Capela e  
Silva<sup>1,3</sup>, F., Infante<sup>4</sup>, P., & Pereira<sup>1,2</sup>, A.

<sup>1</sup>Instituto de Ciência Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Universidade de Évora,  
Núcleo da Mitra, apartado 94 7006-554. flaviodags@gmail.com

<sup>2</sup>Departamento de Zootecnia, Universidade de Évora, Largo dos Colegiais 2, 7000 Évora

<sup>3</sup>Departamento de Biologia, Universidade de Évora, Largo dos Colegiais 2, 7000 Évora

<sup>4</sup>Universidade de Évora, Centro de Investigação em Matemática e Aplicações, Évora

### INTRODUÇÃO

As alterações climáticas estão identificadas como uma das maiores ameaças ambientais, sociais e económicas para o planeta. O aumento de eventos climáticos extremos, como secas prolongadas, temperaturas extremas ou períodos com precipitação intensa e prolongada têm efeitos nos sistemas de produção animal (Avendaño-Reyes, 2012). Sabe-se que temperaturas elevadas afetam o bem-estar e o desempenho dos animais, pois provocam sérias alterações nas suas funções biológicas, como a diminuição na ingestão de matéria seca, na eficiência de utilização dos nutrientes e alterações metabólicas e hormonais (Marai *et al.*, 2007). Nos bovinos leiteiros, estas mudanças culminam na redução da fertilidade, na diminuição da produção leiteira e da qualidade do leite, bem como na diminuição da resposta do sistema imunológico (Avendaño-Reyes, 2012). Segundo Kadzere *et al.* (2002), o progresso genético refletir-se-á em animais cada vez mais produtivos, uma vez que a seleção, em grande parte, tem vindo a ser efetuada pela quantidade de leite e não pela adaptabilidade às condições ambientais. Assim, as vacas de alta produção converteram-se em animais extremamente sensíveis a ambientes quentes (Cerqueira, 2013; Bernabucci *et al.*, 2014). Quando expostos a um stresse térmico por calor prolongado, as vacas tendem a aclimatarem-se por forma a reajustarem a sua fisiologia para a menor aquisição de calor e à maior perda de calor (Horowitz, 2001), com

efeitos negativos na produtividade do animal (Bernabucci *et al.*, 2010). O objetivo deste estudo foi estudar o processo de aclimação sazonal em vacas leiteira com distintos potenciais leiteiros. Pretendeu-se avaliar as respostas de vacas leiteiras de alto e baixo potencial leiteiro, aclimatadas ao Verão e ao Inverno, relativamente aos parâmetros composição do leite, temperatura retal, frequência respiratória, hemograma e triiodotironina.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram recolhidos numa exploração de bovinos leiteiros no Alentejo. O estábulo conferia sombra permanentemente aos animais em lactação. De um grupo de cerca de 150 fêmeas de raça Holstein-Friesian, foram selecionadas 13 vacas não primíparas (6 de baixa (BP) e 7 de alta (AP) produção leiteira;  $BP < 9000 \text{ kg} \leq AP$ ), com base nas lactações corrigidas aos 305 dias, e de acordo com critérios de homogeneidade entre grupos, nomeadamente: idade, número de lactações e dias de lactação. O ensaio decorreu entre agosto de 2014 a fevereiro de 2015, dividido em dois períodos: P1 - animais aclimatados às condições de Verão submetidos a temperaturas que indiciam stress térmico; P2 - animais aclimatados às condições de inverno submetidos a temperaturas que indiciam termoneutralidade. Em P1 e P2 foram registadas temperaturas de globo negro (TGN) ao sol e à sombra, frequências respiratórias (FR) e a temperaturas retais (TR) às 08:00h, 13:00h e às 18:00h. Em P1 e P2 registaram-se as produções de leite e recolheram-se amostras de ambas as ordenhas para análise da lactose, proteína, gordura, ureia,  $\beta$ -hidroxibutirato (BHB) e contagem de células somáticas (CCS). Nos dois períodos foram recolhidas amostras de sangue por venopunção da veia coccígea, para determinação do hemograma e da triiodotironina ( $T_3$ ). Os dados da composição leiteira, o hemograma e a  $T_3$  foram analisados com um modelo linear misto com o Período (P1, P2) e o Nível de Produção (AP e BP) como fatores fixos e com os Animais como fator aleatório. Neste modelo foram incluídos os dias de lactação, representados pela covariável DIM de forma a testar se as diferenças entre períodos foram influenciadas pela fase da lactação. A TR e a FR foram analisadas de acordo com um modelo linear, com Período (P1, P2) e o Nível de Produção (AP e BP) como fatores fixos e com os Animais como fator aleatório.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A TGN ao sol foi significativamente superior à TGN à sombra no P1 e no P2 e ambas significativamente superiores no P1 (Figura 1.). No P1, a TGN ao sol atingiu valores médios de  $35,71 \pm 4,61^{\circ}\text{C}$  e de  $23,88 \pm 2,05^{\circ}\text{C}$  à sombra. A diferença de  $11,83^{\circ}\text{C}$ , reflete a grande influência da sombra na redução da carga térmica radiante e no bem-estar dos animais, uma vez que a temperatura crítica superior dos bovinos leiteiros tende a variar entre os  $25\text{-}26^{\circ}\text{C}$  (Berman *et al.*, 1985).

No P1 as FR e TR foram significativamente superiores às registadas no P2, tanto nas medições da manhã como nas da tarde ( $P < 0,0001$ ). Não foram registadas diferenças significativas entre as AP e as BP em nenhum dos períodos. No P1, nas medições realizadas nas horas de TGN mais elevada (13h e 18h) foram registados, em ambos os grupos, valores superiores a 60 movimentos por minuto, que indiciam um esforço fisiológico para perder calor evaporativo e assim a presença de stresse térmico (Garcia *et al.*, 2015). Apesar dos valores médios de TR apresentarem acréscimos moderados, foram registados, nas AP, valores individuais superiores a  $39,2^{\circ}\text{C}$ , que indicam moderados armazenamentos de calor (Garcia *et al.*, 2015). As perdas de calor latente, via polipneia (FR) e sudação terão contribuído para limitar a tendência para a hipertermia, possibilitando maior estabilidade da TR.

No P1 e P2 as AP tiveram uma produção de leite significativamente superior às BP ( $P = 0,0013$ ). Salientando-se que no P1, a diferença entre os grupos de produção foi inferior à diferença no P2 (17,90 e 22,30%, respetivamente). Estes resultados em P1 sugerem uma maior aproximação da produção de leite entre AP e BP, especialmente se tivermos em conta que a diferença entre a média produtiva aos 305 dias de lactação entre ambos os grupos foi de 29,6%. Na literatura é comumente referido um pior desempenho produtivo nos meses de temperatura ambiental elevada e que esse declínio é mais acentuado nas vacas de maior produção leiteira (Berman, 1968; West, 2003; Avendaño-Reyes, 2012). Os resultados referentes à composição leiteira encontram-se no Quadro 1. Relativamente ao teor em lactose, proteína e gordura, ao BHB e à CCS não se verificaram diferenças significativas entre AP e BP. Porém em P1, verificaram-se níveis significativamente superiores de ureia no leite nas AP, comparativamente às BP ( $P = 0,0286$ ). Outros estudos referem também o aumento dos níveis de ureia, no leite e no sangue, em condições de stresse térmico (Cowley *et al.*, 2015; Tian *et al.*, 2015). Tian *et al.* (2015), constatou em vacas a meio da lactação, que o stresse térmico tende a provocar uma repartição do azoto

destinado à produção de proteínas do leite para a formação de ureia. Parece existir também um aumento da mobilização de aminoácidos do músculo esquelético e a sua metabolização em ureia, no interior das células da glândula mamária, ao invés da formação de proteína (Tian *et al.* 2016), provocando assim um aumento dos valores de ureia e uma diminuição da proteína. Este mecanismo pode ocorrer objetivando colmatar a diminuição da concentração de glicose no sangue durante o stresse térmico (Koubková *et al.*, 2002). De acordo com Garcia *et al.* (2015), além da influência dos fatores nutricionais, a ureia é também um bom indicador de desidratação. Em todo o caso, em nenhum destes trabalhos foi testado o nível de produção.

No P1, os valores de proteína registados foram significativamente inferiores aos do P2 ( $P < 0,0001$ ), os quais foram bastante inferiores aos mínimos pedidos na valorização do leite de vaca 3,60% (Burrington e Agarwal, 2013). Estes resultados reforçam o referido anteriormente e podem ser justificados pela menor ingestão de alimento (especialmente em vacas de alta produção), contribuindo para uma menor disponibilidade de aminoácidos para a glândula mamária (Salama *et al.*, 2014). Ainda assim é importante salientar que apesar dos valores de proteína serem igualmente baixos nos dois grupos, os valores superiores de ureia foram apenas superiores nas AP. Portanto, é lícito supor que as elevadas temperaturas induzem uma alteração mais marcada no metabolismo azotado das vacas leiteiras de maior produção. Relativamente à gordura, os valores obtidos no P1 foram também bastante baixos, comparativamente aos 3,70% desejados na indústria leiteira (Burrington e Agarwal, 2013). É comum a diminuição deste parâmetro nos meses de verão, ainda assim, os valores obtidos são inferiores aos registados noutros trabalhos (Noro *et al.*, 2006; Bertocchi *et al.*, 2014). Uma possível explicação passa pelo comportamento alimentar, pois os animais em stresse térmico evitam alimentos mais calorigénicos, como os alimentos grosseiros, e consomem os alimentos mais concentrados, desencadeando uma redução do pH ruminal o que conduz a um menor teor butiroso no leite. A prolongada polipneia e a alteração do equilíbrio ácido base contribuem também para acentuar a diminuição do teor butirosos no leite. Verificou-se uma concentração de lactose superior no P1 em comparação com o P2 ( $P = 0,0002$ ). Porém, em condições de stresse térmico agudo é comum verificar-se uma inibição da síntese da lactose (Avendaño-Reyes, 2012), o que não ocorreu neste estudo em condições de stress térmico prolongado. A covariável DIM foi significativa a 10% ( $P = 0,0699$ ), o que pode justificar os resultados obtidos nos valores da lactose, uma vez que com o

decorrer da lactação, os valores de lactose diminuem, conjuntamente com a quantidade de leite produzida.

O hemograma permitiu identificar algumas respostas fisiológicas face às variações do ambiente térmico. Observou-se uma percentagem inferior no hematócrito no P1, aumentando significativamente em P2 em ambos os grupos de produção (P1-23,80±9,39; P2-30,70±5,00 %;  $P < 0,0001$ ; Quadro 2.), embora sem diferenças significativas entre AP e BP. No P1, os valores de hematócrito registados encontraram-se abaixo do normal fisiológico, possivelmente devido a uma hemodiluição provocada pela maior ingestão de água, um comportamento adaptativo, necessário para fazer face à termólise latente, que foi também significativamente superior no P1 (Pereira *et al.*, 2008; Ikuta *et al.*, 2010). Estes resultados, em conjunto com os da FR e TR, sugerem que, independentemente do nível de produção, as vacas leiteiras exibem os mesmos mecanismos adaptativos, embora com diferentes magnitudes, de acordo com a produção de calor e a capacidade intrínseca de perder calor pela via evaporativa. Os valores de  $T_3$  (ng/dL) foram significativamente superiores em P2 ( $P < 0,0001$ ) (P1-142,00±13,77; P2-170,69±17,78;). As AP apresentaram valores de  $T_3$  significativamente inferiores ( $P < 0,0001$ ) às BP no P1 (AP-133,33±8,14; BP-152,40±11,97). Este resultado deve-se a uma aclimação mais acentuada nas AP, uma vez que, serão as vacas de maior produtividade que apresentam maior produção de calor metabólico, e conseqüentemente aquelas que necessitam de diminuir mais acentuadamente a sua taxa metabólica. Os resultados estão de acordo com outros trabalhos desenvolvidos em condições de stress térmico, onde se verifica uma redução de concentração plasmática das hormonas da tiroide (Silanikove, 2000; Pereira, 2008). No P2, com as vacas em termoneutralidade, seria expectável observar valores de  $T_3$  significativamente superiores nas AP, o que não ocorreu neste ensaio (AP-146,50±7,64; BP-170,40±12,29). É possível que a fase da lactação, com menores produções em ambos os grupos possa ter contribuído para os resultados observados, além da influência compensatória da  $T_4$ , e GH.

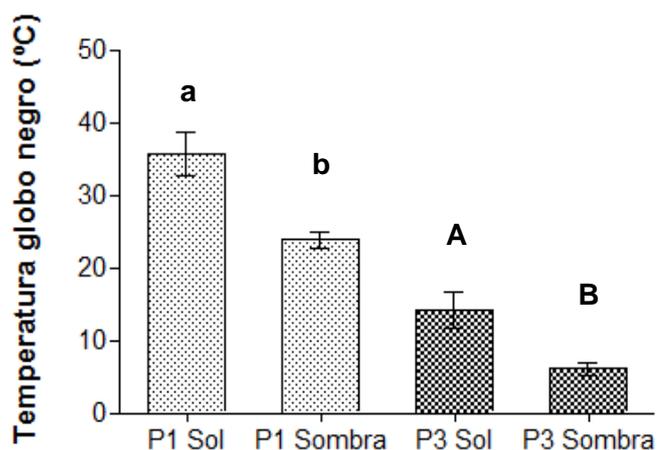
Os resultados obtidos demonstraram que em condições de stress térmico as AP desencadearam respostas termolíticas mais evidentes e armazenamentos de calor superiores, evidenciando decréscimos mais acentuados na produção de leite. Além da maior diminuição da taxa metabólica, constataram-se ainda alterações mais acentuadas no metabolismo azotado. Em climas sazonais, o conceito de adaptabilidade das vacas leiteiras ao stress térmico por calor é menos relevante, devendo dar-se uma maior ênfase

à maior plasticidade fisiológica inerente ao processo de aclimação. Assim, este estudo salienta a importância da melhor compreensão entre a produtividade leiteira e os mecanismos de aclimação sazonal englobando a componente, celular e endócrina.

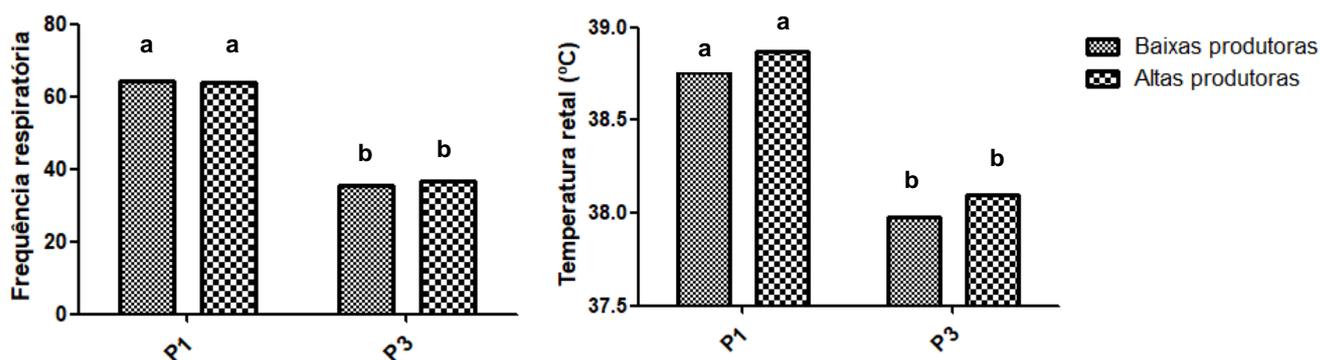
## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avendaño-Reyes, L (2012). In: Chaiyabutr, N (ed.). Capítulo 9. InTech, pp. 165–184.
- Bernabucci, U, Biffani, S, Buggiotti, L, Vitali, A, Lacetera, N, Nardone, A (2014). *ADSA*, 97, 471-486.
- Bernabucci, U, Lacetera, N, Baumgard, LH, Rhoads, RP, Ronchi, B e Nardone, A (2010). *Animal*, 4 (7), pp.1167–1183.
- Berman, A (1968). *Aust. J. Agr. Res.*, 19, 181-189.
- Berman, A, Folman, Y, Kaim, M, Mamen, M, Herz, Z, Wolfenson, D, Arieli, A e Graber, Y (1985). *J. Dai. Sci.*, 68 (6), 1488–1495.
- Bertocchi, L, Vitali, A, Lacetera, N, Nardone, A, Varisco, G e Bernabucci, U 2014. *Animal*, 8 (4), 1–8.
- Burrington, KJ e Agarwal, S (2013). *Dairy Export Council*, 8 pp.
- Cerqueira, J (2013). Tese de Doutoramento. Universidade do Porto, Ins. de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Porto. 343 pp.
- Cowley, FC, Barber, DG, Houlihan, AV, Poppi, DP (2015). *J. Dai. Sci.*, 98 (4), 2356-2368.
- Garcia, AB, Angeli, N, Machado, L, Cardoso, FC e Gonzalez, F (2015). *Tro. Ani. Hea. Pro.* 47 (5), 889–894.
- Horowitz, M (2001). *J. The. Bio.*, 26 (4-5), 357–363.
- Ikuta, K, Okada, K, Sato, S e Yasuda, J (2010). *Jap. J. Lar. Ani. Cli.*, 1 (4), 190–196.
- Joshi, BC, McDowell, RE e Sadhu, DP (1968). *J. Dai. Sci.*, 51, 905–909.
- Kadzere, CT, Murphy, MR, Silanikove, N e Maltz, E (2002). *Liv. Pro. Sci.*, 77, 59–91.
- Koubková, M, Knížková, I, Kunc, P, Härtlová, H, Flusser, J e Doležal, O (2002). *Cze. J. Ani. Sci.*, 47 (8), 309–318.
- Marai, IFM, El-Darawany, AA, Fadiel, A e Abdel-Hafez, MAM (2007). *Sma. Rum. Res.* 71, 1-12.
- Noro, G, González, FHD, Campos, R e Dürr, JW (2006). *R. Bra. Zoo.*, 35 (3), 1129–1135.
- Pereira, AMF, Baccari, F, Titto, EAL e Almeida, JAA (2008). *Int. J. Bio.*, 52 (3), 199–208.
- Salama, AAK., Caja, G, Hamzaoui, S, Badaoui, B, Castro-Costa, A, Façanha, DAE, Guilhermino, MM, Bozzi, R (2014). *Sma. Rum. Res.*, 121 (1), 73–79.
- Silanikove, N (2000). *Liv. Prod. Sci.*, 67, 1–18.
- Tian, H, Wang, W, Zheng, N, Cheng, J, Li, S, Zhang, Y e Wang, J (2015). *J. Pro.*, 125, 17–28.
- Tian, H, Wang, W, Zheng, N, Cheng, J, Li, S, Zhang, Y e Wang, J (2016). *Sci. Rep.* 6:24208.10pp.
- West, JW (2003). *J. Dai. Sci.*, 86 (6), 2131–2144.

**Agradecimentos:** Este trabalho foi financiado por Fundos FEDER através do Programa Operacional Factores de Competitividade - COMPETE e por Fundos Nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito dos Projetos Estratégicos PEst-C/AGR/UI0115/2011, PEst-OE/AGR/UI0115/2014 e do Programa Operacional Regional do Alentejo (InAlentejo), Operação ALENT-07-0262-FEDER-001871/ Laboratório de Biotecnologia Aplicada e Tecnologias Agro-ambientais.



**Figura 1.** Valores da temperatura de globo negro registada ao sol e à sombra, nos períodos 1 e 2 (média e erro padrão). As letras significam as diferenças significativas observadas entre períodos (minúscula para P1 e maiúsculas para P2), para  $P < 0,05$ .



**Figuras 2 e 3.** Valores médios de frequência respiratória (movimentos por minuto) e de temperatura retal, em função do período (P1- Período 1; P2- Período 3) e do nível de produção (Altas Produtoras; Baixas Produtoras). Índices superiores minúsculos diferentes nas células indicam diferenças significativas ( $P < 0,0001$ ) entre os períodos.

**Quadro 3.** Médias marginais e desvios padrões das variáveis analisadas na composição do leite em função do período (P1- Período 1, verão; P2- Período 3, inverno) e do nível de produção (AP- Altas Produtoras; BP- Baixas Produtoras).

	P1-AP	P1-BP	P2-AP	P2-BP
<b>LACTOSE (%)</b>	4,94±0,12 <sup>a</sup>	4,95±0,17 <sup>a</sup>	4,90±0,65 <sup>b</sup>	4,86±0,20 <sup>b</sup>
<b>PROTEÍNA (%)</b>	2,93±0,19 <sup>a</sup>	3,02±0,26 <sup>a</sup>	3,68±0,34 <sup>b</sup>	3,71±0,24 <sup>b</sup>
<b>GORDURA (%)</b>	2,54±0,81 <sup>a</sup>	2,50±0,70 <sup>a</sup>	3,830,58 <sup>b</sup>	3,74±0,95 <sup>b</sup>
<b>BHB (MMOL/L)</b>	0,0052±0,010	0,0008±0,002	0,0111±0,087	0,0013±0,003
<b>CCS (X10<sup>3</sup>/ML)</b>	145,25±278,81	203,81±193,30	75,39±33,62	195,29±156,50
<b>UREIA (MG/KG)</b>	293,62±35,97 <sup>a</sup>	253,69±33,81 <sup>b</sup>	254,21±57,94 <sup>ab</sup>	266,21±35,87 <sup>ab</sup>

Índices superiores minúsculos diferentes nas células indicam diferenças significativas (P<0,05) entre os fatores. BHB – β-hidroxibutirato; CCS – Contagem de Células Somáticas.

**Quadro 2.** Médias marginais e desvios padrões das variáveis hemograma (He.) e triiodotironina (T<sub>3</sub>), em função do período (P1- Período 1; P2 – Período 2) e do nível de produção (AP- Altas Produtoras; BP- Baixas Produtoras).

	P1		P2	
	AP	BP	AP	BP
<b>HE. (%)</b>	22,92±9,37 <sup>a</sup>	25,27±10,49 <sup>a</sup>	30,80±6,34 <sup>b</sup>	30,56±1,48 <sup>b</sup>
<b>T<sub>3</sub> (NG/DL)</b>	133,33±8,14 <sup>a</sup>	152,40±11,97 <sup>b</sup>	160,32±13,18 <sup>c</sup>	186,25±13,72 <sup>c</sup>

Índices superiores minúsculos diferentes nas células indicam diferenças significativas (P<0,0001) entre os fatores.

## **PHYSIOLOGICAL VARIATIONS IN THE SEASONAL ACCLIMATISATION PROCESS – STUDY IN DAIRY COWS WITH DIFFERENT MILK YIELD POTENCIAL**

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the acclimatisation process of cows with different milk yield potential during summer and winter periods. 13 Holstein-Friesian cows were chosen from a dairy farm in Alentejo, 7 of those with high milk yield potential (HMP) and 6 with low milk yield potential (LMP). All cows were evaluated during summer (P1: heat stress) and winter (P2: thermoneutrality) in respiratory frequency (RF), and rectal temperature (RT) as well as milk and blood parameters. RF and RT values were significantly higher in P1 ( $64.13 \pm 12.78$  mov./min.;  $38.82 \pm 0.68$  °C) than in P2 ( $36.13 \pm 7.67$  mov./min.;  $38.06 \pm 0.52$  °C), without differences between HMP and LMP. Haematocrit and triiodothyronine levels were significantly lower in P1 ( $23.80 \pm 9.39$  %;  $142.00 \pm 13.77$  ng/dL) than in P2 ( $30.70 \pm 5.00$  %;  $170.69 \pm 17.78$  ng/dL) for both groups. However, in P1, HMP cows presented triiodothyronine blood concentrations significantly lower than the LMP. Milk urea levels, in P1, were significantly higher in the HMP ( $293.62 \pm 35.97$  mg/kg) than in LMP ( $253.69 \pm 33.81$  mg/kg). These results showed that although HMP cows did not differ significantly in the first responses to heat (RF and RT) from LMP cows, with the acclimatisation process, they showed higher physiological modifications, decreasing the metabolism and changing nitrogen pathways.

**Keywords:** acclimatisation, cattle, heat stress