

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

DISSERTAÇÃO

**MORFOMETRIA DO ÚBERE POR ANÁLISE DE IMAGEM
DIGITAL E SUA ASSOCIAÇÃO COM A PRODUÇÃO
LEITEIRA EM CABRAS SAANEN.**

LAURA DE LUCENA ARCANJO

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**MORFOMETRIA DO ÚBERE POR ANÁLISE DE IMAGEM DIGITAL E
SUA ASSOCIAÇÃO COM A PRODUÇÃO LEITEIRA EM CABRAS
SAANEN.**

LAURA DE LUCENA ARCANJO

Sob a Orientação do Professor

Rodrigo Vasconcelos de Oliveira

e Co-orientação das Professoras

Erica Beatriz Schultz

Marina Mortati Dias Barbero

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Área de Concentração em Zootecnia.

Seropédica, RJ

Abril de 2021

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Biblioteca
Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A668m

ARCANJO, LAURA DE LUCENA , 1994-
MORFOMETRIA DO ÚBERE POR ANÁLISE DE IMAGEM DIGITAL
E SUA ASSOCIAÇÃO COM A PRODUÇÃO LEITEIRA EM CABRAS
SAANEN / LAURA DE LUCENA ARCANJO. - SEROPÉDICA, 2021.
47 f.: il.

Orientador: RODRIGO VASCONCELOS DE OLIVEIRA.
Coorientador: ÉRICA BEATRIZ SCHULTZ.
Coorientador: MARINA MORTATI DIAS BARBERO.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em
Ciência Animal, 2021.

1. Caprinos Leiteiros. 2. Glândula Mamária. 3.
Biometria. I. OLIVEIRA, RODRIGO VASCONCELOS DE, 1982
, orient. II. SCHULTZ, ÉRICA BEATRIZ , 1992-,
coorient. III. BARBERO, MARINA MORTATI DIAS , 1985-,
coorient. IV Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Programa de Pós Graduação em Ciência Animal.
V. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS Nº 9166 / 2021 - PPGZ (12.28.01.00.00.00.61)

Nº do Protocolo: 23083.050520/2021-29

Seropédica-RJ, 13 de julho de 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
LAURA DE LUCENA ARCANJO

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre**, no Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, Área de Concentração em Zootecnia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 15/04/2021.

Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020, tendo em vista a implementação de trabalho remoto e durante a vigência do período de suspensão das atividades acadêmicas presenciais, em virtude das medidas adotadas para reduzir a propagação da pandemia de Covid-19, nas versões finais das teses e dissertações as assinaturas originais dos membros da banca examinadora poderão ser substituídas por documento(s) com assinaturas eletrônicas. Estas devem ser feitas na própria folha de assinaturas, através do SIPAC, ou do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e neste caso a folha com a assinatura deve constar como anexo ao final da tese / dissertação.

Banca Examinadora:

Erica Beatriz Schultz, Dr. UFRRJ – (Presidente)

Alex Lopes da Silva, Dr. UFRRJ

Wagner Pessanha Tamy, Dr. UFF

(Assinado digitalmente em 13/07/2021 17:53)

ALEX LOPES DA SILVA
PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR
DPA (12.28.01.00.00.00.63)
MATRÍCULA: 3055881

(Assinado digitalmente em 13/07/2021 18:55)

ERICA BEATRIZ SCHULTZ
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 099.927.196-21

(Assinado digitalmente em 13/07/2021 20:00)

WAGNER PESSANHA TAMY
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 096.019.817-21

Para verificar a autenticidade deste documento entre em https://sipac.ufrrj.br/public/document_os/index.jsp informando seu número: **9166**, ano: **2021**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS**, data de emissão: **13/07/2021** e o código de verificação: **d79523dfb0**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Ednalva Brás de Lucena Arcanjo e Edward Lawrence Arcanjo, meus primeiros exemplos como professores, por sempre me incentivarem a estudar e a buscar a minha melhor versão, por serem um exemplo para mim, por nunca me permitirem desistir, mesmo nos momentos mais difíceis. A minha avó Lindalva de Assis Lucena, que estará sempre em meu coração. A minha prima Marcelle Lucena Falcão, que sempre foi uma irmã pra mim, sempre me ajudando com suas orações e me trazendo paz, calma, e me mostrando o caminho para a perseverança, e que sempre demonstrou muito orgulho por cada passo que eu consigo vencer. Aos meus amigos, pela ajuda, conselhos, pelos momentos que simplesmente ouviram minhas dificuldades, e por entenderem minha ausência nesses últimos meses, em especial, Lucas Rodrigo Justino, Blandina Gonçalves da Silva Valério, Raiane Menezes da Cruz, Beatriz Santana Lins e Rafaelle Lorrany Ramos.

Ao meu namorado, Alexandre de Arruda Bitencourt, por sempre me incentivar a estudar e a seguir na pós, por entender todas as vezes que precisei me ausentar para poder concluir minhas atividades dentro do prazo, por sempre ouvir meus problemas e apresentar uma solução.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por ser a minha segunda casa durante os últimos oito anos, e pela grande oportunidade de crescimento pessoal e pela possibilidade de formação como Zootecnista e agora como Mestre.

Ao meu orientador Dr. Rodrigo Vasconcelos de Oliveira, por toda a paciência, e os conselhos, e por todos os elogios feitos ao longo desses dois anos, sempre valorizando minhas pequenas conquistas e melhoras, tanto em apresentação como em escrita e também por sua orientação. A minha coorientadora, a professora Dr. Érica Beatriz Schultz, por ser um exemplo de pesquisadora e por seu interesse na Caprinocultura, pela sua simplicidade em explicar e transmitir os assuntos.

À Karine Romariz Bellas e ao Carlos Alberto da Silva Filhos, donos do Sítio Quatro Açudes, por toda a ajuda durante a coleta de dados.

Aos animais envolvidos no experimento, que possibilitaram a realização do projeto de pesquisa, os meus mais sinceros respeitos e agradecimentos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

ARCANJO, Laura de Lucena. **MORFOMETRIA DO ÚBERE POR ANÁLISE DE IMAGEM DIGITAL E SUA ASSOCIAÇÃO COM A PRODUÇÃO LEITEIRA EM CABRAS SAANEN**. 2021. 47p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

Resumo: As avaliações morfométricas do úbere de cabras são normalmente realizadas por meio de análise visual e mensurações auxiliadas por ferramentas, como réguas e paquímetros. Entretanto, métodos superiores quanto a praticidade, objetividade e passíveis de automatização como a avaliação auxiliada por meio de imagens digitais têm sido utilizados de forma eficiente em vacas leiteiras. Este tipo de avaliação ainda não foi testado em cabras leiteiras. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar as dimensões do úbere de cabras leiteiras da raça Saanen por meio de imagens digitais e verificar suas associações com a produção de leite. Para tanto foram avaliadas trinta e sete cabras, oriundas de dois criatórios. Todas as análises do úbere foram realizadas antes da primeira ordenha do dia. O úbere dos animais foi avaliado segundo critérios visuais, métricos e, por meio de análise de sua imagem digital em vista caudal. O controle leiteiro foi realizado individualmente nos animais ao longo da lactação de modo a estimar a produção leiteira. Os dados foram avaliados quanto a correlação entre as mensurações do úbere, análise de componentes principais destas características e, correlações das medidas com a produção de leite. Adicionalmente, foram elaborados modelos de predição da produção de leite das cabras com base nas mensurações obtidas com auxílio de ferramentas ou análise de imagem digital. As mensurações do úbere por meio de análise de imagem digital foram correlacionadas significativamente com os escores visuais e as mensurações obtidas por ferramentas ($p < 0,05$). Mais de 80% (15/18) das mensurações obtidas por análise de imagem digital apresentaram correlação significativa com a produção de leite ($p < 0,05$). A mensuração que individualmente obteve maior poder preditivo ($r = 0,82$ e $r^2 = 0,68$) em relação a produção de leite foi a área livre do úbere obtida por análise da imagem digital do úbere, em vista caudal. Conclui-se que a avaliação do úbere de cabras leiteiras por meio de análise de imagens digitalizadas é um método eficiente, objetivo e de baixa invasividade que permite inferências sobre a produção de leite em cabras Saanen.

Palavras-chave: caprinos leiteiros; glândula mamária, biometria.

ABSTRACT

ARCANJO, Laura de Lucena. **UDDER MORPHOMETRY BY DIGITAL IMAGE ANALYSIS AND ITS ASSOCIATION WITH MILK PRODUCTION IN SAANEN GOATS**. 2021. 47p. Dissertation (Master in Animal Science). Institute of Animal Sciences, Graduate Program in Animal Sciences, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

Abstract: The morphometric udder evaluations in goats are usually performed by visual analysis and with tools, like graduate scales and calipers. However, methods more practical, objective and capable to be automated, like digital image analysis have been efficiently developed in dairy cows. This method of evaluation still was not tested in dairy goats. Therefore, the objective of this study was evaluating the udder measurements by digital image analysis and its associations with milk production in dairy Saanen goats. Thirty-seven goats were evaluated from two farms. All udder evaluations were performed before the first milking of the day. The goat udder was evaluated by visual, metric and digital image analysis methods. The milk control was performed individually during the lactation in order to estimate milk production. The data were evaluated regarding correlations between udder measurements, principal component analysis of udder measurements and correlations of udder measurements with milk production. Additionally, prediction models of milk production were developed considering udder measurements obtained from tools or digital image analysis. The udder measurements from digital image analysis were correlated with udder visual scores and udder measurements obtained with metric tools ($p < 0.05$). More than 80% (15/18) of udder measurements from digital image analysis presented significant correlation with milk production ($p < 0.05$). The digital udder measure with higher predictive power ($r = 0.82$ and $r^2 = 0.68$) of milk production was free udder area from caudal view. In conclusion, udder evaluation of dairy goats by digital image analysis is an efficient, objective and less invasiveness method which allow milk production inferences in Saanen goats.

Key words: dairy goats, mammary gland, biometry.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Mensurações do úbere obtidas em centímetros por ferramentas em cabras Saanen.

Tabela 2. Mensurações do úbere em centímetros obtidas por imagens digitais em vista caudal em cabras Saanen.

Tabela 3. Média e desvio padrão dos escores visuais (pontuação de 1- 50) do úbere em cabras Saanen.

Tabela 4. Correlações de Spearman dos escores visuais do úbere com a produção de leite em cabras Saanen.

Tabela 5. Média e desvio padrão das mensurações em centímetros do úbere obtidas por ferramentas em cabras Saanen.

Tabela 6. Análise de Componentes Principais de mensurações do úbere obtidas por ferramentas em cabras Saanen.

Tabela 7. Correlações entre as mensurações do úbere obtidas por ferramentas com a produção de leite em cabras Saanen.

Tabela 8. Correlações das mensurações do úbere obtidas por ferramentas com a produção de leite em cabras Saanen.

Tabela 9. Modelos de predição da produção de leite em função de mensurações do úbere obtidas por ferramentas em cabras Saanen.

Tabela 10. Média e desvio padrão das mensurações do úbere em centímetros obtidas por imagens digitais em cabras Saanen.

Tabela 11. Análise de Componentes Principais de mensurações do úbere obtidas por imagem digital em cabras Saanen.

Tabela 12. Correlações de Spearman dos escores visuais do úbere com as mensurações obtidas por imagem digitais em cabras Saanen.

Tabela 13. Correlações das mensurações do úbere obtidas por ferramentas com as mensurações obtidas por imagem digital em cabras Saanen.

Tabela 14. Correlações entre as mensurações do úbere obtidas por imagens digitais em cabras Saanen.

Tabela 15. Correlações das mensurações do úbere obtidas por imagens digitais com a produção de leite em cabras Saanen.

Tabela 16. Modelos de predição da produção de leite em função de mensurações obtidas por análise de imagens digitalizadas do úbere em cabras Saanen.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Alvéolos da glândula mamária de uma cabra.

Figura 2. Corte histológico do úbere caprino.

Figura 3. Avaliação do úbere de cabras leiteiras pelo método da Associação Americana de Caprinos Leiteiros.

Figura 4. Ferramentas utilizadas para a biometria animal.

Figura 5. Mensurações do úbere obtidas por ferramentas em cabras Saanen.

Figura 6. Obtenção das imagens digitais do úbere em vista caudal de cabras Saanen.

Figura 7. Mensurações do úbere obtidas por análise de imagens digitais em cabras Saanen.

LISTA DE ABREVIACÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

AC	Altura Caudal do Úbere
ACP	Análise de Componentes Principais
ADGA	“American Dairy Goat Association” (Associação Americana de Caprinos Leiteiros)
AICT	Ângulo entre a Inserção Caudal do Úbere e os Tetos
ALU	Área Livre do Úbere
APU	Área Poligonal do Úbere
ARC	Arco Caudal do Úbere
ARCT	Áreas das Cisternas do Teto
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
CM	Comprimento Medial do Úbere
CT	Comprimento do Teto
CTDD	Comprimento do Teto Direito
CTED	Comprimento do Teto Esquerdo
CV	Coefficiente de Variação
DET	Distância Entre Tetos
DETD	Distância Externa entre Tetos
IC	Inserção Cranial do Úbere
ICPTD	Distância entre a Inserção Caudal e a Ponta do Teto Direito
ICPTE	Distância entre a Inserção Caudal e a Ponta do Teto Esquerdo
DITD	Distância Interna entre Tetos
DETD	Distância Externa entre os Tetos
DIUJ	Distância da Inserção do Úbere ao Jarrete
DT	Diâmetro dos tetos
DTS	Distância do Teto ao Solo
DVIC	Distância entre a Vulva e a Inserção Caudal do Úbere
PVUJ	Distância da Porção Ventral do Úbere ao Jarrete
GH	Hormônio de Crescimento
IC	Inserção Cranial do Úbere
ICUJ	Distância da Inserção do Úbere ao Jarrete
ILF ₃	Interleukin enhancer binding factor 3
IZ	Instituto de Zootecnia
LU	Largura do Úbere
LMS	Ligamento Medial Suspensório
LTDD	Largura do Teto Direito
LTED	Largura do Teto Esquerdo
LUD	Largura do Úbere
MG	Minas Gerais
PC	Porção Caudal do Úbere
PE	Perímetro Equatorial do Úbere
PL305	Produção de Leite aos 305 dias
PR	Profundidade do Úbere
PT	Posição dos Tetos
PTE	Profundidade do Teto Esquerdo
PUD	Profundidade do Úbere
PVLM	Profundidade Ventral do Ligamento Medial
PVU	Profundidade Ventral do Úbere

RJ	Rio de Janeiro
SQA	Sítio Quatro Açudes
UA	Área do Úbere Posterior
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UJ	Distância da inserção do teto até a altura do Jarrete

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1	Morfotipo da Cabra leiteira	2
2.2	Raça Saanen	2
2.3	Anatomia da Glândula Mamária de Cabras	3
2.4	Histologia da Glândula Mamária	3
2.5	Fisiologia da Glândula Mamária	6
2.6	Padrões Macroscópicos do Úbere Durante a Lactação	8
2.7	Lactação em Caprinos.....	9
2.8	Inspeção Visual Da Glândula Mamária com base em Escores Visuais.....	10
2.9	Avaliação da Glândula Mamária Auxiliada por Ferramentas.....	12
2.10	Análise da Glândula Mamária Auxiliada por Imagem Digital.	13
3	MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1	Local do Estudo.....	14
3.2	Animais e Dados Experimentais	14
3.3	Avaliações do Úbere	14
3.3.1	Escores visuais do úbere	15
3.3.2	Morfometrias do úbere auxiliada por ferramentas.....	15
3.3.3	Análises do úbere por imagem digitalizada.....	17
3.4	Mensuração da Produção de Leite	20
3.5	Análise Estatística.....	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5	CONCLUSÃO	41
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

Os avanços nas boas práticas voltadas para o manejo sanitário, levaram ao aumento na produção de leite na caprinocultura brasileira. Assim, o maior conhecimento e aplicação das ações de manejo sanitário promovem a permanência da fêmea por sucessivas lactações e a eficiência nos processos de ordenha. Entre estas práticas de manejo, tem-se a avaliação do úbere em matrizes leiteiras. Esta avaliação permite a seleção de fêmeas com úberes bem inseridos, não pendulosos e simétricos, dotados de tetos funcionais que se destaquem na produção de leite (ASTIZ *et al.* 2009).

O emprego da seleção de cabras leiteiras considerando aspectos do úbere contribuem para manutenção de aparelhos mamários superiores quanto a simetria, volume, inserção e produção de leite. Esta seleção pode ser realizada por avaliações visuais, por meio de ferramentas, como fitas ou paquímetros e, por análise de imagens digitalizadas.

A técnica visual, analisa o exterior do aparelho mamário em vista caudal e lateral, lhe atribuindo pontuações ou escores e comparando o úbere analisado com padrões desejáveis (ADGA, 2019; ASTIZ *et al.* 2009). Já a avaliação por morfometria se baseia em mensurações precisas das estruturas do úbere com o auxílio de ferramentas atribuindo valores graduados, por exemplo em centímetros (GALVÃO, 2016). Mais recentemente, imagens do úbere têm sido digitalizadas e, posteriormente, analisadas por meio de programas computacionais para as espécies bovina (OZKAYA, 2014) e ovina (SADEGHI, 2016).

A união das técnicas apresentadas tem potencial para melhorar a eficiência na escolha de formatos de úbere mais eficientes para produção leiteira. Entretanto, estudos analisando o úbere de cabras leiteiras da raça Saanen em ambientes tropicais ainda são escassos, não existindo, até o momento a utilização de avaliação de imagens digitalizadas e sua associação com a produção leiteira. Considerando o exposto, esta dissertação tem como o objetivo explorar as relações de escore visuais, medidas morfométricas, e dados de imagem digitalizadas do úbere entre si e com a produção leiteira de cabras da raça Saanen. Destaca-se que com base em pesquisas bibliográficas nas bases de dados Google Acadêmico®, Science Direct® e Scielo® realizadas até 28/02/2021 não foram identificados estudos prévios relacionados a biometria externa da glândula mamária realizadas por meio de Análise de Imagens Digitalizadas em cabras, podendo o presente estudo ser um dos pioneiros na utilização dessa abordagem em caprinos leiteiros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Morfotipo da Cabra leiteira

A capacidade corporal de uma cabra é avaliada considerando mensurações relacionadas ao seu comprimento, sua largura e profundidade. Um caprino grande, forte e vigoroso, normalmente, tem a capacidade de consumir e digerir maiores quantidades de alimentos e, com rações balanceadas, produzir leite eficientemente. Para uma cabra ser zootecnicamente competente, ela deve ter proporcionalidade, força, resistência, vigor, comprimento; unidos a uma linha lombar reta, uma garupa ampla e uma união suave das diferentes partes do corpo. Adicionalmente, devem ser largas e profundas em relação à sua altura. Os animais que não possuam estas características serão considerados insuficientes, enquanto aqueles que as possuem pela metade serão considerados aceitáveis (ASTIZ, 2009).

Para determinar as características da fêmea com aptidão leiteira, deve-se dar atenção à estrutura óssea, incluindo as áreas do pescoço, cernelha, costelas. Serão considerados os flancos, a angularidade, o estado de gordura, a vivacidade da expressão e a finura da pele e do pelo. Assim, cabras leiteiras devem ter linhas nítidas, angulosas, ter uma estrutura óssea forte; pescoço longo e fino, costelas arqueadas, pernas posteriores planas e não carnudas (ADGA, 2019). Entretanto, além da estrutura corporal as cabras leiteiras devem apresentar características do úbere que propiciem eficiência na produção e ejeção do leite. As características corporais e do úbere desejáveis as cabras leiteiras são desejáveis nas principais raças caprinas leiteiras criadas no Brasil e, entre estas, podemos destacar a raça Saanen.

2.2 Raça Saanen

A raça caprina leiteira Saanen é uma das raças caprinas mais difundidas no mundo, sendo originária do Vale de Saanen, na Suíça. Esta raça possui pelagem branca, ou levemente creme, pelos curtos e finos, podendo ser um pouco mais longos na linha dorso-lombar e nas partes baixas do corpo. Os machos pesam normalmente entre 80 e 100 kg e as fêmeas, de 50 a 80 kg. Suas orelhas são pequenas amedias e ligeiramente voltadas para cima. Sua cabeça é média, cônica, alongada e fina, com a testa proporcional e descarnada. A pele e mucosas são róseas, podendo as últimas apresentarem pequenas manchas escuras, principalmente nas narinas, lábios, mucosa ocular e vulvar, períneo e úbere (RIBEIRO, 1997).

Esta raça é uma das principais quanto a produção de leite, entre os caprinos, e possui relatos de indivíduos com médias de 2,5 a 4,9 kg de leite/dia durante 260 a 305 dias de lactação (DELGADO, 2008). No Brasil, têm sido observadas produções médias de dois a três litros/cabra/dia, com indivíduos excepcionais atingindo produções superior a seis litros de leite por dia durante o pico de produção, em duas ordenhas (FONSECA, 2014). Lôbo *et al.* (2017) destacaram que entre as raças caprinas criadas no Brasil com aptidão leiteira, a raça Saanen é a que possui maior produção possuindo médias de 817 kg de leite durante lactações médias de 287 dias no Sudeste do Brasil. Na França, Arnal, Robert-Granié e Larroque (2018) avaliando em torno de 127 mil lactações de cabras Saanen observaram

média de $964.1 \pm 253,0$ kg de leite em 288 dias de lactação. Para alcançar estas produções de leite elevadas são necessárias glândulas mamárias estruturadas e eficientes quanto a anatomia e fisiologia.

2.3 Anatomia da Glândula Mamária de Cabras

Toda a superfície exterior da glândula mamária é recoberta de pele com graus variáveis de cobertura de pelos. A pele ajuda a proteger o tecido mamário, mas confere pouca sustentação mecânica, assim a sustentação depende de ligamentos fortes e íntegros (DUKES, 2006). O úbere caprino é constituído por duas metades com uma glândula cada, sendo cada metade drenada por um único teto. O formato dos tetos varia quanto a diâmetro, comprimento e formato (BRANDESPIM, 2007).

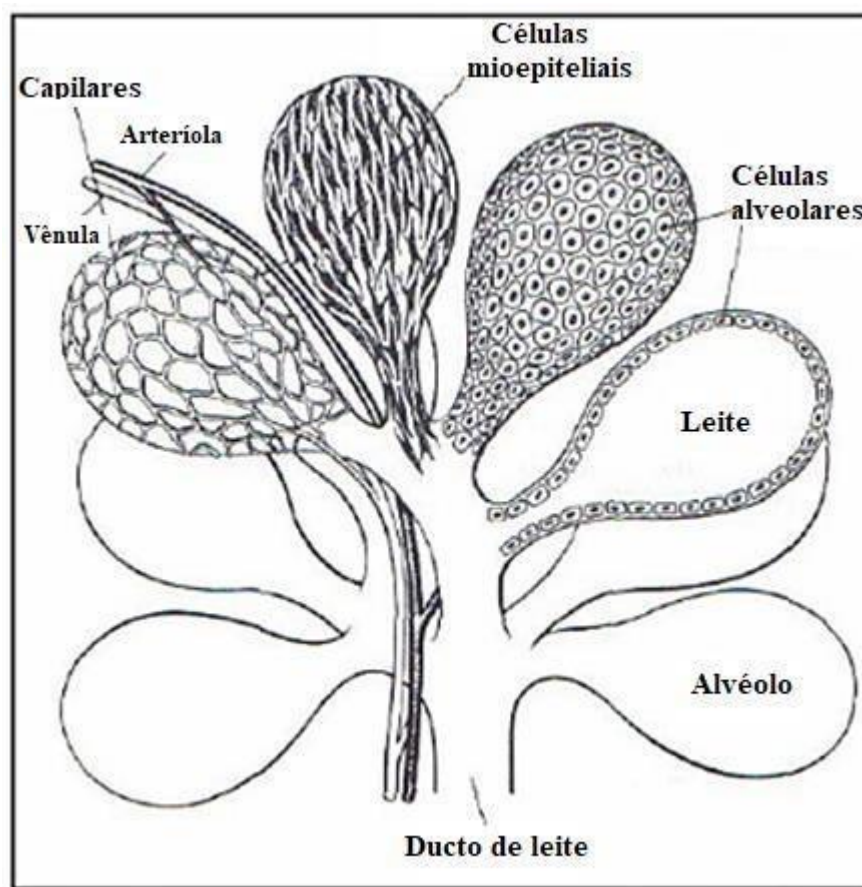
Cada metade do úbere tem tecidos glandulares, sistema coletor de leite e tetas independentes. Cada uma das glândulas está separada por tecido conjuntivo, que geralmente é definido externamente pelos contornos do úbere. Cada metade do úbere possui estruturas de nervos e vasos sanguíneos e linfáticos independentes (DUKES e REECE, 2006). A sustentação de cada metade do úbere é feita por um aparato suspensório em forma de bolsa formado por duas lamelas, uma medial e outra lateral. O ligamento suspensório medial é formado por fortes feixes de tecido elástico inseridos no arco pélvico. Esses ligamentos são particularmente importantes durante o pico de lactação para evitar a formação de úberes pendulares (BRANDESPIM, 2007).

Além disso, o ligamento ajuda a proteger os vasos sanguíneos mamários superficiais e também as estruturas linfáticas. À medida que se estendem em direção ventral, os ligamentos entrelaçam-se com a trama de tecido conjuntivo que circunda o parênquima glandular. Por fim, os ligamentos suspensórios medial e lateral estabelecem anastomoses na superfície ventral de cada metade da glândula, de modo a constituir uma estrutura de sustentação semelhante a uma tipoia (DUKES e REECE, 2006). Cabras com glândulas mamárias desejáveis devem apresentar tecidos mamários saudáveis para uma secreção de leite satisfatória.

2.4 Histologia da Glândula Mamária

A síntese e a secreção do leite são realizadas pela glândula mamária por meio de glândulas exócrinas. Uma camada única de epitélio secretor reunido por junções estreitas, a zona ocludente, está disposta em configuração cilíndrica para formar os alvéolos. Vários alvéolos estão agrupados entre os septos de tecido conjuntivo formando os lóbulos, a ramificação adicional destas forma os lobos (BRANDESPIM, 2007).

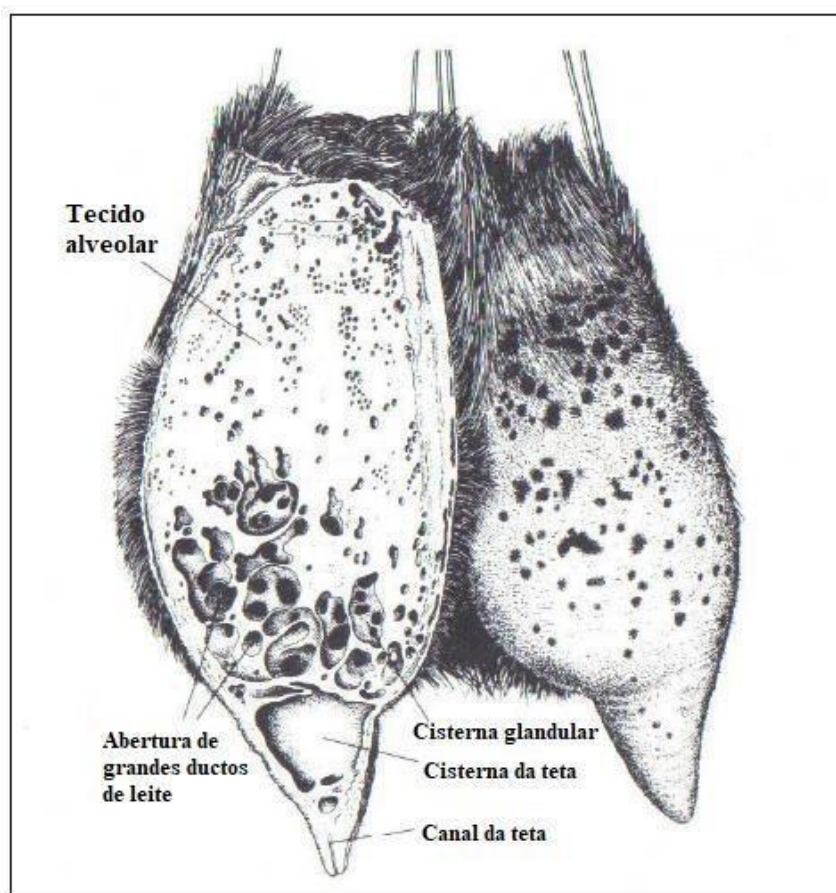
Os alvéolos possuem uma forma de sustentação especial em forma de rede invertida, permitindo que a secreção láctea flua a cisterna da glândula. Esta última funciona como ponto de acumulação dos ductos principais, os quais se ramificam repetidamente até os alvéolos, o verdadeiro tecido secretor do leite caprino (BRANDESPIM, 2007). As células secretoras são formadas por células epiteliais diferenciadas que revestem estruturas côncavas denominadas alvéolos. Os alvéolos são considerados as estruturas fundamentais da secreção de leite da glândula (Figura 1).



Fonte: Stabenfeldt e Davidson (2004).

Figura 1.Alvéolos da glândula mamária de uma cabra.

Apesar da existência da cisterna (Figura 2), que é um reservatório de leite durante o período compreendido entre as mamadas ou as ordenhas diárias, a maior quantidade de secreção fica acumulada nos alvéolos. Cada alvéolo é envolvido por células mioepiteliais que, juntamente com a ocitocina, são responsáveis pela ejeção do leite ao se contraírem e expulsarem a secreção láctea dos alvéolos (STABENFELDT; DAVIDSON, 2004).



Fonte: Stabenfeldt e Davidson (2004).

Figura 2. Corte histológico do úbere caprino.

O canal do teto possui uma estrutura em sua extremidade a qual, quando fechada, evita qualquer comunicação entre o meio externo e o interior da glândula. Esta estrutura, popularmente chamada de esfíncter, é composta por tecido fibroso e elástico (HAENLEIN e CACCESE, 1992). A transição entre a cisterna glandular e o canal da teta é um segmento conhecido como roseta de Fürstenberg, que é formada de dobras frouxas de epitélio colunar bilaminar, cada camada contendo várias pregas secundárias. A partir desta estrutura o epitélio torna-se escamoso estratificado, o qual está em continuidade com a pele da teta. A diferença principal entre o epitélio do canal da teta e a pele exterior é que o primeiro contém queratina, que tem a função de reter bactérias que possam invadir a teta. (BRADESPIM, 2007).

Existem amplas variações entre as espécies no que se refere à capacidade de armazenamento das estruturas – as vacas armazenam apenas 20 a 30% do seu leite nas cisternas depois de um intervalo de 10 a 12 h entre as ordenhas. Comparativamente, as cabras armazenam até 80% do seu leite nas cisternas (DUKES e REECE, 2006). Por influenciar os mecanismos físicos e biológicos do feedback negativo da lactação, o tamanho da cisterna é uma característica muito relevante. É necessário também ressaltar que essa característica pode influenciar a taxa de secreção de leite como também a cinética de ejeção durante a ordenha (GALVÃO, 2016). Todo o funcionamento tecidual mamário presente em uma cabra adulta depende de um desenvolvimento tecidual que se inicia ainda na fase fetal da fêmea e, posteriormente, passará por ciclos de crescimento, diferenciação funcional e regressão.

2.5 Fisiologia da Glândula Mamária

A glândula mamária tem como função a produção de leite para a prole. Desta forma, trata-se de um órgão especializado, que passará por sucessivos ciclos de desenvolvimento e involução na vida da fêmea, por meio da renovação de suas estruturas alveolares (MANICA, 2018).

A anatomia e histologia das glândulas mamárias são modificadas, principalmente, por influência do sistema neuroendócrino, ao longo do ciclo de lactação. De fato, existem três estágios da biologia mamária que caracterizam os ciclos de gestação-lactação, são estes: a proliferação, a secreção e a involução. Assim, o tecido mamário apresenta ciclos de crescimento, diferenciação funcional e regressão. Embora, a maior parte da proliferação ocorra durante a gestação e a maior parte da involução ocorra após o término da lactação, esses processos se sobrepõem. Assim, a proliferação do tecido secretor continua durante o início da lactação e a involução começa durante o final da lactação, concomitantemente com a secreção (KNIGHT; PEAKER, 1984).

Os eventos fisiológicos relacionados a reprodução e a lactação são interdependentes. A mamogênese se inicia na vida intrauterina, tendo sua ênfase ao final da gestação, e estendem-se até o nascimento do primeiro filhote e, até certo ponto, aos primeiros estágios da lactação (HAFEZ, 2004). Este processo corresponde ao desenvolvimento e crescimento das glândulas mamárias. A mamogênese caracteriza-se por uma interação singular entre tecidos de origem ectodérmica ou parênquima, células dos ductos lactíferos e do epitélio secretório, e os tecidos de origem mesodérmica ou estroma - células mioepiteliais, adipócitos, fibroblastos e células associadas aos sistemas vascular, neural e imune. O crescimento das mamas, especialmente no que se refere aos tecidos parenquimatosos, está relacionado com o rendimento da produção de leite (DUKES e REECE, 2006).

Os hormônios modulam o desenvolvimento da glândula mamária. A proliferação do tecido mamário durante a lactação pode ser estimulada pela prolactina, que também atua na produção de leite e, possui um mecanismo de retroalimentação positiva ao estímulo da amamentação (LÉRIAS *et al.*, 2014). A secreção das glândulas mamárias é desencadeada quando a prole começa a sugar o teto. A estimulação dos receptores táteis nesse local gera impulsos sensoriais que são transmitidos dos tetos para a medula espinhal e depois para os neurônios secretores de ocitocina no hipotálamo. O reflexo de ejeção do leite envolve uma via neuronal ascendente dos tetos ao hipotálamo e um vínculo vascular descendente que transmite a ocitocina acumulada na hipófise à glândula mamária (LÉRIAS *et al.*, 2014). Na cabra, a maior parte do leite no úbere é armazenada em uma cisterna volumosa e, portanto, pode ser extraída na ordenha. Portanto, um reflexo de ejeção do leite não é essencial embora possa facilitar o processo. É possível identificar cabras com alta produção e com fortes fluxos de leite que não apresentem altas concentrações de ocitocina no plasma durante a ordenha (MARNET; MCKUSICK, 2001).

A lactogênese pode ser definida como o início da secreção de leite. Esse processo fisiológico pode ser dividido em duas etapas. O primeiro estágio da lactogênese consiste na diferenciação enzimática e citológica parcial das células alveolares, que resulta na secreção de quantidades limitadas de leite. O segundo estágio começa com a secreção copiosa de todos os componentes do leite pouco antes do parto e, na maioria das espécies, estende-se por vários dias após o parto. O nível alto de progesterona no final da gestação limita a lactogênese. A redução do nível desse hormônio pouco antes do parto permite que o complexo lactogênico inicie a diferenciação celular e a lactação (DUKES; REECE, 2006; COWIE; FORSYTH; HART, 1980).

O lactogênio placentário está estruturalmente relacionado à prolactina e, dependendo da espécie, ao hormônio do crescimento (TUCKER, 2000). Evidências adicionais para a regulação placentária da mamogênese são fornecidas pelo fato de que existe uma relação positiva entre o número da prole e a produção de leite em cabras e ovelhas, onde os níveis plasmáticos de lactogênio na placenta em ovelhas aumentam no dia 50 da gestação e atingem os níveis máximos imediatamente antes do parto (FORSYTH, 1986). Além disso, deve-se ressaltar que uma placenta mais pesada pode produzir um nível mais alto de hormônio lactogênio, o qual influencia o desenvolvimento do tecido mamário durante a gestação (KNIGHT; PEAKER, 1984; PERIS; CAJA; SUCH, 1999).

Também é importante enfatizar que Anderson e Wahab (1990) demonstraram a existência de um período específico de crescimento exponencial do tecido da glândula mamária, que começa antes da lactação. Como esperado, o fenômeno do crescimento exponencial da glândula mamária ocorreu antes do pico da lactação, uma vez que o incremento das células da glândula mamária deve surgir para aumentar a produção de leite. Além disso, todo o tecido da glândula mamária sofre alterações acentuadas em sua constituição, com a substituição do tecido adiposo pelo tecido secretor, o que indica ainda mais o crescimento das células da glândula mamária durante esse período.

A lactação é definida como um processo combinado de secreção e remoção do leite e, é o último estágio do ciclo reprodutivo. O período de lactação na cabra com aptidão leiteira dura por volta de 10 meses. Entretanto a persistência da lactação é dependente de vários fatores intrínsecos e extrínsecos (LÉRIAS *et al.*, 2014). Três eventos diferentes precisam ocorrer, para que a lactação seja bem-sucedida: a proliferação pré-parto das células epiteliais alveolares; a diferenciação bioquímica e celular das células epiteliais; e a síntese e a secreção dos componentes do leite.

A galactopoesse representa a manutenção da lactação, processo esse que depende da preservação das contagens de células alveolares, da atividade sintética por célula e da eficácia do reflexo de ejeção do leite. Os hormônios envolvidos são: o complexo prolactina-glicocorticoide responsável pela síntese e secreção do leite com a colaboração de outros hormônios (DUKES e REECE, 2006). Ao final de uma lactação, com a interrupção da sucção do leite, a glândula mamária sofre um processo de involução tecidual.

Involução é o processo que ocorre depois da interrupção da ordenha ou desmame das crias e que altera a estrutura e o funcionamento da glândula mamária. Em cabras, a secagem do leite é feita 60 a 45 dias antes do próximo parto. A atividade secretória diminui em consequência das elevações da pressão e ações hormonais. Devido à redução da prolactina, as vacas leiteiras perdem sua atividade secretória, mas podem manter suas estruturas alveolares por semanas a meses (DUKES e REECE, 2006). Em cabras, como o leite cisternal compreende até 90% da glândula, ao término das primeiras 24 horas pós-interrupção da ordenha alguns alvéolos mamários apresentam-se regredidos, com a superfície luminal rompida e uma diminuição na comunicação entre as células epiteliais mamárias e o epitélio mamário. A involução total se apresenta ao longo de algumas semanas. Ciclos teciduais mamários saudáveis propiciam maior secreção de leite, contudo o úbere depende de forma, volume, sustentação e inserção desejáveis para uma produção eficiente (MANICA, 2018).

2.6 Padrões Macroscópicos do Úbere Durante a Lactação

Modificações no úbere ocorrem durante os períodos de puberdade, gestação, lactação e involução em cabras leiteiras. Durante a gestação, nenhuma diferença significativa no peso do úbere até o dia 120. Os períodos de maior crescimento do úbere ocorrem durante os últimos 30 dias de gestação e os primeiros 10 dias de lactação (ANDERSON e WAHAB, 1990).

Além disso, Fowler *et al.* (1990) relataram uma alteração na composição dos tecidos das glândulas mamárias durante a gestação e lactação, onde a proporção de tecido adiposo do parênquima diminuiu e o tecido rico em líquidos aumentou. Assim, alterações na composição do parênquima podem estar diretamente relacionadas ao incremento da secreção de leite e acúmulo de líquido na glândula (LÉRIAS *et al.*, 2014).

Peris, Caja e Such (1999) usando cabras Murciano-Granadina relataram uma redução acentuada do volume da glândula mamária durante a lactação, o que é comparável aos estudos mencionados anteriormente. Além disso, esses autores mostraram que um número elevado de partos estava correlacionado a uma maior redução do volume do úbere durante o curso da lactação, mas também um volume maior ocorre no início da lactação. Curiosamente, em cabras de Toggenburg, um aumento significativo no volume do úbere no início da lactação ocorre com o aumento do número de paridades. Além disso, os autores ressaltaram que cabras com gestações gêmeares apresentaram um úbere 40% mais volumoso. Curiosamente, uma vez que o volume do úbere foi positivamente correlacionado com a maior produção de leite, a associação entre ocorrência de gêmeos e maior volume do úbere parece ser uma adaptação relacionada à sobrevivência dos cabritos. Em cabras, já foi observada uma relação entre o tamanho da ninhada e a produção de leite (LÉRIAS, 2014).

Rovai (2001) observaram em ovinos Manchega e Lacaune que o volume do úbere atingiu seu máximo durante a primeira semana de lactação e diminuiu progressivamente. Além disso, Fernandez *et al.* (1995) também demonstraram uma correlação positiva entre o tamanho do úbere e a produção de leite durante a lactação. Em cabras e ovelhas, há um aumento do volume do úbere durante a gestação, que continua durante a lactação, diminuindo posteriormente. Existe um componente genético associado a características com o maior produção de leite e ou estrutura do úbere em caprinos (LÉRIAS *et al.*, 2014). Contudo, embora, diferenças na morfometria da glândula mamária em cabras possam ser relacionadas a fatores genéticos, ao número de lactações, a saúde da glândula mamária, estas são pouco influenciadas pela frequência de ordenha (TORRES *et al.*, 2013).

Ressalta-se que a estrutura do úbere sofre influência de fatores como: genótipo, estágio e número de lactação, sistema de produção (LÉRIAS *et al.*, 2014). Adicionalmente, associações entre as dimensões da glândula mamária e a produção de leite têm sido descritas. Entretanto, apenas avaliações visuais ou por mensurações podem camuflar a presença de maior quantidade de tecido fibroso e, conseqüentemente, não refletir uma maior produção de leite (WÓJTOWSKI *et al.*, 2006).

2.7 Lactação em Caprinos

A curva de lactação pode ser definida como a representação gráfica da produção de leite no decorrer da produção leiteira. A análise das curvas de lactação são comuns em sistemas de produção e programas de melhoramento genético de caprinos, sendo parâmetros fundamentais para o desenvolvimento da caprinocultura (MACEDO *et al.*, 2001; GUIMARÃES, 2006). Entre seus principais parâmetros, podemos ressaltar o pico de lactação que corresponde a produção máxima e a persistência da lactação que é a taxa de declínio após o pico (FONSECA, 2014). A persistência na lactação também pode ser definida como a capacidade da fêmea em manter sua produção de leite após atingir a produção máxima na lactação (COBUCI; EUCLYDES; COSTA, 2004). Ribeiro (1997) menciona que em caprinos leiteiros observa-se uma lactação com duração de 10 meses, o que corresponde a aproximadamente 305 dias de produção leiteira, e o pico é observado por volta da 3ª a 4ª semana da lactação. Ressalta-se que o pico de lactação possui correlação negativa com a persistência, portanto, animais com maior persistência tendem a apresentar os picos de lactação menos acentuados (GUIMARÃES *et al.*, 2006).

O conhecimento da curva de lactação assume grande importância, pois permite a avaliação de fatores genéticos e ambientais sobre os componentes de produção de leite, tais como, tempo decorrido para atingir o pico de produção, persistência de lactação, duração do pico e produção máxima (RIBEIRO, 1997). Outra aplicação é a capacidade de se prever a produção durante a lactação, possibilitando efetuar estimativas das quantidades de alimentos a serem fornecidos em função da produção (RODRIGUES *et al.*, 2007).

Animais mais persistentes, ou seja, com menores declínios após o pico, requerem menores quantidades de concentrado do que aqueles com produções superiores durante o pico, porém menos persistentes. Adicionalmente, as fêmeas mais persistentes apresentar menor intensidade de estresse, devido à ausência de um elevado pico de produção, o que reduz a incidência de problemas reprodutivos, metabólicos e sanitários. Assim, a persistência da produção de leite durante a lactação é uma característica de seleção eficientemente para o desenvolvimento de rebanhos de elevada produção total de leite (GROSSMAN; HARTZ; KOOPS, 1999).

Dessa forma, uma fêmea superior quanto a persistência da lactação é economicamente vantajosa em sistemas de produção (TEKERLI *et al.*, 2000). A importância da persistência na lactação, do ponto de vista econômico, está fundamentada em quatro diferentes componentes: 1) custos relativos à saúde dos animais; 2) desempenho reprodutivo; 3) custos com alimentação; e 4) retorno econômico obtido pelo diferencial na produção total de leite em 305 dias de lactação (DEKKERS; TEM HAG; WEERSINK, 1998). Devido a isso, animais com baixa persistência, devem ser descartados do rebanho.

Muitos fatores podem afetar a produção total de leite em uma única lactação. Os principais fatores que podem influenciar os níveis de produção e a curva de lactação de uma cabra são: raça, estação do ano, idade da cabra, número de crias por parto e ambiente (FONSECA, 2014).

Cobuci *et al.* (2004) citaram quatro métodos para mensurar a persistência na lactação baseados: em razões entre produção de leite em diferentes fases da lactação; na variação da produção de leite, ao longo da lactação; em parâmetros de modelos matemáticos e nos valores genéticos obtidos por meio de coeficientes aleatórios dos modelos de regressão aleatória. Fêmeas com persistência desejável tem sua produção diminuída ao redor de 10% a cada mês na curva de lactação (GAIATO, 2009).

A produção de leite apresenta relação com diferentes fatores intrínsecos e extrínsecos. Entre os fatores intrínsecos, tem-se o número de cabritos por parto e a ordem de parto. Uma vez que, partos gemelares e fêmeas de segunda parição tendem a apresentar maior produção de leite (LÉRIAS, 2014). Já a frequência de ordenhas, é caracterizada como fator extrínseco. Em caprinos, uma frequência de ordenha aumentada comumente eleva a produção de leite (HENDERSON; BLATCHFORD; PEAKER, 1985). Boutinaud *et al.* (2003) observaram que cabras ordenhadas uma vez por dia tiveram uma redução na produção de leite de 10 a 30%.

Em relação ao efeito do número de lactação, as fêmeas primíparas precisam usar seus nutrientes não apenas para a lactação, mas também, para seu próprio crescimento (WATHES *et al.* 2007; SAFAYI *et al.* 2010). Peris, Caja e Such (1999) investigaram o volume do úbere em cabras leiteiras Murciano-Granadina com relação a diferentes números de lactações e estágios de lactação. O volume do úbere diminuiu à medida que a lactação progrediu em todas as lactações, mas a redução foi maior em cabras a partir da terceira lactação. Em cabras múltiparas, parte dos alvéolos desenvolvidos na lactação anterior não regride completamente e participa na lactação seguinte, aumentando o tecido parenquimatoso secretor e, conseqüentemente, o volume do úbere (LÉRIAS *et al.*, 2014). Adicionalmente, entre os fatores intrínsecos que podem influenciar a curva e persistência da lactação podemos citar a estrutura do úbere. Desta forma, sua avaliação pode predizer animais com produções de leite superiores.

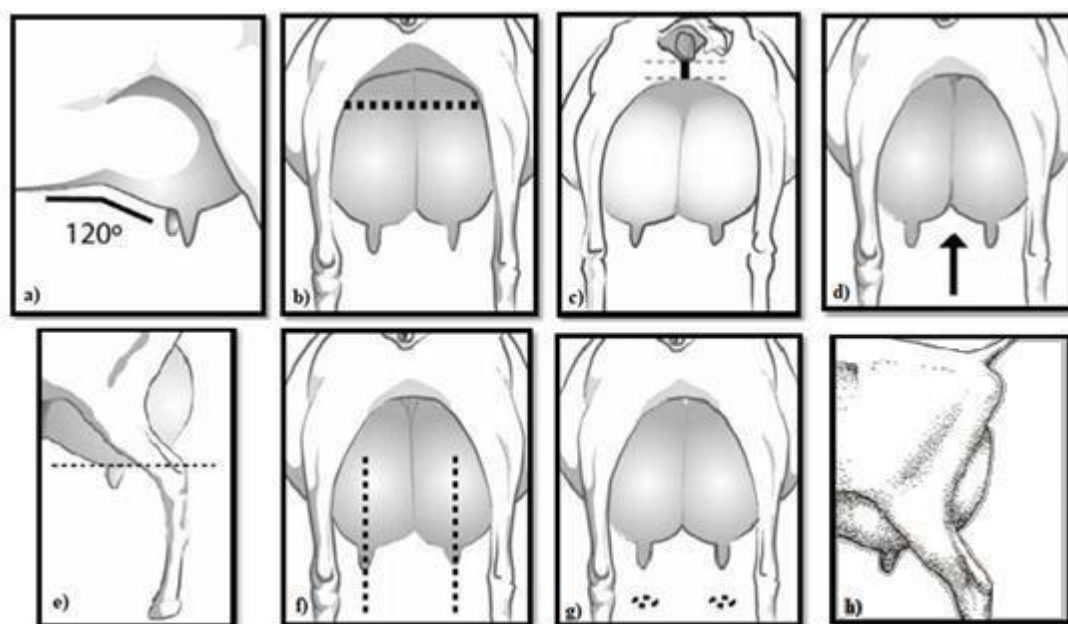
2.8 Inspeção Visual Da Glândula Mamária com base em Escores Visuais

Estudos morfométricos envolvem medições de regiões corporais por escores visuais ou com auxílio de ferramentas. Classicamente, a vaca é a referência animal quanto a morfometria da glândula mamária, e seus estudos, por exemplo, tem demonstrado que a profundidade do úbere e a biometria dos tetos estão associadas a produção de leite e a resistência a mastite (SEYKORA; MCDANIEL, 1985).

De maneira geral, as inspeções do úbere buscam características como profundidade moderada, largura, inserção, simetria, entre outras. Adicionalmente, os tetos também são avaliados quanto a uniformidade, comprimento, largura, formato e posicionamento de modo a buscar fêmeas mais eficientes na ejeção do leite durante a ordenha (GALVÃO, 2016). A glândula mamária deve estar livre de tumorações, edemas e cicatrizes e, após a ordenha, deve apresentar volume reduzido, pregueamento e flacidez.

As tetas devem ser uniformes, cilíndricas e livres de obstruções. Além de apresentarem-se separadas, posicionadas ventralmente ao úbere, direcionadas para baixo e de tamanho moderado. Tetos pequenos dificultam a ordenha, e quando muito grandes predis põem a traumatismos, dificultam a mamada e ordenha mecanizada (RIBEIRO, 1997).

Dentre os programas de inspeção da glândula mamária em cabras, o método da Associação Americana de Caprinos Leiteiros (“American Dairy Goat Association” - ADGA, 2019) foi validado no Estados Unidos como uma eficiente avaliação por meio de escores visuais. Os pontos que compõem sua avaliação visual são: Inserção Cranial (IC); Arco Caudal (ARC); Altura Caudal (AC); Ligamento Medial Suspensório (LMS); Profundidade (PR); Posição dos Tetos (PT); Diâmetro dos Tetos (DT); Porção Caudal (PC); os quais podem ser visualizados na Figura 3.



Fonte: ADGA (2019); Astiz *et al.* (2009).

Legenda: Inserção Cranial (IC): avalia a força com que o úbere é inserido no abdômen. Desde uma falta total dessa inserção até úberes estendidos e fortemente presos ao abdômen, o que é desejável (Figura 3a); Arco Caudal (ARC): Característica avaliada com base na largura da inserção posterior do úbere cinco centímetros abaixo da inserção. Existindo desde úberes posteriores com um ângulo muito fechado, até aqueles com um arco muito aberto, o que é desejável (Figura 3b).; Altura Caudal (AC): Baseada na distância entre o início do úbere e a vulva do animal. Quanto menor for a distância, melhor o úbere será inserido e, portanto, será mais fácil mantê-lo no lugar após várias lactações (Figura 3c); Ligamento Medial Suspensório (LMS): Distância entre o assoalho do úbere e o entalhe que marca este ligamento no meio da glândula. Existindo desde úberes com fundo redondo sem ligamento médio funcional, até outros com ligamento excessivamente forte que corta o úbere em dois, fazendo com que perca capacidade (Figura 3d); Profundidade (PR): Leva em consideração a distância entre o assoalho do úbere e a ponta dos jarretes. Os úberes profundos são indesejáveis, são mais sujeitos a lesões, especialmente no periparto, e tornam a ordenha mecânica difícil. Por outro lado, úberes muito altos têm baixa capacidade. Portanto, os intermediários são desejáveis, com o assoalho aproximadamente à altura das pontas dos jarretes (Figura 3e).; Posição dos Tetos (PT): As tetas devem ser posicionadas logo abaixo de cada glândula para facilitar a ordenha por gravidade. A implantação também é a característica mais importante as tetas implantadas ao centro geralmente permitem uma boa ordenha (Figura 3f); Diâmetro dos Tetos (DT): É avaliado no meio deles, é o mais decisivo para um bom encaixe das proteções mamilares, também está intimamente relacionado com a forma e comprimento dos mesmos. Eles podem ser encontrados desde tetos muito estreitos até os muito grossos, obviamente os intermediários são os melhores (Figura 3g); Porção Caudal (PC): Considera o quanto a parte de traseira do úbere ultrapassa os membros posteriores do animal em vista lateral. Representando quanto do úbere ficaria protegido pelas pernas posteriores da cabra (Figura 3h).

Figura 3. Avaliação do úbere de cabras leiteiras pelo método da Associação Americana de Caprinos Leiteiros.

Almeja-se que o conjunto mamário esteja acima altura do jarrete e seja arredondado, com textura macia, flexível e elástica. Entretanto, o úbere deve se apresentar um aspecto murcho após a ordenha (KNIGHT; BROWN; DEWHURST, 1995). Contudo, o escore visual é uma técnica subjetiva e limitada quanto a percepção de diferenças pequenas. Neste contexto, a morfometria da glândula mamária com auxílio de ferramentas pode proporcionar valores numéricos acurados e permitir a percepção de diferenças menos evidentes (GALVÃO, 2016).

2.9 Avaliação da Glândula Mamária Auxiliada por Ferramentas

As mensurações corporais, auxiliadas por fitas métricas e régua antropométrica (Figura 4), se mostram de baixo custo e também mais precisas para seleção de animais. Por exemplo, a circunferência torácica pode ser usada como critério de seleção indireta em relação ao peso corporal, ou seja, maior potencial de ganho de peso em cabritos da raça Saanen (SILVA FILHO *et al.*, 2020). Contudo, estudos relacionados as associações biométricas com produção de leite em caprinos criados em ambientes tropicais ainda são escassos.



Legenda: brete de contenção (A), paquímetros (B), fita métrica (C), régua antropométrica (D) (Fonte: Arquivo pessoal, 2020).

Figura 4. Ferramentas utilizadas para a biometria animal.

As características relacionadas ao sistema mamário podem determinar a adaptação à ordenha e o potencial de produção dos animais em sistema de produção leiteira (ROVAL, 2001). Deste modo, o estudo da conformação morfológica do sistema mamário dos animais leiteiros pode auxiliar na eficiência e redução do tempo de ordenha, na seleção para a produção de leite, bem como favorecer a capacidade de permanência dos animais no rebanho (FERREIRA *et al.*, 2014). Algumas características morfológicas que podem inferir sobre a capacidade de produção de leite e a habilidade de ordenha em animais leiteiros são: comprimento do teto; diâmetro do teto; largura do úbere posterior; profundidade do úbere; distância entre os tetos e distância do teto ao solo (GALVÃO, 2016).

Como desvantagem, observa-se que para avaliações morfométricas realizadas pelo homem com auxílio de ferramentas existe a dependência de contenção eficiente por períodos de alguns minutos, interação física com o animal e esforço físico do avaliador. Assim, a possibilidade de outras técnicas acuradas na avaliação da glândula mamária que reduzam o período de contenção promovendo maior bem-estar aos animais, como por análise de imagens digitalizadas, são desejáveis (WÓJTOWSKI *et al.*, 2006).

2.10 Análise da Glândula Mamária Auxiliada por Imagem Digital

O processamento de imagens digitais se baseia na utilização de máquinas que obtenham imagens de objetos físicos para posterior extração de informações de interesse (DUTTA; PAL; SEM, 2014). A análise de imagem digital é uma técnica promissora para avaliação de animais, já possuindo aplicabilidade na avaliação da condição corporal em bovinos (KUZUHARA *et al.* 2015). Schiling *et al.* (2018) estudaram a análise de imagem digital por infravermelho do úbere e constataram seu potencial como uma nova modalidade biométrica capaz de identificar vacas leiteiras. Estes autores ressaltaram que a biometria por análise de imagens digitais é um método de baixa invasividade e economicamente viável para avaliação da glândula mamária de vacas.

Em estudos relacionados a prever o potencial produtivo de vacas e ovelhas leiteiras por meio da análise de imagens, fotos da glândula mamária foram obtidas em vista caudal com câmeras fotográficas digitais (MARIE-ETANCELIN *et al.*, 2002; OZKAYA, 2014; SADEGHI *et al.*, 2016). Em bovinos, a análise do úbere por meio de imagem digital já foi baseada em parâmetros lineares como profundidade, largura do úbere e área do úbere em vista caudal (OZKAYA, 2014). Entretanto, o autor deste estudo ressaltou que a possibilidade de previsão da produção de leite é maior quando várias medidas do úbere foram consideradas em conjunto.

Em ovinos leiteiros, Sadeghi *et al.* (2016) avaliando a análise de imagens digitais do úbere observou que características morfológicas digitais estão relacionadas à produção de leite. Estes autores ainda consideram que existindo uma padronização das técnicas de captura e análise das imagens digitais, este método supera a morfometria por ferramentas em praticidade e objetividade. Existindo uma padronização da aquisição e análise da imagem digital este método é passível de ser eficiente entre diferentes rebanhos. Adicionalmente, este método apresenta baixa invasividade pois após uma breve contenção para aquisição da imagem digital, em um segundo momento, o avaliador poderá realizar várias mensurações com auxílio de programas computacionais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do Estudo

A coleta de dados foi conduzida em dois criatórios, um no município de Tanguá – RJ latitude 22° 43' 49" S longitude 42° 42' 51" O, com altitude de 20 metros; e o outro no município de Viçosa - MG, latitude 20° 45' 14" S, longitude: 42° 52' 53" O a uma altitude de 648,74 m, no período de agosto a dezembro de 2019.

3.2 Animais e Dados Experimentais

Os procedimentos adotados na pesquisa foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CEUA/IZ/UFRRJ) sob o protocolo nº 0095-12-2019. O estudo foi realizado utilizando trinta esete cabras da raça Saanen, quinze delas pertencentes ao Setor de caprinocultura da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa-MG, vinte e duas pertencentes a propriedade Sítio Quatro Açudes (SQA) em Tanguá-RJ. As cabras oriundas de UFV encontravam-se com idade média de 4 a 8 anos, e entre a terceira e a quarta lactação. Sendo as cabras pertencentes a propriedade em SQA com idades entre 2 a 3 anos e todas de primeira lactação. Ambas as propriedades mantinham os animais em regime de confinamento em regime de duas ordenhas mecanizadas diariamente.

As cabras pertencentes a UFV, recebiam silagem de milho e concentrado, o qual possuía como ingredientes milho, trigo, farelo de soja, mistura mineral para espécie e monensina. Além disso, dispunham de mistura mineral ofertada a vontade no cocho. A dieta apresentava 14,8% de Proteína Bruta, e 66% de Nutrientes Digestíveis Totais. As fêmeas mensuradas, referentes a propriedade SQA, durante o período experimental eram mantidas confinamento e recebiam como volumoso capim elefante picado (*P. maximum*) e como alimentos concentrados, mistura a base de fubá de milho, farelo de soja e minerais. A mistura de concentrado apresentava 22,8% de Proteína Bruta, e 69,8% de Nutrientes Digestíveis Totais.

3.3 Avaliações do Úbere

Foram realizados três métodos de avaliações no úbere das cabras: escore visual, pelo método da Associação Americana de Criadores de Caprinos Leiteiros (ASTIZ *et al.* 2009; ADGA, 2019); morfometria auxiliada por ferramentas utilizando régua antropométrica, fita métrica e paquímetro (adaptado de GALVÃO, 2016 e PERIS; CAJA; SUCH, 1999); e por último, a avaliação realizada por meio de Análise de Imagens Digitalizadas do úbere (adaptado de OZKAYA, 2014 e SADEGHI *et al.*, 2016). As avaliações foram desenvolvidas individualmente nos animais, estando as cabras no terço inicial do período lactacional. Estas foram realizadas pela manhã previamente a 1ª ordenha do dia, com as cabras mantidas em estação com auxílio de um brete de contenção.

3.3.1 Escores visuais do úbere

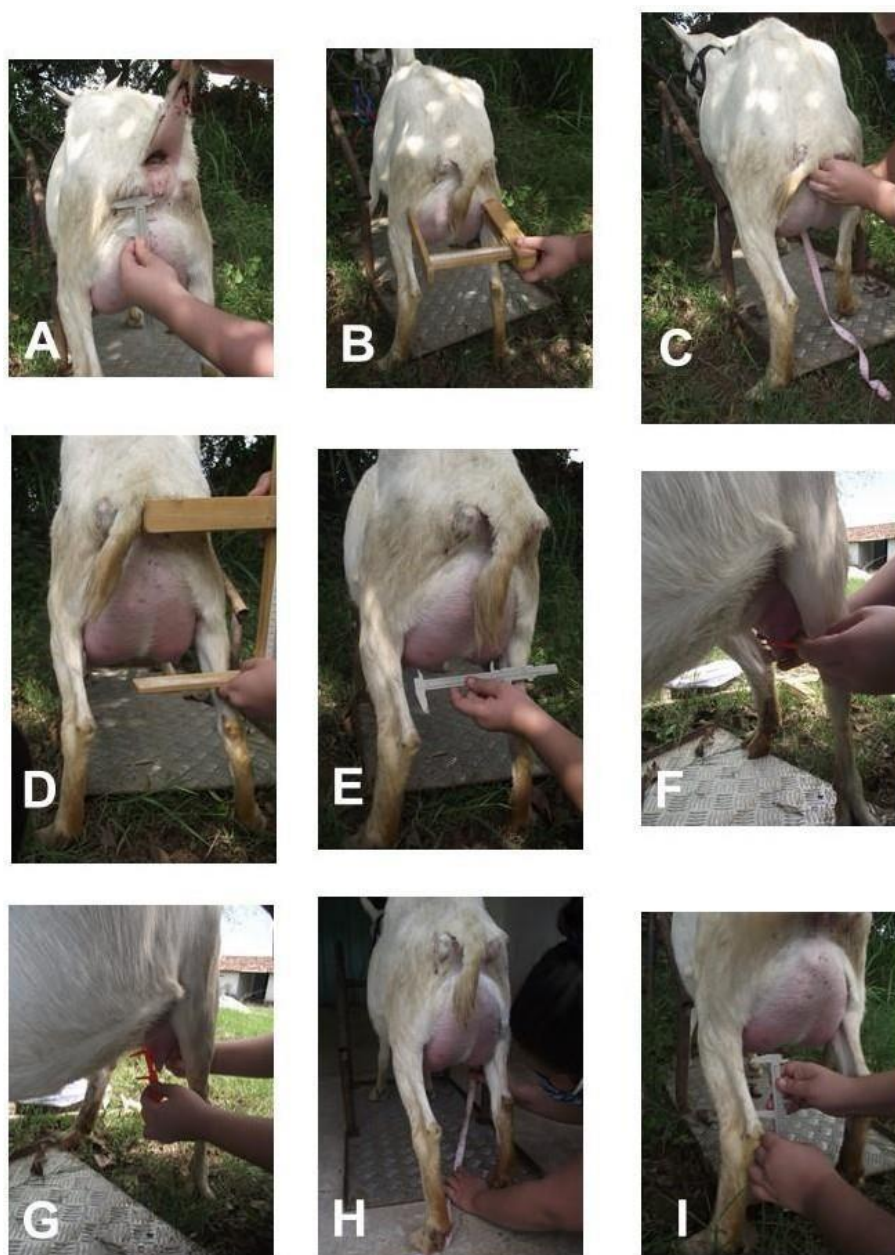
A análise de escores visuais foi feita por um avaliador e desenvolvida em relação a oito características individuais do úbere, sendo estas: Inserção Cranial (IC), Arco Caudal (ARC), Altura caudal (ALC), Ligamento Medial Suspensório (LMS), Profundidade (PR), Posição dos Tetos (PT), Diâmetro dos Tetos (DT), Porção Caudal (PC). Cada característica recebeu uma nota de 1 a 50 segundo as orientações do manual da Associação Americana de Caprinos Leiteiros (ASTIZ *et al.* 2009; ADGA, 2019) (Figura 3).

3.3.2 Morfometrias do úbere auxiliada por ferramentas

As dez biometrias auxiliadas por ferramentas foram mensuradas em centímetros com auxílios de fita métrica, régua antropométrica e paquímetro estando as cabras contidas em um brete de contenção (Tabela 1) (Figura 5). A fita métrica foi utilizada para aferir os valores do Perímetro Equatorial; Comprimento Medial e Distância do Teto ao Solo. Com a régua antropométrica foi mensurada a Largura do úbere. Já o paquímetro, foi usado para coletar a Altura Cranial; Profundidade do Teto (realizada apenas do lado esquerdo); Distância entre Tetos; Largura do Teto Esquerdo e Direito; Comprimento do Teto Direito e Esquerdo; Úbere ao Jarrete (GALVÃO, 2016; PERIS; CAJA; SUCH, 1999).

Tabela 1. Mensurações do úbere obtidas em centímetros por ferramentas em cabras Saanen.

Mensurações	Descrição
Altura Caudal (AC)	Da vulva a inserção caudal do úbere
Largura (LU)	Região central do úbere
Perímetro Equatorial (PE)	Perímetro na porção média do úbere
Comprimento Medial (CM)	Da inserção cranial a caudal, medialmente.
Profundidade do Teto (PTE)	Da inserção do úbere sem o teto até sua extremidade.
Distância Entre Tetos (DET)	Distância entre as extremidades dos tetos
Largura dos Tetos (LTE e LTD)	Região central de cada teto
Comprimento do Teto (CTE e CTD)	Da inserção a extremidade do teto
Distância do Teto ao Solo (DTS)	Do final do teto até o chão
Úbere ao Jarrete (UJ)	Da inserção do teto até a altura do jarrete



Legenda: A) Altura Cranial (AC): da vulva a inserção caudal do úbere; B) Largura do úbere (LU): realizada na região central do úbere com régua antropométrica; C) Comprimento Medial (CM): feito com fita métrica posicionada sobre toda a extensão do ligamento medial do úbere; D) Profundidade do Teto Esquerdo (PTE): da inserção do úbere até a altura da extremidade do teto esquerdo; E) Distância Entre Tetos (DET): mensurada entre as bordas mediais dos tetos. F) Largura dos Tetos (LTE e LTD): medindo a região central de cada teto; G) Comprimento dos Tetos (CTE e CTD): da inserção a extremidade do teto; H) Distância do Teto ao Solo (DTS): da extremidade do teto ao solo; I) Úbere ao Jarrete (UJ): da inserção do teto até a altura do jarrete.

Figura 5. Mensurações do úbere obtidas por ferramentas em cabras Saanen.

3.3.3 Análises do úbere por imagem digitalizada

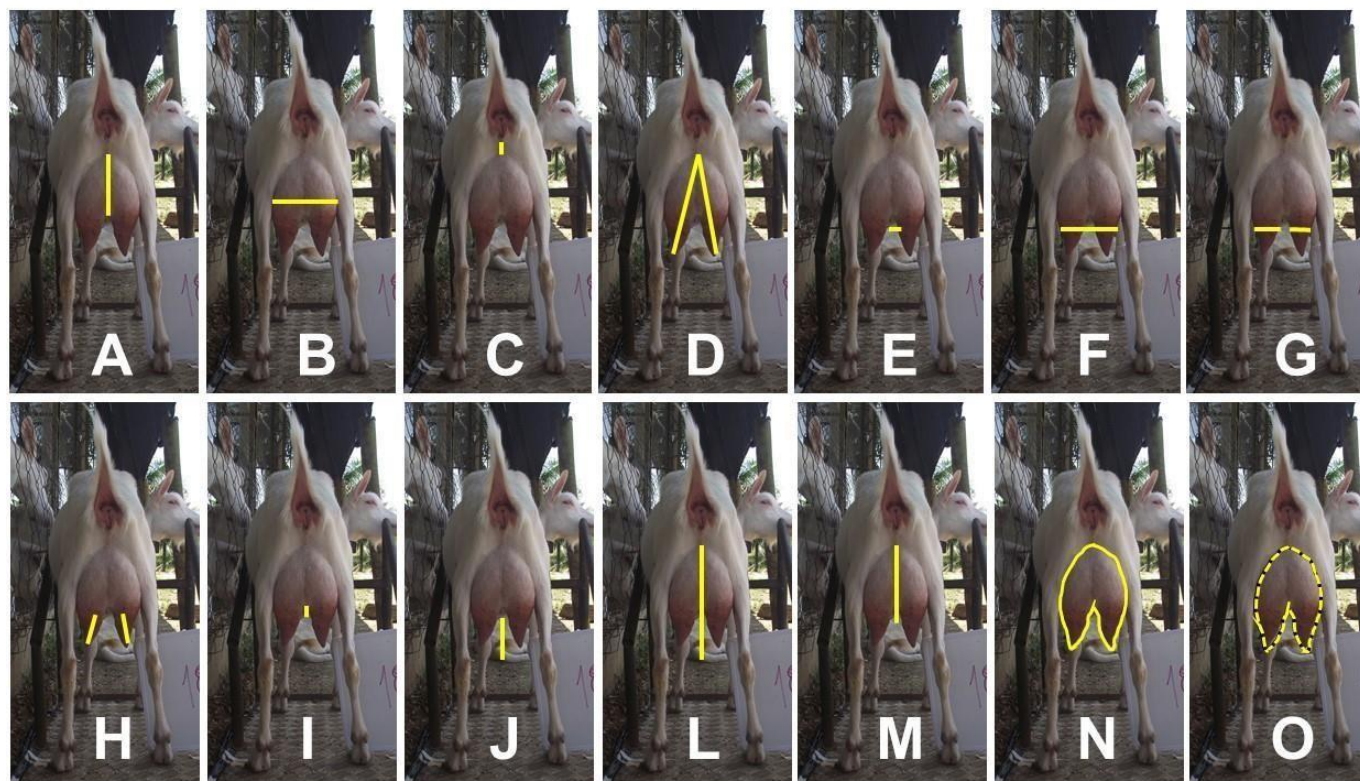
A metodologia desenvolvida para a avaliação do úbere por meio de imagem digital foi adaptada com base nos estudos de Ozkaya (2014) e Sadeghi *et al.* (2016). As fotos foram obtidas com uma máquina fotográfica digital modelo FinePix S1800®. As cabras foram contidas com o auxílio de um brete de contenção para restringir o movimento e facilitar a obtenção da imagem da glândula mamária em vista caudal. Desta forma, a câmera foi posicionada a 48 cm do solo e distante 1 metro do tronco de contenção. Foi utilizada uma referência de 50 cm de altura ao lado da cabra, marcada na régua antropométrica. Esta serviu como referência durante a mensuração do úbere por meio do programa computacional ImageJ®. Para identificar cada cabra avaliada era posicionado no campo da foto um quadro branco com seu número de identificação (Figura 6). As imagens obtidas possuíam 4.000 x 3.000 pixels e foram salvas em formato .tiff para serem analisadas pelo software ImageJ®. Foram realizadas dezoito mensurações por meio das imagens digitalizadas (Tabela 2) (Figura 7).



Figura 6. Obtenção das imagens digitais do úbere em vista caudal de cabras Saanen.

Tabela 2. Mensurações do úbere em centímetros obtidas por imagens digitais em vista caudal em cabras Saanen.

Mensurações	Descrição
Profundidade do Úbere (PUD)	Da inserção caudal até a porção ventral do ligamento medial
Profundidade Ventral do Úbere (PVU)	Da inserção caudal até a altura de inserção dos tetos
Largura do Úbere (LUD)	Entre as extremidades esquerda e direita do úbere
Distância entre a Vulva e a Inserção Caudal do Úbere (DVIC)	Da porção ventral da vulva até inserção caudal
Distância entre a Inserção Caudal e a Ponta do Teto Esquerdo (ICPTE)	Da inserção caudal até a ponta do teto direito
Distância entre a Inserção Caudal e a Ponta do Teto Direito (ICPTD)	Da inserção caudal até a ponta do teto direito
Distância Interna entre Tetos (DITD)	Entre os pontos mediais das bases dos tetos esquerdo e direito
Distância Externa entre Tetos (DETD)	Entre os pontos laterais das bases dos tetos esquerdo e direito
Largura do Teto Esquerdo (LTED)	Largura da base do teto esquerdo
Largura do Teto Direito (LTDD)	Largura da base do teto direito
Comprimento do Teto Esquerdo (CTED)	Da inserção a extremidade do teto esquerdo
Comprimento do Teto Direito (CTDD)	Da inserção a extremidade do teto direito
Profundidade Ventral do Ligamento Medial (PVLM)	Da porção ventral do ligamento medial a altura ventral do úbere
Distância da Porção Ventral do Úbere ao Jarrete (PVUJ)	Da porção ventral do úbere até a altura do jarrete
Distância da Inserção do Úbere ao Jarrete (ICUJ)	Da inserção caudal até a altura do jarrete
Ângulo entre a Inserção Caudal do Úbere e os Tetos (AICT)	Encontro de uma linha partindo da inserção do arco caudal para cada lado, medindo o ângulo formado os tetos
Área Livre do Úbere (ALU)	Área do úbere por contorno livre
Área Poligonal do Úbere (APU)	Área do úbere por contorno poligonal



Legenda: A) Profundidade do Úbere (PUD); B) Largura do Úbere (LUD); C) Distância entre a Vulva e a Inserção Caudal do Úbere (DVIC); D) Distância entre a Inserção Caudal e a Ponta dos Tetos Esquerdo (ICPTE) e Direito (ICPTD) e Ângulo entre a Inserção Caudal do Úbere e os Tetos (AICT); E) Distância Interna entre Tetos (DITD); F) Distância Externa entre Tetos (DETD); G) Larguras dos Tetos Esquerdo (LTED) e Direito (LTDD); H) Comprimentos dos Tetos Esquerdo (CTED) e Direito (CTDD); I) Profundidade Ventral do Ligamento Medial (PVLMM); J) Distância da Porção Ventral do Úbere ao Jarrete (PVUJ); L) Distância da Inserção do Úbere ao Jarrete (ICUJ); M) Profundidade Ventral do Úbere (PVU); N) Área Livre do Úbere (ALU); O) Área Poligonal do Úbere (APU).

Figura 7. Mensurações do úbere obtidas por análise de imagens digitais em cabras Saanen.

Para calibração do software ImageJ® foi seguida a recomendação do desenvolvedor. Em resumo, foi traçada, com a ferramenta “straight”, uma linha reta sobre a referência de 50 cm presente na imagem. Posteriormente, foi utilizada a ferramenta “Set Scale” e atribuído o valor de 50 no item “Known distance” e a unidade de cm no item “Unit of length”. Este procedimento foi padronizado em todas as análises das imagens. Em seguida, as ferramentas utilizadas no software ImageJ® foram “Straight”, para obtenção de medidas lineares retas da Profundidade do Úbere (PUD); Largura do Úbere (LUD); Distância entre a Vulva e a Inserção Caudal do Úbere (DVIC); Distância entre a Inserção Caudal e a Ponta dos Tetos Esquerdo (ICPTED) e Direito (ICPTD); Distância Interna entre Tetos (DITD); Distância Externa entre Tetos (DETD); Larguras dos Tetos Esquerdo (LTED) e Direito (LTDD); Comprimento dos Tetos Esquerdo (CTED) e Direito (CTDD); Profundidade Ventral do Ligamento Medial (PVLMD); Distância entre a Porção Ventral do Úbere ao Jarrete (PVUJ); Distância da Inserção do Úbere ao Jarrete (ICUJ); Profundidade Ventral do Úbere (PVU). Em seguida, foi utilizada a ferramenta “Angle tool” para mensurar o parâmetro Ângulo da Inserção Caudal aos Tetos (AICT). Por fim, foram utilizadas as ferramentas “Freehand selection” para delimitar a Área Livre do Úbere (ALU) e “Polygon selections” (APU) para delimitação da Área Poligonal do Úbere. Durante a análise das imagens digitais, apenas úberes e tetos com até 5% de sobreposição pelas pernas da cabra foram considerados.

3.4 Mensuração da Produção de Leite

A mensuração da produção de leite foi avaliada individualmente por meio de amostrador graduado Trut-test® para caprinos. Todos os animais foram submetidos a duas ordenhas mecânicas diárias iniciadas nos horários de 6:00 e 17:00. Foram realizados cinco controles leiteiros das cabras na propriedade SQA, e vinte controles leiteiros na propriedade UFV.

3.5 Análise Estatística

Os dados das mensurações foram organizados em planilhas do Excel® para serem submetidos a análise estatística no software R®. Os dados foram expressos como médias \pm desvio padrão. A produção de leite foi padronizada para 305 dias (CASTAÑEDA-BUSTOS *et al.*, 2017). Posteriormente, os dados relacionados aos escores visuais foram correlacionados as outras mensurações e a produção de leite por meio da Correlação de Spearman. As mensurações morfométricas por ferramentas e as obtidas por imagens digitais do úbere foram correlacionadas entre si e com a produção de leite das cabras por meio da correlação de Pearson. As variáveis das mensurações por ferramentas e das obtidas por imagens digitais que possuíram correlações significativas ($p < 0,05$) com a produção de leite foram utilizadas para composição de modelos de equação linear para predição da produção leiteira, respectivamente. A qualidade do ajuste do modelo foi avaliada por meio do coeficiente de determinação (r). Já o p -valor representou um teste de hipótese unilateral da significância das correlações ($p < 0,05$).

Posteriormente, foram utilizadas duas abordagens, A primeira ferramenta consistiu na análise linear, a qual analisa as variáveis e seleciona as mais significativas para a elaboração de uma equação de predição focada nos componentes mais importantes das correlações avaliadas (VALSALAN; SADAN; VENKETACHALAPATHY, 2020; TEDESCHI, 2006).

Para seleção das equações aplicou-se a Lei da Parcimônia, buscando modelos simples e eficientes na predição (CAMARGO *et al.*, 2015). Em seguida, utilizou-se uma metodologia multivariada, a Análise de Componentes Principais (ACP). Para a ACP foi considerado como critério de seleção dos componentes principais aqueles que em conjunto explicassem um percentual mínimo de 80% da variância dos dados (MORRISON, 1976; JOHNSON e WICHERN, 1998).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características morfológicas são fundamentais para a produção de cabras leiteiras devido as suas associações com fenótipos de interesse econômico (LUIGI-SIERRA *et al.*, 2020). O objetivo deste estudo foi avaliar a biometria do úbere de cabras por escores visuais, ferramentas e análise digital e suas associações com a produção de leite em cabras Saanen. Os resultados obtidos com os escores visuais do úbere de cabras Saanen estão organizadas na Tabela 3.

Tabela 3. Média e desvio padrão dos escores visuais (pontuação de 1- 50) do úbere em cabras Saanen.

Avaliações visuais (1-50)	Média \pm DP
Inserção Cranial (IC)	22,30 \pm 8,19
Diâmetro dos Tetos (DT)	25,34 \pm 5,33
Posição dos Tetos (PT)	19,74 \pm 5,03
Profundidade do Úbere (PR)	23,99 \pm 7,11
Ligamento Medial Suspensório (LMS)	18,82 \pm 5,98
Altura Caudal (ALC)	23,04 \pm 7,54
Arco Caudal (ARC)	22,50 \pm 4,83
Porção Caudal (PC)	22,70 \pm 6,19

Ressalta-se que as avaliações por escore visuais realizadas no presente estudo foram similares aos resultados observados por Valencia-Posadas *et al.* (2017) em cabras leiteiras, exceto para Profundidade e Altura Caudal do Úbere, as quais foram inferiores em torno de 23% e 35%, respectivamente. Adicionalmente, Cornale *et al.* (2014) demonstraram a relevância das avaliações de escore visuais de úbere para profundidade, estrutura ligamentar e conformação das tetas em cabras italianas da raça Fiurinà.

Vale ressaltar que Ferreira *et al.* (2014) avaliando 1243 cabras da raça Saanen criadas no Brasil observaram coeficientes de variação com relação a biometrias corporais variando de 6,42 a 25,09% e, este constatou que os julgamentos visuais da Inserção Cranial do úbere e das características dos tetos apresentavam coeficiente de variação superiores a 20%. Características com coeficientes de variação elevados e relacionadas a produção leiteira podem ser interessantes na composição de critérios de seleção.

A produção de leite média para as cabras Saanen avaliadas foi de 576,07 \pm 270,3 litros/cabra/lactação. Os dados relacionados aos escores visuais, mensurações morfométricas auxiliadas por ferramentas e mensurações realizadas por meio da análise de imagens digitais do úbere foram avaliados quanto a correlação linear com a produção de leite das cabras.

A Tabela 4 apresenta as correlações entre as análises visuais do úbere com a produção de leite de cabras Saanen. As correlações positivas e significativas foram observadas para as variáveis Inserção Cranial (IC) (0,42, $p=0,01$) e diâmetro dos tetos (0,36, $p=0,03$), ($p < 0,05$).

Adicionalmente, a única correlação negativa significativa observada foi relativa à Profundidade do Úbere (PR) (-0,38, $p=0,02$). Vale ressaltar que as notas crescentes de 1 a 50 relativas a Inserção Cranial (IC) e Profundidade (PR) expressam úberes com maior área de inserção e menor profundidade, respectivamente. Neste contexto, cabe ressaltar que úberes profundos até a linha do jarrete e bem inseridos são associados a fêmeas superiores quanto a produção leiteira (ADGA, 2019). Corroborando os achados do presente estudo, McLaren *et al.* (2016) também identificaram correlação positiva entre o diâmetro dos tetos e a produção leiteira em cabras.

Tabela 4. Correlações de Spearman dos escores visuais do úbere com a produção de leite em cabras Saanen.

Escores visuais	PL305	valor de p
Inserção Cranial (IC)	0,42*	0,01
Diâmetro dos Tetos (DT)	0,36*	0,03
Posição dos Tetos (PT)	-0,18	0,28
Profundidade do Úbere (PR)	-0,38*	0,02
Ligamento Medial Suspensório (LMS)	-0,04	0,80
Altura Caudal (ALC)	0,32	0,05
Arco Caudal (ARC)	-0,14	0,41
Porção Caudal (PC)	-0,14	0,41

Legenda: * representam correlações significativas ($p<0,05$).

Ferreira *et al.* (2014) encontraram efeito significativo do escore do úbere visual com a produção de leite. Os autores ressaltam que a seleção de fêmeas superiores quanto as estruturas ligamentares de inserção e sustentação da glândula mamária, como os relacionados a Altura Caudal, promovem maior longevidade de produção nos rebanhos caprinos leiteiros. Nesse contexto, Haenlein e Abdellatif (2004) destacam que a seleção de cabras com úberes possuindo características desejáveis para sua longevidade e vida produtiva, como as relacionadas a Profundidade e Altura Caudal, promoverão progresso produtivo e genético nos rebanhos. Assim, úberes profundos possuem maior volume e, consequentemente, maior capacidade de produção de leite. Entretanto, necessitam de uma inserção ampla e estrutura ligamentar adequada para se manterem acima da linha do jarrete. Adicionalmente, Valencia-Posadas *et al.* (2017) também observaram correlação significativa entre produção de leite e profundidade do úbere.

Os dados relacionados as mensurações do úbere obtidas com auxílio de ferramentas estão organizadas na Tabela 5. Estes estão semelhantes aos resultados de outros estudos biométricos com o úbere de cabras Saanen e Murciana (PERIS; CAJA; SUCH, 1999). A Profundidade do Teto (PTE) foi similar aos resultados obtidos no estudo de Torres *et al.* (2013) avaliando as raças caprinas leiteiras Majonera, Tineferña e Palmera.

Tabela 5. Média e desvio padrão das mensurações em centímetros do úbere obtidas por ferramentas em cabras Saanen.

Mensurações por ferramentas (cm)	Média ± DP
Altura Caudal (AC)	8,10 ± 1,76
Largura (LU)	15,71 ± 2,99
Perímetro Equatorial (PE)	54,73 ± 7,98
Comprimento Medial (CM)	37,26± 8,26
Profundidade do Teto (PTE)	20,66 ± 6,32
Distância Entre Tetos (DET)	10,57± 3,30
Largura do Teto Esquerdo (LTE)	3,35± 1,27
Largura do Teto Direito (LTD)	3,56± 1,64
Comprimento do Teto Esquerdo (CTE)	5,84± 1,37
Comprimento do Teto Direito (CTD)	6,04± 1,92
Distância do Teto ao Solo (DTS)	24,82 ± 3,54
Úbere ao Jarrete (UJ)	9,51 ± 5,65

Devido a subjetividade dos dados oriundos dos escores visuais, apenas os dados oriundos das mensurações do úbere obtidos com auxílio de ferramentas ou por meio de imagem digital foram submetidos a Análise de Componentes Principais (ACP). Esta abordagem trata-se de um método multivariado que permite a transformação de um conjunto de características originais correlacionadas em um novo conjunto de características não correlacionadas com dimensão equivalente (RIBEIRO *et al.*, 2018). Em estudos morfológicos em animais, análises multivariadas são opções alternativas eficientes reduzir um conjunto de variáveis a serem priorizadas (RAMOS *et al.*, 2019).

A ACP de mensurações morfométricas obtidas por ferramentas do úbere de cabras Saanen estão organizados na Tabela 6. Os componentes principais são ordenados quanto a importância explicativa da variância dos dados. Desta forma, os quatro primeiros componentes principais foram capazes de explicar mais de 80% desta variância e, também, possuíram o auto valor superior a 1. A ACP reduziu as doze variáveis morfométricas obtidas por ferramentas para quatro componentes principais ou variáveis virtuais.

Tabela 6. Análise de Componentes Principais de mensurações do úbere obtidas por ferramentas em cabras Saanen.

Variáveis	CPF1	CPF2	CPF3	CPF4
AC	-0,10	0,17	-0,18	0,69
LU	-0,37	-0,32	-0,27	-0,13
PE	-0,25	0,24	-0,41	-0,29
CM	-0,24	0,42	-0,30	0,11
PTE	-0,33	0,01	-0,12	0,31
DET	-0,28	-0,21	-0,41	-0,24
LTE	-0,38	-0,16	0,38	0,09
LTD	-0,36	-0,19	0,37	0,10
CTE	-0,18	0,32	0,23	-0,44
CTD	-0,29	0,35	0,32	-0,16
DTS	0,33	-0,26	-0,12	-0,14
UJ	0,25	0,48	-0,001	0,004
Autovalor	3,76	2,51	2,09	1,37
% da variância	31,30	20,91	17,48	11,42
% da variância acumulada	31,30	52,21	69,69	81,12

Legenda: CPF: Componente Principal de mensurações do úbere obtidas por ferramentas. Altura Caudal (AC); Largura (LU); Perímetro Equatorial (PE); Comprimento Medial (CM); Profundidade do Teto (PTE); Distância Entre Tetos (DET); Largura dos Tetos (LT); Comprimento do Teto (CT); Distância do Teto ao Solo (DTS); Úbere ao Jarrete (UJ);

O primeiro componente principal das mensurações do úbere obtidas por ferramentas (CPF1) explicou 31,3% da variância dos dados e, apresentou as Larguras dos Tetos Esquerdo (LTE) e Direito (LTD) e a Largura do Úbere (LU) como as variáveis de maior carga -0,38, -0,36 e -0,37, respectivamente. Em seguida no CPF2, a distância do Úbere ao Jarrete (UJ) foi uma variável de alta relevância, apresentando a maior carga 0,48, seguida pelo Comprimento Médio (CM) com carga de 0,42. O que demonstra a importância da Profundidade de dados amostrais vinculados a avaliações de úberes caprinos.

O CPF3 demonstrou a relevância das dimensões do teto na avaliação do úbere, pois as variáveis de maiores cargas foram relacionadas ao Perímetro Equatorial (PE) (-0,41), Distância entre Tetos (DET) (-0,41) e, novamente as Larguras dos Tetos Esquerdo (LTE) (0,38) e Direito (LTD) (0,37). A relevância morfológica dos tetos nas avaliações biométricas do úbere também é comumente considerada em programas de melhoramento genéticos de caprinos leiteiros (WIGGANS; HUBBARD, 2001). Por fim, o CPF4 foi mais influenciado pela Altura Caudal do Úbere (AC) (0,69). Esta característica se relaciona a Inserção Caudal do úbere e a Porção Caudal do morfotipo leiteiro em caprinos (PERIS; CAJA; SUCH, 1999; GALVÃO, 2006; TEISSIER *et al.*, 2020). A Tabela 7 foi organizada

com as correlações entre os parâmetros morfométricos obtidos com auxílio de ferramentas, respectivamente. Foram observadas correlações negativas com relação ao diâmetro e comprimentos dos tetos com a distância dos tetos ao solo ($p < 0,05$). Assim, animais com tetos maiores apresentavam estes mais próximos do solo, podendo estar mais sujeitos a infecções de origem ambiental.

Tabela 7. Correlações entre as mensurações do úbere obtidas por ferramentas com a produção de leite em cabras Saanen.

	AC	LU	PE	CM	PTE	DET	LTE	LTD	CTE	CTD	DTS	UJ
AC	1,00	-0,01	0,09	0,44*	0,36	-0,004	0,02	0,04	-0,19	0,03	-0,25	0,09
LU		1,00	0,45	0,11	0,48*	0,77*	0,39*	0,42*	-0,04	-0,03	-0,11	-0,72*
PE			1,00	0,67*	0,18	0,55*	-0,06	-0,05	0,23	0,26	-0,31	0,12
CM				1,00	0,38*	0,23	-0,01	-0,12	0,27	0,36*	-0,49*	0,22
PTE					1,00	0,27	0,32	0,27	0,11	0,23	-0,31	-0,26
DET						1,00	0,13	0,15	-0,03	-0,09	-0,09	-0,48*
DTE							1,00	0,92	0,22	0,43*	-0,45*	-0,46*
DTD								1,00	0,11	0,46*	-0,39*	-0,49*
CTE									1,00	0,68*	-0,29	0,15
CTD										1,00	-0,56*	0,13
DTS											1,00	0,04
UJ												1,00

Legenda: Altura Caudal (AC); Largura (LU); Perímetro Equatorial (PE); Comprimento Medial (CM); Profundidade do Teto (PTE); Distância Entre Tetos (DET); Largura do Teto Esquerdo (LTE) e Direito (LTD); Comprimento do Teto Esquerdo (CTE) e Direito (CTD); Distância do Teto ao Solo (DTS); Úbere ao Jarrete (UJ); valores em negrito com * representam correlações significativas ($p < 0,05$).

Os animais superiores quanto ao tipo leiteiro, com menos musculosidade no trem posterior e, conseqüentemente, com superior inserção caudal do úbere, representada pela Altura Caudal (AC), apresentaram úberes mais volumosos, com correlações positivas relacionadas ao Comprimento Medial (CM) (0,44) e à Profundidade do Teto (PTE) (0,36) ($p < 0,05$). Neste contexto, Casu, Pernazza e Carta (2006) estudando ovelhas leiteiras observaram que a inserção do úbere e sua profundidade se correlacionavam, de forma que úberes melhor inseridos não apresentavam pendulosidade excessiva.

Na presente dissertação, animais com úberes mais profundos (PTE) apresentaram os mesmos significativamente mais largos (LU) (0,48) ($p < 0,05$). Entretanto, o maior valor de coeficiente de correlação linear (r) positivo entre mensurações morfométricas obtidas por ferramentas ocorreu entre a característica de Largura (LU) e a Distância Entre os Tetos (DET) (0,77). Assim, úberes largos e volumosos possuem uma maior distância entre os tetos. Neste contexto, Galvão (2016) avaliando o úbere de cabras Saanen considerou que os excessivamente largos afetavam negativamente o posicionamento e a distância entre os tetos

dos animais. Além disso, a autora destaca que caprinos leiteiros devem apresentar tetos posicionados verticalmente ao solo e comprimento intermediário, para elevar sua funcionalidade. Ressalta-se que a distância entre os tetos é uma morfometria passível de ser mensurada em fêmeas pré-púberes e talvez possa ser utilizada como critério de seleção precoce de matrizes caprinas leiteiras.

Adverte-se que a opção exclusiva de uma característica correlacionada com a produção de leite, que por ventura não esteja correlacionada com outras características de interesse é um risco para a ineficiência de processos de seleção (VALENCIA e MONTALDO, 2005). Desta forma, são necessários estudos que determinem a correlação fenotípica e genética entre características de interesse. Visto que muitas das características biométricas em animais não são independentes, mas sim correlacionadas positiva ou negativamente, devido à ação pleiotrópica entre os genes. De tal modo que correlações de variáveis de interesse zootécnico são de interesse para o desenvolvimento da produção animal porque quando consideradas para seleção promoverão mudanças em outros caracteres (FALCONER, 1996).

A Tabela 8, traz os coeficientes de correlação entre as variáveis das mensurações morfométricas auxiliadas por ferramentas com a produção de leite. No presente estudo, foram observadas correlações positivas e significativas relativas à Altura Caudal (AC) (0,37), ao Perímetro Equatorial (PE) (0,51) e ao Comprimento Medial (CM) (0,62) com a produção de leite ($p < 0,05$).

Tabela 8. Correlações das mensurações do úbere obtidas por ferramentas com a produção de leite em cabras Saanen.

Mensurações	Pearson	valor de p
Altura Caudal (AC)	0,37*	0,02
Largura (LU)	0,03	0,85
Perímetro Equatorial (PE)	0,51*	0,001
Comprimento Medial (CM)	0,62*	0,001
Profundidade do Teto (PTE)	0,03	0,84
Distância Entre Tetos (DET)	0,18	0,28
Largura do Teto Esquerdo (LTE)	-0,04	0,81
Largura do Teto Direito (LTD)	-0,09	0,59
Comprimento do Teto Esquerdo (CTE)	0,21	0,20
Comprimento do Teto Direito (CTD)	0,24	0,15
Distância do Teto ao Solo (DTS)	-0,43*	0,01
Úbere ao Jarrete (UJ)	0,08	0,62

Legenda: valores em negrito com* representam correlações significativas ($p < 0,05$).

Pereiro (2008), revisando sobre a associação de medidas biométricas relacionadas ao úbere com a produção de leite em cabras, também, destacou a correlação da Altura Caudal com a produção leiteira em cabras. Na presente dissertação, a Altura Caudal (AC) se demonstrou uma característica, que tanto avaliada visualmente ou com auxílio de ferramentas métricas, apresentou associação com a produção leiteira em cabras ($p < 0,05$). Contudo, Altura Caudal (AC) avaliada por paquímetro apresentou uma correlação positiva com a produção leiteira, ou seja, quanto maior a Distância da Vulva a Inserção Caudal do úbere maior produção de leite. A hipótese considerada para explicar esta observação seria que cabras maiores possuem maiores valores para Altura Caudal e, também úberes mais volumosos. Corroborando esta possibilidade observamos uma correlação positiva entre a Altura Caudal e biometrias relacionadas ao volume do úbere como o Comprimento Medial (0,44) e Profundidade do Teto (0,36) ($p < 0,05$) (Tabela 7).

Montaldo e Martínez-Lozano (1993) também demonstraram correlações significativas entre o perímetro do úbere não apenas com a produção leite (0,81), como também, com sua qualidade microbiológica pelo California Mastite Teste (CMT) (-0,33) em cabras leiteiras. De forma semelhante a este estudo, na presente dissertação, além do Perímetro Equatorial, outra variável relativa ao volume do úbere – o Comprimento Medial (CM) - também apresentou correlação positiva com a produção de leite ($p < 0,05$).

Embora a Profundidade dos Tetos (PTE) não tenha apresentado associação linear significativa com a produção de leite ($p > 0,05$), a biometria distância do teto ao solo (DTS) apresentou correlação negativa e significativa (-0,43) com a produção de leite ($p < 0,05$). Esta mensuração por ferramenta – a Distância do Teto ao Solo (DTS) – tem relação com a Profundidade do úbere (PR) avaliada visualmente, já que quanto mais profundo, mais próximo do solo o úbere está. Assim, demonstra-se que a proximidade do úbere ao solo é uma das principais características no biotipo de cabras leiteiras, tanta na avaliação visual ou por ferramentas ($p < 0,05$). Corroborando resultados do presente estudo, Mavrogenis *et al.* (1989) e Capote *et al.* (2006) também constataram que a distância da glândula ao solo e profundidade do úbere apresentaram correlação negativa com a produção de leite em cabras leiteiras. Neste contexto, já foi observado que úberes com profundidade excessiva apresentam valores de células somáticas elevados em ovelhas (CASU *et al.*, 2010) e cabras (RUPP *et al.*, 2011) leiteiras, podendo indicar maior susceptibilidade a mastite. Desta forma, úberes volumosos e com profundidade acima da altura do jarrete tendem a ser os mais favoráveis, aumentando a longevidade das fêmeas no rebanho (GALVÃO, 2006).

As mensurações realizadas com auxílio de ferramentas relacionadas ao posicionamento (DET), Largura (LTE e LTD) e Comprimento (CTD e CTE) dos tetos não apresentaram associação com a produção do leite ($p > 0,05$). Neste contexto, Peris, Caja e Such (1999) avaliando cabras Murciano-Granadina também não observaram correlação de biometrias do teto com a produção do leite, entretanto, observaram com o fluxo de leite durante a ordenha. Porém, em vacas, Rogers e Spencer (1991) observaram correlações baixas do comprimento e largura dos tetos com a produção do leite e fixação das teteiras na ordenhadeira mecânica.

Rupp *et al.* (2011) avaliando tetos de cabras Saanen e Alpina observaram uma correlação genética positiva e significativa entre o comprimento e largura dos tetos com a Contagem de Células Somáticas, indicando menor qualidade microbiológica em fêmeas de tetos grandes. Recentemente, foi demonstrada uma correlação genética entre a morfometria do teto e a ocorrência de distúrbios do úbere, como gotejamento de leite em cabras Saanen e Alpinas de alta produção (BIFFANI *et al.*, 2020). Desta forma, a biometria dos tetos deve ser considerada em programas de seleção de cabras leiteiras para a promoção de fêmeas menos

susceptíveis a mastite.

As mensurações do úbere também foram analisadas quanto ao seu poder preditivo para produção de leite por meio de equações de predição. Estas equações são normalmente utilizadas para informações de potenciais de desempenho, que quando aplicados à produção leiteira podem ser consideradas as medidas morfométricas do úbere (COSTA *et al.*, 2020). No presente estudo, não foram utilizados dados oriundos dos escores visuais para composição dessas equações preditivas devido a subjetividade desta avaliação.

As variáveis das mensurações morfométricas obtidas por ferramentas que apresentaram correlações significativas ($p < 0,05$) com a produção de leite selecionadas para composição de modelos de equações lineares para predição da produção de leite em cabras Saanen foram: Altura Cranial (AC), Perímetro Equatorial (PE), Comprimento Medial (CM) e Distância do Teto ao Solo (DTS) (Tabela 8). Demonstrando que no geral além de volume da glândula mamária, associado ao Perímetro Equatorial (PE) e Comprimento Medial (CM), cabras de produção leiteira superior devem apresentar uma garupa e pernil descarnados com úberes fortemente inseridos, representados pela altura caudal e, pendulosidade reduzida, relacionada a distância do teto ao solo.

Entre os modelos lineares identificados, o primeiro contém todas as variáveis obtidas por ferramentas que possuíam correlação significativa com a produção de leite (Tabela 9). Este primeiro e mais complexo modelo obteve um coeficiente de determinação de 39%. Em seguida, considerando a lei da parcimônia (CAMARGO *et al.*, 2015), estão ilustrados modelos mais simples, ou seja, com menor número de variáveis. Desta forma, o quarto modelo proposto apresentou apenas o Comprimento Medial (CM), o qual possui a maior correlação positiva com a produção de leite (0,62) ($p < 0,05$). Este modelo apresentou apenas uma redução inferior a 2% no coeficiente de determinação em relação ao primeiro modelo que continha quatro variáveis. Assim, cabras para secretarem leite em grandes quantidades necessitam de glândulas mamárias volumosas.

Tabela 9. Modelos de predição da produção de leite em função de mensurações do úbere obtidas por ferramentas em cabras Saanen.

Modelo	Equação	R ² ajustado
1	$y = -137,94 + 26,07*AC + 8,349*PE + 10,07*CM - 13,20*DTS$	0,39
2	$y = -576,23 + 26,92*AC + 8,25*PE + 12,94*CM$	0,38
3	$y = -390,51 + 5,94*AC + 17,30*CM$	0,37
4	$y = -261,60 + 21,32*CM$	0,37

Legenda: Altura Caudal (AC), Perímetro Equatorial (PE), Comprimento Medial (CM) e Distância do Teto ao Solo (DTS), y: produção de leite. Todas as equações apresentaram valores de $p < 0,001$.

Os dados obtidos nas imagens do úbere em vista caudal das cabras Saanen obtidos no presente estudo estão organizados na Tabela 10. Os valores das dezoito variáveis listadas são passíveis de diferenças quando comparados as medidas diretas obtidas por ferramentas já que são mensurações indiretas com base em uma referência de 50 cm mantida ao lado do úbere.

Os autores ainda ressaltam que durante a aquisição das imagens o úbere é passível de sombreamento parcial pelas pernas traseiras. Contudo, estas observações supracitadas foram previstas e permitidas já que o projeto previa mensurações indiretas do úbere por meios de contenção e aquisição de imagem digital simples e práticos (Figura 6).

Tabela 10. Média e desvio padrão das mensurações do úbere em centímetros obtidas por imagens digitais em cabras Saanen.

Mensurações do úbere por imagem digitalizada	Média \pm DP
Profundidade do Úbere (PUD)	18,71 \pm 4,51
Profundidade Ventral do Úbere (PVT)	20,81 \pm 5,41
Largura do Úbere (LUD)	15,90 \pm 3,62
Distância da Vulva a Inserção Caudal do Úbere (DVIC)	6,34 \pm 2,91
Distância da Inserção Caudal à Ponta do Teto Esquerdo (ICPTE)	23,32 \pm 6,28
Distância da Inserção Caudal à Ponta do Teto Direito (ICPTD)	23,86 \pm 6,37
Distância Interna entre Tetos (DITD)	8,41 \pm 3,62
Distância Externa entre Tetos (DETD)	14,17 \pm 4,49
Largura do Teto Esquerdo (LTDE)	2,96 \pm 0,98
Largura do Teto Direito (LTDD)	3,07 \pm 0,83
Comprimento do Teto Esquerdo (CTED)	3,84 \pm 1,36
Comprimento do Teto Direito (CTDD)	3,96 \pm 1,53
Profundidade Ventral do Ligamento Medial (PVLM)	2,32 \pm 1,09
Distância da Porção Ventral do Úbere ao Jarrete (PVUJ)	5,07 \pm 2,84
Distância da Inserção do Úbere ao Jarrete (ICUJ)	25,45 \pm 3,99
Ângulo da Inserção Caudal do Úbere aos Tetos (AICT))	32,24 \pm 10,41
Área Livre do Úbere (ALU)	298,19 \pm 132,36
Área Poligonal do Úbere (APU)	299,32 \pm 136,41

Os resultados das Análises de Componentes Principais das mensurações do úbere obtidas por imagem digital estão organizados na Tabela 11. Os primeiros três componentes principais (CPD 1 a 3) explicaram 59,30, 16,83 e 8,14% da variância dos dados, respectivamente, e em conjunto 84,27% .

Tabela 11. Análise de Componentes Principais de mensurações do úbere obtidas por imagem digital em cabras Saanen.

Variáveis	CPD1	CPD2	CPD3	CPD4
PUD	0,29	0,07	0,05	-0,19
PVU	0,25	0,01	0,28	-0,30
LUD	0,28	0,20	-0,03	0,13
DVIC	0,19	-0,09	-0,06	-0,56
ICPTE	0,30	-0,05	-0,11	-0,09
ICPTD	0,30	-0,04	0,04	-0,13
DITD	0,17	0,45	0,09	0,04
DETD	0,26	0,24	-0,04	0,23
LTED	0,21	-0,32	-0,11	0,35
LTDD	0,25	-0,22	0,04	0,26
CTED	0,19	-0,35	0,13	0,22
CTDD	0,16	-0,36	0,31	0,16
PVLM	0,20	0,05	-0,48	0,24
PVUJ	-0,15	0,08	0,63	0,25
ICUJ	0,24	0,12	0,37	-0,10
AICT	0,00	0,49	0,04	0,28
ALU	0,30	0,07	-0,02	0,02
APU	0,30	0,10	-0,02	0,01
Autovalor	10,67	3,03	1,47	1,09
% da variância	59,30	16,83	8,14	6,08
% da variância acumulada	59,30	76,13	84,27	90,35

Legenda: Profundidade do Úbere (PUD); Profundidade Ventral do Úbere (PVU); Largura do Úbere (LUD); Distância entre a Vulva e a Inserção Caudal do Úbere (DVIC); Distância entre a Inserção Caudal e a Ponta do Teto Esquerdo (ICPTE); Distância entre a Inserção Caudal e a Ponta do Teto Direito (ICPTD); Distância Interna entre Tetos (DITD); Distância Externa entre Tetos (DETD); Largura do Teto Esquerdo (LTED); Largura do Teto Direito (LTDD); Comprimento do Teto Esquerdo (CTED); Comprimento do Teto Direito (CTDD); Profundidade Ventral do Ligamento Medial (PVLM); Distância entre a Porção Ventral do Úbere ao Jarrete (PVUJ); Distância da Inserção do Úbere ao Jarrete (ICUJ); Ângulo entre a Inserção Caudal do Úbere e os Tetos (AICT); Área Livre do Úbere (ALU); Área Poligonal do Úbere (APU).

Tabela 12. Correlações de Spearman dos escores visuais do úbere com as mensurações obtidas por imagem digitais em cabras Saanen.

	PUD	PVU	LUD	DVIC	ICPTE	ICPTD	DITD	DETD	LTED	LTDD	CTED	CTDD	PVLM	PVUJ	ICUJ	AICT	ALU	APU
IC	0,14	-0,03	0,18	-0,06	0,29	0,13	0,33*	0,29	0,24	0,31	-0,04	0,11	-0,12	-0,06	0,15	-0,17	0,12	0,13
DT	0,17	0,10	0,17	0,19	0,37*	0,24	-0,13	0,16	0,57*	0,58*	0,34	0,2	0,31	-0,22	0,10	-0,24	0,28	0,27
PT	-0,24	-0,17	-0,29	-0,12	-0,24	-0,25	-0,17	-0,39*	-0,03	-0,06	0,23	0,27	-0,27	0,43*	-0,08	-0,28	-0,29	-0,30
PR	-0,53*	-0,39*	-0,36*	-0,42*	-0,58*	-0,60*	-0,07	-0,28	-0,42*	-0,43*	-0,33	-0,14	-0,41*	0,58*	-0,22	0,24	-0,47*	-0,46*
LMS	-0,07	-0,1	-0,03	-0,25	-0,31	-0,24	0,01	-0,00	-0,40*	-0,25	-0,28	-0,21	-0,40*	0,37*	0,15	0,11	-0,15	-0,12
ALC	0,25	0,05	0,22	0,01	0,25	0,31	0,29	0,46*	0,12	0,50*	0,00	0,13	-0,06	-0,30	0,01	0,12	0,21	0,21
ARC	-0,00	-0,18	0,011	-0,18	0,05	0,08	-0,19	0,08	0,11	0,16	0,03	-0,02	0,09	-0,20	-0,14	-0,21	0,01	0,01
PC	-0,23	-0,31	-0,05	-0,32	-0,32	-0,39*	0,19	-0,21	-0,28	-0,24	-0,30	-0,18	-0,33*	0,30	-0,10	-0,06	-0,23	-0,22

Legenda: IC: Inserção Cranial, DT: Diâmetro dos Tetos; PT: Posição dos Tetos; PR: Profundidade, LMS: Ligamento Medial Suspensório; ALC: Altura Caudal; ARC: Arco Caudal, PC: Porção Caudal; Mensurações por meio de imagens digitalizadas: PUD: Profundidade do Úbere; PVU: Profundidade Ventral do Úbere; LUD: Largura do Úbere; DVIC: Distância entre a Vulva e a Inserção Caudal do Úbere; ICPTE: Distância entre a Inserção Caudal e a Ponta do Teto Esquerdo; ICPTD: Distância entre a Inserção Caudal e a Ponta do Teto Direito; DITD: Distância Interna entre Tetos; DETD: Distância Externa entre Tetos; LTED: Largura do Teto Esquerdo; LTDD: Largura do Teto Direito; CTED: Comprimento do Teto Esquerdo; CTDD: Comprimento do Teto Direito; PVLM: Profundidade Ventral do Ligamento Medial; PVUJ: Distância entre a Porção Ventral do Úbere ao Jarrete; ICUJ: Distância da Inserção do Úbere ao Jarrete; AICT: Ângulo entre a Inserção Caudal do Úbere e os Tetos; ALU: Área Livre do Úbere; APU: Área Poligonal do Úbere. valores em negrito com * representam correlações significativas ($p < 0,05$).

A única avaliação visual que não se correlacionou com as mensurações por via digital foi o Arco Caudal do úbere (ARC). A mensuração via digital mais similar ao Arco Caudal do Úbere (ACU) era a Distância entre a Vulva e a Inserção Caudal do Úbere (DVIC), porém, estas não apresentaram associação significativa ($p > 0,05$). Adicionalmente, também não foi observada correlação significativa entre a Altura Caudal do úbere (ALC) por escore visual e a Distância entre a Vulva e a Inserção Caudal do Úbere (DVIC) ($p > 0,05$) por meio digital. A explicação considerada para esta observação pode estar relacionada que a esta mensuração digital ser muito pequena em relação a medida referência de 50 cm utilizada como base para as análises das imagens digitalizadas. Talvez mensurações por via digital muito inferiores a medida de referência (50 cm) utilizada possuam baixa acurácia. Adicionalmente, diferença de menor grau entre os animais são difíceis de serem quantificadas em escores visuais.

Na Tabela 13, temos organizadas as correlações das mensurações do úbere obtidas por ferramentas com as obtidas por análise de imagem digital. A variável obtida por ferramentas que possuiu maior número de correlações significativas com variáveis digitais foi o Comprimento Medial (CM) ($p < 0,05$), com um total de 13 de 18 possíveis (72%). A variável DTS (Distância do Teto ao Solo) quando correlacionada com a Área do Úbere por ALU (-0,53) ou APU (-0,053), demonstrou correlação negativa ($p < 0,05$). Considerando estudos como de Galvão (2016) e Peris, Caja e Such (1999) em caprinos leiteiros quanto mais distante do solo está o úbere, menor é seu volume. Por conseguinte, considerando as avaliações digitais, glândulas mamárias menos volumosas tendem a ter menor área em vista caudal.

Tabela 13. Correlações das mensurações do úbere obtidas por ferramentas com as mensurações obtidas por imagem digital em cabras Saanen.

	PUD	PVU	LUD	DVIC	ICPTE	ICPTD	DITD	DETD	LTED	LTDD	CTED	CTDD	PVLM	PVUJ	ICUJ	AICT	ALU	APU
AC	0,52*	0,50*	0,38*	0,65*	0,52*	0,39*	0,12	0,17	0,16	0,31	0,09	-0,04	0,49*	-0,47*	0,35*	0,08	0,48*	0,48*
LU	-0,02	-0,24	0,20	-0,25	0,05	-0,08	0,31	0,25	-0,10	-0,18	-0,43*	-0,46*	0,03	-0,19	-0,08	0,02	0,02	0,03
PE	0,57*	0,42*	0,63*	0,16	0,46*	0,38*	0,66*	0,57*	0,08	0,29	-0,00	0,14	-0,02	-0,19	0,52*	0,22	0,49*	0,51*
CM	0,74*	0,64*	0,57*	0,46*	0,64*	0,67*	0,39*	0,55*	0,32	0,60*	0,23	0,30	0,27	-0,60*	0,44*	0,08	0,64*	0,64*
PTE	0,12	0,05	0,01	0,14	0,01	0,17	-0,15	0,09	-0,11	0,05	-0,43*	-0,46*	0,23	-0,48*	-0,13	-0,10	0,05	0,05
DET	0,11	-0,12	0,37*	-0,05	0,17	0,03	0,60*	0,52*	-0,12	-0,13	-0,30	-0,29	0,03	-0,13	0,09	0,38*	0,15	0,17
LTE	-0,00	-0,11	-0,00	-0,04	0,09	0,15	-0,26	0,07	0,29	0,31	0,17	0,11	0,14	-0,41	-0,29	-0,32	0,06	0,06
LTD	-0,06	-0,17	-0,03	-0,06	0,04	0,10	-0,24	0,06	0,20	0,25	0,07	0,10	0,05	-0,3	-0,26	-0,32	0,02	0,01
CTE	0,16	0,17	0,24	0,18	0,35*	0,28	-0,24	0,20	0,64*	0,58*	0,63*	0,59*	0,23	-0,07	0,19	-0,31	0,29	0,28
CTD	0,31	0,29	0,21	0,33*	0,33*	0,46*	-0,16	0,26	0,47*	0,64*	0,49*	0,57*	0,17	-0,30	0,18	-0,39*	0,33*	0,31
DTS	-0,52*	-0,42*	-0,44*	-0,32	-0,47*	-0,60*	-0,07	-0,42*	-0,46*	-0,57*	-0,38*	-0,35*	-0,42*	0,63*	-0,14	0,16	-0,53*	-0,53*
UJ	0,27	0,43*	0,07	0,37*	0,04	0,12	-0,10	-0,14	0,01	0,08	0,31	0,39*	-0,08	0,10	0,32	0,02	0,16	0,16

Legenda: Mensurações por meio de ferramentas: Altura Caudal (AC); Largura (LU); Perímetro Equatorial (PE); Comprimento Medial (CM); Profundidade do Teto (PTE); Distância Entre Tetos (DET); Largura dos Tetos (LT); Comprimento do Teto (CT); Distância do Teto ao Solo (DTS); Úbere ao Jarrete (UJ); Mensurações por meio de imagens digitalizadas: Profundidade do Úbere (PUD); Largura do Úbere (LUD); Distância entre a Vulva e a Inserção Caudal do Úbere (DVIC); Distância entre a Inserção Caudal e a Ponta do Teto Esquerdo (ICPTE); Distância entre a Inserção Caudal e a Ponta do Teto Direito (ICPTD); Distância Interna entre Tetos (DITD); Distância Externa entre Tetos (DETD); Largura do Teto Esquerdo (LTDE); Largura do Teto Direito (LTDD); Comprimento do Teto Esquerdo (CTED); Comprimento do Teto Direito (CTDD); Profundidade Ventral do Ligamento Medial (PVLM); Distância entre a Porção Ventral do Úbere ao Jarrete (PVUJ); Distância da Inserção do Úbere ao Jarrete (ICUJ); Ângulo entre a Inserção Caudal do Úbere e os Tetos (AICT)); Área Livre do Úbere (ALU); Área Poligonal do Úbere (APU); Profundidade Ventral do Úbere (PVU). valores em negrito com * representam correlações significativas ($p < 0,05$).

Embora as variáveis relacionadas ao comprimento dos tetos obtidas por ferramentas e as obtidas por via digital apresentaram correlações positivas ($p < 0,05$), as variáveis de Largura dos Tetos (LTE e LTD) por ferramentas não apresentaram nenhuma correlação significativa com suas medidas digitalizadas ($p > 0,05$). Desta forma, os autores não consideram o presente método aplicado para avaliação digital do úbere em vista caudal como eficiente para seleções biométricas relacionadas aos tetos de caprinos leiteiros. Estes recomendam ainda mudanças no presente método aplicado quanto ao posicionamento da câmera fotográfica, reduzindo sua altura em relação ao solo e a distância em relação ao úbere quando houver interesse em mensurar os tetos.

Visando uma análise da relação dos dados obtidos das mensurações do úbere por meio de imagem digital, foram testadas correlações entre as variáveis digitais (Tabela 14). Todas as variáveis por Análise de Imagem Digital possuíram pelo menos cinco correlações significativas com outras ($P < 0,05$). As que possuíram maior número de correlações significativas ($p < 0,05$) foram as relacionadas a Área do Úbere em vista caudal, seja pelo método Livre (ALU) ou Poligonal (APU). Ambas apresentaram quinze correlações significativas com outras variáveis entre as dezoito testadas (15/18: 83%). Isto sugere que a Área do Úbere, em vista caudal, mensurada digitalmente é uma das principais mensurações passíveis de serem realizadas em caprinos leiteiros. Em seguida, destaca-se a Profundidade do úbere (PUD) com 14 de 18 (78%) correlações significativas com características do úbere por via digital. A Profundidade do úbere diferentemente de sua Largura (LUD) não apresentou porções sobrepostas pelas patas traseiras dos animais quando avaliada em vista caudal por imagem digital. Desta forma, a PUD foi mais eficiente avaliada pela Análise de Imagem Digital que a largura (LUD). Por fim, observa-se que a característica Ângulo entre a Inserção Caudal do Úbere e os Tetos (AICT) foi a que apresentou a menor porcentagem de associação com as demais variáveis, sendo principalmente correlacionada com a Distâncias Interna (DITD) (0,71) e Externa (DETD) (0,44) entre tetos ($p < 0,05$). Este fato pode ser explicado, pois esta medida angular (AICT) é basicamente influenciada pela Distância entre os Tetos.

Tabela 14. Correlações entre as mensurações do úbere obtidas por imagens digitais em cabras Saanen.

	PUD	PVU	LUD	DVIC	ICPTE	ICPTD	DITD	DETD	LTED	LTDD	CTED	CTDD	PVLM	PVUJ	ICUJ	AICT	ALU	APU
PUD	1,00	0,84*	0,88*	0,66*	0,94*	0,96*	0,60*	0,82*	0,51*	0,69*	0,49*	0,42*	0,52*	-0,46*	0,82*	0,03	0,96*	0,95*
PVU		1,00	0,67*	0,58*	0,74*	0,85*	0,48*	0,61*	0,41*	0,57*	0,45*	0,51*	0,28	-0,24	0,79*	-0,08	0,77*	0,77*
LUD			1,00	0,38	0,85*	0,83*	0,77*	0,96*	0,47*	0,62*	0,38*	0,25	0,64*	-0,37*	0,75*	0,28	0,95*	0,95*
DVIC				1,00	0,67*	0,66*	0,18	0,36	0,30	0,46*	0,43*	0,34*	0,33*	-0,48*	0,48*	-0,16	0,55*	0,54*
ICPTE					1,00	0,93*	0,42*	0,77	0,70*	0,79*	0,62*	0,46*	0,66*	-0,57*	0,72*	-0,13	0,96*	0,94*
ICPTD						1,00	0,47*	0,77	0,63*	0,79*	0,61*	0,58*	0,56*	-0,49*	0,76*	-0,09	0,94*	0,93*
DITD							1,00	0,83*	-0,10	0,12	-0,03	-0,08	0,30	-0,12	0,55*	0,71*	0,62*	0,65*
DETD								1,00	0,44*	0,61*	0,38*	0,26	0,63*	-0,36*	0,67*	0,44*	0,90*	0,90*
LTED									1,00	0,88*	0,79*	0,65*	0,56*	-0,38*	0,34*	-0,39*	0,62*	0,59*
LTDD										1,00	0,75*	0,69*	0,57*	-0,29	0,60*	-0,21	0,77*	0,73*
CTED											1,00	0,91*	0,27	-0,26	0,31	-0,36*	0,53*	0,49*
CTDD												1,00	0,09	-0,10	0,33*	-0,40*	0,41*	0,38*
PVLM													1,00	-0,58*	0,34*	0,11	0,63*	0,63*
PVUJ														1,00	0,08	0,19	-0,46*	-0,45*
ICUJ															1,00	0,12	0,78*	0,79*
AICT																1,00	0,07	0,10
ALU																	1,00	0,99*
APU																		1,00

Legenda: Mensurações por meio de Imagens Digitalizadas: Profundidade do Úbere (PUD); Largura do Úbere (LUD); Distância entre a Vulva e a Inserção Caudal do Úbere (DVIC); Distância entre a Inserção Caudal e a Ponta do Teto Esquerdo (ICPTE); Distância entre a Inserção Caudal e a Ponta do Teto Direito (ICPTD); Distância Interna entre Tetos (DITD); Distância Externa entre Tetos (DETD); Largura do Teto Esquerdo (LTED); Largura do Teto Direito (LTDD); Comprimento do Teto Esquerdo (CTED); Comprimento do Teto Direito (CTDD); Profundidade Ventral do Ligamento Medial (PVLM); Distância entre a Porção Ventral do Úbere ao Jarrete (PVUJ); Distância da Inserção do Úbere ao Jarrete (ICUJ); Ângulo entre a Inserção Caudal do Úbere e os Tetos (AICT); Área Livre do Úbere (ALU); Área Poligonal do Úbere (APU); Profundidade Ventral do Úbere (PVU); valores em negrito com * representam correlações significativas ($p < 0,05$).

Em seguida, estão organizados na Tabela 15, as correlações das mensurações do úbere obtidas por meio de imagens digitalizadas com a produção de leite em cabras Saanen. Apenas três das dezoito variáveis obtidas com as análises de imagens digitalizadas do úbere Comprimentos do Teto Esquerdo (CTED) e Direito (CTDD) e Ângulo entre a Inserção Caudal do Úbere e os Tetos (AICT) não apresentaram correlações significativas com a produção de leite ($p>0,05$). Destaca-se novamente que utilizando o presente método para a aquisição e análise de imagens digitais do úbere em vista caudal existe limitação para avaliações da morfometria de tetos. Adicionalmente, a mensuração angular AICT foi a característica que menos se associou a outras mensurações do úbere (Tabela 14) que comumente estão vinculadas ao volume da glândula mamária.

Tabela 15. Correlações das mensurações do úbere obtidas por imagens digitais com a produção de leite em cabras Saanen.

Mensurações	Pearson	valor de p
Profundidade do Úbere (PUD)	0,79*	0,001
Profundidade Ventral do Úbere (PVU)	0,71*	0,001
Largura do Úbere (LUD)	0,79*	0,001
Distância da Vulva a Inserção Caudal do Úbere (DVIC)	0,39*	0,016
Distância da Inserção Caudal à Ponta do Teto Esquerdo (ICPTE)	0,74*	0,001
Distância da Inserção Caudal à Ponta do Teto Direito (ICPTD)	0,77*	0,001
Distância Interna entre Tetos (DITD)	0,65*	0,001
Distância Externa entre Tetos (DETD)	0,73*	0,001
Largura do Teto Esquerdo (LTED)	0,47*	0,007
Largura do Teto Direito (LTDD)	0,65*	0,001
Comprimento do Teto Esquerdo (CTED)	0,32	0,083
Comprimento do Teto Direito (CTDD)	0,37	0,054
Profundidade Ventral do Ligamento Medial (PVLM)	0,49*	0,002
Distância da Porção Ventral do Úbere ao Jarrete (PVUJ)	-0,37*	0,022
Distância da Inserção do Úbere ao Jarrete (ICUJ)	0,67*	0,001
Ângulo da Inserção Caudal do Úbere aos Tetos (AICT))	0,16	0,403
Área Livre do Úbere (ALU)	0,82*	0,001
Área Poligonal do Úbere (APU)	0,82*	0,001

Legenda: valores com * representam correlações significativas ($p<0,05$).

Entre os três conjuntos de avaliações da glândula mamária realizadas no presente estudo, visuais, por ferramenta e por análise de imagem digital, a última foi a mais eficiente quanto a associação com a produção de leite em cabras Saanen. Esta possuiu mais de 80% das variáveis testadas correlacionadas significativamente com a produção leiteira das cabras,

como também, coeficientes de correlação superiores ($p < 0,05$). A Área do úbere mensurada em vista caudal, tanto pela ferramenta Livre ou Poligonal do programa Image J®, apresentou o maior coeficiente de correlação (0,82) entre todas as variáveis morfométricas avaliadas visualmente, por ferramentas ou via imagem digital. Este fato demonstra o potencial prático e objetivo da abordagem da biometria animal por meio de imagens digitais na caprinocultura leiteira.

As quinze variáveis morfométricas do úbere obtidas por imagem digital que possuíram correlação significativa ($p < 0,05$) com a produção de leite das cabras foram selecionadas para a composição de modelos preditivos para produção leiteira em cabras Saanen. Estas foram: Profundidade do Úbere (PUD), Profundidade Ventral do Úbere (PVU), Largura do Úbere (LUD); Distância entre a Inserção Caudal e a Ponta do Teto Direito e Esquerdo (ICPTE e D), Distância Interna entre Tetos (DITD), Distância entre a Vulva e a Inserção Caudal do Úbere (DVIC); Distância Externa entre Tetos (DETD), Larguras do Teto Esquerdo (LTED) e Direito (LTDD), Profundidade Ventral do Ligamento Medial (PVLM), Distância entre a Porção Ventral do Úbere ao Jarrete (PVUJ); Distância da Inserção do Úbere ao Jarrete (ICUJ), Área Livre do Úbere (ALU); Área Poligonal do Úbere (APU); .

O primeiro modelo linear baseado em variáveis morfométricas do úbere obtidas por Imagem Digital para predição da produção leiteira apresentou um coeficiente de determinação de 0,95, porém, possuía todas as quinze variáveis em sua composição (Tabela 16). Foram considerados modelos contendo números menores de variáveis morfométricas digitais e que seleção das variáveis não foi arbitrária. Os critérios utilizados em sequência para composição dos modelos foram remoção das variáveis com correlações abaixo de 0,60; remoção das variáveis com correlações abaixo de 0,70, remoção das variáveis com correlações abaixo de 0,75 e remoção das variáveis com correlações abaixo de 0,80. Seguindo estes critérios, o sexto, último e mais simples modelo proposto foi baseado apenas na variável Área Livre do Úbere (ALU). Esta foi a mensuração de todo o estudo que apresentou maior correlação linear com a produção de leite (0,82) (Tabela 15). Existe sentido biológico na observação que a ALU foi superior em cabras que produziam mais leite, pois a área do úbere em vista caudal representa o volume da glândula mamária.

Tabela 16. Modelos de predição da produção de leite em função de mensurações obtidas por análise de imagens digitalizadas do úbere em cabras Saanen.

Modelos	Equação	R ²
1	$y = -507,57 + 60,04 \cdot \text{PUD} - 162,20 \cdot \text{LU} + 53,61 \cdot \text{ICPTE} - 45,67 \cdot \text{ICPTD} - 354,30 \cdot \text{DITD} - 34,20 \cdot \text{DVI} + 479,95 \cdot \text{DETD} - 340,20 \cdot \text{LTED} - 512,88 \cdot \text{LTDD} - 170,50 \cdot \text{PVLm} + 30,23 \cdot \text{PVUJ} + 28,18 \cdot \text{ICUJ} - 7,47 \cdot \text{ALU} + 8,17 \cdot \text{APU} + 23,01 \cdot \text{PVU}$	0,95
2	$y = 400,343 + 46,64 \cdot \text{PUD} - 63,641 \cdot \text{LUD} - 22,11 \cdot \text{ICPTE} - 54,265 \cdot \text{ICPTD} - 44,17 \cdot \text{DTID} + 67,99 \cdot \text{DETD} - 69,45 \cdot \text{LTDD} + 20,13 \cdot \text{ICUJ} + 2,19 \cdot \text{ALU} + 1,395 \cdot \text{APU} + 7,44 \cdot \text{PVU}$	0,83
3	$y = -53,77 - 12,11 \cdot \text{PUD} + 6,04 \cdot \text{LUD} - 9,75 \cdot \text{ICPTE} + 1,06 \cdot \text{ICPTD} + 13,50 \cdot \text{DETD} + 3,20 \cdot \text{ALU} - 1,37 \cdot \text{APU} + 10,09 \cdot \text{PVU}$	0,72
4	$y = -285,77 - 2,99 \cdot \text{PUD} + 24,61 \cdot \text{LUD} + 11,98 \cdot \text{ICPTD} + 1,69 \cdot \text{ALU} - 0,90 \cdot \text{APU}$	0,68
5	$y = 72,42 + 1,65 \cdot \text{ALU} + 0,029 \cdot \text{APU}$	0,67
6	$y = 72,2290 + 1,6897 \cdot \text{ALU}$	0,68

Legenda: Profundidade do Úbere (PUD); Largura do Úbere (LUD); Distância entre a Vulva e a Inserção Caudal do Úbere (DVIC); Distância entre a Inserção Caudal e a Ponta do Teto Esquerdo (ICPTE); Distância entre a Inserção Caudal e a Ponta do Teto Direito (ICPTD); Distância Interna entre Tetos (DITD); Distância Externa Entre Tetos (DETD); Largura do Teto Esquerdo (LTED); Largura do Teto Direito (LTDD); Comprimento do Teto Esquerdo (CTED); Comprimento do Teto Direito (CTDD); Profundidade Ventral do Ligamento Medial (PVLm); Distância entre a Porção Ventral do Úbere ao Jarrete (PVUJ); Distância da Inserção do Úbere ao Jarrete (ICUJ); Ângulo entre a Inserção Caudal do Úbere e os Tetos (AICT); Área Livre do Úbere (ALU); Área Poligonal do Úbere (APU); Profundidade Ventral do Úbere (PVU). Todas as equações apresentaram valores de $p < 0,001$.

Os estudos de morfometria da glândula mamária de ruminantes domésticos por análise de suas imagens digitais ainda são escassos. Sadeghi *et al.* (2016) estudaram a associação de mensurações por meio de análise da imagem digital do úbere em ovinos leiteiros e definiram modelos de predição da produção de leite com base em mensurações relativas à abertura de tetos, inserção do úbere, direção dos tetos ($r^2 = 0,80$). Estes autores destacaram a viabilidade e objetividade da análise biométrica do úbere por imagem digital.

Em vacas da raça Holandesa, Ozkaya (2014), demonstrou que a produção de leite das vacas da raça Holandesa pode ser prevista usando Análise de Imagem Digital a partir da Área, Profundidade e Largura do úbere ($r^2 = 0,65$). Entretanto, este autor destaca que a mensuração relacionada a área do úbere em vista caudal foi a mensuração com maior poder preditivo, corroborando com os achados da presente dissertação.

A Área do Úbere em vista caudal (ALU ou APU) é uma medida próxima ao volume, ou globulosidade, do úbere e foi a biometria da glândula mamária que mais se associou a produção do leite (ALU: 0,82; APU: 0,82) ($p < 0,05$) (Tabela 13 e 14). Em outro estudo com morfologia mamária em cabras leiteiras, a globulosidade do úbere foi a principal mensuração linear associada significativamente a produção e habilidade leiteira (CAPOTE *et al.*, 2006). Adicionalmente, em cabras leiteiras Murciano-Granadina o volume do úbere também apresentou elevada correlação com a produção de leite (PERIS; CAJA; SUCH, 1999). Em ovelhas leiteiras, o volume do úbere também é uma das principais características relacionadas a produção e capacidade leiteira (DZIDIC; KAPS; BRUCKMAIER, 2004). Embora os estudos morfológicos do úbere em animais domésticos sejam abordagens clássicas estes são necessários para o estabelecimento de novos grupos geneticamente adaptados e para

acompanhamento de programas de melhoramento para produção leiteira (CASTAÑEDA-BUSTOS *et al.*, 2017). Ferreira *et al.* (2020) estudando as características corporais de cabras Saanen que influenciam a capacidade de permanência destas em rebanhos mantidos em ambientes tropicais, destacaram as qualidades visuais do úbere e tetas, mensuradas por escores visuais, entre as características mais importantes. Uma abordagem participatória questionando caprinocultores para implementação de um programa de melhoramento genético de cabras no Paquistão, identificou a conformação do úbere como uma das principais características utilizadas para seleção dos animais (RAMZAN *et al.*, 2020).

Entretanto, neste contexto, Barillet (2007) revisando sobre o melhoramento genético para produção de leite em cabras e ovelhas considera que os programas de seleção que classicamente focaram na produção de leite culminaram na promoção de úberes volumosos, porém pendulosos. Este autor ainda ressaltou que a abordagem da genética quantitativa e dos marcadores moleculares deve enfatizar a seleção de critérios morfológicos do úbere relacionados também a qualidade microbiológica do leite.

Recentemente, estudos sobre associações amplas de genoma identificaram dois marcadores moleculares para qualidade do ligamento medial do úbere em cabras Murciano-Granadina, contudo, os autores ressaltam a dificuldade de identificar fatores genéticos relacionados a aspectos morfométricos do úbere (LUIGI-SIERRA *et al.*, 2020). Os autores destes estudos ainda sugeriram como causas para esta limitação: a herança poligênica de características morfológicas e a heterogeneidade genética entre as raças caprinas leiteiras. Já na França, estudos de predições genômicas para características do úbere em cabras leiteiras foram eficientes principalmente quanto ao quesito formato (TEISSIER *et al.*, 2020). Considerando todo o exposto destacamos a aplicabilidade de avaliações do úbere por meio digital em programas de melhoramento genético de caprinos leiteiros.

As principais limitações para a análise da imagem digital estão relacionadas a contenção e sobreposição das pernas ao úbere, em vista caudal. No presente estudo, as cabras foram contidas com um brete em um ambiente distinto a sala de ordenha. Embora a contenção possa estressar os animais, esta faz parte do manejo da ordenha. Sendo assim, a obtenção de imagens na sala de ordenha poderia ser melhor desenvolvida e, até automatizada. Estudos zootécnicos para automatização da avaliação de animais estão entre as principais pesquisas na área de produção animal em países desenvolvidos.

A ocorrência de sobreposição das pernas sobre o úbere é um limitador na obtenção de imagens de qualidade, mas não inviabiliza a análise do úbere por imagem digitalizada. Uma contenção automatizada que mantivesse os membros posteriores afastados poderia facilitar a obtenção de imagens do úbere sem sobreposição.

Por fim, ressalta-se que o desenvolvimento de programas computacionais ou aplicativos de celulares capazes de analisar imagens do úbere de forma simples e prática poderia facilitar produtores na identificação de cabras com úberes superiores. Este tipo de tecnologia já é aplicado na avaliação da condição corporal em bovinos. Sendo assim, almeja-se em um futuro próximo métodos menos invasivos, mais precisos, objetivos e práticos para a seleção de cabras leiteiras no campo, por meio da análise de imagens.

5 CONCLUSÃO

Biometrias em imagens digitalizadas e por ferramentas do úbere são associadas com a produção de leite de cabras Saanen. A avaliação do úbere por meio de imagens digitais é um método eficiente e de baixa invasividade com potencial de ser aplicado na seleção de cabras superiores quanto a produção de leite.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADGA AMERICAN DAIRY GOAT ASSOCIATION. **LINEAR APPRAISAL SYSTEM FOR DAIRY GOATS 2019**. Disponível em: https://adga.org/wp-content/uploads/2019/02/LABOOKLETALL_19.pdf. Acesso em: 02 fev. 2021.
- ANDERSON R. R; WAHAB I.M. Changes in parenchyma and stroma of goat udder during pregnancy, lactation and involution. **Small Ruminant Research**, v.3, p. 605–615, 1990
- ARNAL, M.; ROBERT-GRANIÉ, C.; LARROQUE, H. Diversity of dairy goat lactation curves in France. **Journal of Dairy Science**, 101, n. 12, p. 11040-11051, 2018.
- ASTIZ, C. S. **Valoración morfológica de los animales domésticos**. 1. ed. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino: SEZ, 2009. 865p.
- BARILLET, F. Genetic improvement for dairy production in sheep and goats. **Small Ruminant Research**, v.70, n. 1, p. 60-75, 2007.
- BIFFANI, S.; TIEZZI, F.; FRESI, P.; STELLA, A.*et al.* Genetic parameters of weeping teats in Italian Saanen and Alpine dairy goats and their relationship with milk production and somatic cell score. **Journal of Dairy Science**, v.103, n. 10, p. 9167-9176, 2020.
- BOUTINAUD, M; ROUSSEAU, C; KEISLER, D.H; JAMMES, H. Growth hormone and milking frequency act differently on goat mammary gland in late lactation. **Journal of Dairy Science**, v.86,p. 509–520, 2003.
- BRANDESPIM, Flávio Bracale. **Características físico-químicas e celulares na secreção láctea de caprinos da raça Saanen durante o processo de secagem da glândula mamária**. 2007. 157 p Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária), Universidade de São Paulo. 2007
- CAMARGO, S. S; AZAMBUJA, R. C. C; FEIJÓ, J. O; CORREA, M. N; SCHNEIDER, A; CARDOSO, F. F. Modelagem Computacional de Indicadores Metabólicos para Estudo de Eficiência Reprodutiva em Vacas de Corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 10., 2015, Ponta Grossa. **Anais [...]** Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2015.
- CAMPOS, M.S; WILCOX, C.J; HEAD, H.H; WEBB, D.W; HAYEN, J. Effects on production of milking three times daily on first lactation Holsteins and Jerseys in Florida. **Journal of Dairy Science**, v.77, p. 770–773, 1994.
- CAPOTE, J.; ARGUELLO, A.; CASTRO, N.; LÓPEZ, J.L.; CAJA, G. Correlations between udder morphology, milk yield and milking ability with different milking frequencies in dairy goats. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 2076-2079, 2016.
- CASTAÑEDA-BUSTOS, V. J.; MONTALDO, H. H.; VALENCIA-POSADAS, M.; SHEPARD, L.; PÉREZ-ELIZALDE, S.; HERNÁNDEZ-MENDO, O.; TORRES-HERNÁNDEZ, G. Linear and nonlinear genetic relationships between type traits and productive life in US dairy goats. **Journal of Dairy Science**.v. 100, n.2, 2017.
- CASU, S.; PERNAZZA, I.; CARTA, A. Feasibility of a Linear Scoring Method of Udder Morphology for the Selection Scheme of Sardinian Sheep. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.6, p. 2200-2209, 2006.

- CASU, S.; SECHI, S.; SALARIS, S.L.; CARTA, A. Phenotypic and genetic relation-ships between udder morphology and udder health in dairy ewes. **Small Ruminant Research**, Estados Unidos, v.88, p.77–83, 2010.
- COBUCI, J. A.; EUCLYDES, R. F.; COSTA, C. N. Análises da persistência na lactação de vacas da raça holandesa, usando produção no dia do controle e modelo de regressão aleatória. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.546-554, 2004.
- CORNALE, P.; RENNA, M.; LUSSIANA, C.; BIGI, D. *et al.* The Grey Goat of Lanzo Valleys (Fiurinà): Breed characteristics, genetic diversity, and quantitative-qualitative milk traits. **Small Ruminant Research**, 116, n. 1, p. 1-13, 2014.
- COSTA, O. E; SANTOS, S.A; GUIMARÃES C. R. T. C; PINTO FILHO, C. R; TOSTO, L. M. S; CARVALHO, P. G. G; MARIZ, S. L. D; PEREIRA, J. T. C. Morphometric measurements associated with mathematical prediction of body weight as a management tool in goat herds. **Archivos de Zootecnia**, v. 69, n. 268, p. 455-462, 2020.
- COWIE, A.T; FORSYTH, I.A; HART, I.C. 1980. **Hormonal Control of Lactation**. Heideberg, BW: Springer, 275p.
- DELGADO, Thiago Ferreira Gonçalves. **Produção leiteira em cabras da raça saanen: influência dos hormônios cortisol e IGF-I**. 2008. 91p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal. São Paulo, 2008.
- DEKKERS, J.C.M.; TEM HAG, J.H.; WEERSINK, A. Economic aspects of persistency of lactation in dairycattle. **Livestock Production Science**, v.53, n.18, p. 237-252, 1998.
- DUKES, H.H.; REECE, W.O. **Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 926p.
- DUTTA, S.; PAL, S.K.; SEM, R. Digital Image Processing in Machining. In: DAVIM, J.P. **Modern Mechanical Engineering**, Materials Forming, Machining and Tribology, 1a Ed., Springer Berlin Heidelberg, 2014, 466p.
- DZIDIC, A.; KAPS, M.; BRUCKMAIER, R. M. Machine milking of Istrian dairy crossbreed ewes: udder morphology and milking characteristics. **Small Ruminant Research**, 55, n. 1, p. 183-189, 2004.
- FALCONER, D. S. **Introduction to Quantitative Genetics** (4th ed.), Pearson: United Kingdom, 1996. p. 480.
- FERNANDEZ, G; ALVAREZ, P; SAN PRIMITIVO, F; FUENTE, L.F. Factors affecting variation of udder traits of dairy ewes. **Journal of Dairy Science**, v.78, p. 842–849, 1995.
- FERREIRA, T.A.; PEREIRA, I.G.; GOUVEIA, A.M.G.; PIRES, A.V.; FACÓ, O.; FARAH, M.M.; PESSOA, M.C.; GUIMARÃES, M.P.S.L.P.M. Avaliação genética de caprinos da raça Saanen nascidos no Brasil de 1979 a 2009. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.4, p.1179-1188, 2014.
- FERREIRA, T. A.; MARTINS, P. G. M. A.; GOUVEIA, G. C.; ABREU, L. R. A.*et al.* Proportional hazard models associated with the survival of dairy goats reared in a tropical environment. **Small Ruminant Research**, 184, p. 1060-1063, 2020.
- FONSECA, Marcus Vinícius. **Persistência da lactação e composição do leite de cabras Saanen alimentadas com rações formuladas por diferentes Comitês**. 2014. 59 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte 2014.

- FORSYTH, I.A. Variation among species in the endocrine control of mammary growth and function: the roles of prolactin, growth hormone, and placental lactogen. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.3, p. 886-903, 1986.
- FOWLER, P.A.; KNIGHT, C.H.; CAMERON, G.C.; FOSTER, M.A. Use of magnetic resonance imaging in the study of goat mammary glands in vivo. *Journal of Reproduction and Fertility*, v.89, p.359-366, 1990.
- GAIATO, Ana Paula Rodrigues. **Pico de lactação, persistência e apoptose mamária em cabras da raça Saanen: alterações causadas pelo estresse**. 2009. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade de São Paulo. 2009.
- GALVÃO, Maria Andreia Alves. **Associação entre medidas morfométricas e ultrassonográficas e a produção de leite de caprinos**. 2016. 57 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- GROSSMAN, M.; HARTZ, S.M.; KOOPS, W.J. Persistency of Lactation Yield: A Novel approach. **Journal of Dairy Science**, v. n.10, p. 2192-2197, 1999.
- GUIMARÃES, V.P.; RODRIGUES, M.T.; SARMENTO, J.L.R.; ROCHA, D.T. Utilização das funções matemáticas no estudo da curva de lactação em caprinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.535-543, 2006.
- HAENLEIN, G. F. W.; CACCESE, R. The udder. In: VARNER, M. **Goat Handbook**. Porto Alegre: Sulina. 1992. P 387 – 390.
- HAENLEIN, G. F. W.; ABDELLATIF, M. A. Trends in small ruminant husbandry and nutrition and specific reference to Egypt. **Small Ruminant Research**, 51, n. 2, p. 185-200, 2004.
- HAFEZ, B; HAFEZ, E. S. E. **Reprodução Animal**. 7.ed. 2004. São Paulo: Manole, 532 p.
- HENDERSON, A.J; BLATCHFORD, D.R; PEAKER, M. 1985. The effects of longterm thrice-daily milking on milk secretion in the goat: evidence for mammary growth. **Quarterly Journal of Experimental Physiology**, v.70, p. 557–565, 1985.
- JOHNSON R.A., WICHERN D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. 5. ed. Texas: Prentice Hall,1998. 420p.
- KNIGHT, C.H; PEAKER, M. Mammary development and regression during lactation in goats in relation to milk secretion. **Quarterly Journal of Experimental Physiology**, v.69, n.2, p. 331–338, 1984.
- KNIGHT, C.H.; BROWN, J.R.; DEWHURST, J.R. Udder characteristics and relationship to efficiency of milk production. **BSAP Occasional Publication**, v.19, p.79-85, 1995.
- KUZUHARA, Y.; KAWAMURA, K.; YOSHITOSHI, R.; TAMAKI, T. *et al.* A preliminarily study for predicting body weight and milk properties in lactating Holstein cows using a three-dimensional camera system. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.111, p. 186-193, 2015.
- LÉRIAS, J. R; HERNÁNDEZ-CASTELLANO, L. E; SUÁREZ-TRUJILLO, A; CASTRO, N; POURLIS, A; ALMEIDA, A. M. The mammary gland in small ruminants: major morphological and functional events underlying milk production – a review. **Journal of Dairy Research**, v.81, p.304–318, 2014.

- LÔBO, A. M. B. O.; LÔBO, R. N. B.; FACÓ, O.; SOUZA, V. *et al.* Characterization of milk production and composition of four exotic goat breeds in Brazil. **Small Ruminant Research**, v.153, p. 9-16, 2017.
- LUIGI-SIERRA, M. G.; LANDI, V.; GUAN, D.; DELGADO, J. V. *et al.* A genome-wide association analysis for body, udder, and leg conformation traits recorded in Murciano-Granadina goats. **Journal of Dairy Science**, v.103, n. 12, p. 11605-11617, 2020.
- MACEDO, V.P.; DAMASCENO, J.C.; SANTOS, G.T.; MARTINS, E.N.; MACEDO, F.A.F.M. Comportamento da curva de lactação de cabras mestiças Saanen em função da suplementação de concentrado e do sistema de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, 2001.
- MANICA, Emanuel. **Involução da glândula mamária durante o final da lactação e período seco de cabras Saanen: respostas de sobrevivência celular ao estresse agudo e relações com a temperatura por infravermelho**. 2018. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade de São Paulo. 2018.
- MARIE-ETANCELIN, C.; CASU, S.; AUREL, M.R.; BARILLET, F.; CARTA, A.; DEIANA, S.; JACQUIN, M.; PAILLER, F.; PORTE, D.; TOLU, S. New tools To apprais e udder morphology and milk ability in dairy sheep. *In*: Conference: Meeting FAO/CIHEAM, 2002, **Anais [...]** Sassari, Italy, p. 1-7, 2002.
- MARNET, P.G; MCKUSICK, B.C. Regulation of milk ejection and milk ability in small ruminants. **Livestock Production Science**, v. 70, p. 125–133, 2001.
- MAVROGENIS, A. P.; PAPACHRISTOFOROU, C.; LYSANDRIDES, P.; ROUSHIAS, A. Environmental and genetic effects on udder characteristics and milk production in Damascus goats. **Small Ruminant Research**, v.2, n.4, p. 333-343, 1989.
- MCLAREN, A.; MUCHA, S.; MRODE, R.; COFFEY, M. *et al.* Genetic parameters of linear conformation type traits and their relationship with milk yield throughout lactation in mixed-breed dairy goats. **Journal of Dairy Science**, v.99, n.7, p. 5516-5525, 2016.
- MONTALDO, H.; MARTÍNEZ-LOZANO, F. J. Phenotypic relationships between udder and milking characteristics, milk production and California mastitis test in goats. **Small Ruminant Research**, 12, n. 3, p. 329-337, 1993.
- MORRISON, D.F. **Multivariate statistical methods**. New York: McGraw-Hill Company, 1976. 415p.
- OZKAYA, S. Prediction possibility of milk yield from udder measurements using digital image analysis on Holstein cows. **Indian Journal of Animal Research**, p.1-5, 2014.
- PEREIRO, J.C.C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 6.ed. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2008. 758p,
- PERIS, S.; CAJA, G.; SUCH, X. Relationships between udder and milking traits in Murciano-Granadina dairy goats. **Small Ruminant Research**, v. 33, p.171–179, 1999.
- RAMOS, I. O.; DE REZENDE, M. P. G.; CARNEIRO, P. L. S.; DE SOUZA, J. C. *et al.* Body conformation of Santa Inês, Texel and Suffolk ewes raised in the Brazilian Pantanal. **Small Ruminant Research**, v.172, p. 42-47, 2019.
- RAMZAN, F.; KHAN, M. S.; BHATTI, S. A.; GÜLTAS, M. *et al.* Breeding objectives and selection criteria for four strains of Pakistani Beetal goats identified in a participatory approach. **Small Ruminant Research**, v.190, p. 1061-1063, 2020.

RIBEIRO, M.J. B; PINTO, L.F. B; BARBOSA, A. C. B; SANTOS, G. R. A; PINTO, A. P. G; NASCIMENTO, C. S; BARBOSA, L. T. Principal components for the in vivo and carcass conformations of Anglo-Nubian crossbred goats. **Ciência Rural**, v.48, n.06, p. 1-10, 2018.

RIBEIRO, S. D. **Caprinocultura: criação racional de caprinos**. São Paulo: Editora Nobel, 1997. 318p.

RODRIGUES, C.A.F.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. *et al.* Avaliação do consumo e de metabólitos plasmáticos de cabras gestantes, com duas condições corporais, alimentadas com dietas apresentando diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.945-952, 2007.

ROGERS, G. W.; SPENCER, S. B. Relationships Among Udder and Teat Morphology and Milking Characteristics. **Journal of Dairy Science**, v.74, n. 12, p. 4189-4194, 1991.

ROVAI, Maristela. **Caracteres morfológicos y fisiológicos que afectan la actitud al ordeno mecánico en ovejas de razas Manchega y Lacaune**. 2001. 182 p. Tese (Doutorado em Veterinária) - Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España. 2001.

RUPP, R.; CLÉMENT, V.; PIACERE, A.; ROBERT-GRANIÉ, C. *et al.* Genetic parameters for milk somatic cell score and relationship with production and udder type traits in dairy Alpine and Saanen primiparous goats. **Journal of Dairy Science**, v.94, n. 7, p. 3629-3634, 2011.

SADEGHI, S.; RAFAT, S. A.; MOGHADAM, G.; JANMOHAMMADI, H. Measuring of Udder Morphological Characteristics among Crossbred and Pure Sheep Breeds. **Iranian Journal of Applied Animal Science**. v.6, n. 2, p. 343-348, 2016.

SAFAYI, S; THEIL, P.K; ELBRØND, V.S; HOU, L; ENGBÆK, M; NØRGAARD, J.V; SEJRSEN, K; NIELSEN, M.O. Mammary remodeling in primiparous and multiparous dairy goats during lactation. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.1478–1490, 2010.

SEYKORA, A. J.; MCDANIEL, B. T. Udder and Teat Morphology Related to Mastitis Resistance: A Review1. **Journal of Dairy Science**, v.68, n.8, p. 2087-2093, 1985.

SCHILLING, B.; BAHMANI, K., LI, B.; BANERJEE, S.; SMITH, J. S.; MOSHIER, T.; SCHUCKERS, S. (2018). Validation of Biometric Identification of Dairy Cows based on Udder NIR Images. 2018 IEEE 9th International Conference on Biometrics Theory, Applications and Systems (BTAS), Los Angeles. **Anais [...]**, 2018, p.1-7.

SILVA FILHO, C. A.; OLIVEIRA, R. V.; MACEDO, K. B. R.; ARAUJO, J. L. L.; COSTA, A. K. F. M.; SOUSA, S. L. G; REIS, T. L. Características produtivas de cabritos saanen terminados com ureia na ração. **Boletim Indústria Animal**, v. 77, 2020.

STABENFELDT, G. H.; DAVIDSON, A. P. A glândula mamária. In: CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p 417 –431.

TEDESCHI, L. O. Review Assessment of the adequacy of mathematical models. **Agricultural systems**, v.89, p.225-247, 2006.

TEISSIER, M.; LARROQUE, H.; BRITO, L. F.; RUPP, R. *et al.* Genomic predictions based on haplotypes fitted as pseudo-SNP for milk production and udder type traits and SCS in French dairy goats. **Journal of Dairy Science**, v.103, n. 12, p. 11559-11573, 2020.

TEKERLI, M., AKINCI, Z., DOGAN, I., AKCAN, A. Factors affecting the shape of lactation curves of Holstein cows from the Balikesir province of Turkey. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.6, p.1381-1386, 2000.

- TORRES, A.; CASTRO, N.; HERNÁNDEZ-CASTELLANO, L. E.; ARGÜELLO, A. *et al.* Short communication: Effects of milking frequency on udder morphology, milk partitioning, and milk quality in 3 dairy goat breeds. **Journal of Dairy Science**, v.96, n. 2, p. 1071-1074, 2013.
- TUCKER, H.A. Hormone, mammary growth, and lactation: a 41-year perspective. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.4, p. 874–884, 2000.
- VALENCIA-POSADAS, M.; BARBOZA-CORONA, J. E.; ÁNGEL-SAHAGÚN, C. A.; GUTIÉRREZ-CHÁVEZ, A. J.; MARTÍNEZ-JAIME, O. A.; MONTALDO, H. H. Phenotypic correlations between milk production and conformation traits in goats. **Acta universitaria**, v. 27, n. 3, p. 3-8, 2017.
- VALSALAN, J; SADAN, T; VENKETACHALAPATHY, T. Multivariate principal component analysis to evaluate growth performances in Malabari goats of India. **Tropical Animal Health and Production**, v.52, p. 2451-2460, 2020.
- WATHES, D.C; CHENG, Z; BOURNE, N; TAYLOR, V. J; COFFEY, M.P; BROTHERSTONE, S. Differences between primiparous and multiparous dairy cows in the inter-relationships between metabolic traits, milk yield and body condition score in the periparturient period. **Domestic Animal Endocrinology**, v.33, p. 203–225, 2007.
- WIGGANS, G. R.; HUBBARD, S. M. Genetic Evaluation of Yield and Type Traits of Dairy Goats in the United States. **Journal of Dairy Science**, v.84, p. 69-73, 2001.
- WÓJTOWSKI, A; ŚLÓSZARZ, P; JUNKUSZEW, A; MILERSKI, M; SZYMA-NOWSKA, A; SZYMANOWSKI, M. Application of ultrasound technique for cistern size measurement in dairy goats. **Archiv Tierzucht Dummerstorf** v. 49, n.4, p.382-388, 2006.