UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

WALLACE SOSTENE TAVARES DA SILVA

PLASTICIDADE FENOTÍPICA E INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DE CAPRINOS LEITEIROS EM AMBIENTE TEMPERADO

Phenotypic plasticity and productivity indicators of dairy goats in mild environmental

MOSSORÓ, RN – BRASIL
MARÇO DE 2020

WALLACE SOSTENE TAVARES DA SILVA

PLASTICIDADE FENOTÍPICA E INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DE CAPRINOS LEITEIROS EM AMBIENTE TEMPERADO

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, como exigência final para a obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Sanidade e Produção Animal

Orientador (a): Prof[a]. Dr[a]. Débora Andréa Evangelista Façanha

Coorientador: Prof. Dr. Luis Alberto Bermejo Asensio

MOSSORÓ, RN – BRASIL

MARÇO DE 2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

T586p Tavares da Silva, Wallace Sostene.

Plasticidade fenotípica e indicadores de produtividade de caprinos leiteiros em ambiente temperado / Wallace Sostene Tavares da Silva. - 2020.

112 f. : il.

Orientadora: Débora Andréa Evangelista Façanha. Coorientadora: Luis Alberto Bermejo Asensio.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, 2020.

1. adaptaçao. 2. recursos genéticos animais. 3. produçao de leite. 4. termorregulaçao. I. Evangelista Façanha, Débora Andréa, orient. II. Bermejo Asensio, Luis Alberto, co-orient. III. Título

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC´s) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

WALLACE SOSTENE TAVARES DA SILVA

PLASTICIDADE FENOTÍPICA E INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DE CAPRINOS LEITEIROS EM AMBIENTE TEMPERADO

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, como exigência final para a obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Sanidade e Produção Animal

Aprovada em 20 de março de 2020

BANCA EXAMINADORA

Débora Andréa Evangelista Façanha

Profª. Drª. Débora Andréa Evangelista Façanha – UFERSA
(Orientador Presidente)

José

Prof. Dr. José Ernandes Rufino de Sousa – UFERSA
(Segundo membro)

Firmado por BERMEJO ASENSIO LUIS ALBERTO - 43784686T el día 30/03/2020 con un certificado emitido por AC FNMT Usuarios

Prof. Dr. Luis Alberto Bermejo Asensio – ULL
(Terceiro membro)

Angela Maria de Vasconcelos

Prof. Drª Ângela Maria Vasconcelos – UVA
(Quarto membro)

Jacinara Hody Gurgel Morais Leite

Prof. Drª Jacinara Hody Gurgel Morais Leite – UFPB
(Quinto membro)

BIOGRAFIA DO AUTOR

WALLACE SOSTENE TAVARES DA SILVA ingressou na Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA em 2007.1 no curso de Zootecnia concluindo no ano de 2011.2. Durante o curso de graduação participou ativamente da formação do Núcleo Pró-Criar vinculado ao Laboratório de Fisiologia Adaptativa e Recursos Genéticos, do qual atua auxiliando no desenvolvimento de atividades em diversos temas de conhecimento em pequenos ruminantes, sobretudo na área de bioclimatologia animal. Mestre em Produção Animal pelo Programa de Produção Animal no convênio UFERSA/UFRN no ano de 2014.2 participou de um na Università Degli Studi di Firenze, Florença – Itália e na Universidad de La Laguna, Ilhas Canarias – Espanha do qual desenvolveu parte do seu projeto de dissertação. Atuou durante 1 ano como professor pelo Sistema Nacional de Aprendizagem Rural – SENAR – RN, ministrando cursos de capacitação para pequenos produtores rurais. No ano de 2016.1 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – PPGCA/UFERSA onde em seu primeiro ano de curso participou do Programa de Doutorado Sanduíche em parceria com Universidad de La Laguna, Tenerife – Espanha por um período de 1 ano. Desenvolveu seu projeto de Tese e participou de projetos com ênfase nos seguintes temas: programas de melhoramento genético de ovinos (carne) e caprinos (leite), adaptabilidade e políticas agrárias.

A mim, mesmo sob difíceis circunstâncias cheguei até aqui.

DEDICO

“Uma coisa que aprendi ao longo de minha vida: a nossa ciência, comparada à realidade, é primitiva e infantil – e, mesmo assim, é a coisa mais preciosa que temos”.

(Do livro: Albert Einstein: criador e rebelde, de 1972).

AGRADECIMENTOS

A Deus pela dádiva do conhecimento e capacidade de entender um pouco de sua criação.

A minha Mãe, que diante de suas limitações manteve-se sempre firme ao meu lado motivando-me a seguir em frente. A minha estimável e adorável avó, que se dedicou durante toda a sua vida a proporcionar-me o que sempre julgou de mais importante, o conhecimento.

A Profª. Drª. Débora Andréa Evangelista Façanha, que durante todo esse tempo de trabalho proporcionou não apenas conhecimento acadêmico, mas ensinamentos diários que foram vividos e aprendidos, assim como as oportunidades de crescimento profissional.

Ao Prof. Dr. Luis Alberto Bermejo Asensio que muito contribuiu para a realização desse trabalho e quem foi responsável durante minha estadia na ocasião em que estive na Espanha para realização do doutorado sanduiche. Foi uma grande satisfação trabalhar com o senhor, mesmo que por um curto tempo. Um grande mestre, grande profissional.

Ao Dr. Juan Capote e toda a sua equipe do Instituto Canário de Investigaciones Agraria – ICIA, que estiveram sempre prontos a auxiliarem, na medida do possível, na realização desse trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (2016 - 2020), pela concessão da bolsa, valorização e incentivo do processo de internacionalização.

A todos os integrantes do Laboratório de Fisiologia Adaptativa e Recursos Genéticos, aos que já se foram, bem como aos que estão chegando, dos quais tive a santificação em participar da construção de seus trabalhos e que muito me ajudaram como profissional e pessoa.

Aos doutores que aceitaram participar como avaliadores, disponibilizando um pouco do seu tempo e contribuindo ainda mais para melhoria do presente trabalho.

Todos os que fizeram parte da equipe de campo ajudando muito na realização da pesquisa: Jennifer Ravelo e Gabriel Hernandez (Espanha); Filiberto Olvera, Julieta Garcia, Maria Guadalupe (México); Jacinara Leite, Wilma Silva e Rociene Abrantes (Brasil), meu muito obrigado.

E por fim, não menos importante, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – PPGCA/UFERSA.

Obrigado!

PLASTICIDADE FENOTÍPICA E INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DE CAPRINOS LEITEIROS EM AMBIENTE TEMPERADO

Silva, Wallace Sostene Tavares. Plasticidade fenotípica e indicadores de produtividade de caprinos leiteiros em ambiente temperado. 2020 101 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal: Sanidade e Produção Animal). Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) Mossoró – RN, Brasil, 2020.

RESUMO: O Arquipélago Canário é constituído por sete ilhas situadas a oeste do continente africano, mais precisamente na costa subsaariana. Devido a sua proximidade ao continente africano e influência dos ventos Açores, as ilhas possuem climas distintos criando diferentes tipos de fauna e flora. A partir dessa perspectiva climática surgiram raças de caprinos leiteiros em que se destacam devido aos seus bons índices produtivos, notável qualidade de seus derivados e excelente adaptação aos diferentes ambientes existentes no arquipélago. As duas raças consideradas mais expressivas na produção de leite, são a raça Majorera, que se originou na ilha de Fuerteventura, caracterizada por apresentar um clima árido e seco e a raça Palmera, evoluída em um clima mais temperado da ilha de La Palma. Partindo da hipótese que, esses animais possuem características relacionadas a adaptação em diferentes ambientes nos quais evoluíram, o estudo tem como objetivo principal, avaliar os efeitos das condições meteorológicas em cabras adultas em diferentes estações do ano, sobre as características adaptativas, associando-as com dados de produção de leite e qualidade físico química, em um mesmo ambiente térmico. As atividades serão realizadas no Instituto Canário de Investigación Agraria – ICIA, localizado no norte da ilha do Tenerife, em 30 cabras da raça Majorera e 20 cabras da raça Palmera, durante o período de lactação e seco, em sistema de produção intensivo, nos quais durante 18 meses, a cada 15 dias ao mês, foram avaliadas as características morfofisiológicas de adaptação, os mecanismos de transferência de calor, assim como dados de produção de leite. Espera-se estabelecer épocas críticas do ano, tanto no que se refere à capacidade de termorregulação, homeostase e produção, bem como quais características são mais usadas por esses animais e interferindo sobre os aspectos produtivos. Portanto, é necessário investigar a relação entre as características vinculadas à adaptação dos animais com os dados produtivos, na tentativa de ampliar os critérios de seleção dos animais.

Palavras-chaves: Adaptação; Recursos genéticos animais; Produção de leite; Termorregulação

PHENOTYPIC PLASTICITY AND PRODUCTIVITY INDICATORS OF DAIRY GOATS IN MILD ENVIRONMENTAL

Silva, Wallace Sostene Tavares. Phenotypic plasticity and productivity indicators of dairy goats in mild environmental. 2020 101 f. Tesi (Doctor Science in Animal Science: Health and Animal Production). Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) Mossoró – RN, Brasil, 2020.

ABSTRACT: The Canary Archipelago consists of seven islands located west of the African continent, more precisely on the sub-Saharan coast. Due to their proximity to the African continent and the influence of the Azores winds, the islands have different climates creating different types of fauna and flora. From this climatic perspective, breeds of dairy goats have emerged in which they stand out due to their good production rates, remarkable quality of their derivatives and excellent adaptation to the different environments existing in the archipelago. The two breeds considered most expressive in milk production are the Majorera breed, which originated on the island of Fuerteventura, characterized by an arid and dry climate and the Palmera breed, which evolved in a more temperate climate on the island of La Palma. Based on the hypothesis that these animals have characteristics related to adaptation in different environments in which they evolved, the main objective of the study is to evaluate the effects of meteorological conditions in adult goats in different seasons of the year, on the adaptive characteristics, associating them with milk production data and physical chemical quality, in the same thermal environment. The activities will be carried out at the Instituto Canário de Investigación Agraria - ICIA, located in the north of the island of Tenerife, in 30 goats of the Majorera breed and 20 goats of the Palmera breed, during the lactation and dry period, in an intensive production system, in which for 18 months, every 15 days a month, the morphophysiological characteristics of adaptation, the mechanisms of heat transfer, as well as milk production data were evaluated. It is expected to establish critical times of the year, both with regard to the capacity for thermoregulation, homeostasis and production, as well as which characteristics are most used by these animals and interfering with the productive aspects. Therefore, it is necessary to investigate the relationship between the characteristics linked to the adaptation of the animals to the productive data, in an attempt to expand the criteria for selecting the animals.

Key words: Adaptation; Animals genetic resources; Production of milk; Thermoregulation

PLASTICIDAD FENOTÍPICA E INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD DE CAPRINOS DE LECHE EN AMBIENTE TEMBLADO

Silva, Wallace Sostene Tavares. Plasticidad fenotípica e indicadores de productividad de caprinos de leche en ambiente temblado. 2020 101 f. Tesis (Doctorado en Ciencia Animal: Sanidad y Produccíon Animal). Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) Mossoró – RN, Brasil, 2020.

RESUMEN: O Arquipélago Canário é constituído por sete ilhas situadas a oeste do continente africano, mais precisamente na costa subsaariana. Devido a sua proximidade ao continente africano e influência dos ventos Açores, as ilhas possuem climas distintos criando diferentes tipos de fauna e flora. A partir dessa perspectiva climática surgiram raças de caprinos leiteiros em que se destacam devido aos seus bons índices produtivos, notável qualidade de seus derivados e excelente adaptação aos diferentes ambientes existentes no arquipélago. As duas raças consideradas mais expressivas na produção de leite, são a raça Majorera, que se originou na ilha de Fuerteventura, caracterizada por apresentar um clima árido e seco e a raça Palmera, evoluída em um clima mais temperado da ilha de La Palma. Partindo da hipótese que, esses animais possuem características relacionadas a adaptação em diferentes ambientes nos quais evoluíram, o estudo tem como objetivo principal, avaliar os efeitos das condições meteorológicas em cabras adultas em diferentes estações do ano, sobre as características adaptativas, associando-as com dados de produção de leite e qualidade físico química, em um mesmo ambiente térmico. As atividades serão realizadas no Instituto Canário de Investigación Agraria – ICIA, localizado no norte da ilha do Tenerife, em 30 cabras da raça Majorera e 20 cabras da raça Palmera, durante o período de lactação e seco, em sistema de produção intensivo, nos quais durante 18 meses, a cada 15 dias ao mês, foram avaliadas as características morfofisiológicas de adaptação, os mecanismos de transferência de calor, assim como dados de produção de leite. Espera-se estabelecer épocas críticas do ano, tanto no que se refere à capacidade de termorregulação, homeostase e produção, bem como quais características são mais usadas por esses animais e interferindo sobre os aspectos produtivos. Portanto, é necessário investigar a relação entre as características vinculadas à adaptação dos animais com os dados produtivos, na tentativa de ampliar os critérios de seleção dos animais.

Palabras claves: Adaptación; Recursos genéticos animales; Producción de leche; Termorregulación

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Representação da localização geográfica das Ilhas Canarias.....26

Figura 2. Fêmea da raça Majorera acompanhada de sua cria, à esquerda e em seguida exemplo de um reprodutor da raça.....28

Figura 3. Fêmea da raça Palmera acompanhada de sua cria e do lado direito um reprodutor da raça.....29

CAPÍTULO II

Figura 4. Representação da localização geográfica das Ilhas Canarias e das coletas de dados durante todo o período experimental.....54

Figura 5. Representação dos dois principais recursos genéticos animais da espécie caprina e coloração da pelagem da Ilha do Tenerife.....56

Figura 6. Médias das variáveis meteorológicas registradas nas diferentes épocas do ano na Ilha do Tenerife.....60

Figura 7. Análise de Componentes Principais das características termorreguladoras (temperatura retal – T_R, frequência respiratória – F_R, frequência cardíaca – F_C e temperatura de superfície – T_S) das raças Majorera e Palmera nas estações do inverno e primavera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife.....66

Figura 8. Análise de Componentes Principais – CAP das características termorreguladoras (temperatura retal – T_R, frequência respiratória – F_R, frequência cardíaca – F_C e temperatura de superfície – T_S) das raças Majorera e Palmera nas estações do verão e outono em ambiente temperado na Ilha do Tenerife.....68

Figura 9. Gradientes térmicos em função da temperatura ambiente de caprinos da raça Majorera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife.....70

Figura 10. Gradientes térmicos em função da temperatura ambiente de caprinos da raça Palmera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife.....71

Figura 11. Produção de leite das raças Majorera e Palmera durante 210 dias de lactação em ambiente temperado na Ilha do Tenerife.....72

CAPÍTULO III

Figura 12. Representação da localização geográfica das Ilhas Canarias e das coletas de dados durante todo o período experimental 85

Figura 13. Representação dos dois principais recursos genéticos animais da espécie caprina e coloração da pelagem da Ilha do Tenerife 86

Figura 14. Médias das variáveis meteorológicas registradas nas diferentes épocas do ano 91

Figura 15. Análise de Componentes Principais das características espessura do pelame (E_P), comprimento (C_M), diâmetro (D_P) e densidade do pelo (D_N) das raças Majorera e Palmera nas estações do inverno e primavera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife 97

Figura 16. Análise de Componentes Principais – CAP das caraterísticas, espessura do pelame (E_P), comprimento (C_M), diâmetro (D_P) e densidade do pelo (D_N) para as raças Majorera e Palmera nas estações do verão e outono em ambiente temperado na Ilha do Tenerife 99

Figura 17. Representação gráfica da discriminante canônica baseada em todas as características do pelame das raças Majorera e Palmera nas diferentes estações do ano (inverno – 1, primavera – 2; verão – 3, outono – 4) em ambiente temperado na Ilha do Tenerife. 101

Figura 18. Produção de leite em função do comprimento médio do pelo em caprinos das raças Majorera e Palmera em ambiente temperado da Ilha do Tenerife 107

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Resultado do último controle leiteiro registrado de caprinos da raça Majorera, Palmera e Tinerfña nas Ilhas Canarias – Tenerife 30

Tabela 2. Principais características termorreguladoras (T_R – temperatura retal, F_R – frequência respiratória, F_C – frequência cardíaca, T_S – temperatura de superfície) avaliadas em caprinos nas diversas regiões do mundo 37

Tabela 3. Propriedades físicas de pelame de caprinos em diversas regiões do mundo 38

CAPÍTULO II

Tabela 4. Valores climatológicos normais da região de Tegueste – Estação Meteorológica Tenerife Aeroporto Norte 55

Tabela 5. Análise de variância das características termorreguladoras, frequência respiratória – F_R, frequência cardíaca – F_C, temperatura de superfície – T_S e temperatura retal – T_R de caprinos das raças Majorera e Palmera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife 63

Tabela 6. Médias ± desvio padrão das caraterísticas termorreguladoras, frequência respiratória – F_R, frequência cardíaca – F_C, temperatura de superfície – T_S e temperatura retal – T_R nas quatro estações do ano em caprinos das raças Majorera e Palmera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife 64

Tabela 7. Coeficiente de correlação de Pearson das características termorreguladoras (frequência respiratória – F_R, frequência cardíaca – F_C, temperatura de superfície – T_S, temperatura retal – T_R) e produtivas (PL) de caprinos das raças Majorera e Palmera entre as característica meteorológicas (temperatura do ar – T_{AR}, velocidade do vento – Vv, carga térmica radiante – CTR, índice de temperatura do globo negro e umidade – ITGU, pressão parcial de vapor – Pp) em ambiente temperado na Ilha do Tenerife. 73

CAPÍTULO III

Tabela 8. Análise de variância da espessura do pelame (E_P), comprimento médio (C_M), diâmetro médio (D_P), densidade dos pelos (D_N) e evaporação cutânea (Evc) de acordo com os anos, em ambiente temperado na Ilha do Tenerife 93

Tabela 9. Média e desvio padrão das características do pelame, espessura do pelame (E_P), comprimento médio (C_M), diâmetro médio (D_P), densidade dos pelos (D_N) e evaporação cutânea (Evc) em caprinos das raças Majorera e Palmera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife 95

Tabela 10. Total dos coeficientes de correlação canônica estandartizados para as caraterísticas do pelame dos animais da raça Majorera e Palmera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife 101

Tabela 11. Porcentagem de animais classificados em cada grupo de acordo com as características do pelame avaliadas 102

Tabela 12. Média e desvio padrão das frequências observadas relacionadas a termorregulação (temperatura retal – T_R, frequência respiratória – F_R, temperatura de superfície – T_S, frequência cardíaca – F_C, evaporação cutânea – Evc) associadas as classes de características físicas do pelame para as raças Majorera e Palmera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife.....103

Tabela 13. Coeficiente de correlação de Pearson das características do pelame (E_P – espessura do pelame, C_M – comprimento médio, D_P – diâmetro médio, D_N – densidade numérica), evaporação cutânea (Evc) e produtivas (PL) de caprinos das raças Majorera e Palmera entre as características meteorológicas (T_{AR} – temperatura do ar, Vv – velocidade do vento, CTR – carga térmica radiante, ITGU – índice de temperatura do globo negro e umidade, Pp – pressão parcial de vapor) em ambiente temperado na Ilha do Tenerife 106

.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFERSA		Universidade Federal Rural do Semi-árido
ICIA		Instituto Canário de Investigaciones Agrarias
CAP		Análise de Componentes Principais
F_R	mov/min	Frequência respiratória
F_C	bat/min	Frequência cardíaca
T_R	°C	Temperatura retal
T_S	°C	Temperatura de superfície
T_{AR}	°C	Temperatura do ar
T_ST_R	°C	Gradiente térmico da temperatura de superficie-temperatura retal
T_ST_{AR}	°C	Gradiente térmico da temperatura de superficie-temperatura do ar
T_RT_{AR}	°C	Gradiente térmico da temperatura retal-temperatura do ar
hc	W/m^2	Coeficiente de convecção do globo
ITGU		Índice de temperatura do globo negro e umidade
T_{AR}	°C	Temperatura do ar
T_G	°C	Temperatura do globo negro
Tpo	ºC	Temperatura do ponto de orvalho
Vv	m/s	Velocidade do vento
Pp	mm	Precipitação pluviométrica
CTR	W/m^2	Carga térmica radiante
Δ	W/m^2	Constante de Stephan-Boltzman
E_P	mm	Espessura de pelame
C_M	mm	Comprimento médio dos pelos
D_P	µm	Diâmetro do pelo
D_N	pelos/cm²	Densidade numérica de pelame
Evc	W/m^2	Evaporação cutânea
PL	l	Produção de leite

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

= Igual

≥ Maior igual

≤ Menor igual

< Menor

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL 21
HIPÓTESES 23
OBJETIVO GERAL 24
Objetivos Específicos 24

CAPÍTULO I – REFEREFICAL TEÓRICO 26
1. BIODIVERSIDADE CAPRINA NAS ILHAS CANARIAS E SUA IMPORTÂNCIA NO DESENVOLVIMENTO LOCAL 26
2. ESQUEMAS DE SELEÇÃO NAS ILHAS CANARIAS E OS ATUAIS CRITÉRIOS UTLIZADOS NOS PROGRAMAS DE MELHOREMENTO GENÉTICO DE CAPRINOS 31
2.1 Interação Genótipo Ambiente e Métodos de Avaliação 34
2.2 Plasticidade Fenotípica e Aclimatação 34
3. INDICADORES MORFOFISIOLOGICOS DE ADAPTAÇÃO 36
3.1 Comportamento térmico e características morfológicas de pelame 37
3.2 Características fisiológicas de adaptação 39
4. REFERÊNCIAS 41

CAPÍTULO II – COMPORTAMENTO DINÂMICO DE RESPOSTAS TERMOFISIOLOGICAS DE CAPRINOS EM AMBIENTE TEMPERADO 52
1. INTRODUÇÃO 52
2. MATERIAL E MÉTODOS 54
2.1 Local e período de estudo 54
2.2 Animais 55
2.3 Variáveis meteorológicas 56
2.4 Características fisiológicas relacionadas a termorregulação 57
2.5 Gradientes Térmicos 58
2.6 Produção de Leite 58
2.7 Análise estatística 59
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 59
4. CONCLUSÃO 74
5. REFERÊNCIAS 75

CAPÍTULO III – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO PELAME E EVAPORAÇÃO CUTÂNEA DE CAPRINOS EM AMBIENTE TEMPERADO . 83
1. INTRODUÇÃO 83
2. MATERIAL E MÉTODOS 84
2.1 Local e período de estudo 84
2.2 Animais 86
2.3 Variáveis meteorológicas 87
2.4 Características morfológicas do pelame 88
2.5 Evaporação da superfície cutânea 88
2.6 Produção de leite 89
2.7 Análise estatística 89
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 90
4. CONCLUSÃO 107
5. REFERÊNCIAS 108

INTRODUÇÃO GERAL

O grande desafio da pecuária mundial será produzir nas próximas décadas um efetivo de 20% a mais na produção de alimento, afirma a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2015). Sabe-se que o aumento da produção de alimentos implica em consequências previstas como: o aumento gradativo do aquecimento da superfície terrestre e o desequilíbrio ao meio ambiente, forçando a tomarmos medidas que venham a minimizar a influência desses fatores sobre a vida dos seres humanos e performance dos animais domésticos.

Contudo, não se pode omitir a parcela de contribuição da produção animal no processo de aquecimento terrestre, porém ela também sofre por estes, pois a elevação da temperatura afeta diretamente a homeostase dos animais (MAURYA et al., 2010). A obtenção de bons índices produtivos além de serem influenciados por questões alimentares, climáticas, depende também da escolha do recurso genético animal a ser utilizado e do entendimento dos mecanismos e magnitude das caraterísticas dos animais em resposta ao ambiente criatório (MORAIS-LEITE et al., 2016 MARTINI et al., 2014).

Compreender a relação entre o animal e o ambiente, torna-se importante para a tomada de medidas de manejo mais eficazes, a fim de aumentar a efetividade da produção (TAO e DAHL, 2013). Assim, entender o resultado do conjunto de uma série de características do animal não é uma condição simples, pois a sua homeostase é resultante do somatório do seu desempenho fisiológico, produtivo, reprodutivo, comportamental e sobretudo da sua interação com o ambiente, tendo em vista que, as características climáticas tendem a mudar no tempo e espaço podendo vir a modificar consideravelmente todos os fatores envolvidos no equilíbrio do animal (MAIA et al., 2016).

Partindo do princípio que o equilíbrio térmico é uma maneira de avaliar a adaptabilidade dos animais e que a utilização de recursos genético animal entra como uma alternativa eficaz no processo de otimização da produção, mesmo que isso não garanta que os animais se comportem de maneira semelhante em determinados ambiente térmicos, manter a diversidade genética dentro dos setores produtivos, ainda sim pode ser uma importante medida nos setores produtivos, uma vez que não sabemos quais são e serão as características fundamentais utilizadas pelos animais e por população possuir combinações de genes que podem ser importantes para o provimento de alimentos (HOFMANN, 2010).

Apesar de haver uma grande quantidade de estudos a respeito das habilidades dos animais em responderem as alterações de temperatura ambiental, seja a nível de criatório ou ao

ambiente térmico, muito têm a se investigar a respeito de quais são as reais caraterísticas utilizadas ou conjunto dessas que permitem os ajustes necessários para que esses animais encontrem-se em equilíbrio sob determinada condição térmica, sobretudo quando os estudos são realizados com recursos locais, especificamente na espécie caprina (RIBEIRO et al., 2015), que encontram-se em sua maioria em regiões consideradas marginalizadas.

A fim de entender a relação e as variações das repostas dos animais com o ambiente, algumas questões devem ser levantadas, por exemplo: Os animais se comportam de forma semelhante mesmo estando em um mesmo ambiente térmico? Quais características são mais utilizadas pelos animais em situações de desconforto térmico? Poderia as características relacionadas a adaptação serem potenciais candidatos nos programas de seleção?

É nesse contexto que, os caprinos originados nas Ilhas Canarias – Espanha (Majorera e Palmera) entram como um importante instrumento de estudo, primeiro por serem um recurso genético de fundamental importância para cadeia produtiva do leite no cenário nacional e local contribuindo sobretudo para o desenvolvimento local, depois esses animais representam de uma perspectiva climática o ambiente térmico dos quais se originaram, onde adquiriam características próprias devido ao forte isolamento e ao longo processo de seleção natural que sofreram, e por até o momento apenas um único trabalho foi conduzido sobre esse aspecto com esses animais (SILVA, 2014) tendo em vista a relevância desse assunto nos dias atuais.

HIPÓTESES

- Existem diferenças nos mecanismos adaptativos dos caprinos da raça Majorera e Palmera criadas sob as mesmas condições ambientais, diferente dos seus locais de origem;

- As características meteorológicas são decisivas em modificar as respostas morfofisiológicas das raças Majorera e Palmera;

- As duas raças de caprinos utilizam mecanismos e magnitude distintos em relação as suas caraterísticas físicas de pelame e termorreguladoras ao longo do ano apresentando diferentes formas de termorregular;

- Os animais da raça Majorera e Palmera apresentam diferentes respostas nas diferentes épocas do ano capazes de influenciar nos indicativos de produtividade

OBJETIVO GERAL

Avaliar as respostas das características físicas de pelame e termorreguladoras de cabras adultas das raças Majorera e Palmera, entre as estações do ano e suas possíveis relações com a produção de leite no ambiente da Ilha do Tenerife.

Objetivos Específicos

- Identificar pontos críticos de temperatura sobre as respostas fisiológicas e das raças Majorera e Palmera criados em ambiente do Tenerife;

- Avaliar a variação anual das características morfológicas de pelame e termorreguladoras em duas raças de caprinos leiteiros, Majorera e Palmera, em diferentes estações do ano;

- Estabelecer quais características são mais utilizadas pelos animais em função de cada estação do ano estudado em caprinos da raça Majoera e Palmera;

- Estabelecer relações das características morfológicas do pelame, evaporação cutânea termorreguladoras sobre a variação da produção de leite em caprinos das raças Majorera e Palmera.

CAPÍTULO I

Referencial Teórico

CAPÍTULO I – REFEREFICAL TEÓRICO

1. BIODIVERSIDADE CAPRINA NAS ILHAS CANARIAS E SUA IMPORTÂNCIA NO DESENVOLVIMENTO LOCAL

O arquipélago Canário é formado por sete ilhas situadas a oeste da costa subsaariana, das quais pertencem ao governo espanhol, sendo a Ilha do Tenerife a maior e mais importante economicamente (Figura 1). Por muitos anos acreditava-se que a população de caprinos existente no arquipélago era composta apenas por uma única raça que se admitia diferentes padrões morfológicos. Contudo, Capote (1998) postulou uma hipótese sobre a existência de diferentes padrões morfológicos que caracterizaria, possivelmente, como três raças distintas. Tal hipótese foi reforçada levando em consideração aspectos como a ancestralidade, dos quais possuem o mesmo ancestral, o forte isolamento que foram submetidos em cada ilha de origem, a adaptação as diferentes condições climáticas existente em cada ilha e as diferenças morfológicas observadas pelos pequenos produtores.

Figura 1. Representação da localização geográfica das Ilhas Canarias

Fonte: Montagem a partir de recortes de imagem do aplicativo Google Earth, 2020.

Dessa forma foram conduzidos alguns estudos, a fim de demonstrar a origem desses, diferenças morfológicas (AMILLS et al., 1996; CAPOTE et al., 2004) e alguns a nível de DNA mitocondrial (AMILLIS et al., 2006), demonstrando clara separação entre as três raças

conhecidas atualmente no arquipélago: Majorera, Palmera e Tinerfña (MARTINEZ et al., 2006), sendo as duas primeiras as mais difundidas no setor pecuário. Esta ação permitiu que os pequenos produtores pudessem se organizar e explorar de forma mais eficiente cada raça em função dos sistemas locais de produção.

A raça Majorera considerada a de maior senso e distribuição entre as ilhas canarias, são originadas da ilha de Fuerteventura, considerada a ilha mais árida do arquipélago (21 ºC e 98mm anual[1]), esses animais são considerados a climas quentes com excelentes rendimentos de produção de leite em diferentes sistemas de produção (NAVARRO-RIOS et al., 2011), possuindo boa aceitação em outros países como Venezuela e alguns países da África. Seu leite é conhecido pela alta concentração de proteína, chegando a ser superior a raças consideradas pioneiras na produção e qualidade de leite como a Sannen e Alpina (TORRES e CAPOTE, 2013). A produção média desses animais é de 551,3l de leite em 210 dias de lactação, embora uma grande porcentagem desses animais mantém uma média de produção superior a 2l de leite por dia. Os animais da raça Majorera possuem proporções longilíneas, com um biotipo fortemente leiteiro e sub-hipermétrico, sendo considerada maior em tamanho quando comparadas as demais raças de caprinos existentes no arquipélago, (Figura 2). Possuem pelos curtos, embora se observe com mais frequência pelos mais longos na região lombar nos machos. A capa de pelame desses animais geralmente é composta, podendo ser adotado vários tipos de pelagem, tanto em relação a morfologia como a cor da pelagem[2]. As mucosas são escuras e pigmentadas, sendo a despigmentação um critério de eliminação para os padrões raciais estabelecidos. A raça Majorera possui uma cabeça grande, com perfil reto e subconvexo. Possuem chifres em formato de arco e as vezes podem ser retorcidos em seu extremo distal; as orelhas são finas e grandes.

Apresentam um pescoço fino e largo, o tronco apresenta um peitoral profundo e bem desenvolvido, o dorso anguloso com a cernelha pronunciada e uma linha dorso lombar reta. A garupa é larga e inclinada, porém não caída. A cauda possui alta inserção e dirigida para cima, em que alguns casos essa direção pode ser observada para baixo, como nos machos. As extremidades possuem uma estrutura óssea longa e fina, o que garante maior resistência e melhor aprumo. As articulações são bem ressaltadas e os cascos são escuros. No caso das

[1] Valores climatológicos anuais correspondente do ano de 1981 a 2010. Fonte: Agencia Estatal de Meteorologia – AEMET – Ilhas Canarias – Espanha.

[2] Os animais da raça Majorera possuem o catálogo sobre os diferentes tipos de pelagem existentes segundo a Federación Nacional de Criadores de la raza Majorera, em Anexo.

fêmeas, o sistema mamário se caracteriza por apresentar um úbere bem desenvolvido, com uma pele moderadamente fina e pigmentada.

Figura 2. Fêmea da raça Majorera acompanhada de sua cria, à esquerda e em seguida exemplo de um reprodutor da raça

Fonte: Montagem a partir de recortes de imagem do Anuario de 2018 da raça Majorera – Assioación de Criadores de Cabras de Fuerteventura.

A raça Palmera, conhecida pelos seus bons índices de produção de leite são oriundas da ilha de La Palma que apresenta clima úmido com temperaturas mais amenas (20,7 ºC e 369 mm/anual[3]). Foram os genótipos que mais sofreram isolamento geográfico quando comparadas com as demais raças de caprinos no arquipélago, levando esses animais a manterem sua diferenciação genética e obtendo características próprias, assemelhando-se mais as cabras pré-hispânicas. Esse fato permitiu a raça Palmera uma extraordinária rusticidade e capacidade de adaptação a regiões montanhosas (BARBA, 2006; MARTINEZ et al., 2006). Com uma produção média de leite de 363,2l em 210 dias de lactação, são consideradas pouco menos produtivas quando comparadas a raça Majorera. Essa menor produção está relacionada com o menor porte anatômico mamário, mas ainda sim consideradas como boas produtoras de leite.

Quanto aos aspectos morfológicos, a raça Palmera possui um biotipo leiteiro, em que são considerados animais longilíneos e dada as suas proporções, são classificados como animais eumétricos (Figura 3). A cor predominante do pelame desses animais é o vermelho, embora não tenham um catálogo de classificação das diferentes cores da pelagem como na raça Majorera, são aceitas diferentes tonalidades e combinações, sendo que aceito e observado uma tonalidade mais intensa de vermelho nas extremidades de alguns animais. Dificilmente observa-se a

[3] Valores climatológicos anuais correspondente do ano de 1981 a 2010. Fonte: Agencia Estatal de Meteorologia – AEMET – Ilhas Canarias – Espanha.

combinação de pelos vermelhos, pretos e brancos. O pelo desses animais é longo, com a presença de uma densa camada de pelos mais finos, muitas vezes podendo ser encontrado a presença de velos entre as fibras do pelame, revestindo todo o animal.

Figura 3. Fêmea da raça Palmera acompanhada de sua cria e do lado direito um reprodutor da raça

Fonte: Montagem a partir de recortes de imagem do VI Catálago de Reprodutores de la Raza Caprina Palmera, 2019 – Associación de Criadores de Cabras de la Raza Palmera.

A cabeça possui um formato triangular em que se observa um focinho bem curto. O perfil vai de retilíneo a convexo, havendo uma relação entre esses, ou seja, quanto mais côncavo o perfil mais curto é o focinho. As orelhas são de tamanho médio-curto e horizontalmente orientadas, sobressaindo a altura dos olhos. Outra característica que define a raça Palmera, são os pares de chifres que espiralados do tipo heterônima; em função da abertura, inclinação e forma os criadores podem ser classificados e três tipos: 1. "*empinada y velera*" (chifres fechados na vertical), 2. "*abiertos y esmaranadas*" (chifres abertos quase na horizontal) e 3. "*carabucas y brocas*" (chifres inclinados para frente e por dentro).

O pescoço desses animais é fino, sendo observado nessa região nos machos uma manta de pelos mais espesso. O tronco e costado é arredondado, com um peito marcadamente mais largo, sendo essa última característica mais pronunciada nos machos. A garupa é larga e arredondada, em que a cauda possui alta inserção e direcionada para cima. Possuem membros curtos, de bom equilíbrio, como convém animais evoluídos em regiões montanhosas. O sistema mamário apresenta um úbere globoso, com uma epiderme fina e pigmentada, sendo considerado critério de desclassificação um úbere despigmentado.

A Tabela 1, demonstra uma comparação da produção média de leite de todos os genótipos locais de caprinos do arquipélago referente ao último censo realizado.

Tabela 1. Resultado do último controle leiteiro registrado de caprinos da raça Majorera, Palmera e Tinerfña nas Ilhas Canarias – Tenerife

	Majorera		Palmera		Tinerfña Sul		Tinerfña Norte	
	1º parto	2º parto	1º parto	2º parto	1º parto	2º parto	1º parto	2º parto
Leite (Kg)	479,34	588,69	277,67	470,96	432,92	526,67	391,62	428,98
Gordura (%)	4,52	4,74	5,11	5,28	5,08	5,04	5,11	5,25
Proteína (%)	3,93	3,99	4,15	4,41	3,98	3,96	3,84	3,95
E.S (%)	13,74	13,93	14,54	14,76	14,35	14,23	14,22	14,39
Lactação (dias)	240	269	218	272	283	282	256	264
Nº de lactantes	188	115	125	267	31	82	87	248

Fonte: Gestión para el Médio Rural de Canarias, 2016. *dados referentes ao segundo parto ou mais.

No arquipélago é evidente a predominação de dois sistemas de produção, o sistema intensivo e o semi-intensivo (FERNANDEZ et al., 2009). É importante ressaltar que ambos os sistemas são caracterizados por trabalharem com recurso genético animal local, no entanto a escolha do sistema a ser adotado está relacionada com a origem da raça e ambiente do qual desenvolve-se a atividade. Deste modo, o sistema intensivo é mais difundido nos animais da raça Majorera e Tinerfña Sul. Como esses animais estão inseridos em regiões mais áridas, os recursos forrageiros são mais escassos tendo como características da atividade um porte médio, em que os rebanhos são compostos de 350 a 380 animais, com base alimentar composta de concentrado e grãos, sobretudo milho (FERNANDEZ et al., 2009).

Já o sistema semi-intensivo, caracteriza-se por ser uma atividade de menor porte, 130 a 150 animais, que se emprega mais a animais vindos de regiões mais úmidas do arquipélago, como é o caso das raças Palmera e Tinerfña Norte. Nesse caso, administra-se concentrado e grãos no manejo alimentar diário desses animais, realizando também em alguns casos, uma suplementação com uso de recursos forrageiros locais, oferecidos diretamente no cocho dos animais. Vale ressaltar que em ambos os sistemas de produção todo o porte forrageiro utilizado como base na alimentação dos animais é importado.

Segundo Bayona et al. (2017), tanto os aspectos econômicos como os sociais relacionados as três raças estão mais vinculadas a região (arquipélago) do que propriamente as raças, em virtude de não haver diferenças significativas entre raças para estes aspectos. Para esses mesmos autores a contribuição desses animais é dada desde a era pré-hispânica, que eram utilizados para confecção de roupas mais rudimentares e serviam como base para a alimentação

e hoje são fortemente importantes para a economia e desenvolvimento sociocultural do arquipélago bem como do país.

Segundo o último censo realizado (MAPAM, 2018), o setor da caprinocultura movimenta na Espanha mais de 330 milhões de euros observando um crescimento de 5% quando comparado ao ano anterior. Apenas nas Ilhas Canarias esse setor da pecuária contribui com 24,1% de toda economia agraria do arquipélago, destacando-se primeiramente a atividade leiteira juntamente com a produção de queijo e depois a produção de carne, considerada como uma atividade secundaria (MAPAM, 2018). Hoje Canarias encontra-se na terceira posição, a nível nacional, na produção de leite de cabra perdendo para as províncias da Extremadura (12,5%) e Andalucia (41,5%). Quando analisamos as produções de carne e leite de todas as espécies tomando em conta o valor econômico gerado, o rebanho caprino e responsável por 72,66% dos ingressos da produção de leite é 27,28% dos ingressos da produção de carne. Dado a este peso econômico que tem a espécie, torna-se uma das atividades mais importantes e rentáveis do arquipélago.

O progresso desse segmento da pecuária no arquipélago dá-se devido a relação direta da produção de leite com a produção de queijo, do qual somente 20% é destinado ao consumo direto (GONZALES et al., 2016). Políticas de incentivo à criação desses animais fazem a atividade ter grande notoriedade quando comparadas a outros sistemas tradicionais de produção de leite, como de vacas leiteiras (ESTABAN-MUNOZ, 2008). Além do mais, as Ilhas Canarias encontram-se oficialmente livre de brucelose caprina e ovina (SANCHEZ-MACIAS et al., 2012) o que permite que os pequenos produtores vendam seus queijos, leite com menos de 60 dias de maturação com selo de Denominação de Origem Protegida – DOP, agregando valor ao produto tornando-os mais competitivos no mercado local e nacional.

2. ESQUEMAS DE SELEÇÃO NAS ILHAS CANARIAS E OS ATUAIS CRITÉRIOS UTLIZADOS NOS PROGRAMAS DE MELHOREMENTO GENÉTICO DE CAPRINOS

O forte isolamento geográfico que sofreram os animais originados nas Ilhas Canarias, permitiu desenvolver um patrimônio genético animal considerado de suma importância na economia local, destacando sobretudo a espécie caprina e o surgimento das raças Majorera, Palmera e Tinerfña, por apresentarem características morfológicas distintas, por serem altamente produtivas e por apresentarem genes de importância para a produção leite como a α_s_1 e α_caseína (JORDANA et al., 1996).

No entanto, esses animais originados e explorado no arquipélago, quando comparados a outras raças espanholas, encontram-se bastante atrasadas quanto aos seus programas de seleção. Adicionalmente, uma escassa visão de futuro por parte dos pequenos produtores associados ao baixo profissionalismo e redução de subsídios por parte do governo europeu, confere a esses animais um importante tarefa de manter seus programas de seleção adiante, ano após ano (BAYONA et al., 2017).

Atualmente o objetivo dos programas de melhoramento, para as três raças, consiste em incrementar a rentabilidade por meio da melhoria da obtenção de leite e elevar sua qualidade. Tendo em conta que, a maior parte do leite produzido em todo arquipélago é destinado a confecção de queijos, entende-se a necessidade de priorizar a qualidade da matéria prima frente a sua própria produção. Desse modo, os critérios incialmente priorizados e definidos dentro dos programas de seleção para essas raças são: Kg de proteína, gordura, extrato seco (sólidos totais) e produção de leite por lactação a 210 e 240 dias (150 dias para cabras de 1º lactação), não descartando a inclusão futura de novos critérios como, conformação morfológica e a inclusão marcadores genéticos (BAYONA et al., 2017).

Como já mencionado, os esquemas de seleção desses animais encontram-se ainda em fase inicial, em que buscam consolidar suas bases de controle genealógico – produtivo e otimizar os controles leiteiros, que esta última etapa se faz pela primeira vez com fêmeas devidamente registradas. Vale ressaltar que, os primeiros registros genealógicos desses animais ocorreram em 2009 para a raça Majorera, que conseguinte se deram para as demais raças, Tinerfña – 2010 e Palmera – 2011.

Com a grande competividade do mercado alimentício e a pressão de se produzir mais alimento, os sistemas de produção hoje enfrentam um grande desafio, à de produzir mais em áreas reduzidas devido ao aumento de terras degradadas, baixa produtividade por hectare associado a ação limitante do ambiente climático (HOFFMAN, 2013). A necessidade de aumentar a eficiência produtiva pode ser obtida por meio do melhoramento genético com a seleção dos melhores animais, das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, assim como da escolha de critérios devidamente estabelecidos de seleção para cada sistema de produção (DUBEUF e BOYAZOGLU, 2009). No entanto, o conhecimento a respeito das características particulares de uma raça ou espécie, que não sejam apenas as relacionadas a produção, permite o conhecimento profundo dos animais, tornando-se um passo à frente para que o progresso genético ocorra, garantindo estratégias de manejo eficientes de como conviver com as diversas situações impostas pelo ambiente climático e criatório (FAO, 2015).

Dada a importância em considerar a interação animal x meio ambiente e como resultado as alterações nas variações genéticas, fenotípicas e ambientais que podem ocorrer resultando em mudanças nas estimativas dos parâmetros genéticos – fenotípicos dos animais, diversos autores chamam a atenção sobre a necessidade de considerar uma matriz multifatorial no processo de avaliação da adaptabilidade (FAÇANHA et al., 2013; SALAMA et al., 2014; MORAIS-LEITE et al., 2018) e a tentativa de incluir tais características nos programas de seleção e melhoramento genético, no entanto, até o momento há poucos estudos com objetivo de avaliar os animais sobre essa perspectiva e a tentativa de incluir tais características nesses programas.

Silva et al. (1998) avaliaram os coeficientes de herdabilidade – h^2 das características morfológicas de pelame, considerada de fundamental importância no processo de avaliação da adaptabilidade e observaram valores de 0,23 para espessura de pelame, 0,08 para o comprimento médio e 0,30 para a pigmentação de pelame. Apesar do baixo valor de h^2, tais resultados sugerem que algumas das características de pelame por exemplo, podem vir a ser candidatas a serem utilizadas dentro dos programas de melhoramento.

Selecionar animais com maior habilidade para sobreviver, produzir, reproduzir, bem como resistir a doenças aumentando sua longevidade e diminuindo sua mortalidade é um fator determinante para aumentar a produtividade sem elevar os custos de produção, visto que, animais bem adaptados são caracterizados por perda mínima de produção em situações de estresse (NEIVA et al., 2004; FERREIRA et al., 2017). Assim, selecionar raças locais para características adaptativas e ao mesmo tempo com boa produtividade pode se tornar uma tarefa difícil do ponto de vista genético e econômico, uma vez que as mudanças hereditárias que ocorrem por seleção natural ou a implementação de caraterísticas específicas obtidas pela seleção artificial em busca de melhores índices produtivos, podem não haver correlação genética direta com algumas características adaptativas.

Diante disso, alguns questionamentos podem surgir como: **quais características relacionadas com a adaptação podemos utilizar como critérios de seleção? Como incluir essas características nos programas de melhoramento?** Para responder tais questionamentos é necessário primeiramente conhecer as características que estão relacionadas a adaptabilidade dos animais, o que no devido trabalho tratar-se-á dos mecanismos termorreguladores e das características relacionadas a essas.

2.1 Interação Genótipo Ambiente e Métodos de Avaliação

A Interação Genótipo Ambiente – IGA existe quando o mérito de dois ou mais genótipos é dependente do ambiente são comparados e/ou quando e desses é melhor em um ambiente e não em outro, denominado processo adaptativo (MASCIOLI et al., 2006). No entanto, essas interações podem promover alterações nas variâncias genéticas, fenotípicas e ambientais, resultando em mudanças nas estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, implicando na possibilidade de alterações nos critérios de seleção dependendo do ambiente.

Dentre as formas de se avaliar essa interação, o Modelo de Normas de Reação – MNR, têm sido amplamente utilizados, sendo uma função de covariância que permite atribuir a cada animal dois coeficientes de regressão aleatórios, que predizem o valor genético em função do gradiente ambiental. Desse modo, cada animal terá um valor genético para cada ambiente, considerando a interação dada (RODRIGUES et al., 2013). Do ponto de vista estatístico, por meio de funções de covariância, o modelo MNR pode ser generalizado para um número infinito de ambientes ou caracteres, possibilitando estudar MNR dos animais para variações gradativas no ambiente de produção, pela regressão do desempenho dos genótipos no valor médio do desempenho, observado em cada ambiente (FALCONER e MACKAY, 1996).

A vantagem desse modelo é que a resposta da seleção pode ser predita não somente na expressão fenotípica, mas também na sensibilidade ambiental da característica robustez e plasticidade as mudanças no ambiente (DE JONG e BIJMA, 2002). Outro aspecto importante, são os gradientes ambientais, que podem ser facilmente definidos em experimentos de laboratório (DE JONG e BIJMA, 2002). Em avaliações genéticas de animais, entretanto os gradientes compreendem complexos e desconhecidos efeitos de fatores ambientais como: rebanho, ano, estação do ano, data de nascimento, manejo, região etc., na combinação desses fatores definidos como grupos de contemporâneos.

Como a metodologia que utiliza a MNR para o estudo da IGA supõe que o ambiente seja classificado sobre qualquer escala e também que as características também possuam continuidade fisiológica sobre o ambiente (DE JONG e BIJMA, 2002), ela permite distinguir a capacidade dos genótipos em serem mais ou menos sensíveis às mudanças ambientais. Esta suscetibilidade dos genótipos em ambiente é denominada de sensibilidade ambiente ou plasticidade fenotípica.

2.2 Plasticidade Fenotípica e Aclimatação

A plasticidade fenotípica tem como objetivo melhorar a aptidão de um animal no ambiente alterado, logo esse comportamento está diretamente relacionado a capacidade de

interação do genótipo com o ambiente, quando diferentes genótipos possuem diferentes formas de reação, sem que ocorra mudanças a nível de seus genes, configurando que essa interação ocorreu (COOLIER e GEBREMEDHIN, 2014). Genótipos que expressam grande variabilidade fenotípica em diferentes ambientes são considerados plásticos, entretanto, quando esses mostram pequena variabilidade entre ambientes distintos são considerados robustos.

Em regiões situadas a altas latitudes, onde ocorre grandes alterações sazonais no ambiente térmico, os animais acabam sofrendo também sazonalidade em seus fenótipos. Essa resposta ao ambiente também é denominada de plasticidade, porém quando essas mudanças necessitam de maiores ajustes fisiológico e metabólico, esses animais encontram-se em processo de aclimatação (DA SILVA e MAIA, 2013).

Em situações de estresse térmico, são mais evidentes mudanças envolvendo processos de aclimatação, o que no geral têm sido foco central de pesquisas de fisiologistas e nutricionistas. No entanto, há poucas informações ainda a respeito do impacto da plasticidade térmica sobre a capacidade adaptativa dos animais. Por exemplo, é sabido por todos que animais de clima temperado são menos adaptados a situações de estresse por elevadas temperaturas, quando comparados à animais de clima quente e que esses exibem maior plasticidade térmica. Porém, não há trabalhos publicados por exemplo sobre os efeitos desses comportamentos em situações de estresse pelo frio, na capacidade de adaptação ao calor, sobretudo na espécie caprina ou grau de variação genética do comportamento plástico dentro de subgrupos genéticos. Bernabucci et al. (2010) afirmam que, nos ruminantes em geral, existem diferenças entre espécies, raça e nível de produção em relação à suscetibilidade ao estresse térmico, bem como o tempo necessário para a aclimatação e o nível de aclimatação. Algumas dessas diferenças estão associadas a níveis de produção e consumo de alimento. No entanto, sabe-se o real papel da plasticidade térmica nessas diferenças, representando oportunidades de novas áreas de estudos.

No entanto, novas ferramentas de biotecnologia prometem reduzir o impacto do estresse térmico na produção animal. Alguns desenvolvimentos recentes incluem a identificação e seleção de polimorfismos genômicos que conferem resistência melhorada (BASIRICÒ et al., 2011) e a identificação de vias genéticas que controlam processos fisiológicos e celulares envolvidos na termotolerância no nível animal e celular (BAUMGARD et al., 2013). Além disso, a perspectiva de usar o silenciamento de genes e a ativação de genes para melhorar a termotolerância foi proposta e a oportunidade de mover genes específicos que melhoram a termotolerância de uma população para outra por meio de seleção genética e engenharia genética (HANSEN, 2011).

3. INDICADORES MORFOFISIOLOGICOS DE ADAPTAÇÃO

O processo de evolução dos organismos, segundo é na realidade uma constante adaptação das populações às mudanças climáticas e biológicas que ocorrem incessantemente. O caminho natural dessa adaptação é a diversificação genética, pela qual em uma mesma população coexistem genótipos especializados para a ocupação de diferentes nichos ecológicos ou para a sobrevivência em diferentes contingências ambientais. Assim, a adaptação por meio da diversidade genética é o processo mais frequentemente seguido pela natureza.

Apesar de uma grande quantidade de estudos sobre a adaptação dos animais, sobretudo em regiões de clima quente, muito se têm a investigar a respeito dos mecanismos e características que permitem ajustes morfofuncionais necessários para que os animais estejam em equilíbrio. Desta forma é necessário discutir a relação animal x ambiente, para então se compreender de forma concreta como funciona o organismo animal sob diversas condições.

Com base nesse problema, o conhecimento morfofisiológico dos animais permite auxiliar o entendimento de como um genótipo reage favoravelmente a determinado ambiente, podendo ser obtido pela avaliação de alguns atributos adaptativos como: as características morfológicas de pelame e os mecanismos de troca de calor envolvidos, características fisiológicas, perfil hormonal, hematológico, bioquímico e resistência a doenças (SILVA et al., 2017; MORAIS-LEITE et al., 2018; FERREIRA et al., 2017).

Muitos pesquisadores baseiam-se somente na mensuração da temperatura retal e frequência respiratória (STARLING, et al., 2002; MACHADO et al., 2019), uma vez que essas características estão comumente relacionadas aos mecanismos de troca de calor. Com isso, por muito tempo muito autores realizavam seus estudos e classificavam os animais como adaptados ou não apenas considerando tais características. No entanto, observa-se que suas considerações nuca eram suficientes para classificar os animais em relação a tolerância ao calor (McMANUS et al., 2011). Assim, o conceito de adaptabilidade torna-se bem mais amplo, o que envolve uma série de respostas neuroendócrinas, fisiológicas e comportamentais, que agem sinergicamente para equilibrar as funções orgânicas dos animais. Na Tabela 2 está representado alguns valores das principais características termorreguladoras avaliadas em caprinos.

Tabela 2. Principais características termorreguladoras (T_R – temperatura retal, F_R – frequência respiratória, F_C – frequência cardíaca, T_S – temperatura de superfície) avaliadas em caprinos nas diversas regiões do mundo

Raças	TR(°C)	FR (mov/min)	FC (bat/min)	TS (°C)	Local	Condição climática
Grauna[1]	38,8	39,2	-	33,1	Brasil	22,8-33,1 °C
Moxotó[2]	38,0	20	75,7	-	Brasil	25,3-28,4 °C
Saanen[3]	38,9	61	-	31,8	Brasil	20,8-32,9 °C
Saanen *x* Boer[4]	38,5	47,3	77,5	32,0	Brasil	30,5-32,6 °C
Garfagnina[5]	38,9	49,5	91,5	29,0	Itália	18,6-30,8°C
Balafi[6]	39,4	28,7	-	35,6	Egito	20,0-35,0°C
German Fawn x Hair Goat[7]	38,9	53	63	32,7	Turquía	32,2-34,2°C

1 – Leite et al. (2012); 2 – Lucena et al. (2013); 3 – Silva et al. (2011); 4 – Souza et al. (2011); Ribeiro et al. (2016); El-Tabarany et al. (2017); 7 – Kaliber et al. (2016)

3.1 Comportamento térmico e características morfológicas de pelame

Todos os processos fisiológicos existentes capazes de manter a sobrevivência e a capacidade dos animais em produzir alimento (carne ou leite) são mediados pela produção e consumo de energia e um dos principais meios mediadores dos ganhos e perdas de energia são as características morfológicas de pelame (SILVA, 2008). Essas características além de assumirem função fundamental no processo de trocas de energia possuem função fundamental na estrutura física da pele, promovem isolamento térmico e proteção contra a radiação solar direta, além de conferir proteção mecânica (REESE et al., 2011; AFONSO et al, 2016).

A quantidade de calor efetivamente transmitida através da capa de pelame depende de suas características físicas, entre elas as mais importantes são: a espessura de pelame, comprimento, diâmetro médio e o número por unidade de área (densidade numérica). Deste modo, dependendo da variação que ocorra nessas características os animais podem superaquecer (hipertermia) ou diminuir sua temperatura (hipotermia) sua temperatura, o que deve ser por um período limitado de tempo, mas sempre na tentativa de permanecer em equilíbrio térmico frente as condições ambientais dos quais estão inserido (COLLIER e GEBREMEDHIN, 2015).

A pigmentação da epiderme e a coloração dos pelos dos animais, também são atributos que influenciam na quantidade de energia que venha a ser absorvida ou transmitida pelo pelame, com isso propriedades radiativas, de pelame (refletância, transmitância e absorbância) são

também importantes no processo de avaliação desses animais (MAIA et al., 2014). Em um estudo realizado sobre o efeito da coloração de pelame sobre a termorregulação em caprinos. Costa et al. (2014) observaram que os animais de pelagem preta tenderam a absorver mais calor do que os animais de pelagem clara, observando como efeito um aumento na temperatura corporal dos animais (4,8 e 0,7 ºC).

Maia et al. (2003), estudaram pelame de bovinos em região tropical e observaram que, as características mais favoráveis para a criação desses animais sob essas condições são de pelames curtos, grossos e bem assentados. Na Tabela 3, observamos que os caprinos podem apresentar uma variação muito grande em suas propriedades físicas o pelame e que isso pode ser também influenciado pelo ambiente, o que pode contestar a afirmação acima.

Tabela 3. Propriedades físicas de pelame de caprinos em diversas regiões do mundo

Raça	E_P (mm)	C_M (mm)	D_P (µm)	D_N (pelos/cm^2)	Local de estudo	Condição climática
Alpina[1]	5,80±0,14	28,47±0,33	0,08±0,11	527±11,0	Brasil	Inverno/Verão
Balady[2]	-	130,0	0,068	-	Egito	Inverno/Verão
Damascus[2]	-	97,50	0,101	-	Egito	Inverno/Verão
Saanen[3]	5,91±0,20	32,18±0,44	0,218±0,001	217±20,22	Brasil	Inverno/Verão
Moxoto[4]	5,28±0,83	23,85±2,40	0,050±0,034	342,29±146,06	Brasil	Seco/Chuvoso
Canindé[4]	4,27±0,95	28,08±1,96	0,062±0,024	448,38±249,21	Brasil	Seco/Chuvoso
Palmera[4]	1,03±0,12	36,67±5,14	0,04±0,14	-	Espanha	Inverno/Verão
Majorera[4]	7,05±1,14	129,47±20	0,06±0,11	-	Espanha	Inverno/Verão
Garfanina[5]	-	11,07±5,3	0,08±0,01	-	Itália	Inverno/Verão
Azul[5]	-	3,55±0,50	0,008±0,01	-	Brasil	Seco/Chuvoso

E_P – espessura de pelame; C_M – comprimento médio do pelo; D_N – densidade numérica/cm^2; D_P – diâmetro médio do pelo. [1]Ligeiro et al. (2006); [2]Helal et al. (2010); [3]Aiura et al. (2010); [4]Silva, (2014); [5]Ribeiro et al. (2015).

Para que os animais alcancem o equilíbrio térmico é necessário um adequado balanço entre produção de calor e eliminação do calor corporal, através dos mecanismos de radiação, evaporação, condução e convecção, por exemplo, o que contribuem para a homeostase. Esse equilíbrio pode ser expresso pela seguinte equação, segundo Silva, (2008):

$$M \pm aRC \pm RL \pm C \pm K - EC + ER + S = 0$$

em que:

M = produção de calor pelos processos metabólicos;

a = coeficiente de absortância da superfície externa do corpo;

RC = ganho de calor por meio da radiação de ondas curtas;
RL = trocas térmicas por radiação de ondas longas;
C = trocas térmicas por convecção;
K = trocas térmicas por condução;
EC = perda de calor latente por meio da evaporação cutânea;
ER = perda de calor latente por meio da evaporação respiratória;
S = armazenamento de energia.

Mudanças na temperatura ambiente causam desequilíbrio entre o nível de produção de calor e a perda de calor, portanto alteram o metabolismo. A severidade do estresse térmico, seja pelo calor ou pelo frio, vai depender não apenas de características meteorológicas, mas da raça, potencial genético, estágio da vida, superfície corporal e estado nutricional (NAANDAM e ASSAN, 2014).

Os animais possuem uma série de mecanismos para combater o estresse térmico, dissipando o calor para o meio ambiente e reduzindo a produção de calor metabólico (SILANIKOVE, 2000). Logo, os animais podem perder calor na forma sensível, pelos mecanismos de: 1) Condução, onde conduzem o calor para uma superfície mais fria. 2) Convecção, onde as correntes térmicas deixam seu corpo. 3) Radiação, onde o animal irradia calor para um ambiente mais fresco, assim como pelos mecanismos latentes como: 4) Evaporação, onde a umidade é evaporada da superfície do corpo (sudorese) e pulmões (ofegante).

3.2 Características fisiológicas de adaptação

As mudanças no ambiente climático causam alterações significativas em alguns parâmetros fisiológicos o que pode refletir diretamente em perdas econômicas dentro do setor produtivo e industrial (PANDA et al., 2016). Parâmetros fisiológicos como temperatura retal, frequência cardíaca e respiratória são frequentemente utilizados como indicadores de adaptabilidade fisiológica em caprinos sob situações de estresse (SANUSI et al., 2011).

A temperatura corporal sempre foi considerada uma boa medida para avaliar as condições de tolerância ao calor nos animais, pois ela representa o consequente de todos os processos de ganho e perda de calor. A faixa de temperatura corporal de um caprino varia de 38,5 a 39,7 ºC (DUKES, 2017) e pode ser mantida constante por meio de controle neuronal em um sistema de feedback negativo (FECTEAU e WHITE, 2014) ou seja, associado combinações de vários fatores ambientais e ajustes de produção de calor metabólico atribuindo isso a rica

diversidade de ajustes termorreguladores que os animais possuem (hormonais, fisiológicos, morfológicos e físicos).

Um aumento na temperatura retal em 1°C ou menos é suficiente para reduzir o desempenho do animal. Alguns autores relataram que em situações de estresse térmico os caprinos tendem a aumentar a sua temperatura retal (OKORUWA, 2014; WANG et al., 2016). O que tem sido considerado um mecanismo natural pelo qual eles evitam que a temperatura se eleve durante o pico de estresse, ajudando a evitar morte por insolação. Por outro lado, alguns estudos não relataram alterações na temperatura retal de cabras estressadas pelo calor (ALAM et al. 2011; PANDA et al. 2016). Essa diferença pode dever-se à variação nas condições experimentais e/ou raça e idade das cabras.

A taxa regular de batimentos das artérias, à medida que o sangue é bombeado através delas para o coração ou frequência cardíaca, reflete nesse contexto principalmente a homeostase da circulação juntamente com o status metabólico geral do animal. Pode ser rapidamente alterado devido a fatores externos, como a alta temperatura ambiente (PHULIA et al. 2010), mas também pode sofrer alterações a qualquer alteração no ambiente externo como por exemplo o manejo inadequado com animais.

A frequência cardíaca de cabras adultas varia de 90 a 95 bat/min, porém, seu aumento em situações de estresse é na tentativa de dissipar mais calor ao ambiente, aumentando o fluxo sanguíneo para as superfícies do corpo (SHILJA et al. 2016). O aumento da taxa cardíaca é atribuído a duas causas adicionais: a) aumento da atividade muscular controlando a taxa de respiração, concomitantemente com taxa de respiração elevada e b) redução da resistência dos leitos vasculares periféricos e anastomoses arteriovenosas.

No que que diz respeito a frequência respiratória, também se considera como um indicador prático e confiável para avaliação de adaptabilidade (OKORUWA, 2014). As taxas de respiração normal em cabras adultas variam de 15 a 30 mov/min. O estresse térmico é caracterizado por um aumento na taxa de respiração (HAMZAOUI et al. 2013; WANG et al. 2016). A severidade do estresse térmico pode ser qualificada de acordo com a taxa de respiração ofegante (baixa: 40-60, média: 60-80, alta: 80-120 e severa: > 200 mov/min), pois parece ser a mais maneira mais fácil e acessível de avaliar o impacto do estresse térmico (SILANIKOVE 2000a, 2000b).

O aumento da taxa de respiração provavelmente indica um esforço dos animais para manter sua temperatura corporal normal, aumentando sua dissipação de calor através do resfriamento evaporativo (HAMZAOUI et al., 2013). No entanto, a taxa de respiração pode ser

indiretamente influenciada pelas alterações do metabolismo e atividade muscular, bem como pelas condições ambientais (SILANIKOVE, 2000b).

Com isso a inclusão dessas características nos programas de melhoramento genético ajudaria a abranger, não apenas animais de clima temperado, mas sobretudo em regiões marginalizadas uma vez que seus recursos genéticos são pouco produtivos e encontram-se em sistema de produção com baixa tecnologia. Assim a associação entre características relacionadas a adaptação juntamente com os dados produtivos pode favorecer á uma melhor eficiência dos sistemas de produção.

4. REFERÊNCIAS

AIURA, A. L. O.; AIURA, F. S.; SILVA, R. G. Características do pelame de cabras Saanen e Pardo Alpina criadas em ambiente tropical. **Archivos de Zootecnia,** v.59, p.609-612, 2010.

AMILLS, M., FRANCINO, O.; SÀNCHEZ, A. A PCR-RFLP typing method for the caprine Mhc class II DRB gene. **Veterinary Immunology and Immunopathology**. v.55, p.255-260, 1996.

AMILLS, M.; CAPOTE, J.; TOMAS, A.; KELLY, L.; OBEXER-RUFF, G.; ANGIOLILLO, A.; SANCHEZ, A. Strong phylogeographical relationships among three goat breeds from three goat breeds from the Canary Islands. **Journal of Dairy Reserch,** v.71, p.257-262, 2006.

ALAM, M. M.; HASHEM, M.A.; RAHMAN, M.M.; HOSSAIN, M.M; HAQUE, M.R.; SOBHAN, Z.; ISLAM, M.S. Effect of Heat Stress on Behavior, Physiological and Blood Parameters of Goat. **Progressive Agriculture**. v.22, p.37-45, 2011.

BARBA, C. Estudio comparativo de razas caprinas para su explotacion en Castilla y Leon. **Feagas,** v.29, p.24-31, 2006.

BASIRICÒ, L.; MORERA, P.; PRIMI, V.; LACETERA, N.; NARDONE, A.; BERNABUCCI, U. Celular thermotolerance is associated with heat shock protein 70.1 genetic polymorphisms in Holstein lactating cows. **Cell Stress Chaperones**, v.16, p.441–48, 2011.

BAUMGARD, L. H.; RHOADS, R. P. JR. Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. **Annual Review of Animal Biosciences**. v.1, p.311–37, 2013.

BAYONA, J. E. V.; MARTÍNEZ, L. Z.; BERMEJO, J. V. D.; GALVÁN, G. R. **Biodiversidad caprina iberoamericana.** Cooperativa Colombiana, Colombia, 246p. 2017.

BERNABUCCI, U.; LACETERA, N.; BAUMGARD, L. H.; RHOADS, R. P.; RONCHI, B.; NARDONE, A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. **Animal**. v.4, p.1167-1183, 2010.

COLLIER, R. J.; GEBREMEDHIN, K.G. Thermal Biology of Domestic Animals. **Annual Review of Animal Biosciences**, v.3, p.513-532, 2014.

CAPOTE, J., DELGADO, J. V., FRESNO, M., CAMACHO, E. Y MOLINA, A. Study of morphological variability of the canary goat population. **Small Ruminant Reserch**, v.27, p.167-173, 1998.

CAPOTE, J.; TEJERA, A.; AMILLS, M.; ARGUELLO, A.; FRESNO, M.; LÓPEZ, J.L. Influência histórica y actual de los genótipos canários en la población caprina americana. **AGRI**, v.35, p.49-60, 2004.

COSTA, C. C. M.; MAIA, A. S. C.; FONTENELE-NETO, J. D.; OLIVEIRA, S. E. O.; QUEIROZ, J. P. A. F. Latent heat loss and sweat gland histology of male goats in an equatorial semi-arid environment. **International Journal of Biometeorology**. v.58, n.2, p.179-184, 2014.

DA SILVA, R. G.; MAIA, A. S. C. **Principal of Animal biometeorology**. Spring. New York. 39-74. 2013.

DE JONG, G.; BIJMA, P. Selection and phenotypic plasticity in evolutionary biology and animal breeding. **Livestock Production Science,** v.78, p.195-214, 2002.

DUBEUF, J.P.; BOYAZOGLU. J. An international panorama of goat selection and breeds. **Livestock Science**, Amsterdam, v.120, p.225-231, 2009.

DUKES, H. H.; SWENSEN, M. J. **Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de janeiro: Guanabara Koogan. 13ª edição. 2017

ESTEBAN-MUÑOZ, C**. Razas Ganaderas Españolas Caprina**s. Ediciones Feagas, Madrid, España, 410 pp. 2008.

EL-TARABANY, M. S.; EL-TARABANY, A. A.; ATTA, M. A. Physiological and lactation responses of Egyptian dairy Baladi goats to natural thermal stress under subtropical environmental conditions. **Int. J. Biometeorol**. v.61. 61–68p. 2017.

FAÇANHA, D.A. E.; CHAVES, D. F.; MORAIS, J. H. G.; VASCONCELOS, A. M.; COSTA, W. P.; GUILHERMINO, M. M. Methodological tendencies of adaptability evaluation to tropical environment. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.14, n.1, p.91-103, 2013.

FALCONER, D.S. MACKAY, T.F.C. **Introduction to Quantitative Genetics**. 4th Edition, Prentice Hall, Essex. 1996.

FAO. **Coping with climate change** – the roles of genetic resources for food and agriculture. Rome. 2015.

FECTEAU, M. E.; WHITE, S. L. 2014. **Alteration in body temperature**. In: Smith BP, editor. Large animal internal medicine. 5th ed. Elsevier Health Sciences; p. 31–39.

FERREIRA, J B.; BEZERRA, A. C. D. S.; GUILHERMINO, M. M.; LEITE, J. H. G. M.; SILVA, W. E.; PAIVA, R. D. M.; BARBOSA, T. N.; SOUSA, J. E. R.; FAÇANHA, D. A. E. Performance, endoparasitary control and blood values of ewes locally adapted in semiarid region. **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**. v.52, p.23-29, 2017.

FERNÁNDEZ, M., GÓMEZ, M., DELGADO, J. V., ADÁN, S. Y JIMÉNEZ, M. **Guía de Campo de las Razas Autóctonas Españolas**. rae 235. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marinoy/serga (Sociedad Española para los Recursos Genéticos Animales). 2009.

GONZÁLEZ, A; HERNÁNDEZ, J. A; PARREÑO, J. M. **Los nuevos usos turísticos en la reserva de la biosfera de la isla de La Palama (Canarias)**. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles. v.1, p.239-257, 2016.

HAMZAOUI, S. A. A. K.; SALAMA, A. A. K.; ALBANELL, E.; SUCH, X.; CAJA, G. 2013. Physiological responses and lactational performances of late-lactation dairy goats under heat stress conditions. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.6355–6365, 2013.

HANSEN, P. J. 2011. **Heat stress and climate change**. In Comprehensive Biotechnology, ed. MMoo-Young, 4:477–85. Amsterdam: Elsevier. 2nd ed.

HELAL, A.; HASHEM, A. L. S.; ABDEL-FATTAH, M. S.; EL-SHAER, H. M. Effect of heat stress on coat characteristics and physiological responses of Balady and Damascus goats in Sinai, Egypt. American-Eurasian **Journal of Agriculture and Environmental Sciences,** v.7, p.60–69, 2010.

HOFFMANN, I. Climate change and the characterization breeding and conservation of animal genetic resources. **Animal Genetics**. v.41, p.32-46, 2013.

JORDANA, J.; AMILLS, M.; DIAZ, E.; ANGULO, C.; SERADILLA, J. M.; SANCHEZ, A. Gene frequecies of caprine_s1 polymorphism in Spanish goat breeds. **Small Ruminant Reserch**, v.20, p.215-221, 1996.

LEITE, J.R.de S.; FURTADO, D.A; LEAL, A.F. et al. Influência de fatores bioclimáticos nos índices produtivos e fisiológicos de caprinos nativos confinados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v.16. n.4. 443-448p. 2012.

LIGEIRO, E. C.; MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; LOUREIRO, C. M. B. Perda de calor por evaporação cutânea associada às características morfológicas do pelame de cabras leiteiras criadas em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.544-549, 2006.

LUCENA, L.F.A.; FURTADO, D.A.; NASCIMENTO, J.W.B. et al. Respostas fisiológicas de caprinos nativos mantidos em temperatura termoneutra e em estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v.17. n.6. 672 – 679p. 2013.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; BERTIPAGLIA, E. C. A. Características do pelame de vacas Holandesas em ambiente tropical: um estudo genético e adaptativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.843-853, 2003.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; NASCIMENTO, S. T.; NASCIMENTO, C. C. N.; PEDROZA, H. P.; DOMINGOS, H. G. T. Thermoregulatory responses of goats in hot environments. **International Journal of Biometeorology,** v.59, p.1025-1033, 2014.

MACHADO, N. A. F; BARBOSA-FILHO, J. A. D.; OLIVEIRA, K. P. L.; PARENTE, M. O. M.; SIQUEIRA, J. C,; PEREIRA, A. M.; SANTOS, A. R. D.;; SOUSA, J. M. S.; ROCHA, K. S.; VIVEIROS, K. K. S. Biological rhythm of goats and sheep in response to heat stress. **Biological Rhythm Research**, v. 11s, p.1-9, 2019.

MASCIOLI, A. S.; ALENCAR, M. M.; FREITAS, A. R.; MARTINS, E. N. A study of the genotype environment interaction for growth traits in beef cattle using Bayesian inference. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35, p.2275-2284, 2006.

MARTÍNEZ, A. M., ACOSTA, J., VEGA-PLÁ, J. L. Y DELGADO J. V. Analysis of genetic structure of canary goat populations using microsatellites. **Livestock Science**, v.102, p.140-145, 2006.

MCMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SASAKI, L.C.B.; BIANCHINI, E.; BERNAL, F.E.M.; PAIVA, S.R.; PAIM, T.P. Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. **Tropical Animal Health Production**, v.43, p.121-126, 2011.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE – MAPAM. Boletín Oficial – **El sector ovino y caprino de leche en cifras – Restos y Herramientas**. v.1, 34p. 2018.

MORAIS-LEITE, J. H. G.; FAÇANHA, D. A. E.; COSTA, W. P.; CHAVES, D. F.; GUILHERMINO, M. M.; SILVA, W. S. T.; BERMEJO, L. A. Thermoregulatory responses related to coat traits of Brazilian native ewes: an adaptive approach. **Journal of Applied Animal Research**. v.46, p.353-359, 2017.

MORAIS-LEITE, J. H. G.; SILVA, R. G.; SILVA, W. S. T.; SILVA, W. E.; PAIVA, R. D. M.; SOUSA, J. E. R.; ASENSIO, L. A. B.; FAÇANHA, D. A. E. Locally adapted Brazilian ewes with different coat colors maintain homeothermy during the year in an equatorial semiarid environment. **International Journal of Biometeorology,** v.62, p.1635-1644, 2018.

NAANDAM, J.; ASSAN, I. K. Effect of coat color ecotype location and sex on hair density of West African Dwarf (WAD) goats in Northern Ghana Sky. **Journal of Agricultural Research**, v.3, p.25–30, 2014.

NAVARRO-RÍOS, M.J.; FERNÁNDEZ, G.; PEREZGROVAS, R. 2011. **Characterization of Majorera goat production system in the Canary Islands**. Options Méditerranéennes Serie A. Séminaires Méditerranéens, 100: 205-210

NEIVA, J.N.M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S.H.N.; OLIVEIRA, S.M.P.; MOURA, A.A.A.N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.668-678, 2004.

OKORUWA, M. I. Effect of heat stress on thermoregulatory live bodyweight and physiological responses of dwarf goats in southern Nigeria. **European Scientific Journal**, v.10, p.255–264, 2014.

PANDA, R.; GHORPADE, P. P.; CHOPADE, S. S.; KODAPE, A. H.; PALAMPALLE, H. Y.; DAGLI, N. R. Effect of heat stress on behaviour and physiological parameters of Osmanabadi goats under katcha housing system in Mumbai. **Livestock Science**, v.7, p.196–199, 2016.

PHULIA, S. K.; UPADHYAY, R. C.; JINDAL, S. K.; MISRA, R. P. Alteration in surface body temperature and physiological responses in Sirohi goats during day time in summer season. **Indian Journal of Animal Sciences**. v.80.n.4 340-342p. 2010.

REESE, S.; BUDRAS, K.D.; MÜLLING, C. BRAGULLA, H.; KÖNIG, H.E. Tegumento Comum (*Integumentum Commune*). KONIG, H.E.; LIEBICH, H.G. Anatomia dos Animais Domésticos - Texto e Atlas Colorido. Porto Alegre: Artmed, 2011. 788p.

RIBEIRO, N. L.; PIMENTA FILHO, E. C.; ARANDAS, J. K. G.; RIBEIRO, M. N.; SARAIVA, E. P.; BOZZI, R.; COSTA, R. G. Multivariate characterization of the adaptive profile in Brazilian and Italian goat population. **Small Ruminant Research**. v.123, p.232-237, 2015.

RIBEIRO, N. L.; COSTA, R. G.; PIMENTA-FILHO, E. C.; RIBEIRO, M. N.; CROVETTI, A.; SARAIVA, E. P.; BOZZI, R. Adaptive profile of Garfagnina goat breed assessed through physiological, haematological, biochemical and hormonal parameters. **Small Ruminant Research**. v.144. 236–241p. 2016

RODRIGUES, W.P.; VIEIRA, H.D.; BARBOSA, D.H.; SOUZA FILHO, G.R.; CANDIDO, L.S. Adaptability and genotypic stability of Coffea arabica genotypes based on REML/BLUP analysis in Rio de Janeiro State, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v.12, p.2391-2399, 2013

SALAMA, A. A. K.; CAJA, G.; HAMZAOUI, S.; BADAOUI, B.; CASTRO-COSTA, A.; FAÇANHA, D. A. E.; GUILHERMINO, M. M.; BOZZI, R. Different levels of response to heat stress in dairy goats. **Small Ruminant Research**. v.121, p.73-79, 2014.

SÁNCHEZ-MACÍAS, D.; MORALES-DELANUEZ, A.; MORENO-INDIAS, I.; HERNÁNDEZ-CASTELLANO, L.; MENDOZA-GRIMÓN, V.; CASTRO, N.; ARGÜELLO, A. Lipolysis and proteolysis profiles of fresh artisanal goat cheese made with raw milk with 3 different fat contents. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.5786– 5793, 2012.

SANUSI, A. O.; PETERS, S. O.; SONIBARE, A. O.; OZOJIE, M. O. Effect of coat colour on heat stress among West African Dwarf sheep. **Nigerian Journal of Animal Science**, v.38, p.28–36, 2011.

SHILJA, S.; SEJIAN, V.; BAGATH, M.; MECH, A.; DAVID, C. G.; KURIEN, E. K.; VARMA, G.; BHATTA, R. Adaptive capability as indicated by behavioral and physiological responses plasma HSP70 level and PBMC HSP70 mRNA expression in Osmanabadi goats subjected to combined (heat and nutritional) stressors. **International Journal of Biometeorology**, v.60, p.1311–1323, 2016.

SILANIKOVE, N. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. **Small Ruminant Reserch**, v.35(3), p.181–193, 2000a

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, p.1–18, 2000b.

SILVA, C. M. B. A.; SOUZA, B. B.; BRANDÃO, P.A. et al. Efeito das condições climáticas do semi-árido sobre o comportamento fisiológico de caprinos mestiços F1 Saanen x Boer. **Revista Caatinga,** Mossoró, v.24. n.4. 195-199p. 2011

SILVA, R. G; ARANTES NETO, J. G.; HOLTZ-FILHO, S.V. Genetic aspects of the variation of the sweating rate and coat characteristics of jersey cattle. **Brazilian Journal Genetic,** v.11, p.335-347, 1998.

SILVA, R.G. **Biofísica ambiental**: os animais e seu ambiente. São Paulo: FUNEP, 2008. 386p.

SILVA, W. E; LEITE, J. H. G. M.; SOUSA, J. E. R.; COSTA, W. P.; SILVA, W. S. T.; GUILHERMINO, M. M.; ASENSIO, L. A. B.; FAÇANHA, D. A. E. Daily rhythmicity of the thermoregulatory responses of locally adapted Brazilian sheep in a semiarid environment. **International Journal of Biometeorology**, v.61, p.1221-1231, 2017.

SILVA, W. S. T. **Caracterização adaptativa de caprinos ibero-americanos.** 2014. 148 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Produção Animal, Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró-RN.

SOUZA, B.B.; ASSIS, D.Y.C.; SILVA NETO, F.L. Efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de cabras da raça Saanen em confinamento no sertão paraibano. Mossoró-RN, **Revista Verde.** v.6, n.1, 77-82p. 2011.

STARLING, J. M. C.; SILVA, R. G.; CERÓN-MUÑOZ, C.; BARBOSA, G. S. S. C.; COSTA, M. J. R. P. Analysis of Some Physiological Variables for the Evaluation of the Degree of Adaptation in Sheep Submitted to Heat Stress . **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, 9.2070-2077, 2002.

TORRES, A., CAPOTE, J. Venezuela y las cabras canarias. **Revista Agropalca**, 15: 25. 2013.

WANG, L.; WANG, Z.; ZOU, H.; PENG, Q. Yeast culture vitamin E supplementation alleviates heat stress in dairy goats. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.29, p.814–822, 2016.

CAPÍTULO II

Dinâmica das respostas termofisiológicas de caprinos em ambiente temperado

CAPÍTULO II – DINÂMICA DAS RESPOSTAS TERMOFISIOLOGICAS DE CAPRINOS EM AMBIENTE TEMPERADO

Resumo: Os caprinos existentes no Arquipélago Canário – Espanha, são animais adaptados a extremos de um gradiente térmico existente entre as ilhas. Nesse cenário evoluiu a raça Majorera (n=30) adaptada as condições áridas da Ilha de Fuerteventura e a raça Palmera (n=20) em temperatura amenas e ambiente úmido da Ilha de La Palma. O estudo teve objetivo avaliar as características fisiológicas relacionadas a termorregulação de cabras adultas durante as quatros estações do ano e suas possíveis relações com a produção de leite – PL. O estudo foi conduzido na Ilha do Tenerife, em sistema intensivo de produção sob clima temperado por um período de 18 meses. Foram registrados a Temperatura retal – T_R, Frequência respiratória – F_R, Frequência cardíaca – F_C, Temperatura da superfície corporal – T_S de cada animal ao mesmo tempo dos dados ambientais, assim como os valores de produção de leite – PL. Os animais não apresentaram diferenças em relação as características termorreguladoras, exceto para a T_S (29,88 e 29,06 ºC), fato que pode ser atribuído as diferenças de coloração da pelagem, uma vez que não há padrão dessa característica para esses animais, a maior absorção de calor e produção de calor endógeno. A magnitude com que os animais utilizaram suas características foram distintas entre as estações do ano, demonstrando que a raça Palmera no inverno ativou mais a F_R, F_C e T_R a fim de manter a homeostase, enquanto que os animais da raça Majorera possivelmente sofreram maior desconforto térmico devido ao menor acionamento de suas características. No verão, o acionamento da F_R nos animais da raça Palmera (52,18 mov/min) foi mais elevado, na tentativa de haver maior dissipação de calor. Nas estações mais quentes do ano, ambas as raças tenderam a apresentar temperatura interna menor que nas épocas mais frias, podendo considerar que o ambiente térmico do Tenerife não demonstrou situações reais de estresse pelo calor, mas que possivelmente os animais encontravam-se sujeitos ao desconforto pelo frio. De modo a reforçar essa informação, calculou-se os gradientes térmicos; T_S-T_{AR}, T_S-T_R e T_R-T_{AR}, em que mostraram comportamento linear negativo; à medida que o houve aumento de temperatura esse gradientes diminuíram, demonstrando que os mecanismos termorreguladores acionados pelos animais foram eficientes, uma vez que houve variação mínima da T_R. Os dados de PL foram relacionados com as variáveis ambientais e termorreguladoras, evidenciando que a T_{AR} obteve baixa correlação sobre essa característica, logo o ambiente térmico do Tenerife é favorável a atividade leiteira, mas a relação positiva com o Índice de Conforto Térmico – ITGU, indicou que em situações de baixas temperaturas como observado no inverno e primavera os animais tendem a apresentar um decréscimo nessa produção.

Palavras-chaves: Adaptação, Indicadores fisiológicos, Recursos Genéticos Animais, Termorregulação

,

CHAPTER II – DYNAMIC OF THERMOPHYSIOLOGY CHARECTERISTCS OF GOATS UNDER MILD ENVIRONMENTAL

Abstract: Majorera (n = 30) and Palmera (= 20) goats are breeds adapted to the extremes of a thermal gradient existing in the Canary archipelago. The first breed mentioned is adapted to the arid conditions of the island of Fuerteventura, while the Palmera breed, the most humid and productive areas of the island of La Palma. The aim of this study was to evaluate the physiological characteristics related to the thermoregulation of adult goats during the four seasons of the year, over 18 months and their possible relationship with milk production. The study was conducted on the island of Tenerife, which has a temperate climate, in which the rectal temperature (RT), respiratory rate (RF), heart rate (HR), body surface temperature (S_T) of each animal were recorded, Ao At the same time, environmental data, as well as milk production (PL) data. The animals did not present differences in relation to the thermoregulatory characteristics, except for TS (29.88 and 29.06 ºC, respectively), this fact can be attributed primarily to the differences in coat color, since there is no pattern of this characteristic for these animals, and the greater endogenous heat production. However, the magnitude of how the animals used their characteristics was different in the four seasons. Demonstrating that, in winter, the Palmera breed activated the R_R, R_C and R_T more in order to maintain homeostasis, when compared to the animals to Majorera, which possibly suffered more with the thermal discomfort to these conditions. In summer, R_R activation in Palmera animals (52.18 mov/ min) was higher, possibly to achieve greater heat dissipation. You can see that, in the warmer seasons, both breeds tended to have a lower internal temperature than in the colder seasons, leading to consider that the thermal environment of Tenerife did not show real situations of heat stress, but that possibly the animals were potentially subject discomfort from the cold. In order to reinforce this information, the thermal gradients, S_T-AirT, S_T-R_T and R_T-AirT, were shown to show negative linear behavior; as the temperature increased, this gradient decreased, demonstrating that the thermoregulatory mechanisms activated by the animals were efficient, since there was minimal variation in R_T. The MP data were related to the environmental and thermoregulatory variables, showing that the AirT showed a low correlation on this characteristic, concluding that the studied environment is favorable to the activity, however the strong positive relationship with the thermal comfort index - BGHI, indicated that low temperature situations such as winter and spring, animals tend to show a decrease in this production.

Key words: Adaptation, Animal Genetic Resource, Thermoregulation, Physiological index.

CAPÍTULO II – DINÂMICA DAS RESPOSTAS TERMOFISIOLOGICAS DE CAPRINOS EM AMBIENTE TEMPERADO

Resumen: Las cabras en el Archipiélago Canário - España, son animales adaptados los extremos de un gradiente térmico existente entre islas. En este escenario, la raza Majorera (n = 30) evolucionó a las condiciones áridas de la Isla de Fuerteventura y la raza Palmera (n = 20) en temperaturas blandas y ambiente húmedo, Isla de La Palma. El objetivo del trabajo fue evaluar las características fisiológicas relacionadas con la termorregulación de cabras adultas durante las cuatro estaciones del año y su relación con la producción de leche. El estudio se realizó en la isla de Tenerife, en un sistema de producción intensivo bajo un clima templado durante un período de 18 meses. La Temperatura rectal - T_R, Frecuencia respiratoria - F_R, Frecuencia cardíaca - F_C, Temperatura de la superficie corporal - TS de cada animal se registraron al mismo tiempo que los datos ambientales, así como los valores de producción de leche – PL. No hubo diferencias entre los animales con respecto a las características termorreguladoras, excepto (29.88 y 29.06 ºC), un hecho que puede atribuirse a las diferencias de color del pelaje, ya que no existe un patrón de esta característica para estos animales, mayor absorción de calor del ambiente y producción de calor endógeno. La magnitud con la que los animales usaron sus características fue diferente entre estaciones, demostrando que la raza Palmera en invierno activó más la F_R, F_C y T_R para mantener la homeostasis, mientras que la raza Majorera probablemente sufrió una mayor incomodidad térmica debido la menor activación de sus características. En verano, la activación de F_R fue más grande en los animales de la raza Palmera (52.18 mov/min), en un intento de alcanzar una disipación más grande de calor. Las estaciones más calurosas del año ambas las razas tendieron a tener temperatura interna más baja que en las estaciones más frías, teniendo en cuenta que el ambiente térmico de Tenerife no ha mostrado situaciones reales de estrés por calor, pero que posiblemente los animales estaban sujetos a molestias por el frio. Para reforzar esta información, se calcularon los gradientes térmicos; T_S-T_{AR}, T_S-T_R y T_R-T_{AR}, en los que mostraron un comportamiento lineal negativo; A medida que aumentaba la temperatura, estos gradientes reducían, demostrando que los mecanismos termorreguladores activados por los animales eran eficientes, ya que había una variación mínima de la T_R. Ha relacionado los datos de PL con las variables ambientales y termorreguladoras, demostrando que la T_{AR} obtiene baja correlación con esta característica, por lo tanto, el ambiente térmico de Tenerife es favorable para la actividad lechera, pero la relación positiva con el Índice de Confort Térmico - ITGU, enseñó que, en situaciones de baja temperatura, como se observa en invierno y primavera, los animales tienden a mostrar una depreciación en la producción.

Palabras claves: Adaptación, Indicadores Fisiológicos, Recursos genéticos Animales, Termorregulación

CAPÍTULO II – COMPORTAMENTO DINÂMICO DE RESPOSTAS TERMOFISIOLOGICAS DE CAPRINOS EM AMBIENTE TEMPERADO

1. INTRODUÇÃO

Atualmente existe um grande interesse em estudar a adaptação dos animais nos diversos tipos de clima existentes no planeta, principalmente considerando aspectos relacionados as frequentes mudanças de temperatura que vêm ocorrendo no ambiente, caracterizando como um fator limitante no desempenho dos animais de produção (FAO, 2015). Desse modo, o conhecimento da interação entre o ambiente térmico e os animais, torna-se hoje uma ferramenta efetiva no desenvolvimento de qualquer sistema de produção, onde a obtenção de bons índices produtivos depende também de qual recurso genético animal é mais adaptado as condições climáticas observadas. (KALIBER et al., 2015)

A manutenção da homeotermia em regiões climaticamente instáveis, como as temperadas, em que se observar extremos de frio alternando-se com extremos de calor, pode exigir grande esforço dos animais no acionamento dos mecanismos termorreguladores, tanto em situações de aumento da temperatura do ar como em sua redução. Logo, a soma dos efeitos ambientais dependendo de sua magnitude podem reduzir os índices produtivos, o que reflete em perdas econômica, uma vez que a performance dos animais é comprometida devido a diminuição do consumo de alimentos, alterações na produção de calor endógeno e taxa metabólica (EL-TABARABANY et al., 2017).

A homeotermia é indicada pela temperatura interna do animal e quando estes encontram-se em condições ambientais fora da zona de termoneutralidade, pode ocorrer o acionamento imediato ou não de mecanismos que possuem o intuito de manter a temperatura corporal constante (GUPTA e MONDAL, 2019). Assim, considerando que no Arquipélago Canário possui ilhas com climas áridos até climas mais úmidos e que a Ilha do Tenerife representa o conjunto desse gradiente térmico por haver vários microclimas, essa mudança de ambiente pode facilmente influenciar na seleção, por parte dos animais, de quais características serão mais importantes a serem utilizadas para manterem a sua temperatura constante.

Dessa forma, diversos autores consideram os parâmetros fisiológicos relacionados a termorregulação como, frequência respiratória, frequência cardíaca e temperatura retal bons indicadores de adaptação em situações de estresse pelo calor e pelo frio (PANDA et al., 2016). No entanto, para Brindi, (2001) o resultado da ação conjunta de diferentes fatores como alterações anatômicas, fisiológica, hormonal, bioquímica, comportamental devem ser o

conjunto de características a serem avaliadas para que assim se possa determinar o real grau de adaptação dos animais, o que para alguns autores, isso pode ser ressaltado quando leva-se em consideração aspectos relacionados ao ambiente bem como características relacionadas a produção do animal (STARLING et al., 2002; SEIJAN et al., 2018).

Como citado anteriormente, alguns pesquisadores chamam atenção em estar incluindo no processo de avaliação adaptativa, informações relacionadas a produtividade, pois com essas informações aumentaria o entendimento do funcionamento do animal como resposta a ação das características das quais foram utilizadas por esses (KLJAJEVIC et al., 2017), uma vez que, dependendo da magnitude do acionamento das características relacionados a adaptação, essas podem provocar perdas econômicas ou comprometer a sobrevivência dos animais.

A utilização de recursos genéticos animais localmente adaptados em sistemas de produção é uma prática comum em países desenvolvidos como os do continente europeu, que conseguem otimizar a produção e incrementar a oferta de proteína de origem animal e seus derivados por meio de programas de seleção e práticas de manejo eficientes. É neste contexto que as raças Majorera e Palmera representam um importante patrimônio genético para a Espanha que, ao longo de anos de seleção natural adquiriram características próprias do ambiente dos quais evoluíram permitindo-os boa prolificidade e notáveis rendimentos na produção de leite, quando comparadas a outras raças pioneiras na produção de leite.

Os estudos que são conduzidos com esses animais geralmente estão relacionados a temas como pastejo, sistema de produção e qualidade de seus produtos. No entanto, quando se trata de estudos que visem a caracterização dos atributos morfofisiológicos, os quais conferem superioridade adaptativa aos ambientes dos quais evoluíram, observa-se escassez na literatura, sobretudo quando essas características adaptativas são olhadas dentro de uma perspectiva de serem tornarem-se possíveis candidatas a serem incluídas em programas de seleção a fim de melhorar a produtividade.

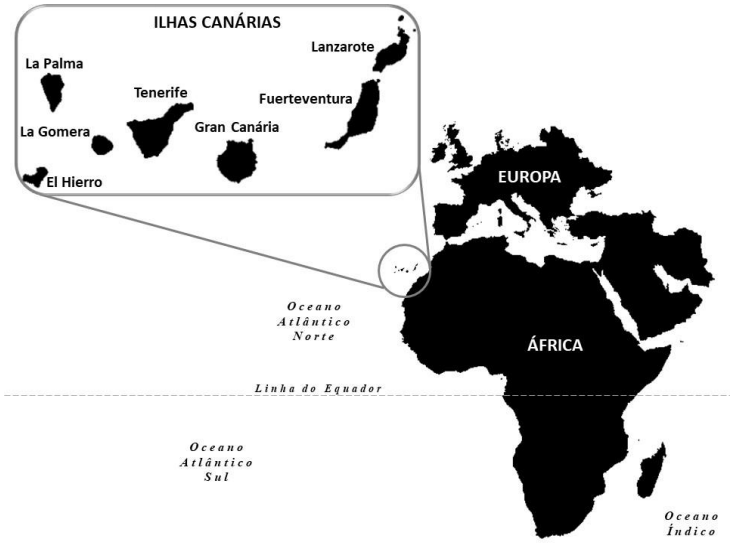
Haja vista a importância socioeconômica que os animais das raças Majorera e Palmera desempenham na Espanha e as escassas informações a respeito do tema, surgiu à necessidade em desenvolver o presente estudo, com o objetivo de avaliar as características fisiológicas relacionadas a termorregulação em caprinos das raças Majorera e Palmera, em diferentes estações do ano e suas possíveis relações com a produção de leite.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e período de estudo

O trabalho foi realizado no norte da ilha do Tenerife, a qual pertence ao arquipélago Canário (Figura 4), mais precisamente no Instituto Canário de Investigación Agraria – ICIA (28º 31’30” N e 16º 22’08” O), um órgão que pertence a Comunidad Autonoma de Canaria, junto a Consejería de Agricultura, Ganaderia, Pesca y Alimentación.

Figura 4. Representação da localização geográfica das Ilhas Canarias e das coletas de dados durante todo o período experimental



O ambiente do qual foram manejados os animais encontravam-se a 246 m acima do nível do mar no município de Tegueste, caracterizado por ser uma região montanhosa, com vegetação herbácea e arbustiva, solo predominantemente vulcânico com forte erosão e impermeabilidade (GARCIA, 2015). Possui clima do tipo *Csa*, segundo a classificação internacional de Koppen-Geiger (1936), que significa clima temperado com verões quentes e secos, apresentando média dos meses mais quentes até 22 ºC e nos meses mais frios entre 0 e 18 ºC (AEMET, 2018).

O estudo foi realizado por um período de 1 ano e 6 meses, 18 meses no total, em que no primeiro ano as coletas iniciaram-se em Maio – Primavera estendendo-se até Dezembro – Outono do mesmo ano. No ano seguinte, continuou as atividades em Janeiro – Primavera, concluindo o estudo em Dezembro – Outono do mesmo ano, sendo assim possível a realização das atividades em todos os meses que correspondem as quatro estações do ano. Os registros dos

grupos das variáveis estudadas deram-se sempre no período da manhã, às 9h:00min, realizando duas observações por mês, respeitando um intervalo de 15 dias desde última coleta.

A Tabela 4, representa as médias anuais climatológicas da região, demonstrando que o ambiente se encontra à alta latitude nas quais as variações anuais de temperatura do ar e fotoperíodo podem ser consideradas relevantes, destacando os altos valores de umidade do ar e baixo fotoperíodo.

Tabela 4. Valores climatológicos normais da região de Tegueste – Estação Meteorológica Tenerife Aeroporto Norte

Mês	T_{AR} (°C)	T_M (°C)	T_m (°C)	PP (mm)	UR (%)	I
Janeiro	13,1	16,0	10,2	80	76	150
Fevereiro	13,4	16,7	10,0	70	75	168
Março	14,5	18,2	10,7	61	71	188
Abril	14,7	18,5	10,9	39	74	202
Maio	16,1	20,1	12,0	19	72	234
Junho	18,1	22,2	14,0	11	73	237
Julho	20,2	24,7	15,7	6	69	262
Agosto	21,2	25,7	16,6	5	60	269
Setembro	20,7	24,9	16,5	16	71	213
Outubro	18,9	22,5	15,2	47	74	194
Novembro	16,5	19,6	13,3	81	75	155
Dezembro	14,3	17,1	11,5	82	79	137
Média Anual	16,8	20,5	13,0	520	73	-

Fonte: Agencia Estatal de Meteorologia – AEMET. Dados compreendidos dos anos de 1981 a 2010. T_A – Temperatura média mensal/anual; T_M – média mensal/anual das temperaturas máximas diárias; Tm – média mensal/anual das temperaturas mínimas diárias; PP – precipitação mensal/anual média; UR – umidade relativa média; I – número médio mensal/anual de horas de sol.

2.2 Animais

No total foram utilizadas 50 fêmeas adultas da espécie caprina (*Capra hircus*), clinicamente avaliadas, em idade reprodutiva, secas e lactantes, sendo 30 da raça Majorera e 20 da raça Palmera. Os animais eleitos para compor o estudo foram selecionados de acordo com os padrões raciais estabelecidos segundo as associações de criação de cada raça[4]. Todos os animais possuíam pele pigmenta, não havendo padrão quando a cor e morfologia da capa de pelame (Figura 5), havendo maior porcentagem de malha negra na raça Majorera.

[4] Asociación de Criadores de Cabras de Fuerteventura e Asociación Criadores Cabras Palmera

O sistema de produção adotado era o intensivo, onde os animais eram estabulados em galpões cobertos com placas de metal, aberto lateralmente, com pé-direito de 4m e piso de cimento batido. As paredes das baias tinham mais ou menos 1m de altura, com cochos de metal dispostos aleatoriamente, não havendo nenhum critério de separação dos animais a não ser o racial. Os animais eram alimentados logo nas primeiras horas da manhã, 6h:00min, em que recebiam uma única ração comercial pelitizada, após isso era disponibilizado aos animais um volumoso picado diretamente no cocho no final do dia, 14h:00min. O volumoso geralmente era composto por vegetação nativa como: moringa (*Moringa oleífera*), tagasaste (*Cytisus proliferus*), tedera comum de canarias (*Bituminaria bituminosa*), vinagrera (*Rumex lunaria*), cornical (*Periploca angustifólia*), maralfafa (*Pennisetum purpureum*) além de água fresca *ad libitum.*

Antes de iniciar as observações, os animais ficavam em uma baia única de espera, por um período de 30 minutos para que não houvesse influência do manejo na tomada dos dados em relação as respostas dos animas.

Figura 5. Representação dos dois principais recursos genéticos animais da espécie caprina e coloração da pelagem da Ilha do Tenerife

2.3 Variáveis meteorológicas

Foram registrados os valores das variáveis meteorológicas, no mesmo local em que se encontravam os animais, a fim de obter informações referentes ao ambiente térmico no qual estavam condicionados. Essas informações foram registradas ao mesmo tempo em que foram

registrados os dados variáveis termorreguladoras, de modo que cada observação houvesse informações combinadas para cada animal.

A temperatura do bulbo seco (Tba, °C) e de bulbo úmido (Tbu, °C), foram registradas através de um psicrômetro de mão giratório. Após tomado as informações de temperatura, esses foram úteis para calcular a pressão parcial de vapor usando a seguinte equação:

$$Pp = Ps\ \{Tbu\} - Patm\gamma\ **\ (Tba - Tbu) \quad (Kpa) \qquad (1)$$

no qual Ps{Tbu} é a pressão de saturação do bulbo úmido, Patm e a pressão atmosférica (kPa), γ é a constante psicométrica à temperatura do ar (°C), Tba é a temperatura do ar (°C), Tbu é a temperatura do bulbo úmido (°C).

Registrou-se também a temperatura do globo negro (T_G, °C), usando um termômetro digital com capacidade de leitura de -50 a 150 °C, que foi introduzido em um globo de cobre, pintado de preto, com 5 mm de espessura e 15 cm de diâmetro, segundo Silva (2000):

$$CTR = 1{,}053\ hc\ (T_G - T_{AR}) + \delta\ Tg^4,\ (W/m^2) \qquad (2)$$

em que, hc = coeficiente de convecção do globo negro ($W/m^2/K$), T_G = temperatura do termômetro de globo (K), T_{AR} = Temperatura do ar (K) e δ = constante de Stephan-Boltzman ($5{,}6697 \times 10^{-8}$, $W/m^2/K^4$);

A partir desses dados, estimou-se o Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade – ITGU, segundo a equação proposta por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = [(T_G - 273{,}15) + 0{,}36 * Tpo + 41{,}5)]; \qquad (3)$$

em que, T_G é a temperatura do globo (K), Tpo é a temperatura do ponto de orvalho e 41,5 é uma constante. A velocidade do vento (Vv, m/s) foi registrada, próximo do globo negro, com uso de um anemômetro digital, com resolução de 0,01 m/s.

2.4 Características fisiológicas relacionadas a termorregulação

Para aferição da frequência respiratória (F_R, mov/min), foi utilizado um estetoscópio na região do costado direito do animal, que por meio da contagem dos movimentos respiratórios e

auxílio de um cronômetro, em um período de 30 segundos multiplicando-se o resultado por 2, foi possível obter os valores respiratórios por minuto. Após isso, foi realizado a contagem da frequência cardíaca (F_C, bat/min) dos animais, utilizando um estetoscópio próximo da região laringo-traqueal, contando-se o número de batimentos cardíacos durante 30 s cujo resultado foi multiplicado por 2 para obtenção de valores de batimento em 1 minuto.

Os registros da temperatura de superfície corporal (T_S, ºC) foram realizados com um termômetro infravermelho à uma distância de aproximadamente 30 cm entre o observado e o animal. As leituras foram realizadas em três regiões do corpo do animal (pescoço, flanco e garupa), a fim de se obter o valore médio dessa característica.

A temperatura retal (T_R, ºC) foi registrada com uso de um termômetro clínico digital, com escala de até 44 ºC, inserido diretamente no reto do animal, orientando-se para o teto desta cavidade, a fim de detectar a temperatura da mucosa, a uma profundidade de aproximadamente 5 cm, permanecendo por um período de 1 minuto (até que soasse o sinal sonoro).

2.5 Gradientes Térmicos

Foram calculados os gradientes térmicos $T_S - T_{AR}$ (temperatura de superfície com temperatura do ar), $T_R - T_S$ (temperatura retal com a temperatura de superfície) e $T_R - T_{AR}$ (temperatura retal com temperatura do ar), com intuito de avaliar a adaptação dos animais frente ao gradiente térmico observado no local estudado.

2.6 Produção de Leite

Os registros de produção de leite aconteciam sempre nas primeiras horas da manhã e no mesmo dia de coleta oficial realizada pela equipe técnica responsável do instituto, ICIA. No décimo quinto dia útil de cada mês, sempre considerando a data da última coleta oficial, realizava-se a leitura e anotações referente a produção de leite de cada animal. Eram realizadas duas anotações, uma pela equipe do ICIA e outra pela equipe que compunha o projeto. Após o término da ordenha de cada grupo animal, eram conferidos os valores segundo os dados oficiais.

Os animais eram ordenhados uma única vez ao dia, em uma sala de ordenha por meio de ordenhadeira mecânica, dos quais os animais eram separados por raça, não havendo qualquer distinção, dentro de cada grupo racial, em relação à ordem dos animais a serem ordenhados. Antes de iniciar a ordenha, os animais recebiam uma pequena quantidade de concentrado a base de milho enquanto se realizava os procedimentos de *pré-dipping*, secagem dos tetos e no final da ordenha realizava-se o *pós-dipping* com produto antisséptico, iodo a 0,5%, por cerca de 5 a 10 segundos.

2.7 Análise estatística

Para avaliação dos parâmetros fisiológicos foi adotado um modelo estatístico que inclui os efeitos de ano, estação do ano e raça, Majorera e Palmera, e interação entre as características, assim como dos indicadores de produtividade.

$Y_{ijkl} = \mu + Ai_i + R_j + E_k + RE_{jk} + \varepsilon_{ijkl}$:

onde, Y*ijkl* = é a média da frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura de superfície, temperatura retal; A_i = é o efeito de ano (i=1,2), R_j = é o efeito de raça estudada (i = 1,2), E_k = efeito da estação do ano (i=1, ...4); RE_{ij} = efeito da interação entre as raças e as estações do ano estudadas; ε_{ij} = resíduo associado à observação Y_{ijk}.

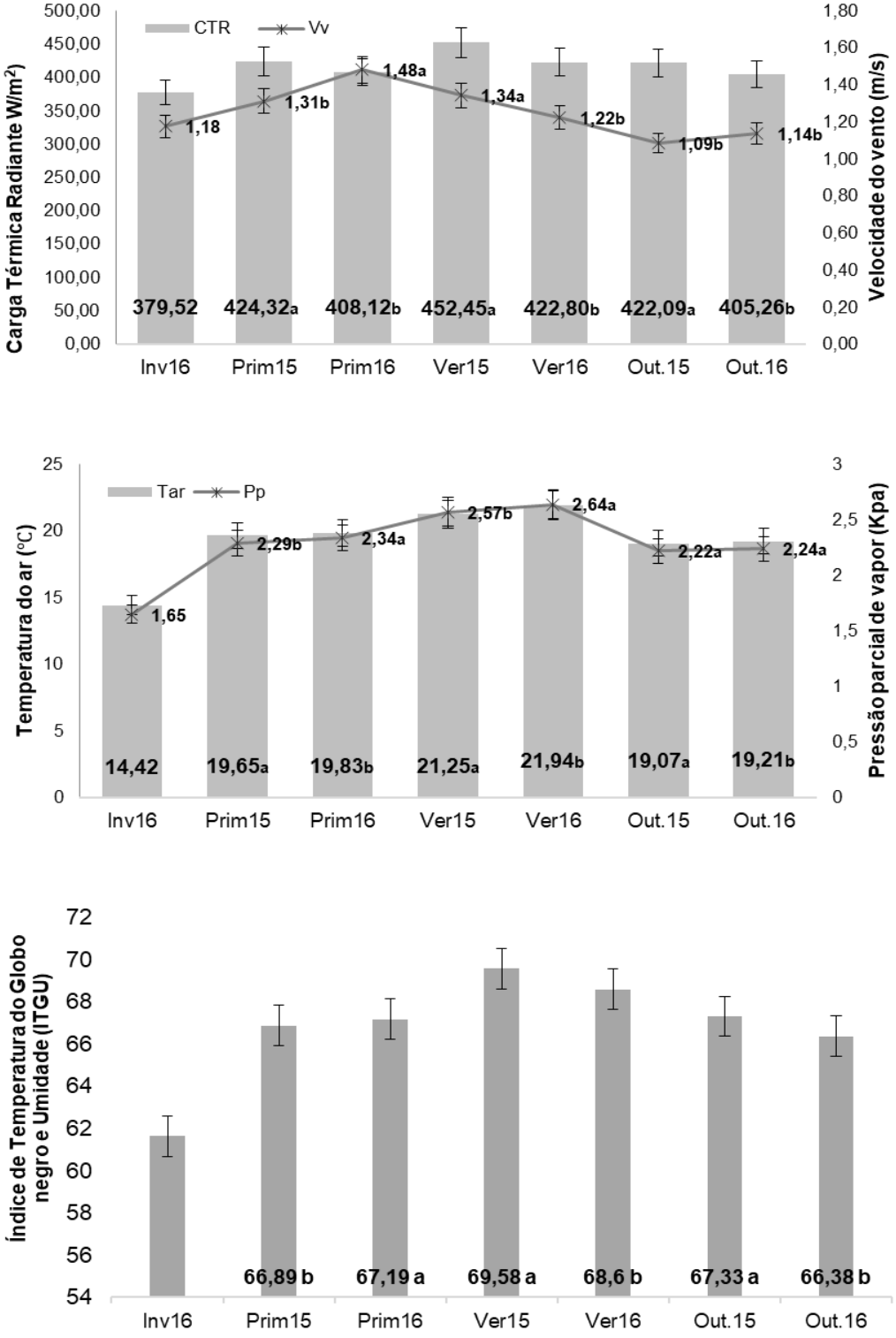
Foram realizadas Análise de Componentes Principais – CAP, permitindo avaliar a variação total das características estudadas em cada estação do ano. Assim como, análise de correlação de Person, a fim de predizer os efeitos dessas características sobre a produção de leite.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve grandes variações de temperatura do ar (T_{AR}, ºC) nos anos avaliados, assim como nas diferentes estações do ano, observando que a T_{AR} não ultrapassou os 21ºC durante todo o período experimental (Figura 6). Nota-se que a amplitude térmica entre as mesmas estações ao longo do ano foi de ± 0,50 ºC, no entanto esse comportamento é inverso quando se observa a transição entre as estações do ano (4,7ºC - Out15/Inv16; 5,4ºC - Inv16/Prim16; 7,5ºC - Inv16/Ver16), o que era de se esperar devido à alta latitude que encontra-se a Ilha do Tenerife.

A Carga Térmica Radiante (CTR, W/m^2), está intimamente relacionada com as trocas de energia por radiação entre o animal e o ambiente. Para que o ambiente seja considerado confortável do ponto de vista térmico, os valores dessa variável devem ser mínimos, uma vez que os altos níveis de radiação solar podem tornar-se um dos principais fatores limitantes na produção animal (SILVA et al., 2010). Os maiores valores de CTR foram observados no verão (425,45 W/m^2), o que possivelmente ocorreu devido a menor nebulosidade notada nesse período do ano, havendo desta forma maior incidência de radiação solar direta.

Figura 6. Médias das variáveis meteorológicas registradas nas diferentes épocas do ano na Ilha do Tenerife[5]



[5] A disposição mensal de cada característica encontra-se no Anexo

As características T_{AR} e CTR são de fundamental importância na avaliação do conforto térmico dos animais, sobretudo quando essas apresentam altos valores durante todo o ano, tornando-se um fator limitante para a produção animal. O intervalo de temperatura considerado ideal para a criação da espécie caprina é 12 a 24 ℃ (GUPTA e MONDAL, 2019), mesmos nas estações em que apresentaram maiores valores de $T_{AR,}$ primavera e verão, não foi possível observar temperaturas acima da zona de conforto térmico para espécie (Figura 6).

Vale ressaltar, que a ação das variáveis ambientais sempre devem ser interpreta de forma conjunta, para que assim possamos aferir com precisão a proporção do impacto que essas podem causar sobre as respostas dos animais (MARDER et al., 2015). Ribeiro et al. (2018), ao avaliarem as respostas fisiológicas de caprinos em ambiente semiárido, observaram variações de T_{AR} e CTR (39,15ºC e 774,95 W/m^2) superiores as observadas nesse estudo, concluindo que o ambiente foi decisivo em alterar as respostas fisiológicas dos animais, mas esses mantiveram sua temperatura corporal constante, desse modo os valores encontrados no presente estudo possivelmente não classifiquem o ambiente como um potencial estressor aos animais.

A velocidade do vento (Vv, m/s) é outra característica meteorológica importante na avaliação do ambiente térmico, sobretudo quando está associada a temperatura do ar e concentração de vapor de água na atmosfera. Em ambientes que se observa a constante movimentação do ar, valores entre 1,3 a 1,9 m/s são considerados ideias para a criação de animais domésticos (MCDOWELL, 1989), tornando-se essa característica um fator importante para a determinação das trocas térmicas por convecção e evaporação. Desse modo, ao analisarmos a Figura 6, pode-se inferir que o ambiente estudado garantiu conforto térmico, sobretudo nas épocas mais quentes onde foi observado os maiores valores de Vv (1,34 e 1,22 m/s). No entanto, os valores de Vv associados a baixos valores de T_{AR} e a maior pressão parcial de vapor (Pp) podem promover desafios na regulação térmica dos animais, uma vez que os mecanismos convectivos forçados podem ser mais atuantes, podendo causar desconforto térmico pelo frio (AL-TAMINI, 2006), sendo essas mesmas condições observadas no inverno (Figura 6)

A pressão parcial de vapor (Pp, kPa) foi elevada em todas as estações do ano (Figura 6), sendo no verão observados os maiores valores (2,53 kPpa – Ver15 e 2,64 kPpa – Ver16). O local de estudo por se tratar de uma ilha é comum que os valores de Pp sejam elevados em virtude da influência das correntes marítimas (PEREIRA et al., 2009). Geralmente no Tenerife as chuvas se concentram no inverno estendendo-se até a primavera, causando acúmulo de vapor de água na atmosfera. É comum que no verão os valores de T_{AR} e CTR sejam maiores que as demais estações do ano, o que possivelmente acarrete maior vaporização, aumentando assim a

concentração de partículas de água na atmosfera, justificando os maiores valores de Pp nessa época do ano.

O aumento nos valores de Pp no verão está diretamente relacionado ao aumento do Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), do qual os maiores valores foram observados nessa mesma época (69,58 e 68,59), porém valores abaixo de 70 não é considerado um ambiente que demonstra situação de estresse pelo calor, levando a crer que possivelmente durante todo o período experimental os animais encontravam-se em homeotermia. No entanto, chama-se atenção para os baixos valores de ITGU no inverno (62,57), que possivelmente associado à forte Vv e Pp a combinação observada nessa estação tenha mostrado-se como um potencial ao desconforto pelo frio para os animais.

Segundo a National Weather Service - EUA, valores de ITGU até 74 definem o ambiente como uma situação de conforto térmico; de 74 a 78, situação de alerta; de 79 a 84, situação perigosa e acima de 84, emergência. Porém, valores abaixo desses mencionados são considerados como potenciais causadores de desconforto pelo frio, havendo poucos relatos a respeito do estresse causado pelo frio, sobretudo em caprinos, o que a ausência de informações consistentes dificulta a aferição exata quanto a essa condição para o presente estudo, podendo impor limitações aparente à discussão quanto a influência real dessa época do ano frente as respostas dos animais. No entanto, o ambiente térmico avaliado no Tenerife não demonstrou condições reais de estresse para os animais da raça Majorera e Palmera, mesmo nas épocas mais quentes do ano.

Com a diminuição de temperatura do ambiente no decorrer dos anos estudados (-1,14 ºC), pode observar algumas alterações em algumas características termorreguladoras dos animais como: frequência respiratória – F_R e a frequência cardíaca – F_C (Tabela 5), o que já era esperado uma vez que, qualquer mudança que ocorra no ambiente térmico essas características tendem a ser acionadas de forma imediata, sendo consideradas bons indicadores de adaptabilidade (AL-DAWOOD, 2017).

O acionamento de F_R e F_C geralmente está associado ao aumento da temperatura do ambiente, porém quando um organismo encontra-se sob baixas temperaturas ocorre o processo de vasoconstrição na epiderme associado com a elevação da pressão arterial devido ao aumento da concentração de adrenalina, que mediada pela ação do sistema nervoso simpático, causa maior atividade da F_C, acarretando um aumento na atividade da F_R (REECE, 2017). Young, (1981), estudando os efeitos do estresse pelo frio nas respostas fisiológicas de caprinos, concluiu que a partir dos 20 ºC os valores de F_C tendem a aumentar, no entanto esse comportamento pode ser acentuado entre 0 e 10 ºC. Barnejee et al. (2014), estudando respostas

fisiológicas e bioquímicas de caprinos das raças Gaddi e Chegur, observaram o mesmo comportamento, tanto na F_C (85,0 e 88,10 bat/min) como na F_R (36,10 e 38,90 mov/min) à uma temperatura média de 11 ºC.

Tabela 5. Análise de variância das características termorreguladoras, frequência respiratória – F_R, frequência cardíaca – F_C, temperatura de superfície – T_S e temperatura retal – T_R de caprinos das raças Majorera e Palmera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife

Fontes de variação	F_R (mov/min)	F_C (bat/min)	T_S (ºC)	T_R (ºC)
Ano I	$46,08 \pm 0,60^B$	$105,16 \pm 0,73^B$	$29,88 \pm 0,09$	$39,33 \pm 0,03$
Ano II	$48,01 \pm 0,79^A$	$107,94 \pm 0,95^A$	$29,26 \pm 0,10$	$39,33 \pm 0,04$

Médias seguidas da mesma letra não difere estatisticamente (P>0,05) pelo este de Tukey

Em relação as estações do ano, as caraterísticas termorreguladoras apresentaram variações com a mudança de temperatura do ambiente (Tabela 6). Foi observado que no inverno os animais apresentaram maiores valores de F_C (120 bat/min) quando comparado com as demais estações do ano, esse mesmo comportamento foi também relatado por Ribeiro et al. (2016) ao observarem repostas fisiológicas, hematológicas e bioquímicas em caprinos da raça Garfagnina no norte da Itália (98 bat/min). E sabido que em ambientes com baixa temperatura do ar ocorre o processo de vasoconstrição periférica ocasionando o aumento da pressão sanguínea que por sua vez aumenta a F_C. Desse modo, a diminuição de F_C com o aumento da T_{AR} na primavera e a pouca variação nas demais estações do ano por exemplo, pode ser decorrente de maior fluidez do sangue nas artérias para atingir as camadas mais distais da epiderme na tentativa de aumentar a dissipação de calor para o ambiente. Esse comportamento pode indicar um padrão dessa característica para as raças Majorera e Palmera frente ao ambiente estudado, uma vez que os valores de F_C mantiveram-se dentro dos níveis normais estabelecidos para a espécie caprina, 70 a 120 bat/min (FRASER, 1996).

Diferentemente da F_C, foi observado que a F_R apresentou maiores valores no verão e outono, estações do ano em que houve aumento da T_{AR} e CTR (50,53 e 52,12 mov/min). O aumento de F_R tende a indicar, de forma rápida, mudanças frequentes na temperatura do ambiente, podendo ser considerada como um indicador prático e confiável em situações de oscilações de temperatura (OKORUWA, 2014). No entanto, Younis et al. (2018), ao estudarem caprinos das raças Shami e Baladi à temperatura de 38 ºC, observaram valores de F_R menores aos encontrados nesse estudo (36,80 mov/min). Vale ressaltar que, os animais estudados são boas produtoras de leite e que a ação conjunta do calor metabólico com a energia térmica do

ambiente possivelmente tenha causado aumento de F_R nessas estações. No entanto em todas as estações do ano foram observado valores de F_R acima dos de referência, 30 mov/min (SILANIKOVE, 2000), porém o aumento de F_R não necessariamente indica que o animal encontra-se em estresse pelo calor, mas efeitos como: raça, manejo, alimentação, estado fisiológico assim como o ambiente, devem ser considerados uma vez que podem interferir diretamente nas respostas dos animais (SEIJAN et al., 2010).

Pode-se observar também que, que a temperatura de superfície dos animais (T_S, ºC) apresentou maiores médias no verão (31,25 ºC) e primavera (30,84 ºC). Este aumento é decorrente da maior CTR e T_{AR} observada nessas épocas do ano, causando maior absorção de energia térmica pelos animais, o que as torna potencialmente estressoras. Para Santos (2005), a T_S é um importante parâmetro na avaliação da dissipação de calor, tornando-a uma importante características nos processos de avaliação de adaptabilidade. Ribeiro et al. (2016) avaliando T_S em caprinos da raça Garfagnina, encontraram médias semelhantes para esta característica no verão (31,0 ºC) enquanto na primavera as médias foram inferiores (27,0 ºC), quando comparadas ao presente estudo.

Tabela 6. Médias ± desvio padrão das caraterísticas termorreguladoras, frequência respiratória – F_R, frequência cardíaca – F_C, temperatura de superfície – T_S e temperatura retal – T_R nas quatro estações do ano em caprinos das raças Majorera e Palmera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife

Características	Raça	Estação do ano				Média
		Inverno	Primavera	Verão	Outono	
F_R (mov/min)	Majorera	44,15 ± 1,76$^{\mathbf{dA}}$	41,26 ± 1,21$^{\mathbf{cA}}$	48,89 ± 1,13$^{\mathbf{bB}}$	52, 08 ±1,06$^{\mathbf{aA}}$	46,59 ± 0,68^{A}
	Palmera	44,0 ± 1,76$^{\mathbf{bA}}$	41,65 ± 1,42$^{\mathbf{cA}}$	52,18 ± 1,28$^{\mathbf{aA}}$	52,18 ± 1,26^{aA}	47,50 ± 0,74^{A}
	Média	44,07 ± 1,24$^{\mathbf{d}}$	41,45 ± 0,93$^{\mathbf{c}}$	50,53 ± 0,86$^{\mathbf{a}}$	52,13 ± 0,82$^{\mathbf{a}}$	
F_C (bat/min)	Majorera	118,22 ± 2,1^{aB}	99,96 ± 1,4^{cB}	102,35 ± 1,56^{bA}	101,61 ± 1,29^{bA}	105,53 ± 0,83^{A}
	Palmera	122, 89 ± 2,1^{aA}	100,75 ± 1,7^{bA}	102,16 ± 1,38^{bA}	104,46 ± 1,53^{bA}	107,57 ± 0,89^{A}
	Média	120,56 ± 1,51^{a}	100,35 ± 1,13^{c}	102,26 ± 1,04^{b}	103,03 ± 1,00^{b}	
T_S (ºC)	Majorera	26,88 ± 0,23$^{\mathbf{cB}}$	31,63 ± 0,16$^{\mathbf{aA}}$	31,74 ± 0,15$^{\mathbf{aB}}$	29,28 ± 0,14$^{\mathbf{bA}}$	29,88 ± 0,09^{A}
	Palmera	27,27 ± 0,23$^{\mathbf{cA}}$	30,05 ± 0,18$^{\mathbf{bB}}$	30,77 ± 0,17$^{\mathbf{aA}}$	28,93 ± 0,16$^{\mathbf{cA}}$	29,06 ± 0,10^{B}
	Média	27,08 ± 0,16$^{\mathbf{c}}$	30,84 ±0,12$^{\mathbf{a}}$	31,25 ± 0,11$^{\mathbf{a}}$	29,11 ± 0,11$^{\mathbf{b}}$	
T_R (ºC)	Majorera	39.39 ± 0,1$^{\mathbf{bB}}$	39,50 ± 0,07$^{\mathbf{aA}}$	39,13 ± 0,06$^{\mathbf{cA}}$	39, 15 ± 0,06$^{\mathbf{cB}}$	39,32±0,04^{A}
	Palmera	39.49 ± 0,1$^{\mathbf{bA}}$	39,60 ± 0,08$^{\mathbf{aA}}$	39, 14 ± 0,07$^{\mathbf{cA}}$	39, 26 ± 0,07$^{\mathbf{cA}}$	39,35±0,04^{A}
	Média	39,44±0,05^{a}	39,55±0,07^{a}	39,13±0,05^{c}	39,21±0,05^{b}	

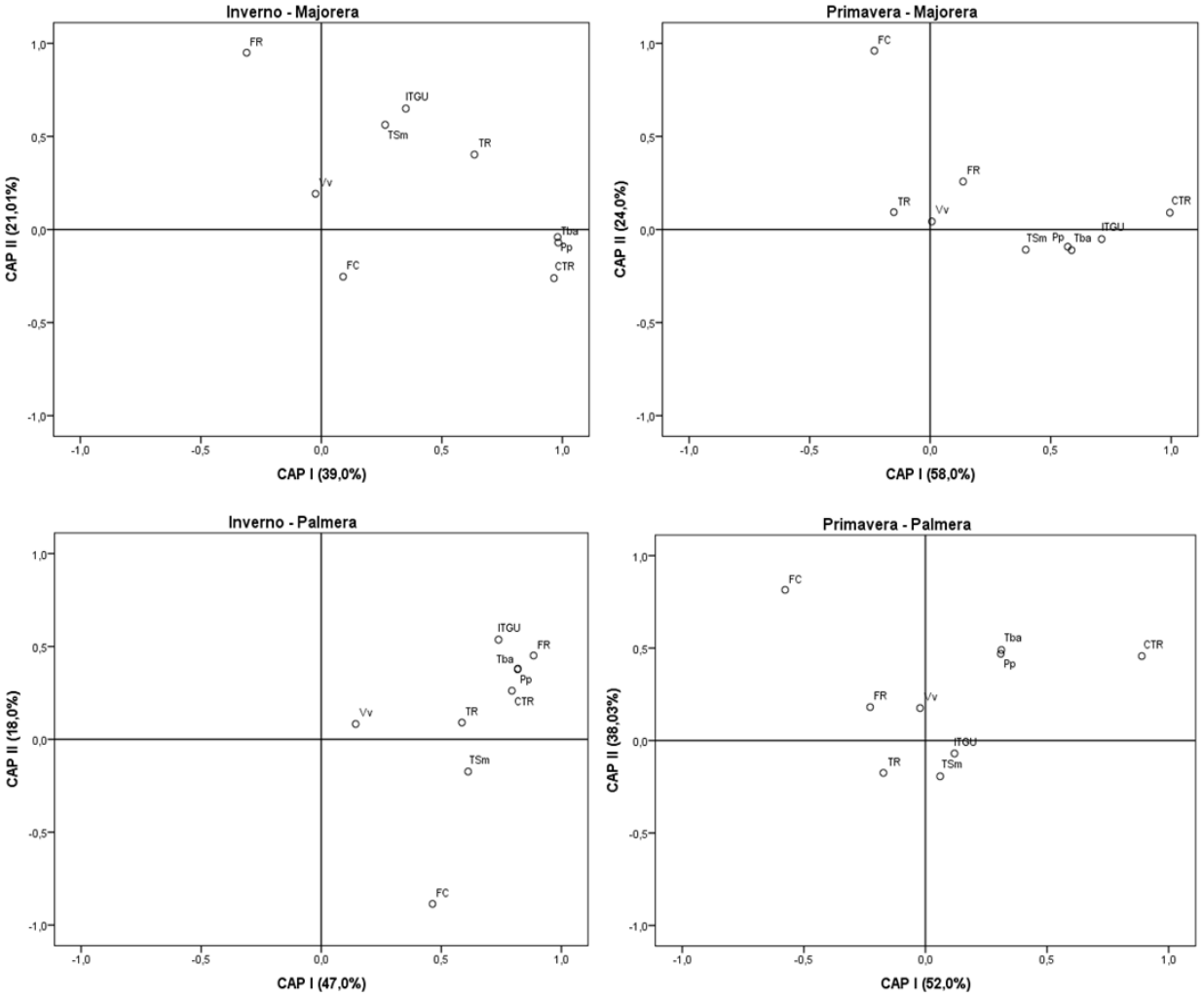
Médias seguidas da mesma letra maiúscula, para cada efeito e dentro cada coluna, assim como médias seguidas da mesma letra minúscula dentro de cada linha, não diferem estatisticamente, (P>0,05) pelo teste de Tukey.

As médias de temperatura retal (T_R, ºC) foram menores no verão e outono (39,13 e 39,21 ºC), ao passo que as maiores médias foram observadas no inverno e primavera (39,44 e 39,55 ºC). Mesmo observando pouca variação de T_R entre as estações do ano ± 0,45 ºC, o aumento ou diminuição dessa característica em até 1 ºC pode ser suficiente para reduzir o desempenho dos animais (GUPTA e MONDAL, 2019). No entanto, os diferentes valores de T_R representam a eficiência dos mecanismos termorreguladores utilizados pelos animais nas diferentes épocas do ano, uma vez que o limite de temperatura corporal se manteve dentro do estabelecido para a espécie caprina, 38,8 a 40 ºC (REECE, 2017). Assim, o comportamento observado nas estações mais quentes do ano indicam que os mecanismos utilizados pelos animais foram capazes de compensar o ganho de calor do ambiente demonstrando que essas duas épocas do ano não demonstraram riscos reais de desconforto pelo calor, enquanto que nas estações mais frias, os valores demonstram um indicativo que possivelmente os animais encontravam-se sujeitos ao desconforto pelo frio, aumentando a T_R como tentativa de não haver perda de calor para o ambiente, mantendo a homeotermia (EUSTÁQUIO-FILHO et al., 2011).

Devido as diferenças existentes em cada estação do ano e a maneira como cada raça pode vir a se comportar mediante ao ambiente térmico, uma abordagem multivariada auxiliaria a descrever quais fenômenos a nível global foram mais utilizados por cada grupo racial em função de cada estação do ano estudada. Desse modo, foi possível observar na Figura 7 que as características meteorológicas como T_{AR}, CTR, ITGU e P_P foram decisivas no acionamento das diferentes características fisiológicas estudadas dos animais sob diferentes situações térmicas, uma vez que essas estão fortemente relacionados com o Eixo do Primeiro Componente – CAP I.

As condições de um ambiente frio e úmido observado no inverno fez com que a principal característica termorreguladora a ser acionada pelos animais das raças Majorera e Palmera fosse a F_C, evidenciando correlação com o Segundo Componente – CAP II (Figura 7). Porém, a diferença entre as raças consiste na magnitude do acionamento dessa característica e sua relação com os demais atributos termorreguladores. Como mencionado, o aumento da F_C também é considerado um indicativo de desconforto térmico causado pelo frio (YOUNG, 1981), no entanto o aumento da F_C garantiu o equilíbrio térmico desse animais mediante as baixas temperaturas observadas, ou seja, o afluxo de sangue para a superfície e posteriormente a redução da transferência de calor para epiderme garantiu maior energia térmica no interior dos animais (SEIJAN et al., 2018), demonstrando que os animais da raça Palmera mostraram-se mais adaptados a essas condições de inverno que a raça Majorera.

Figura 7. Análise de Componentes Principais das características termorreguladoras (temperatura retal – T_R, frequência respiratória – F_R, frequência cardíaca – F_C e temperatura de superfície – T_S) das raças Majorera e Palmera nas estações do inverno e primavera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife



. Associado ao aumento da F_C, a raça Palmera apresentou um perfil com maior T_R e T_S enquanto os animais da raça Majorera assumiram um perfil com menor T_R e T_S, podendo evidenciar que os mecanismos utilizados pelos animais da raça Palmera possivelmente tenham sido mais eficientes nessa estação uma vez que, no inverno a tendência de perder calor para o ambiente é maior. O aumento da T_R representou um mecanismo eficaz para os animais da raça Palmera, a fim de minimizar o gradiente de temperatura corporal, evitando possivelmente casos de hipotermia (REECE, 2017), o que leva a concluir que os animais da raça Majorera possivelmente foram mais sensíveis as baixas temperaturas apresentadas no inverno.

Barnejee et al. (2014), estudando essas mesmas características no inverno e verão em caprinos, puderam perceber que a raça a Gaddi e Shegu, que são originados de regiões frias

apresentaram maior T_R, F_R e F_C quando comparado aos animais da raça Sirohi e Barbari, que são evoluídas em ambiente quente. Essa diferença existente entre os animais, assim como nas raças Majerera e Palmera pode estar atribuída exatamente ao processo adaptativo que sofreram estes animais nos seus ambientes de origem, indicando que a diferença no nível basal e as variações nas repostas termorreguladoras podem ser atribuídas como um indicativo de adaptabilidade as condições estudadas, uma vez que representam dois extremos climáticos existentes nas Ilhas Canarias.

Com o aumento da temperatura do ambiente e radiação solar e consequentemente a chegada da primavera, as variáveis meteorológicas mais uma vez apresentaram correlação com a CAP I, demonstrando que a CTR nessa estação foi decisiva em acionar as características termorreguladoras dos animais, principalmente a T_S (Figura 7), podendo observar que esse comportamento foi mais acentuado na raça Majorera (31,63 ºC), quando comparados com a raça Palmera (30,03 ºC). A diferença existente entre esses valores possivelmente dá-se devido a maior absorção de radiação pela superfície dos animais. É importante ressaltar que esses animais encontravam-se sob o mesmo sistema intensivo de produção, podendo atribuir o aumento dessa característica, T_S, não apenas as condições meteorológicas, mas por fatores que possivelmente são fortemente influenciados pelas mesmas.

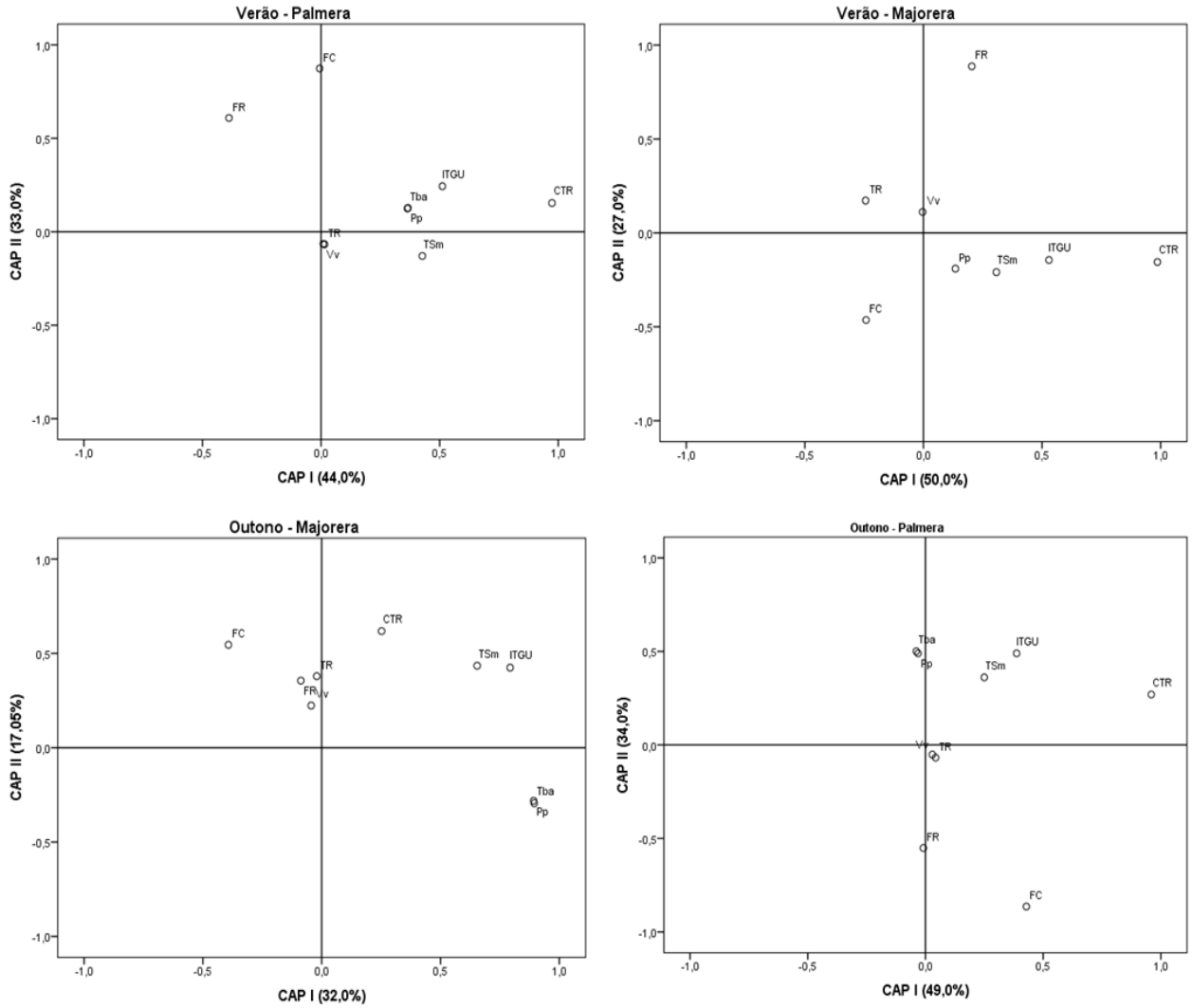
A radiação solar direta que incide sobre o animal é em parte refletida de acordo com a cor da pelagem e associada a outras propriedades do pelame do animal, sendo uma parte absorvida sob forma de calor, assumindo papel importante sobre a T_S e T_R dos animais (MAIA et al., 2005). Vale ressaltar que não há um padrão estabelecido quanto a morfologia e coloração do pelame para essas raças, o que segundo os critérios das associações de criadores das raças Majorera e Palmera é permitido diferentes tipos de coloração, desde tons mais claros a mais escuros, o que isso pode vir a dificultar a mensuração da Ts por meio dessa perspectiva.

Contudo, vários estudos em diferentes espécies domésticas, apontam que a coloração do pelame é um fator determinante no comportamento térmico dos animais, uma vez que o aumento de T_S tende a influenciar características que são diretamente relacionados com a termorregulação como, T_R, F_R e F_C (KATIYATIYA e MUCHENJE, 2017; MORAIS-LEITE et al., 2017). Costa et al. (2014), estudando os efeitos da cor do pelame nas respostas termorreguladoras de caprinos expostos a radiação solar direta, observaram que cabras negras apresentaram maior T_S (42,4 ºC) do que cabras de pelagem branca (37,0 ºC). Esse aumento na T_S por exemplo refletiu positivamente nos mecanismos latentes de dissipação de calor. Olfaz et al. (2011), relataram que cabras de pelagem negra apresentam menos dias de lactação (152,27

dias) do que animais de pelagem clara (172,58 dias), atribuindo esse fenômeno a capacidade de absorção e retenção de calor.

Com o aumento progressivo da T_{AR} e CTR no verão, as variáveis meteorológicas estiveram mais relacionadas com o primeiro componente (Figura 8), que associado ao aumento de temperatura e radiação observou-se também que a condição térmica do ambiente mostrou-se potencialmente desconfortável aos animais com o aumento do ITGU, por meio de sua relação com a CAP I. No entanto, vale ressaltar que que os valores de ITGU não ultrapassaram dos 70 caracterizando que um ambiente não estressor, mas capaz de influenciar no acionamento das características termorreguladoras dos animais.

Figura 8. Análise de Componentes Principais – CAP das características termorreguladoras (temperatura retal – T_R, frequência respiratória – F_R, frequência cardíaca – F_C e temperatura de superfície – T_S) das raças Majorera e Palmera nas estações do verão e outono em ambiente temperado na Ilha do Tenerife



Assim, com o aumento da T_{AR}, CTR e ITGU houve maior necessidade de acionamento da F_R pelos animais como principal mecanismo de dissipação de calor (Figura 8), sentindo a raça Majorera maior necessidade imediata de dissipação de calor pelas vias respiratórias (52,18 mov/min), isso possivelmente por terem estocado maior quantidade de calor em acompanhamento a elevação natural da temperatura do ambiente, representando uma capacidade adaptativa desses animais. Já os animais da raça Palmera vale lembrar que, evoluíram em zonas frias e úmidas e o aumento de F_R indica a capacidade desses animais em ajustarem-se as temperaturas observadas no verão, podendo esse comportamento ser corroborado uma vez que a T_R se manteve constante tanto para os animais da raça Palmera, como da raça Majorera.

No outono a utilização das características termorreguladoras assemelhou-se com o comportamento observado na primavera (Figura 8), pode-se notar que não houve grande variação entre as raças Majorera e Palmera quanto ao uso das características termorreguladoras, apenas nas estações que representaram os extremos climáticos como inverno e verão. No entanto, mesmo nas estações em que os animais apresentaram semelhança quanto o acionamento das características, como primavera e outono é importante ressaltar que o ambiente ainda sim foi decisivo em acioná-las.

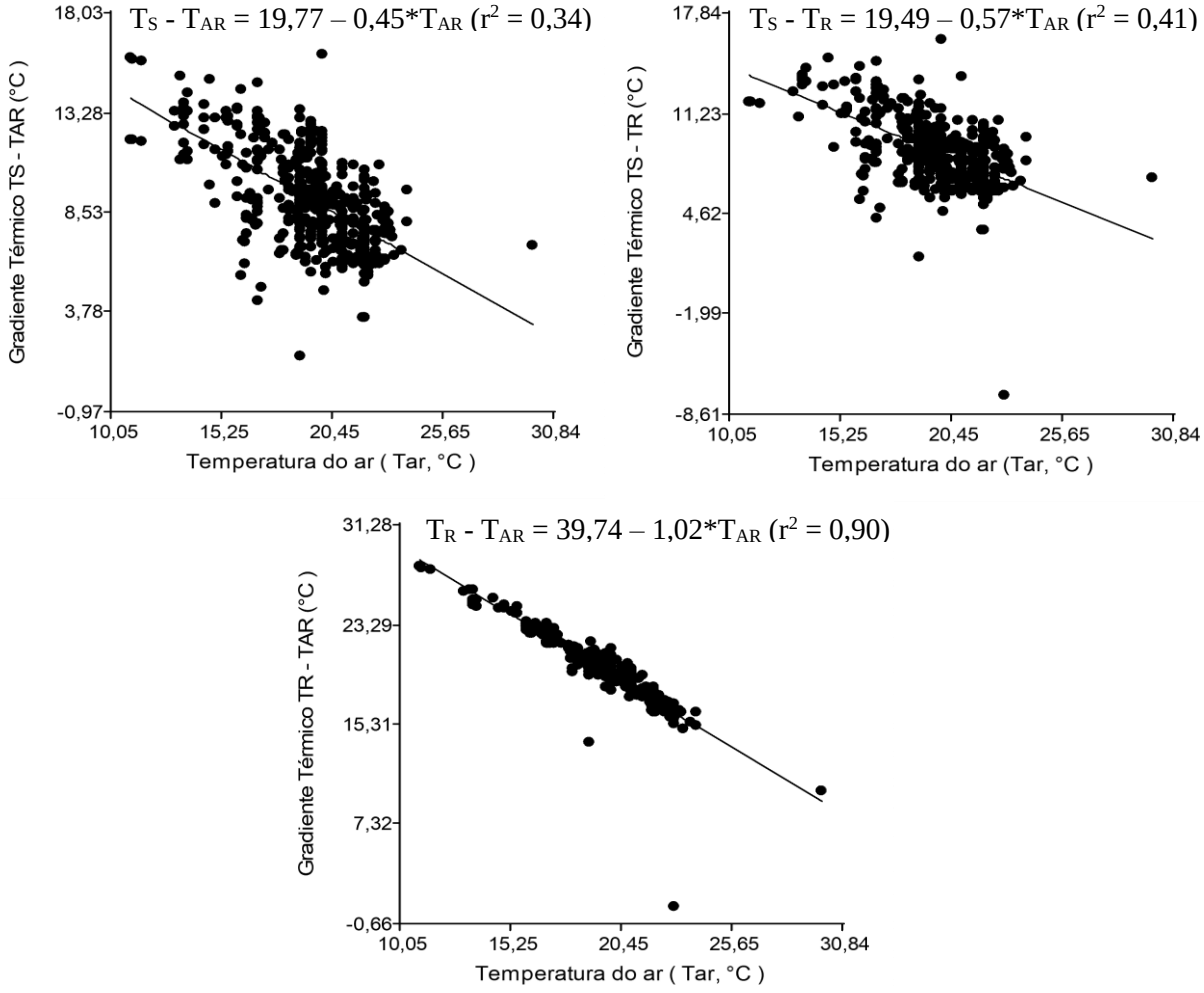
Foram calculados os gradientes térmicos $T_S - T_{AR}$ (temperatura de superfície e temperatura do ar), $T_S - T_R$ (temperatura de superfície e temperatura retal) e $T_R - T_{AR}$ (temperatura retal e temperatura do ar) para as raças Majorera e Palmera (Figura 9 e 10), uma vez que o entendimento da eficiência dos mecanismos termorreguladores depende também da análise dos gradientes térmicos envolvidos entre a temperatura do animal e do ambiente (HABEEB et al., 1992).

Pode-se notar que à medida que a T_{AR} aumentou o gradiente térmico $T_S - T_{AR}$ diminuiu para ambas as raças (Figura 9 e 10), levando a considerar que as perdas de calor sensíveis foram reduzidas enquanto o ganho de energia térmica aumentou acionando os processos de troca de calor nessa situação. No entanto, quando comparamos este gradiente entre raças, observa-se que houve maior variação do gradiente $T_S - T_{AR}$ para a raça Majorera (Figura 9), possivelmente por esses animais absorverem maior quantidade de calor ao longo de todo período experimental.

Esse mesmo comportamento foi observado por Maia et al. (2005), que perceberam diminuição do gradiente de temperatura operacional com o aumento da temperatura do ar, causando redução nos mecanismos sensíveis em virtude do aumento da temperatura superficial. O aumento de T_S também é presumivelmente uma consequência direta do gradiente $T_S - T_{AR}$,

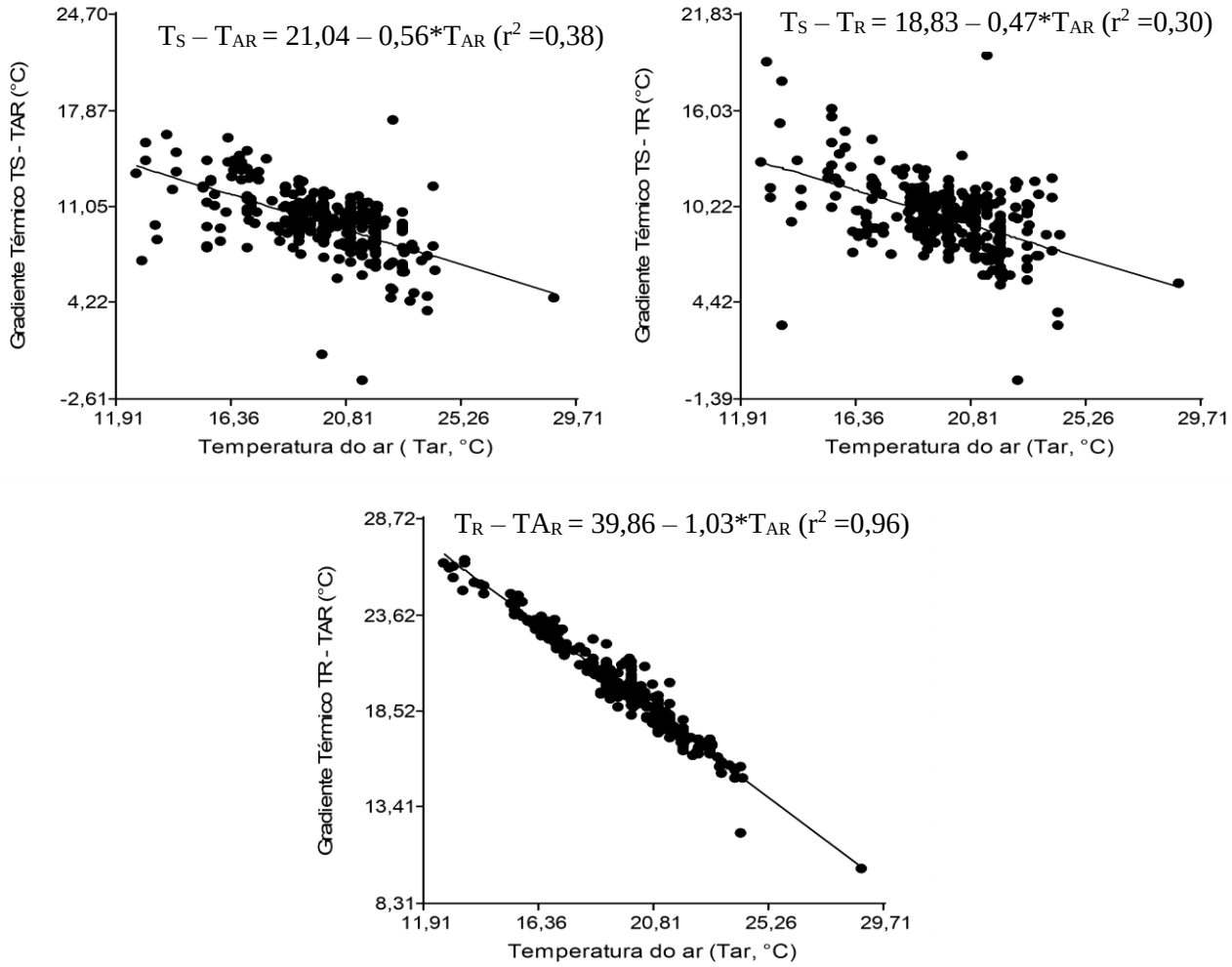
uma vez que é uma resultante da T_{AR} mais elevada e da CTR, o que no presente estudo variou ± 14 a 22 °C com níveis de radiação de 72,93 W/m^2 ao longo do período experimental.

Figura 9. Gradientes térmicos em função da temperatura ambiente de caprinos da raça Majorera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife



Vale ressaltar que o gradiente $T_S – T_{AR}$ se manteve elevado entre 10 e aproximadamente 20 °C, sobretudo para a raça Majorera (Figura 9), o que corresponde as estações de inverno e da primavera, indicando que os animais encontravam-se mais susceptíveis ao desconforto pelo frio sob essas condições; no entanto os valores de T_R nessas estações para ambas as raças revelam que as características utilizadas foram eficientes, conseguindo assim manterem a homeotermia. Roberto et al. (2014), avaliando o gradiente térmico $T_S – T_{AR}$ em caprinos observou o mesmo comportamento, no entanto por se tratar de um ambiente semiárido (34,65 °C), a diferença existente entre os gradientes foram bem menores aos observados nesse estudo (1,99 °C).

Figura 10. Gradientes térmicos em função da temperatura ambiente de caprinos da raça Palmera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife



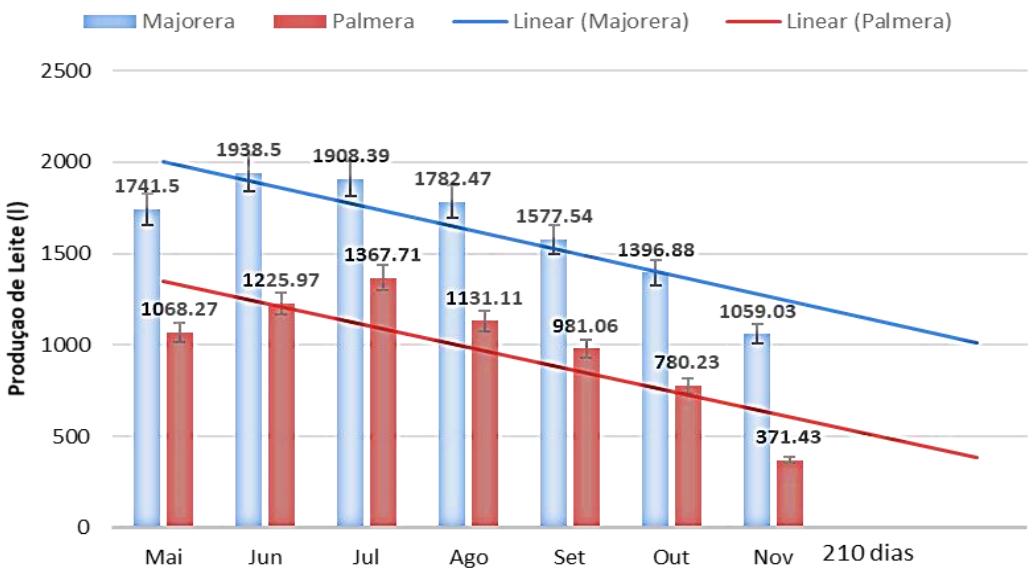
Esse mesmo comportamento pode ser observado entre os demais gradientes de temperatura T_S-T_R e T_R-T_{AR}; à medida que a T_{AR} aumentou houve um decréscimo dos valores desses gradientes. Em relação ao gradiente de T_S-T_R, isso ocorre porque esses parâmetros mostram-se inversamente correlacionados (Figura 9 e 10), podendo assim o calor ser dissipado principalmente por causa do gradiente de temperatura existente. É importante ressaltar que, por mais que as curvas de gradiente $T_S - T_{AR}$ e $T_S - T_R$ tenham se comportado de forma semelhante, o gradiente $T_S - T_{AR}$ não representa diretamente um mecanismo de troca de calor, mas uma consequência do funcionamento de termorregulação dos animais, cuja finalidade é mantê-los com o mínimo de variação possível. ´

Em relação ao gradiente $T_R - T_{AR}$ (Figura 9 e 10), o efeito linear também foi observado como já mencionado; a temperatura do ambiente aumentou e a diferença entre as temperaturas corporal e do ambiente, diminuíram. Diferente dos outros gradientes, esse assegura que os

mecanismos utilizados pelos animais foram acionados com eficiência, mesmo sob baixas temperaturas. A forte correlação da entre T_{AR} com as características T_R e T_S, sugere que os animais das raças Majorera e Palmera são adaptados às condições climáticas observadas, mesmo que apresentem mecanismos distintos de adaptação.

A produção de leite (PL), se obseñrvou que as raças Majorera e Palmera diferiram quanto a produção de leite, apresentando a raça Majorera maiores valores durante todo o período de lactação, quando comparado com os animais da raça Palmera (Figura 11). E importante ressaltar que os animais de ambas as raças recebiam o mesmo manejo e encontravam-se sob as mesmas instalações, levando a considerar que os valores observados de PL possivelmente estejam atribuídos não apenas a efeitos de alimentação e ambiente, mas a fatores relacionados a capacidade produtiva dos animais.

Figura 11. Produção de leite das raças Majorera e Palmera durante 210 dias de lactação em ambiente temperado na Ilha do Tenerife



O controle de lactação dos animais iniciou na primavera (maio), finalizando no outono (novembro), o que a partir do verão (julho-agosto) se observou um decréscimo da produção de leite (Figura 11). Milani et al. (2015) observaram que com o aumento da temperatura do ambiente há um decréscimo na produção de leite, porém observa-se que os picos de produção

em ambas as raças foram antes do início do verão, refletindo em menor produção nos meses seguintes.

Na tentativa de observar as possíveis relações do ambiente térmico estudado com as características termorreguladoras e as produções de leite dos animais, foi possível observar que as principais características meteorológicas que possuíram relação com as características termorreguladoras foram sobretudo a CTR, ITGU e Pp (Tabela 7), no entanto o aumento dessas características gerou um comportamento distinto das características termorreguladoras refletindo diretamente na PL, tomando em conta que os efeitos do ambiente não foram totalmente decisivos esta característica (Tabela 7). Porém, coincidentemente a diminuição da PL em ambas as raças deu-se nas épocas mais quentes, em que os animais da raça Palmera reduziram 236,6 ml/leite comparado a 125,92 ml/leite, o que possivelmente seja explicado por fatores raciais não simplesmente do ambiente.

Tabela 7. Coeficiente de correlação de Pearson das características termorreguladoras (frequência respiratória – FR, frequência cardíaca – FC, temperatura de superfície – TS, temperatura retal – TR) e produtivas (PL) de caprinos das raças Majorera e Palmera entre as característica meteorológicas (temperatura do ar – T_{AR}, velocidade do vento – Vv, carga térmica radiante – CTR, índice de temperatura do globo negro e umidade – ITGU, pressão parcial de vapor – Pp) em ambiente temperado na Ilha do Tenerife.

Majorera										
	T_R (°C)	F_R (mov/min)	F_C (bat/min)	T_S (°C)	T_{AR} (°C)	Vv (m/s)	CTR (W/m^2)	ITGU	Pp (kPa)	PL (l)
T_R (°C)	1	,005	,156	,131	,007	,019	-,243	-,045	-,008	-,156
F_R (mov/min)	-	1	-,031	-,010	-,012	,013	,100*	,142**	-,008	-,194**
F_C (bat/min)	-	-	1	-,187**	-,275**	,090*	-,220**	-,261**	-,250**	,087
T_S (°C)	-	-	-	1	,656**	,078	,475**	,725**	,642**	,255**
T_{AR} (°C)	-	-	-	-	1	-,067	,659**	,822**	,994**	-,035
Vv (m/s)	-	-	-	-	-	1	-,051	-,050	-,060	-,116*
CTR (W/m^2)	-	-	-	-	-	-	1	,754**	,640**	-,091
ITGU	-	-	-	-	-	-	-	1	,804**	-,006
Pp (kPa)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-,031
PL (l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Palmera										
	T_R (°C)	F_R (mov/min)	F_C (bat/min)	T_S (°C)	T_{AR} (°C)	Vv (m/s)	CTR (W/m^2)	ITGU	Pp (kPa)	PL (l)
T_R (°C)	1	,046	,014	-,031	-,127*	,108*	-,212**	-,143**	-,140**	,006
F_R (mov/min)	-	1	,110*	,027	,120*	,045	,149**	,164**	,105*	-,110
F_C (bat/min)	-	-	1	-,256**	-,366**	-,052	-,240**	-,370**	-,347**	-,207**
T_S (°C)	-	-	-	1	,528**	,057	,473**	,599**	,519**	,166*
T_{AR} (°C)	-	-	-	-	1	,122*	,683**	,815**	,995**	-,073
Vv (m/s)	-	-	-	-	-	1	,102	,092	,114*	,107
CTR (W/m^2)	-	-	-	-	-	-	1	,776**	,667**	-,093
ITGU	-	-	-	-	-	-	-	1	,795**	-,033
Pp (kPa)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-,067
PL (l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

*As Correlações são significativas a 0,05, **As correlações são significativas a 0,01.

Foi possível perceber que a medida que houve aumento nas características F_R e F_C observou-se um decréscimo na produção de leite de ambas as raças (Tabela 7), no entanto esse comportamento explicou-se de forma diferente nos animais, ou seja, a característica que foi acionada com maior intensidade nos períodos críticos do ano, essas tiveram influência negativa sobre a PL, sendo representado nos animais da raça Majorera pela F_R com uma correlação de -0,197 enquanto nos animais da raça Palmera essa correlação foi observado com a F_C (-,207). Para Hamzaoui et al. (2013), esse tipo de comportamento é esperado, uma vez que o acionamento dessas características tende também aumentar o calor metabólico, causando assim diminuição nos valores de PL.

A T_S teve correlação positiva com a T_{AR}, CTR, ITGU e Pp para ambas as raças (Tabela 6), indicando que o seu aumento pode ser determinado pelo aumento da temperatura do ambiente devido maior absorção de energia térmica (COSTA et al., 2014). Porém, a T_S no presente estudo comporta-se também como um indicativo para os animais a respeito da condição térmica do ambiente que estão inseridos. A correlação positiva da T_S com a PL tanto para a raça Majorera como para a raça Palmera (Tabela 7), indica-nos sobre a necessidade dos animais em produzirem em condições ótimas de temperatura, mesmo que esses tenham conseguido manter a T_R constante durante as diferentes estações do ano. Para Hamzaoui et al. (2013), ao avaliarem as respostas fisiológicas de caprinos sob estresse térmico, observaram que a cada valor de ITGU aumentado há uma diminuição de 1% na produção de leite, no entanto não se observou relação do ITGU com a PL no presente estudo (Tabela 7), bem como os níveis de CTR e T_{AR}, contudo a relação negativa da Vv com a PL, para a raça Majorera, indica que os mecanismos sensíveis de perda de calor foram mais atuantes sobre esses animais, o que provavelmente o padrão adaptativo da raça Palmera sejam mais indicados as condições observadas, mesmo que esses tenham naturalmente uma menor PL.

4. CONCLUSÃO

Foi possível avaliar a adaptação dos animais por meio das características termorreguladoras, uma vez que essas foram associadas aos valores produtivos dos animais, demonstrando que os caprinos das raças Majorera e Palmera são adaptadas as condições térmicas do Tenerife. As duas raças diferiram na forma de termorregularem nas épocas críticas do ano, apresentando a raça Palmera no inverno maior T_R, F_C e T_S e no verão maior F_R e T_S, quando comparados aos animais da raça Majorera. O aumento dessas características refletiu negativamente sobre a PL, onde a raça Majorera apresentou maior relação da F_R com a PL

enquanto a F_C foi observada nos animais da Palmera. O ambiente térmico do Tenerife é favorável a prática leiteira, no entanto os animais da raça Majorera foram mais sensíveis a Vv, podendo causar redução nos valores de PL devido maior perda de calor para o ambiente.

5. REFERÊNCIAS

AEMET. **Mapas climaticos de España (1981-2010) y ETo (1996-2016)**. Ministerio para la Transición Ecológica, Madrid. 2018.

AL-DAWOOD, A. Effect of heat stress on adipokines and some blood metabolites in goats from Jordan. **Animal Science Journal**. v.88. n.2. 356-363p. 2017.

AL-TAMIMI, H. Responses of core and peripheral temperatures to chronic cold stress in transiently goitrous goats. **Journal of Thermal Biology**. v.31. n.8. 626-633p. 2006.

BANERJEE, D.; UPADHYAY, R. C.; CHAUDHARY, U. B.; KUMAR, R.; SINGH, S; ASHUTOSH; DAS, T. K.; DE, S. Seasonal variations in physio-biochemical profiles of Indian goats in the paradigm of hot and cold climate. **Biological Rhythm Research**. v.46. n.2. 221-236p. 2014.

BRIDI, A. M. Adaptação e Aclimatação Animal. **Anais** do Encontro Anual de Bioclimatologia. Journal Animal Science. 2001.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITTIT, D.; THEACHER, W.W. COLLIER, R.J. Black Globe-Humidity Index (BGHI) as Comfort Equation for Dairy Cows. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**. v.24. 711-714p. 1981.

COSTA, C. C. M.; MAIA, A. S. C.; FONTENELE-NETO, J. D.; OLIVEIRA, S. E. O.; QUEIROZ, J.P. A. F. Latent heat loss and sweat gland histology of male goats in an equatorial semi-arid environment. **International Journal of Biometeorology**. v.58. n.2. 179-184p. 2014.

EL-TARABANY, M. S.; EL-TARABANY, A. A.; ATTA, M. A. Physiological and lactation responses of Egyptian dairy Baladi goats to natural thermal stress under subtropical environmental conditions. **International Journal of Biometeorology**. v.61. n.1, 61-68p. 2017

EUSTÁQUIO-FILHO, A.; TEODORO, S. M.; CHAVES, M. A.; SANTOS, P. E. F.; SILVA, M. W. R.; MURTA, R. M.; CARVALHO, G. G. P.; SOUZA, L. E. B. Thermal comfort zone of Santa Ines sheep based on physiological responses. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40. n.8. 1807-1814p. 2011.

FAO. Coping with climate change – the roles of genetic resources for food and agriculture. Rome. 2015.

FRASER, C. M. **Manual merck de veterinária: Um manual de diagnóstico, tratamento, prevenção e controle de doenças para o veterinário**. São Paulo: Roca, 1996. 2.169p FUNDAJ. **Fundação Joaquim Nabuco**.

GARCIA, E. L. **Evolucíon de los usos del suelo en San Cristóbal de La Laguna y Tegueste – segunda mitad S.XX hasta la actualidad**. 51 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidad de Laguna, La Laguna, 2015

GUPTA, M.; MONDAL, T. Heat stress and thermoregulatory responses of goats. **Biological Rhythm Research**. p.1-27. 2019.

HAMZAOUI, S.; SALAMA, A. A. K.; CAJA, G.; ALBANELL, E.; FLORES, C.; SUCH, X. Milk production losses in early lactating dairy goats under heat stress. **J. Dairy Sci**. v.9. 672–673p. 2012.

HAMZAOUI, S.; SALAMA, A. A. K.; ALBANELL, E.; SUCH, X.; CAJA, G. Physiological responses and lactational performances of late-lactationdairy goats under heat stress conditions. **J. Dairy Sci**. v.96. 6355–6365p. 2013.

HABEEB, A.L.M.; MURRAY, L.F.M.; KAMAL, T.H. **Farm animals ant the environment**. Cambridge: CAB, 1992. 428 p

KATIYATIYA, C. L. F.; MUCHENJE, V. Hair coat characteristics and thermophysiological stress response of Nguni and Boran cows raised under hot environmental conditions. **International Journal of Biometeorology**. v.61. n.12. 2183-2194p. 2017.

KALIBER, M.; KOLUMAN, N.; SILANIKOVE, N. Physiological and behavioral basis for the successful adaptation of goats to severe water restriction under hot environmental conditions. **Animal**. v.10. n.1. 82-88p. 2015.

KLJAJEVIC, N. V.; TOMASEVIC, I. B.; MILORADOVIC, Z. N.; NEDELJKOVIC, A.; MIOCINOVIC, J. B.; JOVANOVIC, S. T. Seasonal variations of Saanen goat milk composition and the impact of climatic conditions. **Journal of Food Science and Technology**. v.55. n.1. 299-303p. 2017.

KOPPEN, W. **Das geographische system der klimate**. Verlagvon Gebruder Borntraeger, 1936.

MADER, T.L; DAVIS, M.S; BROWN-BRANDLl. T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**. v.92. 1228-1238p. 2015

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; LOUREIRO, C. M. B. Sensible and latent heat loss from the body surface of Holstein cows in a tropical environment. **International Journal of Biometeorology**. v.50. n.1,17-22p. 2005.

McDOWELL, R. E. **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales**. São Paulo: Ícone, 183p. 1989.

MILANI, M.; HENCE, A.; RAHMANI, E.; PLOEGER, A. A pilot investigation of the relationship between climate variability and milk compounds under the bootstrap technique. **Foods** v.4. n.3. 420-428p. 2015.

MORAIS-LEITE, J. H. G.; FAÇANHA, D. A. E.; COSTA, W. P.; CHAVES, D. F.; GUILHERMINO, M. M.; SILVA, W. S. T.; BERMEJO, L. A. Thermoregulatory responses related to coat traits of Brazilian native ewes: an adaptive approach. **Journal of Applied Animal Research**. v.46. n.1. 353-359p. 2017.

OLFAZ, M.; TOZLU, H.; ONDER, H. Effect of hair color Variation on milk production and kid growth in turksish hair goat. **Journal of Animal and Vet. Advances**. v.10. n.8. 1037-1040p. 2011.

OKORUWA, M. I. Effect of heat stress on thermoregulatory live bodyweight and physiological responses of dwarf goats in southern Nigeria. **Eur Sci J**. v.10. n.27. 255–264p. 2014.

PANDA, R.; GHORPADE, P. P.; CHOPADE, S. S.; KODAPE, A. H.; PALAMPALLE, H. Y.; DAGLI, N. R. Effect of heat stress on behaviour and physiological parameters of Osmanabadi goats under katcha housing system in Mumbai. **J. Livestock Sci**. v.7. 196–199p. 2016.
PEREIRA, H. M. **Ecossitema e Bem-Estar Humano: ilhas ocêanicas.** Ilhas Ocêanicas. Lisboa: Escolar Editora. 326p. 2009.

REECE, W. O. **Dukes - Fisiologia Dos Animais Domésticos**. 13. ed. São Paulo: Guanabara, 2017. 740 p

RIBEIRO, N. L; COSTA, R. G.; PIMENTA FILHO, E. C.; RIBEIRO, M. N.; BOZZI, R. Effects of the dry and the rainy season on endocrine and physiologic profiles of goats in the Brazilian semi-arid region. **Italian Journal of Animal Science**. v. 17, n. 2, p.454-461, 5 dez. 2016.

ROBERTO, J. V. B.; SOUZA, B. B. DE.; FURTADO, D. A.; DELFINO, L. J. B.; MARQUES, B. A.; DE, A. Thermal gradients and physiological responses of goats in the Brazilian semi-arid using thermography infrared. **J. Anim. Behav**. **Biometeorol.** v.2. n.1. 11-19p. 2014.

SANTOS, F.C.B.; SOUZA, B.B.; ALFARO, C.E.P. et al. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**. v.29. n.1. 142-149p. 2005.

SEJIAN, V.; MAURYA, V. P.; NAQVI, S. M. K. Adaptive capability as indicated by endocrine and biochemical responses of Malpura ewes subjected to combined stresses (thermal and nutritional) in a semi-arid tropical environment. **International Journal of Biometeorology**. v.54. n.6. 653-661p. 2010.

SEJIAN, V.; KUMAR, D.; NAKIVI, M. K. Physiological rhythmicity in Malpura ewes to adapt to cold stress in a semi-arid tropical environment. **Journal Biological Rhythm Research**. v49. 1-11p. 2018.

SILVA, R. G. **Introdução à Bioclimatologia Animal.** São Paulo: Nobel/FAPESP, 285p. 2000.

SILVA, R. G.; GUILHERMINO, M. M.; MORAIS, D. A. E. F. Thermal radiation absorbed by dairy cows in pasture. **International Journal of Biometeorology**. v. 54. n.1. 5-11p. 2010.

SILANIKOVE, N. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. **Small Ruminant Research**. v.35. n.3. p.181-193p. 2000.

STARLING, J. M. C.; SILVA, R. G.; CERON-MUÑOZ, M.; BARBOSA, G. S. S. C.; COSTA, M. J. R. P. Análise de Algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.31, n.5, p.2070-2077, 2002.

YOUNG, B. A. Cold stress as it affects animal production. **Journal of Animal Science**. v.52, n.1, 1981.

YOUNIS, F. E.; BASYONY, M. A.; ABOU-ELEZZ, S. S.; EL-BOLKINY, Y. E.; EL-SHEHRY, S. T. Comparative Study of Heat Stress Effect on Thermoregulatory and Physiological Responses of Baladi and Shami Goats in Egypt. **J.Animal and Poultry Prod**. v.9(6). 271-275p. 2018.

CAPÍTULO III

Características físicas do pelame e evaporação cutânea de caprinos em ambiente temperado

CAPÍTULO III – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO PELAME E EVAPORAÇÃO CUTÂNEA DE CAPRINOS EM AMBIENTE TEMPERADO

Resumo: O estudo teve como objetivo avaliar as características morfológicas do pelame de caprinos das raças Majorera (n = 30) e Palmera (n = 20) nas quatros estações do ano (inverno, primavera, verão e outono), assim como suas relações com as características termorreguladoras e produção de leite. O estudo foi conduzido na Ilha do Tenerife, onde foram observadas as variáveis meteorológicas (temperatura do ar – T_{AR}; pressão parcial de vapor – Pp; velocidade do vento – Vv; carga térmica radiante – CTR; índice de globo negro e umidade – ITGU) juntamente com as características morfológicas do pelame e evaporação cutânea (espessura do pelame - E_P comprimento médio – C_M, diâmetro médio - D_P, e densidade numérica - D_N, evaporação cutânea – Evc,) e produção de leite (PL). Os resultados demonstraram que, houve diferença entre os animais para as características morfológicas do pelame, em que a raça a Palmera apresentou pelos mais longos (110,7 mm), densos (1073,5 pelos/cm^2), finos (0,04 µm) e com uma maior espessura do pelame (0,94 mm) e por apresentarem esse perfil, tenderam transpirarem mais (368,9 W/m^2), quando comprados aos animais da raça Majorera. Pode-se observar que o ambiente não mostrou situações reais de estresse pelo calor no verão, no entanto os baixos valores de T_{AR}, CTR associado a Vv e Pp no inverno possivelmente tenham causado desconforto térmico aos animais pelo frio. Os animais da raça Majorera apresentaram características do pelame mais robustas, uma vez que esses animais são adaptados às condições áridas da Ilha de Fuerteventura, apresentando pelame que garantisse maior perda de calor, diferente dos animais da raça Palmera, que mostraram maior plasticidade ou seja maior variação na muda de pelame entre as estações do ano. Por meio da Análise Discriminante foi possível perceber que os animais apresentaram particularidades quanto a sua morfologia, sendo a C_M a principal característica que diferenciou os dois grupos de animais. Um pelame com C_M de até 125 mm, E_P de 1,15 mm, D_N de até 1.011,90 com D_P de 0,04 µm, possivelmente seja o padrão mais desejável as condições ambientais do Tenerife uma vez que, os animais não apresentaram grande variação em suas características termorreguladoras, podendo também observar que de todas as características estudadas a C_M foi a que apresentou relação com a PL, possivelmente por estar diretamente relacionada com mecanismos termorreguladores dos animais. Os resultados indicam que ambas as raças se mostram adaptadas as condições do Tenerife apresentando pelame que favoreceu o isolamento térmico nas épocas mais frias e as trocas de calor com o aumento da temperatura.

Palavras-chave: Adaptação, Características morfofisiológicas, Produção de leite, Recursos genéticos animais, Termorregulação

CHAPTER III – PHYSICAL COAT THICKNESS CHARACTERISTICS AND SKIN EVAPARATION OF GOATS IN TEMPERATE ENVIRONMENTAL

Abstract: The study aimed to evaluate the morphological characteristics of the fur of the Majorera (n = 30) and Palmera (n = 20) goats in the four seasons (winter, spring, summer and autumn), as well as their relationship with related characteristics thermoregulation and milk production. The study was conducted in Tenerife Island, where the meteorological variables were observed (air temperature - AirT; partial steam price - Pp; wind speed - U; radiant thermal load - RHL; black globe index and humidity - BGHI) together with the morphological characteristics of the coat and skin evaporation (thickness of the coat – H_T, (mm), hair length - H_L (mm), and numerical density- H_D, hair diameter H_D (microns) skin evaporation - S_E) and milk production. The results showed that the animals showed differences in the morphological responses of the fur, in which the Palmera breed presented the longest (110.7 mm), dense (1073.5 hairs / cm2), thick (0.04 µm) and greater fur thickness (0.94 mm), which, due to their profile, tended to perspire more (368.9 W/m2), when purchased from Palmera animals. An effect of the seasons was observed, demonstrating that the environment did not show real situations of heat stress in the summer, however the low values of AirT, RHL associated with U and Pp in winter possibly caused greater thermal discomfort to the animals due to the cold. . Majorera animals were more sensitive, since these animals are adapted to the arid conditions of the island of Fuerteventura, presenting characteristics that guarantee greater heat loss. Differently, the animals of the Palmera breed, showed to be more plastic, presenting greater variation in the seedling between the seasons. It was possible to perceive that through discriminate analysis that the animals had particularities as to their morphology, being the H_L the main characteristic that discriminates these two groups of animals. A coat with a HL of up to 125 mm, H_T of 1.15 mm, H_D of up to 1,011.90 with D_P of 0.04 µm, possibly this pattern is more desirable in the environmental conditions of Tenerife, since the animals did not present great variation in its thermoregulatory characteristics, also demonstrating that, of all the characteristics observed, H_L was the one that had the greatest relationship with MP, possibly because it is directly related to the animals' thermoregulatory mechanisms. The results indicate that both breeds are adapted to the conditions of Tenerife with fur that favors isolation and heat exchanges throughout the year

Key words: Adaptation, Animal genetic resource, Morphophysiology traits, Milk production, Thermoregulation

CAPÍTULO III – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL PELO E EVAPORACIÓN CUTÁNEA DE CAPRINOS EN AMBIENTE TEMPLADO

Resumen: El estudio tuvo como objetivo evaluar las características morfológicas del pelaje de cabras de las razas Majorera (n = 30) y Palmera (n = 20) en las cuatro estaciones (invierno, primavera, verano y otoño), así como su relación con las características termorreguladores y producción de leche. El estudio se realizó en la isla de Tenerife, donde se observaron las variables meteorológicas (Temperatura del aire - T_{AR}; Presión de vapor parcial – Pp; Velocidad del viento - Vv; Carga térmica radiante - CTR; Índice de globo negro y humedad - ITGU) junto a las características morfológicas del pelaje (espesor del pelaje - E_P, largo del pelo – C_M, diámetro promedio - D_P, y densidad numérica – D_N), evaporación de la piel - Evc,) y producción de leche – PL. Los resultados mostraron que hubo una diferencia entre los animales para las características del pelo, en el cual la raza Palmera presentó un pelaje más largo (110.7 mm), denso (1073.5 pelo/cm^2), fino (0.04 µm) y con mayor espesor del pelaje (0.94 mm) y, debido a su perfil, tendieron a transpirar más (368.9 W/m^2) en comparación con los animales de la raza Majorera. Se puede ver que el ambiente no manifestó situaciones reales de estrés por calor en verano, sin embargo, los bajos valores de T_{AR}, CTR asociados con Vv y Pp en el invierno probablemente causaron molestias a los animales en virtud del frío. Los animales de la raza Majorera mostraron características del pelaje más robusto, ya que estos animales están adaptados a las condiciones áridas de la Isla de Fuerteventura, exhibiendo pelaje que garantizaría una mayor pérdida de calor, diferente de los animales de la raza Palmera, que mostraron mayor plasticidad o variación en el cambio de pelaje entre estaciones. A través del Análisis Discriminante, fue posible notar que los animales tenían particularidades con respecto a su morfología, siendo C_M la característica principal que diferenciaba los dos grupos de animales. Una capa de pelo con C_M de hasta 125 mm, E_P de 1.15 mm, D_N de hasta 1.011,90 con D_P de 0.04 µm, posiblemente el estándar más deseable en las condiciones ambientales de Tenerife, ya que los animales no mostraron gran variación en sus características termorreguladoras, y observando también que de todas las características estudiadas C_M fue la que presentó una relación con PL, posiblemente porque está directamente relacionada con los mecanismos termorreguladores de los animales. Los resultados indican que ambas las razas están adaptadas a las condiciones de Tenerife con un pelaje que los ha ayudado en el aislamiento térmico en estaciones más frías y con los intercambios de calor con el aumento de las temperaturas.

Palabras claves: Adaptación, Características morfofisiológicas, Producción de leche, Recursos genéticos animales, Termorregulación

CAPÍTULO III – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO PELAME E EVAPORAÇÃO CUTÂNEA DE CAPRINOS EM AMBIENTE TEMPERADO

1. INTRODUÇÃO

Todo organismo biológico habita um ambiente térmico no qual sua temperatura interna difere da temperatura da pele, que por sua vez difere da temperatura superficial e da temperatura interna de sua capa de cobertura. Essa diferença de temperatura deve-se às diferentes fontes de energia térmica que influenciam o ganho e as trocas de calor, tanto à nível metabólico como por meio de sua interação com o ambiente, afetando diretamente os processos de equilíbrio térmico animal. (BOUÂOUDA et al., 2014)

Dessa maneira, o comportamento térmico no interior de um animal dá-se principalmente pela condução associada de um complexo processo fisiológico, incluindo a circulação do sangue, geração de calor metabólico, sudação e dependendo do animal, a dissipação de calor através do pelame (XU e LU, 2011). Desse modo, o pelame não deve ser utilizado apenas como critério de definição para padrões raciais, mas como uma característica que desempenha papel importante na manutenção temperatura corporal do animal (KATIYATIYA e MUCHENJE, 2017).

Algumas das características como: espessura do pelame, comprimento médio, diâmetro e densidade numérica do pelo, foram estudadas e postuladas que, em regiões tropicais os animais devem apresentar um padrão quanto a sua morfologia ou seja, pelos claros, bem assentado, curtos, grossos, pelagem pouco densa, com epiderme pigmentada (MAIA et al., 2003; MORAIS-LEITE et al., 2017). Porém, os trabalhos que deram suporte para essa hipótese consistiram sobretudo na espécie bovina e ovina.

Os estudos envolvendo o pelame de caprinos são conduzidos principalmente em regiões de clima quente, os quais buscam caracterizá-lo quanto à sua morfologia (RIBEIRO et al., 2015) e avaliá-los quanto à sua resistência no processo de dissipação de calor (COSTA et al. 2014), logo, por se tratar de ambientes em que geralmente a temperatura do ar se mantem elevada e constante durante todo o ano, deseja-se que as características avaliadas promovam maior proteção contra a alta radiação solar, transferência de vapor e favoreça a perda de calor por vias latentes.

No entanto, as características do pelame não são atributos constantes e são marcadamente modificados pela nutrição, fotoperíodo, clima, espécie e raça (DICKMEN et al., 2008). Alguns autores divergem quanto a esse assunto e afirmam que, pelos mais longos retém

mais ar entre a superfície da pele e o ambiente, dificultando a penetração de calor, conferindo aos animais maior adaptação (McMANUS et al., 2011; MORAIS-LEITE, et al., 2018). Helal et al. (2010) observando as características do pelame em caprinos no norte do Egito, observaram que foi preferível os animais com pelame mais longo e mais denso, diferente do que é postulado para regiões tropicais.

Em regiões de clima temperado, onde extremos de frio podem se alternar com extremos de calor, pode haver um gasto de energia muito grande por parte dos animais para manterem o equilíbrio térmico e é nessa situação, que o ambiente térmico é mutável e complexo em seus vários aspectos, exige que a epiderme e seus anexos sejam sobretudo reguláveis e dinâmicos (MENÉNDEZ-BUXADERA et al., 2012). Deste modo, selecionar animais com características apropriadas para determinado ambiente pode vir a favorecer a homeostase e tornar as características do pelame como um futuro marcador fenotípico, quando essas forem associadas a características diretamente ligadas a índices produtivos (ACHARYA et al., 1995; BERTIPAGLIA et al., 2008).

Diante do exposto, o interesse em avaliar as características do pelame em caprinos da raça Majorera e Palmera surge primeiramente por esses animais representarem dois extremos climáticos existentes no arquipélago, a primeira advinda da ilha de Fuerteventura caracterizada por apresentar baixa precipitação, quente e desértica e a segunda, evoluída na ilha de La Palma, caracterizada por temperaturas amenas e úmida, dos quais adquiriram após longos anos de seleção natural, características próprias onde desempenham importante papel socioeconômico em suas regiões, e pela escassa informação desse assunto uma vez que, nunca foram avaliados sobre uma perspectiva adaptativa, e por muito tempo serem considerados como um único genótipo.

Tendo em vista que, as duas raças contribuem fortemente no setor leiteiro, nacional e local, o objetivo desse trabalho foi avaliar e caracterizar o perfil morfológico do pelame em caprinos das raças Majorera e Palmera nas diferentes estações do ano e observar suas possíveis relações com a produção de leite, em ambiente diferente do local de origem de ambas as raças.

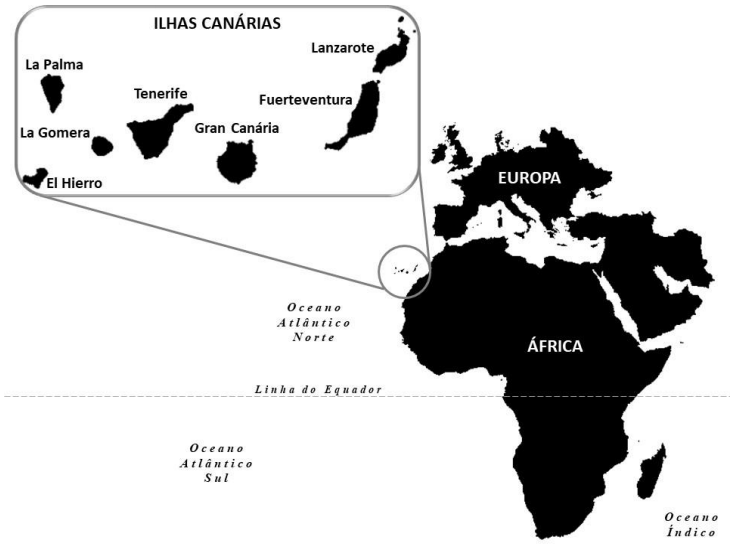
2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e período de estudo

O estudo foi realizado no norte da ilha do Tenerife, a qual pertence ao arquipélago Canário (Figura 12), mais precisamente no Instituto Canário de Investigación Agraria – ICIA

(28º 31’30” N e 16º 22’08” O), um órgão pertencente a Comunidad Autonoma de Canaria, junto a Consejería de Agricultura, Ganaderia, Pesca y Alimentación.

Figura 12. Representação da localização geográfica das Ilhas Canarias e das coletas de dados durante todo o período experimental



O ambiente que foram manejados os animais encontravam-se a 246m acima do nível do mar, no município de Tegueste, caracterizado por ser uma região montanhosa, marcada por uma vegetação herbácea e arbustiva, solo predominantemente vulcânico, marcado por forte erosão e impermeabilidade (GARCIA, 2015).

Segundo a classificação internacional de Koppen-Geiger (1936), o clima da região é do tipo *Csa*, que significa temperado com verões quentes e secos. Essa classificação é marcada por um período seco no verão, apresentando uma precipitação menor que um terço do mês mais chuvoso, que por sua vez é menor que 40 mm. Apresenta também temperatura média nos meses mais frios entre 0 e 18 °C e dependendo do verão, uma temperatura média de até de 22 °C (AEMET, 2018).

Os registros dos grupos das variáveis se deram mensalmente, uma vez ao mês para as características morfológicas do pelame e produção de leite, enquanto as variáveis meteorológicas e termorreguladoras, foram observadas a cada 15 dias, havendo duas observações mensal para esse grupo. Esses registros foram realizados durante 18 meses, sempre no período da manhã, dando início às 9h:00min

2.2 Animais

No total foram utilizadas 50 fêmeas adultas da espécie caprina (*Capra hircus*) em idade reprodutiva, secas e lactantes, 30 da raça Majorera e 20 da raça Palmera (Figura 13). Os animais que se assemelhavam mais aos padrões de cada raça, esses foram eleitos para compor a pesquisa, além de que todos os animais foram previamente avaliados por meio de exame clínico, a fim de atestar o estado sanitário desses animais, segundo procedimentos estabelecidos pelo próprio instituo.

Figura 13. Representação dos dois principais recursos genéticos animais da espécie caprina e coloração da pelagem da Ilha do Tenerife

O sistema de produção adotado era o intensivo, onde os animais eram estabulados em galpões cobertos com placas de metal, aberto lateralmente com um pé-direito de 4m com piso de cimento. As paredes das baias tinham mais ou menos 60 cm de altura, onde se observa cochos de ferro dispostos aleatoriamente, não havendo nenhum critério de separação dos animais a não ser o racial. Os animais eram alimentados logo nas primeiras horas da manhã, 6h:00min, em que era disponibilizado uma ração comercial balanceada e peletizada juntamente com o fornecimento de massa verde picada diretamente no cocho no final do dia, às 14h:00min. A massa verde geralmente era composta por vegetação nativa como: moringa (*Moringa oleífera*), tagasaste (*Cytisus proliferus*), tedera comum de canarias (*Bituminaria bituminosa*),

vinagrera (*Rumex lunaria*), cornical (*Periploca angustifólia*), maralfafa (*Pennisetum purpureum*) além de água fresca *ad libitum*.

Antes de iniciar as observações, os animais ficavam em uma baia única de espera, por um período de 30 minutos para que não houvesse influência do manejo na tomada dos dados em relação as respostas de cada animal.

2.3 Variáveis meteorológicas

Foram registrados os valores das variáveis meteorológicas, no mesmo local em que se encontravam os animais, a fim de obter informações referentes ao ambiente térmico no qual estavam condicionados. Essas informações foram registradas ao mesmo tempo da tomada dos dados fisiológicos, de modo que cada observação possuísse informações combinadas para cada animal.

A temperatura do bulbo seco (Tbs, °C) e de bulbo úmido (Tbu, °C), foi registrada através de um psicrômetro de mão. Após tomado as informações de temperatura, foram úteis para calcular a pressão parcial de vapor usando a seguinte equação:

$$Pp = PS\{Tbu\} - Patm\gamma\ (T_{AR} - Tbu) \quad (Kpa) \qquad (1)$$

no qual PS{Tbu} é a pressão de saturação do bulbo úmido, Patm e a pressão atmosférica (kPa), γ é a constante psicométrica a temperatura do ar (°C), T_{AR} é a temperatura do ar (°C), Tbu é a temperatura do bulbo úmido (°C) e no mesmo instante registrou-se a temperatura do globo negro (T_G, °C), usando um termômetro digital com capacidade de leitura de -50 a 150 °C, introduzido em um globo de cobre, pintado de negro com 5 mm de espessura e 15 cm de diâmetro, segundo Silva (2000).

A partir desses dados, estimou-se o índice de temperatura do globo negro e umidade – ITGU (*Black Globe Humidity Index*), segundo a equação proposta por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = [(T_G - 273{,}15) + 0{,}36 * TPo + 41{,}5)] \qquad (2)$$

em que, T_G é a temperatura do globo em Kelvin, Tpo é a temperatura do ponto de orvalho e 41,5 é uma constante. Calculou-se também a radiação existente dentro da instalação, Carga Térmica Radiante – CTR, segundo a equação sugerida por Silva (2000).

$$CTR = TRM^4, \ (W.m^{-2}) \qquad (3)$$

sendo = 5,6697 * 10^8 ($W/m^2/K^4$), constante de Stefan-Bolzman.

A velocidade do vento (Vv, m/s) foi registrada, próximo do globo negro, com uso de um anemômetro digital, com resolução de 0,01 m/s.

2.4 Características morfológicas do pelame

A espessura do pelame foi determinada (E_P, mm) — *in situ*, na região do costado, aproximadamente 18 cm abaixo da coluna vertebral, usando um paquímetro digital graduado em milímetros com precisão de 0,01 mm (RATIO® 150 mm), interposto de forma perpendicular à superfície do animal até tocar a pele, movendo-se o cursor até a superfície exterior do pelame, segundo metodologia proposta por Silva, (2000). Após isso, no mesmo local da mediação de E_P, retirou uma amostra de pelo de cada animal usando um alicate tipo — bico de pato, provido de uma barra de metal acoplada entre as pernas do alicate, promovendo uma abertura com uma área conhecida, como sugere Lee, (1953).

As amostras de pelos coletadas foram armazenadas em pequenas bolsas plásticas identificadas de acordo com a numeração de cada animal para determinação do comprimento médio do pelo (C_P, mm), diâmetro médio do pelo (D_P, μm) e densidade do pelo por cm^2 (D_N, pelo/cm^2).

Por análise visual foram eleitos os 10 maiores pelos de cada amostra, a fim de obter uma média de cada variável morfológica do pelame. Para o C_P, utilizou-se um paquímetro digital com precisão de até 150 mm, de acordo com o procedimento recomendado por Udo (1978). Para a característica D_P, foi utilizado um micrômetro digital nos mesmos pelos que foram medidos o comprimento médio e em seguida calculou-se uma média aritmética dos pelos de acordo com a metodologia sugerida por Maia et al. (2003).

A D_N foi estimada através de contagem direta dos pelos do qual foram coletados para estimar as outras variáveis do pelame. Contados os pelos correspondentes à área promovida pela abertura do alicate, que correspondia a 13,99 mm^2, realizou-se a conversão para estimar o número de pelos em 1,0 cm^2 de pele.

2.5 Evaporação da superfície cutânea

Para a determinação da evaporação cutânea – Evc, foi utilizada uma cápsula ventilada acoplada a um desumidificador. O aparelho foi fixado na superfície corporal do animal por 90 segundos, com um tubo de plástico tipo Falcon® contendo uma bolsa absorvente de sílica gel. Depois desse tempo, os tubos foram removidos, selados e pesados. A diferença de peso antes e

depois do processo representa a quantidade de água evaporada que foi absorvida, como sugerido por Maia et al. (2005).

A Evc foi calculada com base na seguinte fórmula:

$$Evc = \frac{X\lambda}{AT}, \quad (W/m^2) \qquad (5)$$

no qual X (g) refere-se à diferença do peso da sílica, antes e depois da avaliação do animal, λ é o calor latente de vaporização da água (J/g^1), A é a área da capsula acoplada nos animais (A= 0,002123 m²) e T é o tempo de contato entre a cápsula e a superfície do animal (T = 90 segundos).

2.6 Produção de leite

Os registros e produção de leite aconteciam sempre nas primeiras horas da manhã e no mesmo dia de coleta oficial realizada pela equipe técnica responsável do instituto, ICIA. No décimo quinto dia útil de cada mês, sempre considerando a data da última coleta oficial, realizava-se a leitura e anotações referente a produção de leite de cada animal. Eram realizadas duas anotações, uma pela equipe do ICIA e outra pela equipe que compunha o projeto. Após o término da ordenha de cada grupo de animal, eram conferidos os valores segundo os dados oficiais.

Os animais eram ordenhados uma única vez ao dia, em uma sala de ordenha por meio de ordenhadeira mecânica, dos quais os animais eram separados por raça, não havendo qualquer distinção, dentro de cada grupo racial, em relação à ordem dos animais a serem ordenhados. Antes de iniciar a ordenha, os animais recebiam uma pequena quantidade de concentrado a base de milho enquanto se realizava os procedimentos de *pré – dipping*, secagem dos tetos e no final da ordenha realizava-se o *pós – dipping* com produto antisséptico, iodo a 0,5%, por cerca de 5 a 10 segundos.

2.7 Análise estatística

O comportamento sazonal das características do pelame foi avaliado através de análise de variância, adotando-se um modelo estatístico que incluiu os efeitos de ano, raça, estação do ano e da interação entre estes. Para a comparação das médias das características do pelame foi empregado o teste de Tukey a 5% de significância. Os modelos estatísticos utilizados são descritos a seguir:

Modelo I

$y_{ijkl} = \mu + A_i + R_j + E_k + RE_{jk} + \varepsilon_{ijkl}$

onde, y*ijkl* = é a média da espessura do pelame, comprimento médio, diâmetro médio e número de pelos/cm^2; A_i = é o efeito de ano (i=1,2), R_j = é o efeito de raça estudada (i = 1,2), E_k = efeito da estação do ano (i=1,...4); RE_{ij} = efeito da interação entre as raças e as estações do ano estudadas; ε_{ijk} = resíduo associado à observação *yijk.*

Foram também realizadas análises multivariadas para alocar os animais em grupos de acordo com a similaridade e verificar a capacidade discriminante das variáveis teóricas. Os procedimentos multivariados incluíram Análise de Componentes Principais – CAP, permitindo avaliar a variação total das variáveis estudadas para cada raça entre as estações do ano e uma Análise Discriminante, afim de observar a variação entre os grupos de animais e identificar a(s) variável(s) com maior poder discriminante entre esses. Aplicou-se uma análise de comparação de classes do pelame, a fim de observar a relação das classes do pelame de cada raça com as respostas termorreguladoras dos animais.

Modelo II

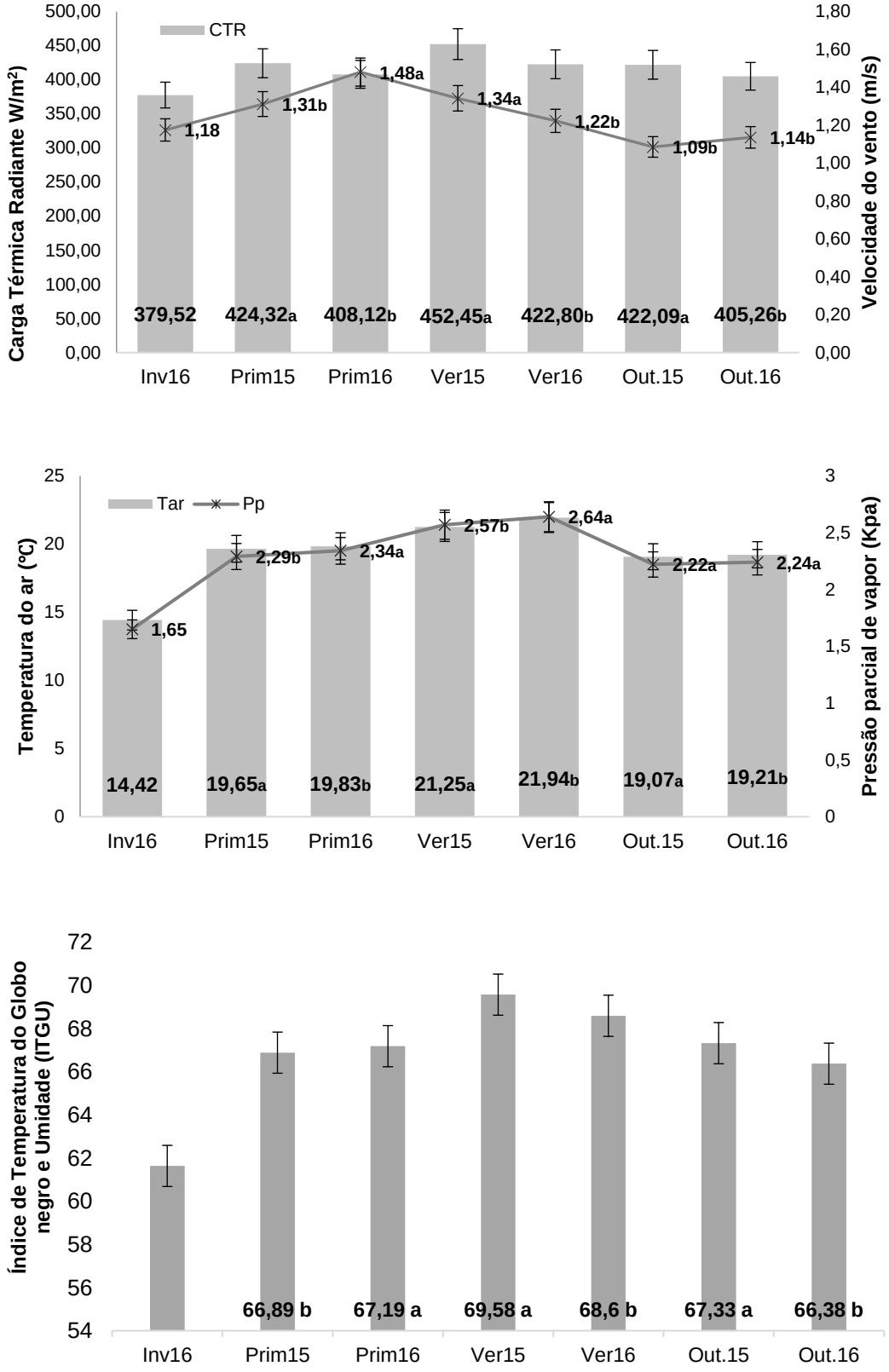
$y_{ijklm} = \mu + CEP_i + CCM_j + CDN_k + CDP_l + \varepsilon_{ijklm}$

em que y_{ijklm} é a média da temperatura retal, frequência respiratória, temperatura de superfície, evaporação cutânea, nos efeitos de classe de espessura do pelame (i= <0,627, 0627≥1,153, >1,153; <1,010, 1,010≥1,880, >1,880 mm), classe de comprimento médio (j= <75,93, 75,93≥125,54, >125,54; <100,98, 100,98≥181,81, >181,81 mm), classe de densidade numérica (k = <802,38, 802,38≥1397,6, >1397,6; <1011,90, 1011,90≥1766,6, >1766,6 pelos/cm^2), classe de diâmetro de pelos (l = <0,026, 0,026≥0,049, >0,049; 0,048, 0,048≥0,082, >0,082), μ é a média geral e ε_{ijklm}.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve variação da temperatura do ar (T_{AR}, °C) nos anos avaliados, assim como nas diferentes estações do ano, observando que a T_{AR} não ultrapassou os 21ºC durante o período experimental (Figura 14).

Figura 14. Médias das variáveis meteorológicas registradas nas diferentes épocas do ano[6]



[6]A disposição mensal de cada característica encontra-se em Anexo

Nota-se que a amplitude térmica anual foi de ± 0,5 ℃, no entanto esse comportamento é inverso quando observamos a transição de uma estação do ano para outra (4,7℃ - Out15/Inv16; 5,4℃ - Inv16/Prim16; 7,5℃ - Inv16/Ver16), o que era de se esperar devido à alta latitude que encontra-se a Ilha do Tenerife.

As características T_{AR} e CTR são de fundamental importância na avaliação do conforto térmico dos animais, sobretudo quando essas apresentam altos valores durante todo o ano, tornando-se um fator limitante para a produção animal (SILVA et al., 2010). O intervalo de temperatura considerado ideal para a criação da espécie caprina é 12 a 24 ℃ (GUPTA e MONDAL, 2019), mesmos nas estações em que apresentaram maiores valores de $T_{AR,}$ primavera e verão, não foi possível observar temperaturas acima da zona de conforto térmico para espécie (Figura 14).

Vale ressaltar, que a ação das variáveis ambientais sempre devem ser interpreta de forma conjunta, para que assim possamos aferir com precisão a proporção do impacto que essas podem causar sobre as respostas dos animais (MARDER et al., 2015). Domingos et al. (2013), ao avaliarem respostas fisiológicas de animais expostos a variação de temperatura do ar e radiação solar (35,6 ºC - 769 W/m^2) ao longo do dia, observaram valores bem superiores ao encontrados nesse estudo, concluindo que a T_{AR} e CTR foram os principais fatores decisivos nas respostas dos animais, desse modo os valores encontrados no presente estudo possivelmente não classifique o ambiente como um potencial estressor aos animais.

A velocidade do vento (Vv, m/s) é outra componente meteorológico importante na avaliação do ambiente térmico, sobretudo quando essa característica está associada a temperatura do ar e concentração de vapor de água na atmosfera. Em ambientes que se observa constante movimentação do ar, valores entre 1,3 a 1,9 m/s são considerados ideias para a criação de animais domésticos (MCDOWELL, 1989), tornando-se a Vv um fator importante para a determinação das trocas térmicas por convecção e evaporação. Desse modo, ao analisarmos a Figura 14, pode-se inferir que o ambiente estudado garantiu conforto térmico, sobretudo nas estações mais quentes, em que foi observado maiores valores de Vv (1,34 e 1,22 m/s). No entanto, os valores de Vv associados a baixos valores de T_{AR} e a maior pressão parcial de vapor (Pp) podem promover desafios na regulação térmica dos animais, uma vez que os mecanismos convectivos forçados podem ser mais atuantes e podendo causar desconforto térmico pelo frio (AL-TAMINI, 2006), sendo essas mesmas condições observadas no inverno (Figura 14)

A pressão parcial de vapor (Pp, kPa) foi elevada em todas as estações do ano (Figura 14), sendo no verão observados os maiores valores (2,53 kPpa – Ver15 e 2,64 kPpa – Ver16). O local de estudo por se tratar de uma ilha é comum que os valores de Pp sejam elevados em

virtude da influência das correntes marítimas (PEREIRA et al., 2009). Geralmente no Tenerife as chuvas se concentram no inverno estendendo-se até a primavera, causando acúmulo de vapor de água na atmosfera. É comum que no verão os valores de T_{AR} e CTR sejam maiores que as demais estações do ano, o que possivelmente acarrete maior vaporização, aumentando assim a concentração de partículas de água na atmosfera, justificando os maiores valores de Pp nessa época do ano.

Esse comportamento justifica também os maiores valores do Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU) no verão (69,58 e 68,59), porém valores abaixo de 70 não são considerados como situações de estresse pelo calor. Chama-se a atenção para os baixos valores de ITGU no inverno, 62,57, levando a deduzir que possivelmente essas condições tenham causado desconforto aos animais pelo frio quando comparadas as demais estações do ano. Há poucos estudos a respeito da condição térmica em baixas temperaturas, sobretudo em caprinos, o que a ausência de informações pode dificultar à discussão quanto a influência dessa época do ano frente as respostas dos animais. No entanto, o ambiente térmico avaliado no Tenerife não demonstrou condições reais de estresse para os animais da raça Majorera e Palmera, sobretudo em situações em que foi observado maior T_{AR} e CTR.

Ao analisar a disposição das características do pelame dos animais frente ao ambiente térmico no Tenerife, observou que os efeitos estudados foram significativos para todas as características do pelame e evaporação cutânea. Em relação ao efeito de ano (Tabela 8) o comprimento médio do pelo (C_M, mm) e a densidade numérica do pelame (D_N, pelos/cm^2) observou aumento dos seus valores quando ocorreu a transição de um ano para o outro. Alguns autores relatam que o único fator no processo dinâmico que determina o tipo de pelagem no animal é a muda existente do pelame com a mudança do ambiente térmico (BERTIPAGLIA et al., 2008; FAÇANHA et al., 2010).

Tabela 8. Análise de variância da espessura do pelame (E_P), comprimento médio (C_M), diâmetro médio (D_P), densidade dos pelos (D_N) e evaporação cutânea (Evc) de acordo com os anos, em ambiente temperado na Ilha do Tenerife[7]

Fonte de variação	E_P (mm)	C_M (mm)	D_P (µm)	D_N (pelos/cm^2)	Evc (W/m^2)
Ano I	0,83±0,01^A	66,18±1,92^B	0,03±0,001^A	793,25±19,42^B	340,56±23,96^A
Ano II	0,85±0,02^A	73,75±2,73^A	0,03±0,001^A	874,98±27,52^A	329,68±16,91^A

[7] A disposição ao longo de cada ano para as características do pelame encontra-se no Anexo

Mesmo não havendo grande diferença na T_{AR} ao longo dos dois anos, ação conjunta das demais variáveis meteorológicas possivelmente proporcionaram um ambiente térmico capaz de haver mudanças nessas características. Em ambientes quentes, a grande concentração de vapor de água na atmosfera juntamente com a temperatura elevada acarreta em maior dificuldade em dissipar o calor (JIANG et al., 2015), no entanto, quando esse comportamento é inverso em relação a temperatura do ambiente e associado a forte movimentação do ar, o processo de convecção forçada torna-se mais eficiente, podendo aumentar a sensação térmica causada pelo frio.

Durante o período experimental foi possível perceber que alguns animais apresentavam tremores ou calafrios, possivelmente na tentativa de haver o acionamento da termogênese facultativa induzida pelo frio (REECE, 2017). No entanto, vale ressaltar que o período experimental iniciou na primavera, não sendo possível obter informações das características do pelame no intervalo de dois anos completos, o que possivelmente pode ter ocorrido uma influência nos valores médios dessas características. Como o aumento das características C_M e D_N podem ser justificadas na tentativa de haver maior proteção da epiderme, comportamento geralmente observado em animais em regiões de clima quente para garantir maior isolamento térmico, o que mediante as condições meteorológicas observadas essa seja mais aceito essa opção.

Em regiões de clima temperado sobretudo no inverno, o pelame desempenha predominantemente função de isolamento térmico, garantindo menor movimentação do ar entre as fibras do pelame e aumentando a resistência no processo de condução de calor (SILVA e MAIA, 2013). Ao observar o efeito de estação do ano, nota-se que o valores de C_M e D_N no inverno (83,81 mm; 1230,16 pelos/cm^2), foram superiores a todas as demais estações avaliadas.

Com a primavera a T_{AR} e os níveis de CTR aumentaram e juntamente com isso houve uma mudança no perfil do pelame, havendo diminuição das características C_M e D_N (Tabela 9). Ambientes sob elevada temperatura do ar e radiação solar ou em períodos mais quentes do ano, a diminuição do comprimento e da densidade dos pelos é considerada uma resposta adaptativa dos animais a essas condições, esse comportamento garante ao animal maior penetração da camada de ar dentro da capa do pelame removendo o ar aprisionado entre os pelos, favorecendo a troca de calor. Ribeiro et al. (2015) avaliando as características do pelame em caprinos em clima temperado, observaram o mesmo comportamento, os valores médios do comprimento do pelo foi menor no verão (10,5 cm) quando comparado com o inverno (12,0 cm), desse modo a diminuição de C_M e D_N, ocorreu afim de garantir maior eficiência nas trocas de calor com o meio ambiente.

Tabela 9. Média e desvio padrão das características do pelame, espessura do pelame (E_P), comprimento médio (C_M), diâmetro médio (D_P), densidade dos pelos (D_N) e evaporação cutânea (Evc) em caprinos das raças Majorera e Palmera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife

Variável	Raça	Estação do ano				Média
		Inverno	Primavera	Verão	Outono	
E_P (mm)	Majorera	0,60±0,04^{cB}	0,83±0,03^{aB}	0,73 ± 0,03^{bB}	0,74 ± 0,03^{bB}	0,73±0,01^{B}
	Palmera	0,83±0,04^{cA}	1,20±0,03^{aA}	0,94 ± 0,03^{bA}	0,80 ± 0,03^{dA}	0,94±0,02^{A}
	Média	0,71±0,03^{c}	1,01±0,02^{a}	0,86 ± 0,02^{b}	0,77 ± 0,02^{c}	
C_M (mm)	Majorera	39,4±3,9^{aB}	38,1±2,6^{bB}	37,58 ± 2,6^{bB}	39,74 ± 27^{aB}	38,7±1,45^{B}
	Palmera	128,1±3,9^{aA}	102,4±3,1^{bA}	101,4 ± 2,7^{bA}	107,2±2,7^{cA}	110,7±1,59^{A}
	Média	83,8±2,7^{a}	70,2±2,0^{b}	71,3 ± 1,8^{b}	73,4±1,7^{b}	
D_P (pelos/cm^2)	Majorera	0,037±0,001^{aA}	0,038±0,002^{aA}	0,037±0,001^{aA}	0,037±0,001^{aA}	0,03±0,001^{A}
	Palmera	0,037±0,002^{aA}	0,038±0,001^{aA}	0,037±0,004^{aA}	0,039±0,003^{aA}	0,04±0,002^{A}
	Média	0,037±0,001^{a}	0,038±0,002^{a}	0,038±0,003^{a}	0,038±0,001^{a}	
D_N (µm)	Majorera	926,1±52,9^{aB}	817,2 ± 35,7^{bB}	587,8±32,59^{cB}	580,01±30,6^{dB}	729,5±19,4^{B}
	Palmera	1534,1±52,6^{aA}	1077,8±42,2^{bA}	811 ± 42,2^{cA}	1077,8±42,2b^{A}	1073,5±21,3^{A}
	Média	1230,1±37,2^{a}	947,5 ± 27,6^{b}	699,5 ± 24,8^{c}	729,0 ± 23,9^{c}	
Evc (W/m^2)	Majorera	249,9±89,5^{dB}	307,7 ± 60,8^{cB}	438,5 ± 55,4^{aA}	311,1 ± 62,4^{bB}	335,2±33,0^{B}
	Palmera	283,6±89,5^{dA}	464,9 ± 71,8^{aA}	429,76±63,9^{bB}	331,1 ± 52,2^{cA}	368,9±36,3^{A}
	Média	266,7±63,3^{d}	386,3±47,0^{b}	434,1± 42,3^{a}	321,0 ± 40,6^{c}	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, para cada efeito e dentro cada coluna, assim como médias seguidas da mesma letra minúscula dentro de cada linha, não diferem estatisticamente, (P>0,05) pelo teste de Tukey.

Assim como as demais características, esperava-se que a E_P diminuísse seus valores quando houvesse a mudança de estação, para que promovesse maior facilidade nas trocas de calor, no entanto os valores de E_P aumentaram na primavera, possivelmente no intuito de haver maior estoque de calor e maior proteção dos tecidos profundos contra a transmissão de radiação solar ultravioleta, como mencionado por Amorim et al. (2019), uma vez que a C_M e D_N após o inverno assumiram a função de garantir a eficiência nos processos de termólise evaporativa. Esse mesmo comportamento é melhor observado com a disposição dessas características no verão, em que a T_{AR} e CTR foram mais elevadas (Tabela 9).

Em relação a evaporação cutânea (Evc), pode verificar que a medida que houve o mudança das estações houve um aumento nos valores de Evc, primavera (386,38 W/m^2) e verão (434,16 W/m^2), esse comportamento já era de se esperar devido a maior carga de energia

térmica nesses períodos. Azad et al. (1992) estudando essa mesma característica associado a morfologia de glândulas sudoríparas em caprinos no inverno e verão, notaram um aumento no tamanho da glândula atribuindo a maior atividade devido a maior dissipação de calor em virtude do aumento temperatura do ar e umidade (330 W/m^2 a 480 W/m^2). O diâmetro médio do pelo (D_P) foi a única característica que não apresentou variação em função dos efeitos avaliados, podendo sugerir que por critérios adaptativos, esses animais já possuem um perfil estabelecido quanto a essa característica.

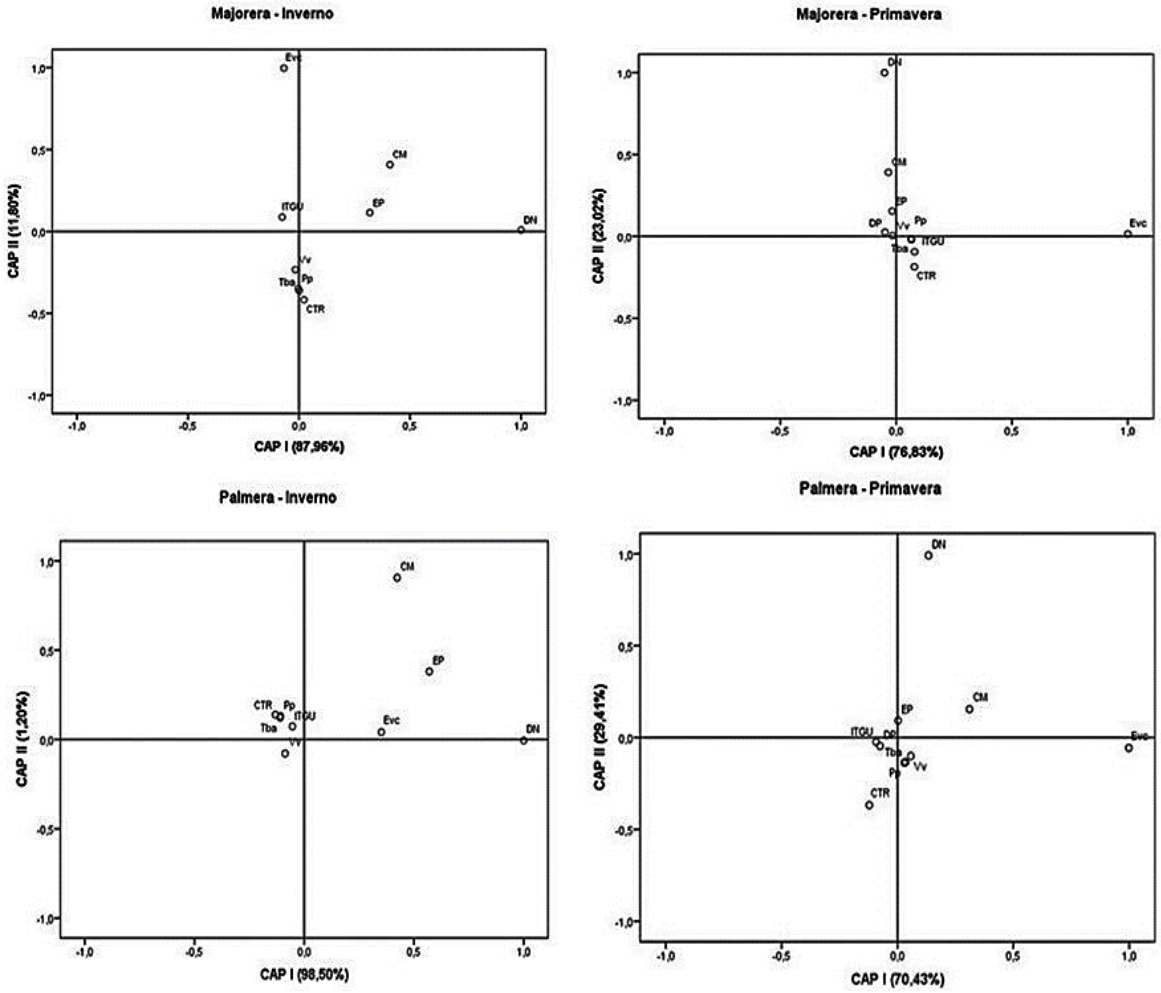
Os animais da raça Majorera e Palmera no geral apresentaram pelos longos, densos e finos, porém os maiores valores para todas as características foram observados na raça Palmera (Tabela 9). Vale ressaltar que a origem dos animais estudados é distinta, e que as duas raças representam dois extremos climáticos existentes no arquipélago (úmido-frio e quente-seco), levando a crer que as condições das quais evoluíram tenham sido também decisivas em formarem um perfil quanto a essas características. Naadam et al. (2014) estudando a coloração da pelagem e a densidade numérica dos pelos em caprinos em Gana – África, encontraram valores menores para D_N (320 pelos/cm^2) quando comparados ao desse estudo. Ribeiro et al. (2018) avaliando o perfil adaptativo da raça Azul no Brasil, viram que os valores de C_M, D_P e E_P foram bem distintos aos reportados nesse estudo (3.51 cm, 0,078 µm; 1,37 mm).

Devido aos diferentes tipos de morfologia observado e como esses se comportam mediante as condições ambientais, a utilização de uma abordagem multivariada descreveria melhor os fenômenos a nível global podendo melhorar a compreensão da utilização das características utilizadas pelos animais em função de cada ambiente avaliado, podendo auxiliar também na busca de possíveis candidatos a marcadores fenotípicos das populações estudas. A Análise dos Componentes Principais – CAP, mostrou as variáveis que apresentaram maior correlação para explicar a variação total no uso das diferentes características do pelame nos animais da raça Majorera e Palmera dentro das quatros estações do ano avaliadas (Figura 15 e 16), evidenciando que cada raça utilizaram suas características de forma semelhante, no entanto havendo algumas particularidades.

Ao avaliar os eixos de CAP, para as raças estudadas nas quatro estações do ano, pode observar que as características E_P, C_M e D_N foram as que apresentaram maior correlação com a CAP I nos animais da raça Majorera, enquanto que na raça Palmera esse comportamento se deu de forma semelhante, no entanto apenas a E_P e D_N mostraram-se mais fortemente relacionadas com a CAP I. Isso demonstra que ambas as raças necessitaram garantir o isolamento térmico, no entanto os animais da raça Majorera mostram-se mais sensíveis as essas condições do inverno, necessitando aumentar todas as suas características físicas afim de

permitir menor penetração de ar dentro da capa do pelame, mantendo o ar aprisionado aumentando assim a resistência nos processos de convecção forçada. Possivelmente, esse comportamento tenha se dado, uma vez que esses animais evoluíram em ambiente quente e seco, possuindo um perfil do pelame que proporcione menor resistência nas trocas de calor e proteção contra radiação.

Figura 15. Análise de Componentes Principais das características espessura do pelame (E_P), comprimento (C_M), diâmetro (D_P) e densidade do pelo (D_N) das raças Majorera e Palmera nas estações do inverno e primavera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife



Pode perceber que, associado ao aumento de D_N a raça Palmera apresentou maiores valores de Evc (283,6 W/m^2) no inverno, quando comparado com a raça Majorera (249,9 W/m^2), podendo ser observado a forte correlação dessa característica com a CAP II (Figura 15). Em baixas temperaturas a evaporação representa uma pequena fração do calor metabólico, no entanto os valores encontrados são bem superiores aos relatados por Finche (1985), que

estudaram a capacidade de transpiração de cabras beduínas expostas ao sol, onde encontraram valores inferiores quando comparados ao do presente trabalho (177,16 W/m^2), bem como aos valores relatados por Costa et al. (2014) em cabras criadas em região semiárida (73,03 W/m^2).

O aumento da evaporação cutânea está diretamente relacionada ao aumento da temperatura do ar e consequentemente ao aumento da temperatura de superfície do pelame, contundo os baixos valores de T_{AR}, CTR, associado a Vv e os animais estarem em sistema intensivo de produção, não justifica o aumento de Evc nesses animais, levando a deduzir que o aumento da Evc seja um mecanismos adaptativo da raça Palmera frente a essas condições, afim de manterem-se em equilíbrio térmico. Animais lanados geralmente apresentam maior temperatura dentro da camada de lã, quando comparado a sua superfície, consequentemente aumentando a temperatura da epiderme (SILVA & STARLING, 2003). Desse modo, o diferencial de temperatura e vapor de água criado pelo aumento da E_P, C_M e D_N entre a epiderme e a superfície da capa de pelos tenham causado o aumento da temperatura interna, acarretando o acionamento das glândulas sudoríparas (SILVA e MAIA, 2013), justificando o comportamento da raça Palmera no inverno.

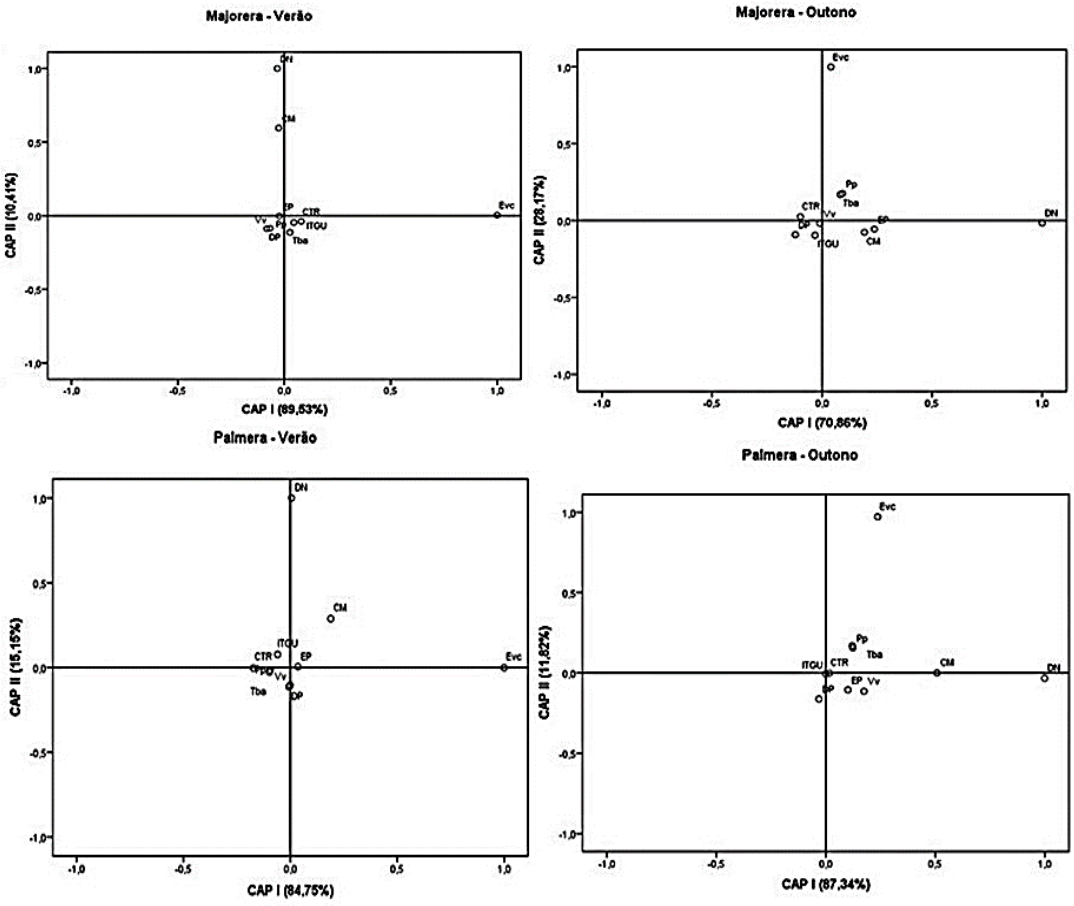
À medida que a temperatura do ar e os níveis de radiação aumentaram na primavera, ambas as raças diminuíram, sobretudo as características como C_M e D_N (Figura 15), possivelmente na intenção de diminuir a resistência da capa do pelame e auxiliar nos processos de termólise evaporativa cutânea, uma vez que a Evc foi a característica que apresentou maior correlação com a CAP I entre as raças nessa estação do ano (Figura 15).

No processo de muda do pelame que ocorreu do inverno para a primavera, foi possível observar que houve pouca variação da raça Majorera quanto a essas características (1,3 cm; 109,1 pelos/cm^2), isso quando comparado aos animais da raça Palmera (26 mm; 457,1 pelos/cm^2). Comportamento também observado quando a C_M e D_N foram fortemente relacionadas com a CAP II para esses animais (Figura 15). Logo, pode-se concluir que, mesmo os animais da raça Majorera diminuindo suas características para auxiliar no processo de termólise cutânea, as condições meteorológicas observadas na primavera ainda sim, mostraram-se favoráveis a esses animais a perderem calor por meios convectivos, justificando possivelmente o comportamento dessas características. Animais de clima temperado geralmente são mais sensíveis ao aumento da temperatura do ar e apresentam como resposta imediata o aumento da frequência respiratória e evaporação cutânea. Santos et al. (2016) ao estudarem animais puros da raça Holstein em ambientes tropical, verificaram que a temperatura do ar refletiu diretamente no aumento da evaporação cutânea desses animais (55,52 a 566,83

W/m^2), atribuindo esses valores devido o estoque de calor em virtude das características do pelame.

Em ambientes tropicais a radiação solar é um fator limitante à produção dos animais e influencia o perfil do pelame, a fim de que haja maior proteção a epiderme e que garanta maior transferência de calor (SILVA et al., 2010; McMANUS et al., 2011). Esse mesmo comportamento pôde ser observado no verão (Figura 16), quando ambas as raças diminuíram os valores de E_P, C_M, D_N e elevaram a Evc. No entanto, vale enfatizar a correlação com a CAP II da característica D_N em ambas as raças. Mesmo os animais diminuindo os valores D_N, possivelmente o número de pelos apresentados por ambas as raças ainda possa representar um fator limitante no processo de homeostase desses animais nas épocas mais quentes do ano.

Figura 16. Análise de Componentes Principais – CAP das caraterísticas, espessura do pelame (E_P), comprimento (C_M), diâmetro (D_P) e densidade do pelo (D_N) para as raças Majorera e Palmera nas estações do verão e outono em ambiente temperado na Ilha do Tenerife



Outro fator que pode também está relacionado ao aumento da Evc no verão é a coloração e capacidade de absorção de calor por meio do pelame, no entanto os animais avaliados

possuem uma variedade grande de coloração da pelagem, assim como de suas características físicas, não havendo um padrão como é observado nos animais de regiões tropicais. Tal fato leva a deduzir, que o aumento da Evc além de estar associado a fatores ambientais, os padrões morfológicos que esses animais assumiram no processo de evolução também são fortes contribuintes. Maia et al. (2015) estudando cabras de pelagem preta e branca expostas a radiação solar observaram que quando a irradiância solar aumentou de 300 para 1000 W/m^2 e os animais foram expostos ao sol, a evaporação cutânea aumentou de 52 para 131 W/m^2, independente da pigmentação da pelagem, ocorrendo o mesmo com a evaporação respiratória, mas neste caso as perdas de calor variaram de 7,8 a 13,9 W/m^2, concluindo que a evaporação representou quase 90% da perda de calor devido ao aumento da temperatura do ar e radiação. Com isso, é possível concluir que os animais da raça Palmera mostram maior variação de suas características físicas do pelame quando comparado aos animais da raça Majorera e frente as mudanças do ambiente térmico observados nas quatro estações do ano na Ilha do Tenerife.

Desse modo, foi aplicada uma Análise Discriminante com o intuito de avaliar se realmente há diferenças entre as raças estudadas quanto a funcionalidade das características do pelame e qual dessas características é mais decisiva para que esses animais possam manter sua homeotermia. Ao analisar a Figura 17 observa-se que os animais da raça Palmera mostram-se mais dispersos, dentro das estações, demonstrando maior variação para o conjunto de características avaliadas do que os animais da raça Majorera. Provavelmente essa dispersão esteja atribuída a maior capacidade de adaptar-se ao ambiente estudado, o que possivelmente exigiu desses animais maior plasticidade, quando comparados aos animais da raça Majorera, a fim de se ajustarem as condições térmicas ambientais da Ilha do Tenerife. Vale ressaltar, que a raça Palmera foi o único genótipo originado no arquipélago que possuem um único ancestral comum no seu processo de evolução e que dentre esses genótipos foi a que sofreu maior isolamento (CAPOTE et al., 2004), o que lhes conferem possivelmente um perfil morfológico mais estabelecido a essas condições quando comparadas ao da raça Majorera.

A Tabela 10 demonstra os valores de coeficiente de função canônica para raças estudas mostrando como cada variável contribuiu em cada estação do ano avaliada, demonstrando que a C_M e E_P foram as principais características por ser responsável por 97% da variação total nas populações. As variáveis que apresentaram valores acima de 1 e menores que 0 essas possuíram pouca contribuição em separar os animais, ou seja, D_P, D_N e Evc.

Figura 17. Representação gráfica da discriminante canônica baseada em todas as características do pelame das raças Majorera e Palmera nas diferentes estações do ano (inverno – 1, primavera – 2; verão – 3, outono – 4) em ambiente temperado na Ilha do Tenerife.

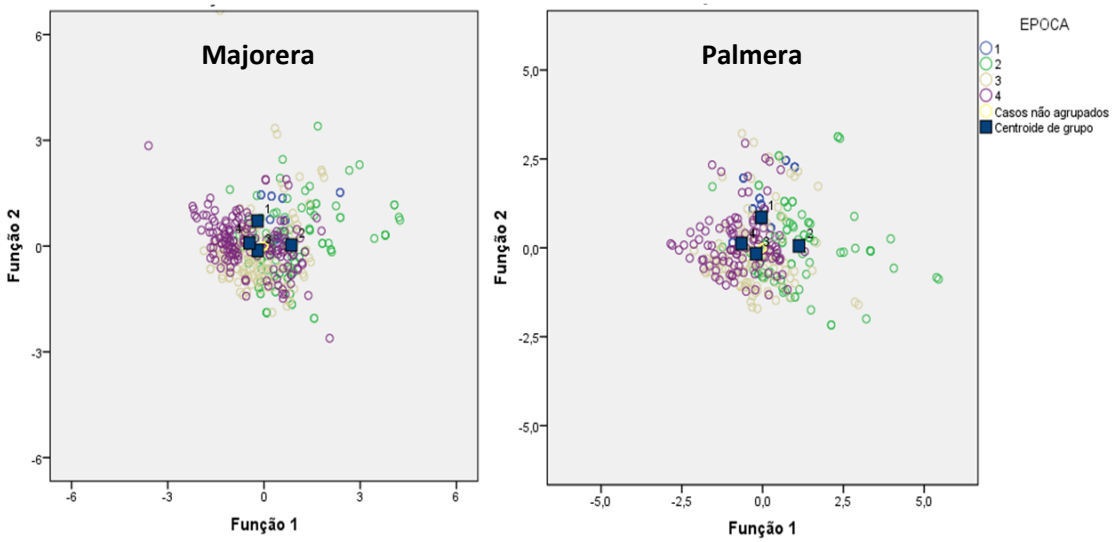


Tabela 10. Total dos coeficientes de correlação canônica estandartizados para as caraterísticas do pelame dos animais da raça Majorera e Palmera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife

Características do pelame	Função canônica
Espessura do pelame (mm)	0,04
Comprimento médio (mm)	0,39
Diâmetro do pelo (µm)	12,84
Densidade numérica (pelos/cm^2)	-0,09
Evaporação cutânea (W/m^2)	-0,001

Na Tabela 11 mostra que em geral em média 50,0% das características foram corretamente classificadas nos seus grupos genéticos. A raça Palmera foi a que menos observou classificação de grupos nos demais observados, talvez mostrando maior padrão quanto a essas características ao ambiente estudado. Porém, erros de classificação são comuns, em que se observa maior classificação incorreta quando considera-se apenas um grupo de características para realização de qualquer tipo de avaliação, uma vez pode haver influência de raça, sexo, idade etc. (CASTANHEIRA et al., 2010; YAKUBU et al., 2012).

Tabela 11. Porcentagem de animais classificados em cada grupo de acordo com as características do pelame avaliadas

Raça/estação	Majorera				Palmera			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Maj-Inv	60	0	0	0	-	-	-	-
Maj-Prim	0	73	28	16	-	-	-	-
Maj-Ver	0	46	50	55	-	-	-	-
Maj-Out	0	31	21	98	-	-	-	-
49,7% dos casos explicados								
Palm-Inv	-	-	-	-	60	0	0	0
Palm-Prim	-	-	-	-	0	53	25	6
Palm-Ver	-	-	-	-	0	16	48	42
Palm-Out	-	-	-	-	0	2	34	75
58,5% dos casos explicados								

Animais que apresentam características do pelame diferentes das consideradas ideais do local em que vivem, podem apresentar dificuldades de ajustarem-se as condições climáticas do ambiente, podendo acentuar o desconforto pelo frio ou pelo calor, causando o acionamento dos mecanismos termorreguladores, que por sua vez pode refletir diretamente nas respostas dos indicadores de homeostase, bem como de produtividade. Com isso, o presente trabalho avaliou a relação entre as características do pelame com alguns indicadores de adaptabilidade (características termorreguladoras) e produtividade, nos animais da raça Majorera e Palmera, separadamente, uma vez que esses animais apresentaram padrões morfológicos do pelame distintos.

Os resultados sugerem que, os animais que apresentaram maior espessura do pelame (E_P) houve maior acionamento da frequência respiratória (F_R) e evaporação cutânea (Evc), sobretudo nos animais da raça Palmera (Tabela 12). Esse fato pode ter-se dado devido à menor mobilidade do ar entre as fibras do pelame dificultando os processos de termólise respiratório e cutâneo. Dessa forma, um pelame que possua valores acima de 1,010 mm como observado nas duas raças, possivelmente represente maiores dificuldade em eliminar calor, sobretudo nas épocas mais quentes do ano, o que provavelmente não seria desejável as condições térmicas analisadas, uma vez que apresentam variação de temperatura entre estações do ano.

Tabela 12. Média e desvio padrão das frequências observadas relacionadas a termorregulação (temperatura retal – T_R, frequência respiratória – F_R, temperatura de superfície – T_S, frequência cardíaca – F_C, evaporação cutânea – Evc) associadas as classes de características físicas do pelame para as raças Majorera e Palmera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife

Classes	T_R (ºC)	F_R (mov/min)	T_S (ºC)	F_C (bat/min)	Evc (W/m^2)
Majorera – Espessura do pelame – E_P (mm)					
< 0,627	39,3±0,5^a	45,6±13,3^b	30,43±2,1^a	105,7±15,5^a	285,5±34,9^b
0,627 ≥ 1, 153	39,4±0,6^a	48,2±13,9^a	30,22±2,2^a	101,07±16,1^a	321,5±38,8^a
> 1,153	39,6±0,8^a	49,7±15,1^a	30,39±2,2^a	99,09±15,1^a	296,5±36,7^b
Palmera – Espessura do pelame – E_P (mm)					
< 1,010	39,3±0,5^a	48,2±12,6^a	29,3±2,1^a	107,9±17,7^a	304,1±32,7^b
1,010 ≥ 1,880	39,4±0,6^a	47,9±14,9^a	29,9±2,1^a	101,3±16,8^a	434,8±36,4^a
> 1,880	39,6±0,8^a	48,1±14,1^a	30,3±2,2^a	98,5±16,8^b	305,2±33,5^b
Majorera – Comprimento médio – C_P (mm)					
< 75,93	39,3±0,4^a	44,0±5,6^b	30,3±2,2^a	102,3±16,2^b	304,1±32,7^b
75,93 ≥ 125,54	39,3±0,6^a	45,3±10,1^b	29,8±1,9^b	107,3±20,4^a	285,9±32,7^c
> 125,54	39,3±0,5^a	47,5±14,0^a	31,37±0,9^a	108,1±10,2^a	332,7±32,7^a
Palmera – Comprimento médio – C_P (mm)					
< 100,98	39,3±0,4^a	47,6±12,7^b	29,9±2,4^a	100,2±16,1^c	318,4±32,7^b
100,98 ≥ 181,81	39,3±0,6^a	48,1±13,7^b	29,4±2,1^a	107,8±18,1^b	305,4±32,7^c
> 181, 81	39,3±0,5^a	50,0±12,1^a	28,5±1,9^b	116,2±15,1^a	457,7±32,7^a
Majorera – Densidade numérica do pelo – D_N (pelos/cm^2)					
< 802,38	39,3±0,4^a	48,7±13,4^a	30,4±2,1^a	100,9±16,2^c	388,9±32,7^a
802,38 ≥ 1397,6	39,3±0,6^a	44,1±13,1^b	29,9±2,4^a	107,2±15,7^a	291,9±32,7^b
> 1397,6	39,3±0,5^a	42,4±12,2^c	29,8±2,6^a	105,1±19,1^b	280,2±32,7^c
Palmera – Densidade numérica do pelo – D_N (pelos/cm^2)					
< 1011, 90	39,3±0,5^a	49,8±14,1^a	29,9±1,9^a	109,8±16,3^b	388,9±32,7^a
1011,90 ≥ 1766,67	39,5±0,6^a	45,1±11,4^b	29,2±2,4^a	111,2±16,1^a	291,9±32,7^b
> 1766,67	39,4±0,7^a	46,4±12,1^c	29,4±2,6^a	110,7±15,9^a	280,2±32,7^c
Majorera – Diâmetro médio - D_P (µm)					
< 0,026	39,3±0,5^a	49,1±13,4^a	30,8±1,7^a	97,9±16,2^b	330,0±32,7^a
0,026 ≥ 0,049	39,4±0,6^a	46,7±13,1^b	30,7±2,1^a	102,57±15,7^a	296,3±32,7^b
> 0,049	39,5±0,7^a	46,8±12,2^b	30,3±2,1^a	104,27±15,1^a	267,2±32,7^c
Palmera – Diâmetro médio - D_P (µm)					
< 0,048	39,3±0,5^a	49,3±13,6^a	30,2±1,9^a	101,6±16,2^b	377,0±32,7^a
0,048 ≥ 0,082	39,4±0,6^a	46,8±12,1^a	29,2±2,1^b	106,6±16,5^a	308,4±32,7^c
> 0,082	39,5±0,7^a	44,8±10,2^a	29,9±1,6^b	98,57±10,1^b	316,4±32,7^b

Médias seguidas da mesma letra, para cada efeito e dentro de cada coluna, não difere estatisticamente (P>0,05) pelo teste de Tukey.

Em relação as classes observadas de C_M, pode-se averiguar que essas influenciaram todas as características termorreguladoras em ambas as raças, exceto para a variável temperatura retal (T_R). Em todas as classes para C_M o pelame apresentou um perfil de pelo bastante longo, porém um comprimento médio de até 125 mm possivelmente seja mais eficiente em garantir tanto o isolamento térmico como conferir menor resistência no processo de transferência de calor, uma vez que não foi observado alterações nas características F_R, frequência cardíaca (F_C) e os menores valores de Evc foram encontrados dentro desse intervalo de comprimento. Esse tipo de avaliação juntamente com as variáveis termorreguladoras permite inferir que pelos longos a essas condições ambientais são mais desejáveis, mesmo que ao longo do ano apresente picos elevados de temperatura do ar e radiação solar.

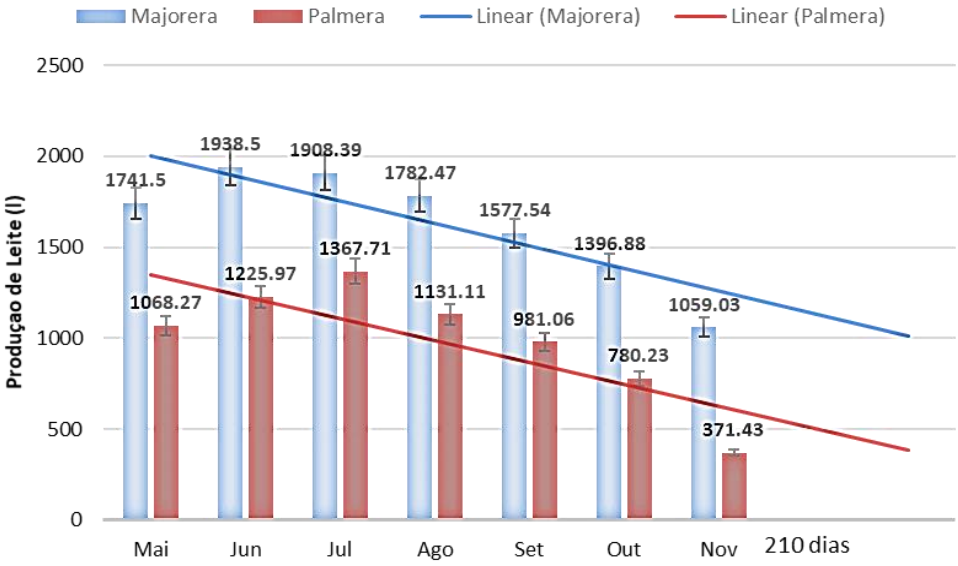
Helal et al. (2010) avaliando o comprimento de pelos de cabras adaptadas ao deserto do Egito, atribuíram o alto valor de C_M (130 mm) dos animais o fato de necessitarem de maior proteção da epiderme devido à alta radiação e as mudanças bruscas de temperatura registradas ao longo do dia. Tais valores contesta as afirmações de alguns autores de que, pelos longos e finos são indicativos de animais não adaptados a situações de elevada temperatura (MAIA et a., 2003; MCMANUS et al., 2011).

O número de pelos por unidade área (D_N) influenciaram nas variáveis relacionadas a termólise evaporativas, cujos animais com pelame menos denso (802,23 pelos/cm^2 – Majorera; 1011,90 pelos/cm^2 – Palmera) apresentaram maior perda de calor por Evc e F_R. Esse fato pode ser justificado pelo maior número de glândulas sudoríparas, que segundo Marai et al. (2007), cada glândula está associada a uma unidade de pelo. Porém, Holmes (1981) descreveu que animais lanados com pelames mais densos apresentam maior dificuldade de dissipar calor por Evc, corroborando a ideia quando se observaram as classes de D_N para ambas as raças (Tabela 12). As classes para D_P não influenciaram em nenhuma variável fisiológica, possivelmente devido a homogeneidade dessas características nos animais da raça Majorera e Palmera. Outro resultado interessante está relacionado com a T_R que não sofreu alterações pelas características do pelame, concluindo que todos os animais mantiveram a homeotermia, independente das características físicas do pelo, visto que essas características são resultados de anos de seleção natural e certamente contribuem para o equilíbrio térmico dos animais no ambiente estudado.

Em relação a produção de leite (PL), pode observar que raça Majorera foi mais produtiva quando comparada a raça Palmera (Figura 18), apresentando médias de PL superiores durante todo o período de lactação. É importante frisar que, os animais de ambas as raças encontravam-se sobre mesma instalação e recebiam o mesmo tipo de manejo, levando a considerar que os

valores observados de PL possivelmente estejam atribuídos não apenas a efeitos de alimentação e ambiente, mas a fatores relacionados a capacidade produtiva dos animais.

Figura 18. Produção de leite das raças Majorera e Palmera durante 210 dias de lactação em ambiente temperado na Ilha do Tenerife



Desse modo, realizou uma análise de correlação na tentativa de observar possíveis relações das características do pelame com a PL. Pôde observar que a C_M foi a principal característica que apresentou correlação negativa em ambas as raças (-,0109 e -,206), além disso a raça Majorera apresentou correlação positiva de D_P com a PL (,218) (Tabela 13).

Esses resultados indicam que os pelos longos observados tanto na raça Majorera e Palmera causam maior estoque de calor e como consequência um decréscimo na produção de leite, uma vez que o calor endógeno somado ao calor advindo do ambiente pode causar desconforto térmico aos animais (HAMZAOUI et al., 2013), sobretudo nos animais da raça Palmera que apresentaram pelos mais longos que a raça Majorera. No entanto, a D_P foi a única característica que não sofreu mudanças ao longo das estações do ano, tanto na raça Majorera como na raça Palmera, O valor positivo de D_P para PL na raça Majorera indica maior necessidade desses animais em conduzirem uma pequena fração de energia pelas fibras do pelame. O perfil do pelame desses animais por apresentarem pelos longos e numerosos, como observado, podem assumir tal função, porém em situações de aumento de temperatura a C_M e D_N podem causar um aumento no estoque de energia, logo o aumento de D_P auxiliaria na condução do calor do animal para o ambiente.

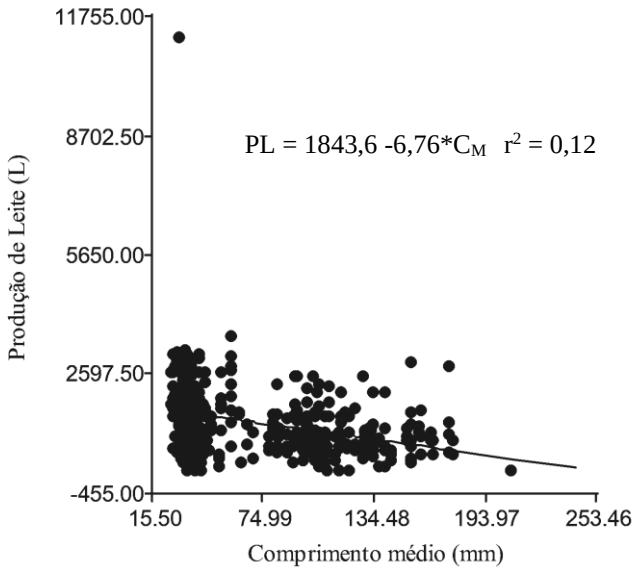
A análise de regressão entre essas características reforçou a ideia que, a C_M é a mais importante dentre os grupos de características físicas do pelame estudada, uma vez que possivelmente seja a que esteja diretamente relacionada com o processo de termorregulação que venha a interferir na produção do animais (Figura 17), enquanto as demais estejam vinculadas mais ao isolamento térmico desses animais.

Tabela 13. Coeficiente de correlação de Pearson das características do pelame (E_P – espessura do pelame, C_M – comprimento médio, D_P – diâmetro médio, D_N – densidade numérica), evaporação cutânea (Evc) e produtivas (PL) de caprinos das raças Majorera e Palmera entre as características meteorológicas (T_{AR} – temperatura do ar, Vv – velocidade do vento, CTR – carga térmica radiante, ITGU – índice de temperatura do globo negro e umidade, Pp – pressão parcial de vapor) em ambiente temperado na Ilha do Tenerife

Majorera										
	T_{AR} (°C)	Pp (kPa)	Vv (m/s)	CTR (W/m^2)	ITGU	E_P (mm)	C_M (mm)	D_P (µm)	D_N (pelos/cm^2)	PL (l)
T_{AR} (°C)	1	,995**	-,091	,502**	,614**	-,031	-,010	-,122*	-,117*	-,035
Pp (kPa)	-	1	-,082	,500**	,601**	-,044	-,014	-,117*	-,104	-,031
Vv (m/s)	-	-	1	-,039	-,046	-,074	-,007	,137*	-,014	,116*
CTR (W/m^2)	-	-	-	1	,529**	-,064	-,081	-,064	-,203**	-,091
ITGU	-	-	-	-	1	-,055	,000	-,097	-,160**	-,006
E_P (mm)	-	-	-	-	-	1	,102	,035	,136*	-,090
C_M (mm)	-	-	-	-	-	-	1	,252**	,410**	-,109*
D_P (µm)	-	-	-	-	-	-	-	1	,052	,218**
D_N(pelos/cm^2)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-,004
PL (l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Palmera										
	T_{AR} (°C)	Pp (kPa)	Vv (m/s)	CTR (W/m^2)	ITGU	E_P (mm)	C_M (mm)	D_P (µm)	D_N (pelos/cm^2)	PL (l)
T_{AR} (°C)	1	,995**	-,027	,591**	,531**	-,215**	,014	-,134*	-,144*	-,073
Pp (kPa)	-	1	-,029	,582**	,536**	-,207**	,011	-,136*	-,135*	-,067
Vv (m/s)	-	-	1	-,008	-,133*	,217**	,048	,178**	-,033	,107
CTR (W/m^2)	-	-	-	1	,536**	-,302**	-,041	-,075	-,231**	-,093
ITGU	-	-	-	-	1	-,209**	,052	-,155*	-,087	-,033
E_P (mm)	-	-	-	-	-	1	,124	,237**	,128*	-,001
C_M (mm)	-	-	-	-	-	-	1	,158*	,295**	-,206**
D_P (µm)	-	-	-	-	-	-	-	1	,056	,109
D_N(pelos/cm^2)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-,068
PL (l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

*As Correlações são significativas a 0,05, **As correlações são significativas a 0,01.

Figura 18. Produção de leite em função do comprimento médio do pelo em caprinos das raças Majorera e Palmera em ambiente temperado da Ilha do Tenerife



4. CONCLUSÃO

As raças Majorera e Palmera apresentaram diferentes características morfológicas do pelame em função do ambiente térmico observado na Ilha do Tenerife, de forma que os animais da raça Palmera mostram-se mais plásticos, apresentando pelos que conferisse maior isolamento térmico, porém os animais da raça Majorera apresentaram pelames que facilitasse maior perda de calor e maior proteção da epiderme. Todos os animais apresentaram características do pelame favoráveis à adaptação ao ambiente temperado do Tenerife, apresentando pelos longos, finos e densos. Os animais que apresentaram pelagem menos densa formada por pelos longos e finos apresentaram menor efeito sobre as características termorreguladoras, indicando que esses animais devem ser selecionados para a criação em climas temperados, levando em consideração sobretudo o comprimento médio pelame, uma vez que essa possui relação direta com a produção de leite.

5. REFERÊNCIAS

ACHARYA, R.M.; GUPTA, U.D.; SEHGAL, J.P.; SINGH, M. Coat characteristics of goats in relation to heat tolerance in the hot tropics. **Small Ruminant Research**. v. 18, p. 245-248, 1995

AEMET. **Mapas climaticos de España (1981-2010) y ETo (1996-2016)**. Ministerio para la Transición Ecológica, Madrid. 2018.

AL-TAMIMI, H. Responses of core and peripheral temperatures to chronic cold stress in transiently goitrous goats. **Journal of Thermal Biology**. v.31. n.8, 626-633p. 2006.

AMORIM, M. L. C. M.; SARAIVA, E. P.; FONSECA, V. F. C.; GUERRA, R. R.; SANTOS, S. G. C. G.; COSTA, C. C. M.; ALMEIDA, M. E. V.; PINHEIRO, A. C.; PIMENTA-FILHO, E. C. Coat and skin morphology of hair sheep breeds in an equatorial semi-arid environment. **Journal of Thermal Biology**. v.84 (8). 103-110p. 2019

AZAB, M.; AZIZEL-AZAWAY, A.; MFAT-HALLA, M. Seasonal changes in the activity and morphology of the sweat glands of goats. **Indian Journal of Animal Sciences**. v.62(5). 436-437p. 1992.

BERTIPAGLIA, E.C.A.; SILVA, R.G.; CARDOSO, V.; FRIES, L.A. Desempenho reprodutivo, características do pelame e taxa de sudação em vacas da raça Braford. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37.1573-1583p. 2008

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITTIT, D.; THEACHER, W.W. COLLIER, R.J. Black Globe-Humidity Index (BGHI) as Comfort Equation for Dairy Cows. v.24. 711-714p. 1981.

BOUÂOUDA, H.; ACHÂABAN, M. R.; OUASSAT, M.; OUKASSOU, M.; PIRO, M.; CHALLET, M.; EL-ALLALI, K.; PÉVET, P. Daily regulation of body temperature rhythm in the camel (*Camelus dromedarius*) exposed to experimental desert conditions. **Physiol Rep**. v.2(9). 12151p. 2014.

CAPOTE, J.; TEJERA, A.; AMILLS, M.; ARGUELLO, A.; FRESNO, M.; LÓPEZ, J.L. Influência histórica y actual de los genótipos canários en la población caprina americana. **AGRI**, 35:49-60, 2004.

CASTANHEIRA, M.; PAIVA, S. R.; LOUVANDINI, H.; LANDIM, A.; FIORVANTI, M. C.S.; DALLAGO, B. S.; CORREA, P. S.; MCMANUS, C. Use of heat tolerance variables in discriminating between groups of sheep in central Brazil. **Trop. Anim. Health Prod**. v.242, 1821–1828p. 2010.

CHURCHILL, S.W.; CHU, H. H. S. Correlating equations for laminar and turbulent free convection from a vertical plane. **Int. J. Heat Mass Transfer**. 18:1323-1326p. 1975

COSTA, C. C. M.; MAIA, A. S. C.; NETO, J. D.; OLIVEIRA, S. E. O.; QUEIROZ, J. P. A. Latent heat loss and sweat gland histology of male goats in an equatorial semi-arid environment. **Int. J. Biometeorol**. v.58. 179–184p. 2014.

DIKMEN, S.; ALAVA, E.; PONTES, E.; FEAR, J. M.; DIKMEN, B. Y.; OLSON, T. A.; HANSEN, P. J. Differences in thermoregulatory ability between slick-haired and wild-type lactating Holstein cows in response to acute heat stress. **J. Dairy Sci**. v.91. 3395–3402p. 2008

DOMINGOS, H.G.T.; MAIA, A.S.C.; SOUZAJR, J.B.F.; SILVA, R.B.; VIEIRA, F.M.C.V.; SILVA, R.G. Effect of shade and water sprinkling on physiological responses and milk yields of Holstein cows in a semi-arid región. **Livestock Science**. v.154. 169-174p. 2013

FINCH, V. A. Comparison of non-evaporative heat transfer in different cattle breeds. **Aust J Agric Res**. v.36:497–508p. 1985

FAÇANHA, D. A. E.; SILVA, R. G.; MAIA, A. S. C.; GUILHERMINO, M. M.; VASCONSELOS, A. M. Anual variation of morphologic traits and hair coat surface temperature of Holstein cows in semi-arid environment. **R. Bras. Zootec**. v.39(4). 837-844p. 2010.

GARCIA, E. L. **Evolucíon de los usos del suelo en San Cristóbal de La Laguna y Tegueste – segunda mitad S.XX hasta la actualidad**. 51 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidad de Laguna, La Laguna, 2015

HAMZAOUI, S.; SALAMA, A.A.K.; ALBANELL, E.; SUCH, X.; CAJA, G. Physiological responses and lactational performances of late-lactation dairy goats under heat stress conditions**. J.DairySci**. v.96.6355–6365p. 2013

HELAL, A.; HANSHEM, A.L.S.; ABDEL-FATTAH, M.S.; EL-SHAER, H.M.; Effect of heat stress on coat characteristics and physiological responses of Balady and Damascus goat in Sinai, Egypt. American-Eurasian **Jouranl of Agricultural & Environment Science**, v. 7, n. 1, p. 60-69, 2010

HOLMES, C.W. A note on the protection provided by the hair coat or fleece of the animal against the thermal effects of simulated rain, **Anim Prod**. v.32. 225–226p. 1981.

JIANG, M.; GEBREMEDHIN, K.G.; ALBRIGHT, L.D. Simulation of skin temperature and sensible and latent heat losses through fur layers. **Trans ASAE**. v.48(2). 767–775p. 2015

KOPPEN, W. **Das geographische system der klimate**. Verlagvon Gebruder Borntraeger, 1936.

LIGEIRO, E.C.; MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; BATTISTON, C.M. Heat loss by cutaneous evaporation associated to morphological characteristics of hair coat in dairy goats raised in a tropical environment. **Braz. J. of Anim Sci**. v.35(2). 544–549p. 2006

KATIYATIYA, C. L. F.; MUCHENJE, V. Hair coats characteristics and thermophysiological stress responses of Nguni and Boran cows raised under hot environmental conditions. **Int. J. Biometereol**. v.61. 2183-2194p. 2017

LEE, D.H.K. **Manual of field studies on heat tolerance of domestic animals.** Roma: FAO, 161p. 1953.

LIGEIRO, E. C.; A. S. C.; SILVA, R. G.; LOUREIRO, C. M. B. L. Heat loss by cutaneous evaporation and its association with hair coat characteristics in dairy goats managed in a tropical environment. **R. Bras. Zootec**. v.35(2). 544-549p. 2006

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; BERTIPAGLIA, E. C. A. Haircoat Traits in Holstein Cows in Tropical Environments: a Genetic and Adaptative Study. **R. Bras. Zootec**. v32(4). 843-853p. 2003.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; LOUREIRO, C. M. B. Sensible and latent heat loss from the body surface of Holstein cows in a tropical environment. **International Journal of Biometeorology**. v.50. n.1,17-22p. 2005.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; NASCIMENTO, S. T.; NASCIMENTO, C. C. N.; PEDROZA, H. P.; DOMINGOS, H. G. T. Thermoregulatory responses of goats in hot environments. **Int J Biometeorol**. v.59. 1025–1033p. 2015.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; ANDRADE, P.A. Efeitos da temperatura e da movimentação do ar sobre o isolamento térmico do velo de ovinos em câmara climática. **R. Bras. Zootec**. v38(1). 104-108p. 2009.

MCDOWELL, R.E. Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales. São Paulo: Ícone, 183p. 1989.

MCMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; GURGEL, R.; SASAKI, L.C.B.; BIANCHINI, E.; BERNAL, F. E. M.; PAIVA, S. R.; PAIM. T. P. Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. **Trop. Anim. Health. Prod**. v.43. 121–126p. 2011.

MADER, T.L; DAVIS, M.S; BROWN-BRANDLl. T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**. v.92. 1228-1238p. 2015

MARAI, I.F.M.; EL-DARAWANY, A.A.; FADIEL, A.; ABDEL-HAFEZ, M.A.M. Physiological traits as affected by heat stress in sheep. **Small Ruminant Research**. v.71. n.1-3. 1-12p. 2007.

MENÉNDEZ-BUXADERA, A.; MOLINA, A.; ARREBOLA, F.; CLEMENTE, I.; SERRADILLA, J. M. Genetic variation of adaptation to heat stress in two Spanish dairy goat breeds. **J. Anim. Breed Genet**. 2012. 129 (4):306–315.

MORAIS LEITE, J. H. G.; FAÇANHA, D. E. A.; COSTA, W. P.; CHAVES, D. F.; GUILHERMINO, M. M.; SILVA, W. S. T.; BERMEJO, L. A. Thermoregulatory responses related to coat traits of Brazilian native ewes: an adaptive approach. **Journal of Applied Animal Research**. v1. 1-8p. 2017.

MORAIS-LEITE, J. H. G.; SILVA, R. G.; SILVA, W. S. T.; SILVA, W. E.; PAIVA, R. D. M.; SOUSA, J. E. R.; ASENSIO, L. A. B.; FAÇANHA, D. A. E. Locally adapted Brazilian ewes with different coat colors maintain homeothermy during the year in an equatorial semiarid environment. **International Journal of Biometeorology**, v.62, n 9. 1635-1644p. 2018

NAANDAM, J.; ASSAN, I. K. Effect of coat colour, ecotype, location and sex on hair density of West African Dwarf (WAD) goats in Northern Ghana. **Sky Journal of Agricultural Research**. v.3(2). 25–30p. 2014.

NAWROTH, C. Invited review: Socio-cognitive capacities of goats and their impact on human–animal interactions. **Small Ruminant Research**. v.150(1).70–75p. 2017

REECE, W. O. **Dukes - Fisiologia Dos Animais Domésticos**. 13. ed. São Paulo: Guanabara, 740p. 2017.

RIBEIRO, N. L.; PIMENTA-FILHO, E. C.; ARANDAS, J. K. G.; RIBEIRO, M. N.; SARAIVA, E. P.; BOZZI, R.; COSTA, R.G. Multivariate characterization of the adaptive profile in Brazilian and Italian goat population. **Small Ruminant Research**. v.123. 232–237p. 2015.

RIBEIRO, N. L.; COSTA, R.G.; PIMENTA-FILHO, E. C.; RIBEIRO, M. N.; BOZZI, R. Effects of the dry and the rainy season on endocrine and physiologic profiles of goats in the Brazilian semi-arid region. **Italian Journal of Animal Science**. v.17(2). 454-461p. 2018.

SANTOS, S. G. C. G.; SARAIVA, E. P.; PIMENTA-FILHO, E. C.; GONZAGA-NETO, S.; FONSêCA, V. F. C..; PINHEIRO, A. C.; ALMEIDA, M. E. V.; AMORIM, M. L. C. M.. The use of simple physiological and environmental measures to estimate the latent heat transfer in crossbred Holstein cows. **International Journal of Biometeorology**. v.61. n.2. 217-225p. 2016

SILVA, R. G. **Introdução à Bioclimatologia Animal.** São Paulo: Nobel/FAPESP, 285p. 2000.

SILVA, R.G.; MAIA, A.S.C. **Principles of animal biometeorology**. 2013. Springer, NewYork, pp.39–74.

SILVA, R.G.; STARLING, J.M.C. Evaporação cutânea e respiratória em ovinos sob altas temperaturas ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1956-1961, 2003.

SILVA, R. G.; MORAES, D. A. E. F.; GUILHERMINO, M. M. Thermal radiation absorbed by dairy cows in pasture. **Int J Biometeorol**. v.54. 5–11p. 2010.

SINGH, R. K.; KUMAR, C. R.; BORKOTOKY, D. Morphometric Attributes of Nagaland Long Hair Goat of Zunheboto District, Nagaland. **Journal Krishi Vigyan**. v.7. 154-157p. 2018

TREGGGEAR, R.T. Hair density Wind speed and heat loss in mammals. **J. Applied Physi**l. v.20. 796-801p. 1965.

YAKUBU, A.; PETERS, S. O.; ILORI, B. M.; IMUMORIN, I. G.; ADELEKE, M. A.; TAKEET, M. I.; OZOJE, M. O.; IKEOBI, C. O. N.; ADEBAMBO, O. A. Multifactorial discriminant analysis of morphological and heat-tolerant variables in indigenous, exotic and cross-bred turkeys in Nigeria. **Anim. Genet. Resour**. v.50. 21–27p. 2012.

UDO, H. M. J. **Hair coat characteristics in Friesian heifers in the Netherlands and Kenya.** Wageningen: Meded. Landbouwhogeschool Wageningen, 1978. 135p.

XU, F.; LU, T. **Introduction to skin biothermomechanics and termal pain**. Beijin. Springer, 2011, 414p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A diversidade genética nas diferentes espécies dos animais domésticos reflete-se na variedade das raças e os tipos existentes, bem como na variação existente em cada um deles, em que a perda de um único tipo compromete o acesso as combinações genéticas e genes que podem ser de suma importância para a produção animal no futuro. As populações de caprinos espalhadas no mundo inteiro guardam uma diversidade genética singular, além de seus agrupamentos genéticos desempenham papel importante no desenvolvimento econômico e sociocultural em vários povos, reforçando ainda mais a ideia de serem conservadas.

A ciência da diversidade genética dos recursos genéticos animais tem sido de grande interesse por pesquisadores, e daqueles conscientes dos efeitos negativos produzidos pela perda da variabilidade genética desses recursos naturais. Esses animais desempenham papel importante para a agricultura e produção de alimentos, dos quais são resultados de um longo processo de domesticação, seleção natural, em que apenas aqueles que resistiram a determinada condição ambiental sobreviveram, levando-os a adquirem características únicas onde se estabeleceram e por meio de seleção artificial são motivados a atender as necessidades humanas.

A conservação de uma população refere-se às medidas adotadas com objetivo de garantir a sobrevivência dos animais e como usá-los de forma eficiente. Um dos grandes obstáculos para conservação de qualquer recurso genético animal consiste na falta de caracterização dos mesmos. A escassez de informações a respeito da identidade como grupo genético, capacidade produtiva, reprodutiva e adaptativa, impedem o avanço e processo de conservação. Além disso, inserir esses recursos genéticos no mercado de forma efetiva ou sua difusão nos sistemas produtivos, bem como seus produtos, torna uma difícil missão. Com as mudanças bruscas no ambiente climático que vem ocorrendo, estes animais são a garantia da população animal que irão realmente resistir, animais estes que passaram por longo processo de ajustes de suas características morfofuncionais a fim de se ajustarem ao ambiente dos quais são criados.

Assim, foi verificado que as raças espanholas Majorera e Palmera apresentam mecanismos adaptativos semelhantes, no entanto possuem particularidades no acionamento de suas características. Estas raças, em suas regiões de origem apresentam maior capacidade de manter a temperatura retal dentro do limite ideal, com pequena variação da frequência respiratória e frequência cardíaca e muda de pelame (inverno e verão), que foi expresso em produção de leite de forma harmônica no conjunto dos seus atributos adaptativos.

ANEXO - CAPÍTULO I

Figura. Denominação das diferentes colorações de pelame da raça caprina Majorera criadas nas Ilhas Canarias – Espanha.

Fonte: Assioación de Criadores de Cabras de Fuerteventura

ANEXO - CAPÍTULO II

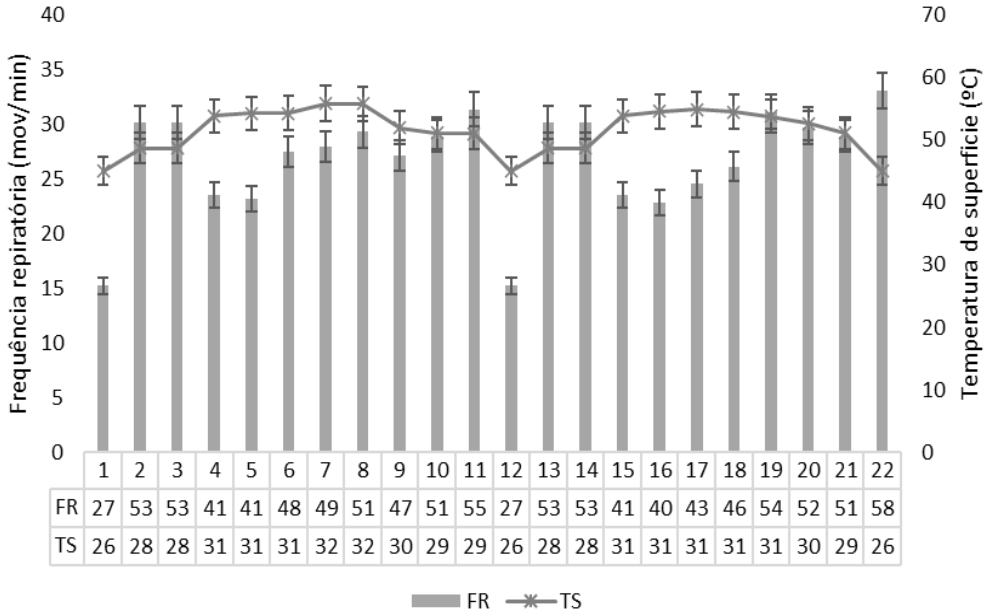
Tabela. Médias e desvio padrão mensal das variáveis meteorológicas registradas em ambiente temperado na Ilha do Tenerife

Variáveis		Jan*	Fev*	Mar*	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
ANO I												
T_{AR} (ºC)	X	-	-	-	20,10±0,82	19,17±1,06	20,02±1,39	21,73±1,34	21,96±0,72	20,95±1,29	19,19±0,49	17,02±0,60
	Min	-	-	-	19,0	13,54	15,0	20,0	20.8	19,0	18,1	15.3
	Máx	-	-	-	23,0	21,20	22,0	28,90	24,9	24,0	20,0	18,8
Vv (m/s)	X	-	-	-	1,33±0,64	1,29±0,60	1,68±0,50	1,25±0,37	1,12±0,63	1,07±0,41	1,08±0,58	1,11±0,76
	Min	-	-	-	0,10	0,10	0,79	0,48	0,30	0,33	0,21	0,10
	Máx	-	-	-	3,65	2,69	2,69	1,98	2,44	1,93	2,29	3,65
P_p (Kpa)	X	-	-	-	2,36±0,12	2,23±0,14	2,35±0,20	2,61±0,21	2,64±0,12	2,49±0,20	2,23±0,07	1,94±0,07
	Min	-	-	-	2,20	1,55	1,71	2,34	2,46	2,20	2,08	1,74
	Máx	-	-	-	2,81	2,52	2,65	3,99	3,02	2,29	2,34	2,17
CTR (W/m^2)	X	-	-	-	411,4±7,13	437,7±7,05	443,8±9,19	459,4±11,7	454,0±11,5	439,1±7,57	439,0±5,34	451,4±10,1
	Min	-	-	-	400,36	399,42	419,6	433,77	410,15	430,21	422,09	428,97
	Máx	-	-	-	433,02	452,60	459,4	479,01	479,95	487,19	450,47	468,47
ITGU	X	-	-	-	66,90±0,68	66,87±0,78	68,38±1,33	70,13±1,92	70,20±1,70	67,73±1,28	66,84±0,70	67,42±0,98
	Min	-	-	-	64,78	65,08	65,98	67,38	67,68	65,18	65,48	65,28
	Máx	-	-	-	68,78	68,48	70,08	73,38	81,28	69,88	68,48	69,18
ANO II												
T_{AR} ºC	X	13,55±0,49	14,86±1,31	14,80±1,39	20,10±0,25	17,15±0,95	21,08±1,77	22,92±0,67	21,41±0,80	20,84±1,46	18,67±0,41	16,36±0,58
	Min	12,72	11,10	11.0	19,0	16,30	19,0	20,30	20.0	19.0	18,0	15,5
	Máx	14,71	15,80	15.90	23,0	19,0	29,9	24,20	24.3	24.0	19,8	17,1
Vv (m/s)	X	1,05±0,55	1,27±0,59	1,20±0,70	1,47±0,14	1,47±0,57	1,49±0,65	1,33±0,70	1,17±0,65	1,12±0,77	0,97±0,60	1,34±0,39
	Min	0,46	0,46	0.10	0,40	0,41	0,39	0,10	0,34	0,21	0,21	0,56
	Máx	2,25	2,25	2,65	2,53	2,56	3,68	3,68	3,68	3,68	2,29	2,06
P_p (Kpa)	X	1,55±0,05	1,70±0,14	1,69±0,14	1,95±0,12	1,96±0,12	2,51±0,99	2,80±0,11	2,55±0,13	2,47±0,23	2,15±0,06	1,86±0,07
	Min	1,47	1,32	1,31	1,85	1,85	2,20	2,33	2,34	2,20	2,06	1,76
	Máx	1,67	1,80	1,80	2,19	2,20	4,22	3,02	3,04	2,98	2,31	1,95
CTR (W/m^2)	X	374,2±4,55	379,5±11,6	379,4±11,7	411,4±2,10	384,7±8,68	419,1±14,2	432,4±5,48	417,7±5,58	414,7±13,84	397,4±3,97	393,3±4,07
	Min	366,39	344,86	344,96	400,35	376,56	404,80	413,02	407,81	399,62	392,48	388,00
	Máx	382,93	387,22	387,22	433,02	406,42	494,95	446,63	441,71	445,14	410,41	401,49

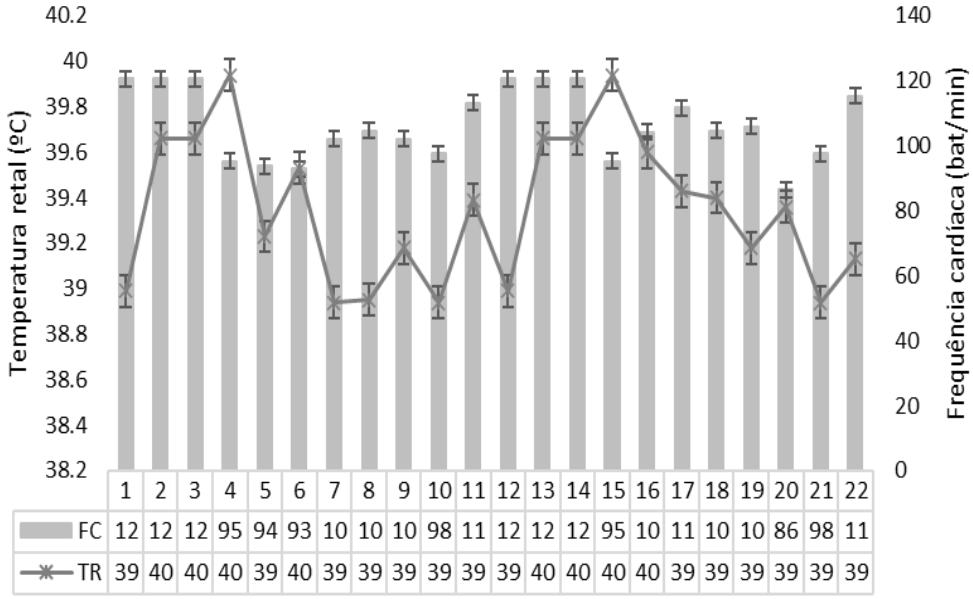
ITGU	X	60,4±0,41	62,2±0,44	62,2±0,44	66,90±0,18	66,95±0,68	67,3±0,99	68,3±0,55	68,7±0,91	68,3±1,21	67,2±0,48	62,1±0,63
	Min	59,76	61,59	61,59	64,78	65,38	65,78	66,98	67,28	65,88	66,38	61,38
	Máx	60,99	62,98	62,98	68,78	67,98	68,88	69,18	70,38	73,18	67,88	62,88

T_{AR} – temperatura do ar; Vv – velocidade do vento; Pp – pressão parcial de vapor; CTR – carga térmica radiante; ITGU – índice de temperatura do globo negro e umidade. *O período experimental deu início em maio de 2015.

Figura. Disposição mensal das características termorreguladoras F_R – frequência respiratória, T_S – temperatura de superfície, F_C – frequência cardíaca e T_R – temperatura retal das raças Majorera e Palmera em ambiente temperado na Ilha do Tenerife



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
FR	27	53	53	41	41	48	49	51	47	51	55	27	53	53	41	40	43	46	54	52	51	58
TS	26	28	28	31	31	31	32	32	30	29	29	26	28	28	31	31	31	31	31	30	29	26



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
FC	12	12	12	95	94	93	10	10	10	98	11	12	12	12	95	10	11	10	10	86	98	11
TR	39	40	40	40	39	40	39	39	39	39	39	39	40	40	40	40	39	39	39	39	39	39

ANEXO - CAPÍTULO III

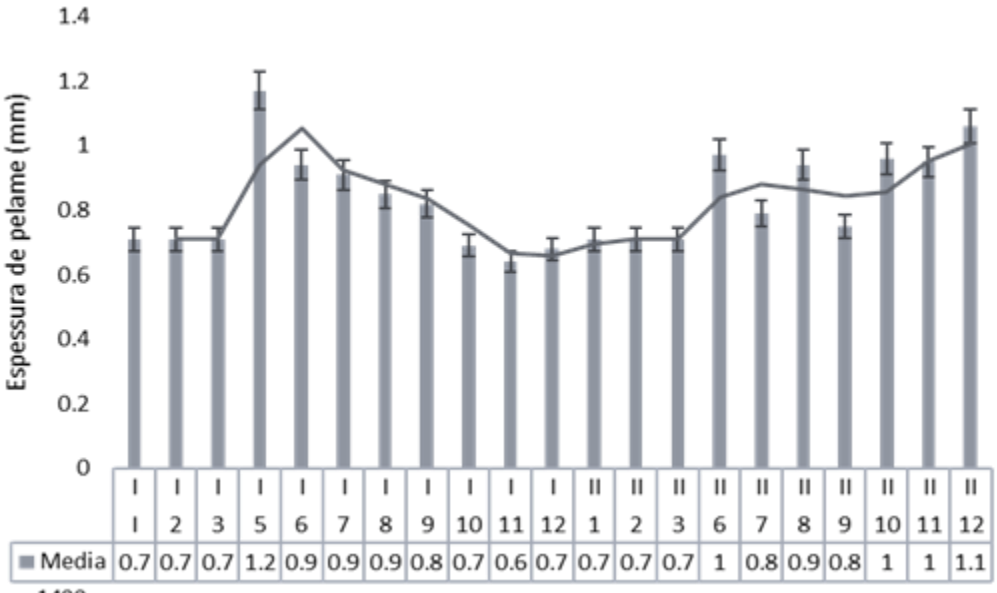
Tabela. Médias e desvio padrão mensal das variáveis meteorológicas registradas em ambiente temperado na Ilha do Tenerife

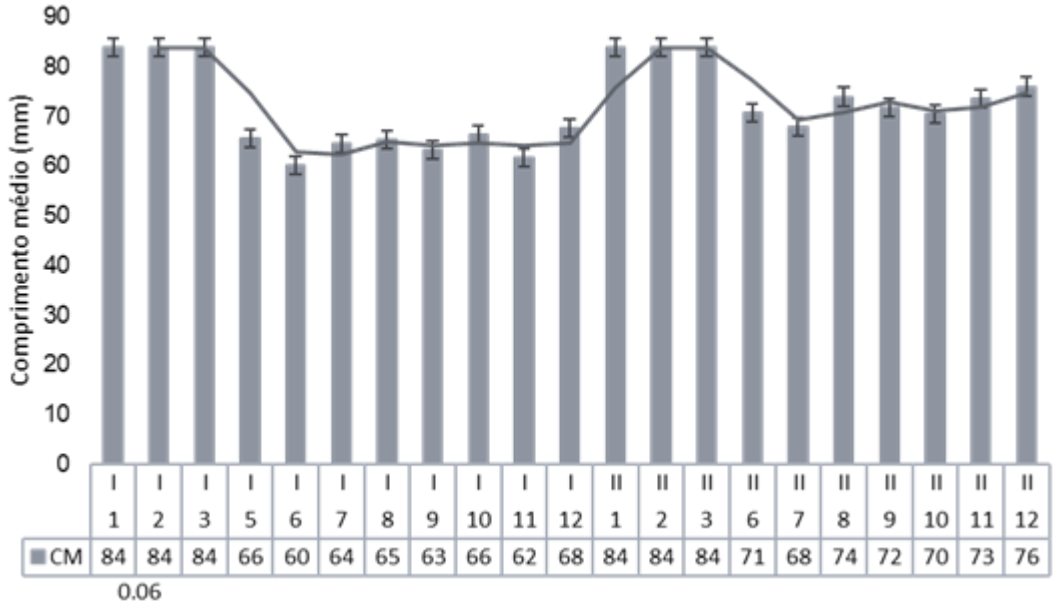
Variáveis		Jan*	Fev*	Mar*	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
ANO I												
T_{AR} (ºC)	X	-	-	-	20,10±0,82	19,17±1,06	20,02±1,39	21,73±1,34	21,96±0,72	20,95±1,29	19,19±0,49	17,02±0,60
	Min	-	-	-	19,0	13,54	15,0	20,0	20.8	19,0	18,1	15.3
	Máx	-	-	-	23,0	21,20	22,0	28,90	24,9	24,0	20,0	18,8
Vv (m/s)	X	-	-	-	1,33±0,64	1,29±0,60	1,68±0,50	1,25±0,37	1,12±0,63	1,07±0,41	1,08±0,58	1,11±0,76
	Min	-	-	-	0,10	0,10	0,79	0,48	0,30	0,33	0,21	0,10
	Máx	-	-	-	3,65	2,69	2,69	1,98	2,44	1,93	2,29	3,65
P_p (kPa)	X	-	-	-	2,36±0,12	2,23±0,14	2,35±0,20	2,61±0,21	2,64±0,12	2,49±0,20	2,23±0,07	1,94±0,07
	Min	-	-	-	2,20	1,55	1,71	2,34	2,46	2,20	2,08	1,74
	Máx	-	-	-	2,81	2,52	2,65	3,99	3,02	2,29	2,34	2,17
CTR (W/m^2)	X	-	-	-	411,4±7,13	437,7±7,05	443,8±9,19	459,4±11,7	454,0±11,5	439,1±7,57	439,0±5,34	451,4±10,1
	Min	-	-	-	400,36	399,42	419,6	433,77	410,15	430,21	422,09	428,97
	Máx	-	-	-	433,02	452,60	459,4	479,01	479,95	487,19	450,47	468,47
ITGU	X	-	-	-	66,90±0,68	66,87±0,78	68,38±1,33	70,13±1,92	70,20±1,70	67,73±1,28	66,84±0,70	67,42±0,98
	Min	-	-	-	64,78	65,08	65,98	67,38	67,68	65,18	65,48	65,28
	Máx	-	-	-	68,78	68,48	70,08	73,38	81,28	69,88	68,48	69,18
ANO II												
T_{AR} (ºC)	X	13,55±0,49	14,86±1,31	14,80±1,39	20,10±0,25	17,15±0,95	21,08±1,77	22,92±0,67	21,41±0,80	20,84±1,46	18,67±0,41	16,36±0,58
	Min	12,72	11,10	11.0	19,0	16,30	19,0	20,30	20.0	19.0	18,0	15,5
	Máx	14,71	15,80	15.90	23,0	19,0	29,9	24,20	24.3	24.0	19,8	17,1
Vv (m/s)	X	1,05±0,55	1,27±0,59	1,20±0,70	1,47±0,14	1,47±0,57	1,49±0,65	1,33±0,70	1,17±0,65	1,12±0,77	0,97±0,60	1,34±0,39
	Min	0,46	0,46	0.10	0,40	0,41	0,39	0,10	0,34	0,21	0,21	0,56
	Máx	2,25	2,25	2,65	2,53	2,56	3,68	3,68	3,68	3,68	2,29	2,06
P_p (kPa)	X	1,55±0,05	1,70±0,14	1,69±0,14	1,95±0,12	1,96±0,12	2,51±0,99	2,80±0,11	2,55±0,13	2,47±0,23	2,15±0,06	1,86±0,07
	Min	1,47	1,32	1,31	1,85	1,85	2,20	2,33	2,34	2,20	2,06	1,76
	Máx	1,67	1,80	1,80	2,19	2,20	4,22	3,02	3,04	2,98	2,31	1,95
CTR (W/m^2)	X	374,2±4,55	379,5±11,6	379,4±11,7	411,4±2,10	384,7±8,68	419,1±14,2	432,4±5,48	417,7±5,58	414,7±13,84	397,4±3,97	393,3±4,07
	Min	366,39	344,86	344,96	400,35	376,56	404,80	413,02	407,81	399,62	392,48	388,00

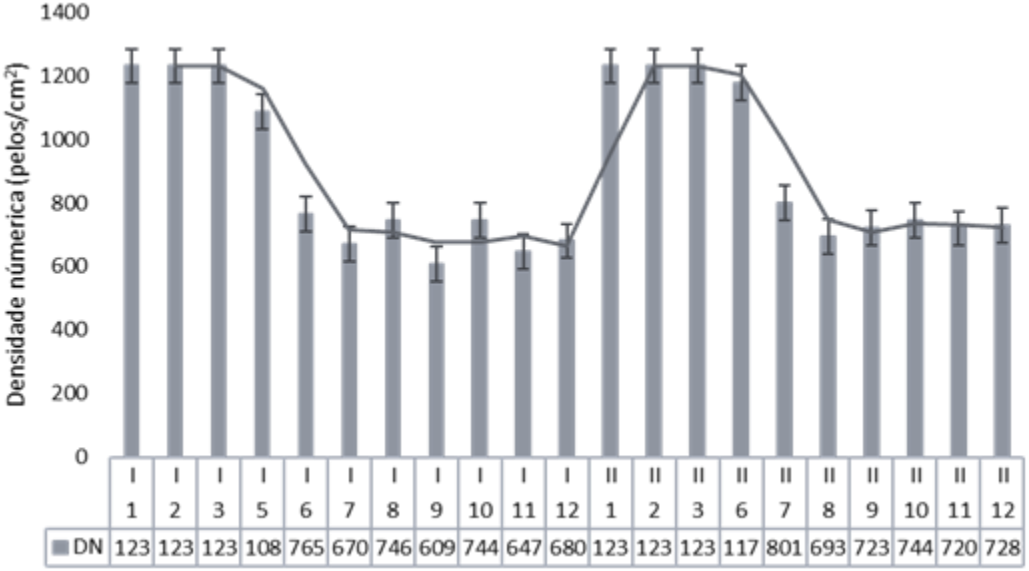
	Máx	382,93	387,22	387,22	433,02	406,42	494,95	446,63	441,71	445,14	410,41	401,49
	X	60,4±0,41	62,2±0,44	62,2±0,44	66,90±0,18	66,95±0,68	67,3±0,99	68,3±0,55	68,7±0,91	68,3±1,21	67,2±0,48	62,1±0,63
ITGU	Min	59,76	61,59	61,59	64,78	65,38	65,78	66,98	67,28	65,88	66,38	61,38
	Máx	60,99	62,98	62,98	68,78	67,98	68,88	69,18	70,38	73,18	67,88	62,88

T_{AR} – temperatura do ar; Vv – velocidade do vento; Pp – pressão parcial de vapor; CTR – carga térmica radiante; ITGU – índice de temperatura do globo negro e umidade. *O período experimental deu início em maio de 2015.

Figura. Gráficos das características do pelame E_P – espessura do pelame, C_M – comprimento médio, D_P – diâmetro médio e D_N – densidade numérica das raças Majorera e Palmera durante os anos avaliados em ambiente temperado na Ilha do Tenerife







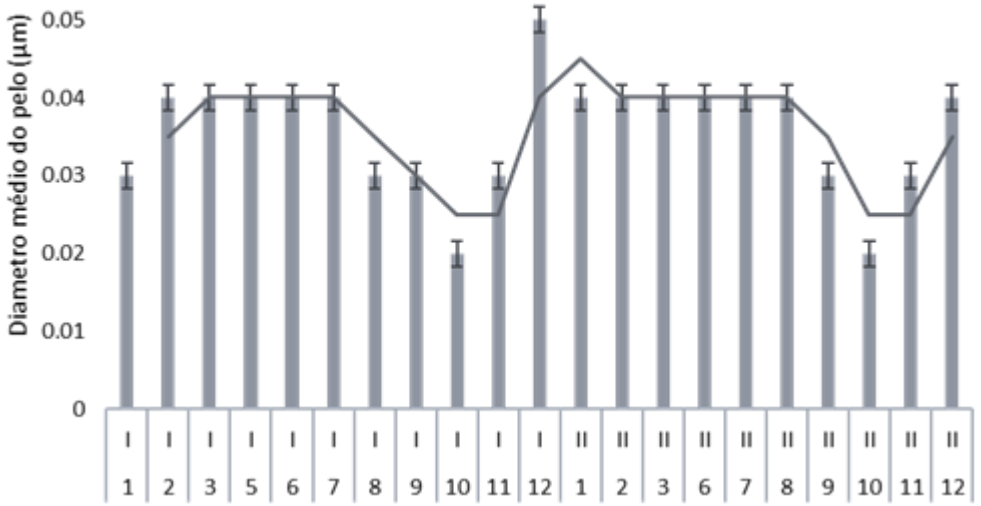


Tabela. Score referente a Análise dos Componentes Principais – CAP das raças Majorera e Palmera avaliadas nas 4 estações do ano em ambiente temperado na Ilha do Tenerife

Variáveis	Inverno				Primavera			
	Majorera		Palmera		Majorera		Palmera	
	CAP I	CAP II	CAP I	CAP II	CAP I	CAP II	CAP I	CAP II
T_{AR} (ºC)	,001	-,362	-,110	,123	,066	-,020	,035	-,133
Vv (m/s)	-,016	-,233	-,087	-,078	-,016	,004	,057	-,101
CTR (W/m^2)	,023	-,417	-,132	,139	,079	-,186	-,122	**-,368**
ITGU	-,076	,088	-,054	,074	,080	-,094	-,092	-,024
Pp (Kpa)	-,003	-,347	-,108	,131	,065	-,016	,029	-,136
E_P (mm)	**,319**	,115	**,570**	,381	-,017	,154	,002	,092
C_M (mm)	**,409**	,408	,423	**,906**	-,034	**,391**	**,311**	,154
D_N (pelos/cm^2)	**,918**	,009	**,998**	-,006	-,050	**,999**	,134	,991
Evc (W/m^2)	-,068	,098	**,352**	,041	**,992**	,015	**,998**	-,056
D_P (µm)	-,048	,026	-,007	-,113	-,048	,026	-,076	-,046

Variáveis	Verão				Outono			
	Majorera		Palmera		Majorera		Palmera	
	CAP I	CAP II	CAP I	CAP II	CAP I	CAP II	CAP I	CAP II
T_{AR} (ºC)	,027	-,114	-,099	-,027	,083	,169	,121	,169
Vv (m/s)	-,067	-,086	-,001	-,105	-,010	-,018	,174	-,114
CTR (W/m^2)	,079	-,038	-,173	-,004	-,098	,025	,016	-,001
ITGU	,045	-,046	-,060	,077	-,031	-,096	-,001	-,006
Pp (Kpa)	,026	-,113	-,094	-,015	,093	,175	,123	,156
E_P (mm)	-,023	-,002	,035	,005	**,238**	-,056	,101	-,105
C_M (mm)	-,026	**,595**	,189	,288	,193	-,076	**,508**	,000
D_N (pelos/cm^2)	-,033	**,999**	,005	**,998**	**,990**	-,016	**,999**	-,033
Evc (W/m^2)	**,998**	,004	**,997**	-,001	,040	,999	,237	,972
D_P (µm)	-,081	-,088	-,007	-,113	-,121	-,092	-,031	-,162

T_{AR} – temperatura do ar; Vv – velocidade do vento; Pp – pressão parcial de vapor; CTR – carga térmica radiante; ITGU – índice de temperatura do globo negro e umidade. E_P – espessura do pelame; C_M – comprimento médio, D_N – densidade numérica, Evc – evaporação cutânea, D_P – diâmetro médio.