

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI

TALITA ANDRADE FERREIRA

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E DE TIPO, DIVERGÊNCIA E
AVALIAÇÃO GENÉTICA DE CAPRINOS LEITEIROS REGISTRADOS NO
BRASIL DE 1976 A 2009

DIAMANTINA - MG
2011

TALITA ANDRADE FERREIRA

**CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E DE TIPO, DIVERGÊNCIA E
AVALIAÇÃO GENÉTICA DE CAPRINOS LEITEIROS REGISTRADOS
NO BRASIL DE 1976 A 2009**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Prof. Idalmo Garcia Pereira

DIAMANTINA - MG
2011

Ficha Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária Viviane Pedrosa
CRB6-2641

F383c 2011	<p>Ferreira, Talita Andrade Características morfológicas e de tipo, divergência e avaliação genética de caprinos leiteiros registrados no Brasil de 1976 a 2009. / Talita Andrade Ferreira. – Diamantina: UFVJM, 2011. 71p.</p> <p>Orientador: Idalmo Garcia Pereira</p> <p>Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p>1. Análise multivariada 2. Biometria 3. Parâmetros genéticos I. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 636.39</p>
---------------	---

TALITA ANDRADE FERREIRA

**CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E DE TIPO, DIVERGÊNCIA E
AVALIAÇÃO GENÉTICA DE CAPRINOS LEITEIROS REGISTRADOS
NO BRASIL DE 1976 A 2009**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA em 17/10/2011.

Prof. Idalmo Garcia Pereira - UFMG
Orientador

Prof. Aldrin Vieira Pires - UFVJM
Coorientador

Prof^ª. Aurora Maria Guimarães Gouveia - UFMG

Prof. Olivardo Facó – Embrapa Caprinos e Ovinos

Prof^ª. Roseli Aparecida dos Santos - UFVJM

DIAMANTINA – MG
2011

DEDICATÓRIA

A Deus....
À minha família,
e a todos os caprinocultores, por acreditarem no setor.

AGRADECIMENTO

A Deus, por me proporcionar saúde e paciência permitindo, assim, que alcançasse meus objetivos.

À minha mãe, Creuza, e pai, Célio, razões da minha vida, pelo respeito e apoio nas minhas escolhas, por terem sido a porta das minhas oportunidades.

Ao professor Idalmo, pela orientação, convívio, amizade, compreensão e pelo apoio, ensinamentos e, acima de tudo, pela confiança, acreditando na minha capacidade em todos os momentos no decorrer do curso.

Ao professor Aldrin, meu co-orientador que, durante todo o curso, me incentivou e me acolheu como sua orientada, sempre me ajudando e ensinando com paciência e clareza, tornando as análises mais fáceis.

A todos os professores da UFVJM, por transmitirem os conhecimentos profissionais além de manterem sempre a paciência e dedicação que, durante esses anos, resultou em admiração e amizade.

À professora Roseli, por ter aceitado participar da banca de defesa e pela sua contribuição, que foi fundamental.

Aos meus colegas de pós-graduação que estudaram na UFVJM: Camila, Michel, Matilde, Flaviana e ao mais novo colega, Francisco da UNESP, pelo auxílio no momento das análises pois a ajuda deles foi fundamental para a realização deste trabalho.

À CAPES, pela ajuda financeira para elaboração desta pesquisa; aos funcionários da instituição.

À Caprileite/ACCOMIG, por ter me proporcionado a oportunidade de estágio e a utilização dos dados com os quais se tornou possível a realização deste trabalho.

À Maria Pia Paiva Guimarães, Aurora Maria Guimarães Gouveia e Olivardo Facó, pela confiança e todos os ensinamentos sobre caprinos.

À minha irmã, que em todo o momento esteve comigo, compartilhando o nervosismo, alegrias e sofrimentos nesses anos.

Ao meu avô e padrinho João, por estar sempre presente.

À minha avó Haidê que, mesmo longe, sempre rezou e torceu para que eu realizasse meus sonhos.

À Família Pereira, por ter me acolhido com muito amor e carinho, assim que cheguei a Diamantina.

A todos os meus tios e primos, que sempre me apoiaram e torceram por mim.

À professora Daniela, que mesmo longe sempre me ajudou e apoiou para que eu realizasse meu sonho de trabalhar com caprinos.

A todos os meus amigos, parentes e outros, que sempre estiveram perto ou longe de mim, pela força e confiança, e a energia que sempre emanaram para todas essas conquistas.

Obrigada!

RESUMO

FERREIRA, Talita Andrade. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, setembro de 2011. 75p. **Características morfológicas e de tipo, divergência e avaliação genética de caprinos leiteiros registrados no Brasil de 1979 a 2009.** Orientador: Idalmo Garcia Pereira. Co-orientador: Aldrin Vieira Pires. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

Utilizando dados de caprinos registrados na Associação de Criadores de Caprinos e Ovinos de Minas Gerais, objetivou-se com este estudo avaliar um conjunto de características morfológicas e de tipo através da análise de componentes principais (ACP), divergência genética entre as raças Saanen, Alpina, Toogenbug e Anglo-nubiana através da análise multivariada e estimar os parâmetros genéticos para as mesmas características em caprinos da raça Saanen. Dados de 2.439 animais, nascidos de 1976 a 2009, foram submetidos à ACP, objetivando reduzir a dimensionalidade do conjunto de características. Foram consideradas as seguintes características: perímetro torácico (PT), comprimento de corpo (CC), altura na cernelha (AC), altura na garupa (AG), largura da garupa (LG), comprimento da garupa (CG) característica racial, cabeça, paletas e linha superior, membros e pés, tipo leiteiro, capacidade corporal, úbere, ligamento traseiro, ligamento dianteiro, textura do úbere, tetos e pontuação final. A partir dessa análise, sugeriram-se onze variáveis para descarte, por apresentarem maiores coeficientes de ponderação, em valor absoluto, a partir do último componente principal. Assim, recomendaram-se as seguintes características para trabalhos futuros: altura na garupa, largura da garupa, cabeça, capacidade corporal, úbere, ligamentos dianteiros e textura do úbere. As características AG, LG, cabeça, capacidade corporal, úbere, ligamentos dianteiros e textura do úbere foram submetidas à análise de divergência genética. O desempenho das raças foi avaliado por meio da análise de variância multivariada e da função discriminante linear de Fisher, usando os testes do maior autovalor de Roy e da união-interseção de Roy para as comparações múltiplas. O estudo da divergência genética foi feito por meio da análise por variáveis canônicas, distância de Mahalanobis e pelo método de otimização de Tocher. A raça Anglo-nubiana apresentou superioridade em relação à Alpina, Saanen e Toggenburg. Através da análise de agrupamento observou-se que as raças Saanen, Toggenburg e Alpina formaram um grupo e Anglo-nubiana outro grupo. Para realização da análise genética, a fim de se estimar as herdabilidades, correlações genéticas e fenotípicas, e tendências genéticas, foram utilizadas as mesmas características da ACP. Os componentes de (co)variância necessários à estimação dos parâmetros genéticos das características estudadas foram estimados pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML). O modelo animal multicaracterísticas incluiu efeito genético aditivo direto de animal, como aleatório, e os efeitos fixos de grupos contemporâneos. Valores baixos a altos para estimativas de herdabilidade (0,08 a 0,45) foram encontrados, evidenciando a possibilidade de resposta direta à seleção para algumas características. As estimativas de correlações genéticas e fenotípicas foram de moderadas a altas magnitudes, e observou-se discreta queda nas tendências genéticas ao longo dos anos para maior parte das características avaliadas.

Palavras-chave: agrupamento, biometria, correlação, herdabilidade

ABSTRACT

FERREIRA, Talita Andrade. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Outubro de 2011. 75p. **Morphological and type traits, divergence and genetic evaluation of dairy goats registered in Brazil from 1979 to 2009.** Adviser: Idalmo Garcia Pereira. Committee members: Aldrin Vieira Pires. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

Using data reported about goats in the Association of Sheep and Goats Breeders of Minas Gerais, the aim of this study was to evaluate a set of morphological and type traits by analyzing principal component (PCA), genetic divergence between the breeds Saanen, Alpine, and Anglo-Nubian Toggenburg through multivariate analysis and estimate genetic parameters for the same traits in Saanen goats. Data from 2439 animals, born from 1976 to 2009, were submitted to ACP, aiming to reduce the dimensionality of the feature set. The following characteristics were considered: thoracic circumference (PT), body length (CC), withers height (AC), croup height (AG), croup width (LG), croup length (CG), feature race, the head, top line and palettes, limbs and feet, dairy type, body capacity, mammary gland, linking back, front ligament, udder texture, ceilings and final score. From this analysis, eleven variables have been suggested for disposal, because they have higher weights in absolute value, from the last major component. Thus, it is recommended the following for further work: group height, group width, head, body capacity, mammary gland, front ligaments and udder texture. These features were submitted to genetic divergence analysis. The performance of the races was evaluated by multivariate analysis of variance and Fisher's linear discriminating function, using the tests of the largest Roy eigenvalue and Roy union-intersection for multiple comparisons. The study of genetic divergence was done by canonical variable analysis, Mahalanobis distance and the Tocher optimization method. The Anglo-nubian showed superiority to Alpine, Saanen and Toggenburg. Through cluster analysis Saanen, Toggenburg and Alpine breeders formed one group and Anglo-Nubian another one. To perform genetic analysis, in order to estimate the heritability, genetic and phenotypic correlations, and genetic tendencies, the same characteristics as the ACP were used. The (co) variances which are necessary to estimate the genetic parameters studied were estimated by Restricted Maximum Likelihood (REML). The animal multicharacteristics model included direct genetic effect of animal, such as random and fixed effects of contemporary groups. Low to high heritability values estimates (0.08 to 0.45) were found, indicating the possibility of direct response to select some traits. Estimates of genetic and phenotypic correlations were from moderate to high magnitude, and it was observed a slight decrease in genetic trends over the years for most traits evaluated.

Keywords: grouping, biometry, correlation, heritability

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO GERAL.....	10
2.REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1.Características de caprinos leiteiros.....	13
2.2.Análise de componentes principais.....	16
2.4.Análise multivariada e discriminante canônica.....	19
2.4.Parâmetros Genéticos.....	22
2.4.1.Herdabilidade.....	22
2.4.2.Correlação Genética, Fenotípica e de Ambiente.....	23
2.5.Referências Bibliográficas.....	25
3. TRABALHOS.....	29
3.1 - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E DE TIPO DE CAPRINOS LEITEIROS REGISTRADOS NO BRASIL NO PERIODO DE 1976 A 2009.....	29
Resumo.....	29
Abstract.....	30
Introdução.....	31
Material e Métodos.....	32
Resultados e Discussão.....	35
Conclusão.....	40
Referências Bibliográficas.....	40
3.2- DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE RAÇAS CAPRINAS REGISTRADAS NO BRASIL NO PERIODO DE 1976 A 2009	42
Resumo.....	42
Abstract.....	43
Introdução.....	44
Material e Métodos.....	45
Resultados e Discussão	48
Conclusão.....	52
Referências Bibliográficas.....	52
3.3- AVALIAÇÃO GENÉTICA DAS CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS E DE TIPO DE CAPRINOS DA RAÇA SAANEN.....	55
Resumo.....	55
Abstract.....	56
Introdução.....	57
Material e Métodos.....	58
Resultados e Discussão	60
Conclusão.....	68
Referências Bibliográficas.....	69
4.CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71

1. INTRODUÇÃO GERAL

A cabra foi o animal mais antigo, com capacidade de produzir alimentos, a ser domesticado pelo homem, e foi importante para ajudar na estabilização dos primeiros núcleos de assentamentos, fornecendo leite, carne e pele (CORDEIRO & CORDEIRO, 2008).

Os caprinos foram introduzidos por colonizadores no Brasil, transportados em navios em razão do pequeno porte, e eram utilizados na alimentação da tripulação. Hoje a caprinocultura é uma atividade em franca expansão, já sendo exercida há séculos, presente em diversas áreas, diferentes climas e coberturas vegetais (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

O Brasil tem participação mundial em relação ao efetivo do rebanho caprino de 1,3%. O censo agropecuário de 2006 apurou que o efetivo de caprinos no Brasil era de 7.109.052 milhões de unidades de animal. O principal efetivo encontra-se localizado no Nordeste do País (91%). A criação no nordeste é direcionada para o corte, na sua maioria extensiva e a partir de animais sem registros; o Sudeste e Sul concentram o polo da caprinocultura de leite, sendo São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro exportadores de genética caprina para outros Estados (IBGE, 2006).

O leite de cabra apresenta uma excelente constituição nutricional e é de fácil digestão, constituindo-se um ótimo alimento para crianças e adultos. Mais de 21 milhões de litros de leite caprino produzidos em 2006 (IBGE, 2008) tiveram origem em dois polos: a região Nordeste (67%) e a região Sudeste (25%) que, com 3% do efetivo nacional, recebe destaque em decorrência, principalmente, da intensa busca, pelos criadores, por animais especializados e melhores condições de manejo, melhorando a cada geração o processo de seleção.

A seleção atua valorizando animais geneticamente superiores, aumentando a frequência de genes favoráveis e diminuindo a de genes desfavoráveis, preservando ou melhorando as características de produção (leite ou carne) e reprodução.

Os critérios que são utilizados para selecionar uma cabra para produção de leite são principalmente os econômicos, como a produção de leite, porém muitas vezes, no momento da compra dos animais, os dados de produção podem não estar disponíveis nos arquivos de registro de associações, estando disponíveis apenas na propriedade, mas as informações sobre as características morfológicas estão disponíveis e podem ser obtidas nas associações, o que auxilia na identificação de que os indivíduos apresentam características desejáveis, além da própria produção leiteira.

A conformação corporal é uma forma de auxílio na seleção de cabras leiteiras, quando a produção de leite pode ser avaliada visualmente pelo tamanho do úbere, tamanho do abdômen, que tende a indicar a capacidade de ingestão de forragem, e a massa muscular corporal do animal, sendo que os mais musculosos produzem menos leite em relação aos animais descarnados (Gall, 1980).

A recomendação de descartar machos que tenham nascido mochos, em razão da consequência negativa do nascimento de indivíduos intersexos, tem sido muito utilizada por produtores, porém mochos heterozigotos não apresentam esse problema e, muito pelo contrário, há indícios de que esses animais são mais produtivos e até mesmo mais férteis do que os com chifres. Sabe-se que 75% dos filhos de cruzamentos de pais mochos heterozigotos não apresentariam problemas que, por outro lado, poderiam ocorrer nos demais 25%. A intersexualidade em caprinos só vai ocorrer quando ambos os pais forem mochos e nunca quando pelo menos um deles apresenta chifres (JORGE, 1986).

Assim, quando se faz a seleção de animais pela conformação está se permitindo que as características desejáveis sejam transmitidas para seus descendentes, e que esses venham a produzir de forma eficiente.

As características de tipo para caprinos no estudo de Luo *et al.* (1997) mostram que, principalmente as relacionadas ao úbere apresentaram valores de herdabilidade de moderados a alto, permitindo a seleção individual e um progresso genético mais rápido.

As características morfométricas têm sido utilizadas para caracterização racial em caprinos (PARIACOTE *et al.*, 2000; MELLO e SCHIMIDT, 2008; TRAORÉ *et al.*, 2008). Medidas corporais têm sido estudadas para predizer o peso e as características de carcaças de cabritos (TEIXEIRA *et al.*, 2000; RIBEIRO *et al.*, 2004; YÁÑEZ *et al.*, 2004). Em bovinos leiteiros, 60% das vacas recebem classificação para tipo sendo que esses dados são utilizados nos programas de seleção (SALOMONS, 2000).

A partir de 1974 ocorreu a proibição de importação de supérfluos, dentre eles os queijos de leite de cabra de países europeus (ASSIS & GOUVEIA, 1994). Por volta de 1975, produtores de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo começaram a realizar importações de caprinos leiteiros exóticos para formação do rebanho leiteiro e melhoramento genético, introduzindo e dispersando doenças entre os rebanhos nacionais; porém, na década de noventa, as importações de animais e material genético foram então restringidas para segurança sanitária (ASSIS & GOUVEIA, 1994). Durante todos esses anos, os descendentes desses animais melhor adaptados às condições brasileiras sofreram modificações tanto de

produção como morfológicas, e conhecer essas mudanças se torna cada vez mais importante para a caracterização do rebanho nacional.

Com o intuito de contribuir com o programa de melhoramento genético de caprinos leiteiros, através das medidas morfométricas dos animais registrados na Associação dos Criadores de Caprinos de Minas Gerais – ACCOMIG/Caprileite será possível descrever as características de tipos e os parâmetros genéticos dos caprinos, que são de extrema importância e necessidade para o setor.

Objetivou-se com este trabalho caracterizar morfológicamente as diferentes raças caprinas leiteiras, por meio de análise de componentes principais dos dados de morfologia e pontuações que definem o tipo dos caprinos, verificar se ocorre divergência genética entre essas raças, utilizando medidas de características morfológicas através de análise discriminante canônica, estimar os parâmetros genéticos para essas características lineares e estimar tendência genética.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características fenotípicas de caprinos leiteiros

A escolha da raça em um sistema de produção leiteira é de extrema importância. No Brasil, a Associação Brasileira de Criadores de Caprinos - ABCC (2010) controla o registro das seguintes raças: Alpina, Alpina Americana, Alpina Britânica, Anglo-Nubiana, Angorá, Bhuj, Bôer, Canindé, Jamnapari, Kalahari, Mambrina, Moxotó, Murciana, Saanen, Savana e Toggenburg. Outros grupos étnicos poderão ser enquadrados para fins de registro, quando oficialmente forem reconhecidos como raça pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, e cujos padrões raciais venham a ser descritos pelo Conselho Deliberativo Técnico da ABCC.

Atualmente os grupos de raças exóticas (Saanen, Alpina e Toogenburg) são as mais criadas nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, dando destaque para a Saanen, altamente especializada, apresentando a maior média de produção de leite e duração da lactação.

Para definir um padrão racial é necessária a descrição das características que permitam a identificação dos indivíduos da raça em questão. Essas características podem ser divididas em fisiológicas: são relacionadas à fisiologia em geral, como precocidade, rusticidade, vigor e capacidade de adaptação; psicológicas: são relacionadas ao sistema nervoso, como temperamento, vivacidade, disposição e caráter do animal; econômicas: estão relacionadas à aptidão dos animais, como produção de leite, carne, pelo ou pele; morfológicas: são visíveis, palpáveis ou mensuráveis, tais como formato de orelha, cor de pelagem, peso ou estatura (RIBEIRO, 2000). A característica mais utilizada e que apresenta maior peso de seleção nos criatórios tem sido a econômica, mas as morfológicas têm o papel de auxiliar na escolha correta dos animais de acordo com o objetivo do produtor, demonstrando de forma direta a aptidão da raça. Segundo Gall (1980), a conformação corporal é utilizada em cabras leiteiras como uma ajuda para a seleção.

As características fenotípicas avaliadas no momento do registro genealógico do animal são, de acordo com a ABCC (2001):

- a) Cabeça – principal meio para avaliação das características raciais do animal (orelha, narinas, perfil, mandíbula e chifre).
- b) Estrutura da porção anterior – reflete a capacidade corporal do animal (paleta, tórax, arqueamento de costelas, flexibilidade da pele, incluindo também a avaliação de escore da condição corporal).

- c) Linha superior: avaliação da definição das vértebras e relação com os íleos, ísquios e garupa, também ligado à capacidade corporal.
- d) Membros e pés: última divisão para avaliação da capacidade corporal do animal, julgando os aprumos, abertura de jarrete, cascos, quartelas, locomoção e angulosidade dos membros.
- e) Sistema mamário: são avaliadas as características leiteiras como capacidade do úbere, ligamentos anteriores e posteriores, simetria, textura e inserção dos tetos.
- f) Aparelho reprodutor nos machos: volume testicular, implantação dos testículos e ausência de lesões que possam comprometer a reprodução do animal.

As observações criteriosas das características de tipo do animal são de extrema importância, pois auxiliam no julgamento da sua performance produtiva, por exemplo: a capacidade torácica, relacionada com aclimação e potencial respiratório; abertura e posicionamento dos aprumos traseiros relacionados com inserção do úbere, capacidade de caminhar e longevidade; linha dorso-lombar ligada à capacidade de suportar o peso do corpo, em especial para as fêmeas; inclinação e largura de garupa relacionadas com a reprodução e higiene do animal. Na conformação de um bom animal leiteiro busca-se sempre a clássica forma de cunha, pelos brilhantes, pele solta, boa abertura de costela, aspecto descarnado, membros curtos, bem aprumados e fortes, feminilidade nas fêmeas e úbere bem desenvolvido e globuloso (GUIMARÃES, 2008).

O registro genealógico é importante, pois é um instrumento capaz de rastrear e monitorar a origem genética dos animais, fornecendo ao criador uma rigorosa escrituração de suas matrizes, reprodutores e crias, gerando dados seguros e confiáveis, além de agregar valor aos animais (GUIMARÃES, 2008).

O status do potencial genético dos rebanhos nacionais tem sido modificado basicamente através da importação de germoplasma de outros países. Porém, esse material genético especializado tem origem em países de clima temperado, principalmente da Europa, configurando uma forma de “dependência” do material genético externo. Uma das desvantagens que essa dependência representa, além do elevado custo e dos riscos sanitários, é o conflito entre os objetivos de seleção para os mercados europeus e brasileiros. A interação genótipo-ambiente, em que os melhores animais para produção de leite caprino na Europa não seriam exatamente os melhores para as condições de produção brasileiras (FACÓ & LOBO, 2008) é outro fator a ser considerado.

As medidas corporais e as pontuações atribuídas às características externas podem fornecer indicações para seleção de matrizes e reprodutores, mas são poucos os trabalhos utilizando medidas morfométricas em caprinos leiteiros (Tabela 1). No Brasil, estudos que visam à caracterização racial e avaliar as correlações dessas medidas com as características de produção são ainda escassos (MELLO & SCHMIDT, 2008). Os mesmos autores anteriores, utilizando morfometria e características de tipo de animais da raça Anglo-nubiana, no Rio Grande do Sul, determinaram que as características de úbere estão sendo priorizadas na seleção de fêmeas dessa raça e tanto machos quanto fêmeas apresentam tendência à diminuição das medidas corporais.

Utilizando cabritos da raça Saanen com pesos de 5 a 20 kg divididos em duas diferentes fases de condições nutricionais, Yáñez *et al.* (2004) estimaram equações utilizando medidas biométricas e as que apresentaram melhor ajuste foram perímetro torácico e comprimento corporal, que definiram com precisão o peso em jejum, o peso da carcaça fria e a capacidade de cabritos leiteiros.

Avaliando o desempenho de cabritos com 60, 90 e 120 dias de três grupos raciais, Menezes *et al.* (2007) perceberam que, com o avanço da idade, houve aumento do comprimento corporal, da altura anterior, da altura posterior, do perímetro torácico, do perímetro da perna, da largura da garupa e da largura do peito e os machos foram superiores às fêmeas quanto às medidas biométricas.

O pequeno número de trabalhos relacionados às medidas morfométricas em caprinos demonstra a necessidade de mais pesquisas nessa área com a espécie citada.

Tabela 1. Relação de medidas corporais em caprinos de diferentes raças de acordo com trabalhos diversos

Autores	Medidas morfométricas, em cm, para machos e fêmeas, respectivamente ¹						
	PT	AC	AG	C	CG	LG	PB
Pariocote <i>et al.</i> (2000)	-	88,0	-	-	17,6	-	-
Lanari <i>et al.</i> (2003)	81,1	72,3	64,1	-	21,7	15,4	-
Bedotti <i>et al.</i> (2004)	85,9 e	73,2 e	-	82,2 e	25,2 e	17,9 e	-
	100,8	64,2		70,9	21,8	16,3	
Urbano <i>et al.</i> (2006)	86,0	73,0	-	74,0	65,0	-	78,0
Traoré <i>et al.</i> (2008)	-	53,7	54,86	-	-	-	-
Mello e Schmidt (2008)	89,9 e	80,3 e	80,1 e	83,9 e	22,6 e	10,9 e	98,4 e
	84,6	75,8	76,1	77,4	21,0	12,2	99,8

¹PT = Perímetro torácico, AC = Altura à cernelha, AG = Altura à garupa, C = Comprimento do corpo, CG = Comprimento da garupa, LG= Largura da garupa e PB = Perímetro do barril.

2.2. Análise de componentes principais

A análise de componentes principais (ACP) é uma técnica de análise multivariada que consiste em transformar um conjunto original de variáveis em outro conjunto. Cada componente principal é uma combinação linear de todas as variáveis originais; são independentes entre si e estimados com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo de informação, em termos de variação total, contida nos dados iniciais. A análise de componentes principais é associada à idéia de redução de massa de dados (REGAZZI, 2002).

Uma das técnicas multivariadas mais utilizadas de análise exploratória de dados tem sido a ACP, sendo também um dos mais antigos métodos multivariados, introduzido por Pearson (1901) e, posteriormente, desenvolvido por Hotelling (1933), Rao (1964) e outros (citados por KHATTREE & NAIK, 2000).

A estrutura de variância e covariância de um vetor aleatório na ACP é composta de p variáveis aleatórias através da construção de combinações lineares das variáveis originais. Essas combinações lineares são chamadas de componentes principais e são não-correlacionadas entre si, ou seja, tomam-se p variáveis aleatórias $X = \{X_1, X_2, \dots, X_p\}$ e encontram uma combinação linear delas para produzir novas variáveis $Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_p\}$,

não correlacionadas, denominadas de componentes principais. Se têm-se p variáveis originais é possível obter-se p componentes principais (MINGOTI, 2005).

Para interpretar os dados com sucesso, basta escolher os primeiros componentes que acumulam uma porcentagem de variância igual ou superior a 70%. Isto é, ficamos com y_1, \dots, y_p tal que:

$$\frac{Var(\hat{y}_1) + \dots + Var(\hat{y}_k)}{\sum_{i=1}^p Var(\hat{y}_i)} \times 100 \geq 70\% \quad \text{onde } k < p$$

A interpretação de cada componente principal é feita verificando-se o grau de importância ou influência de cada variável X_i no componente Y_i que está sendo interpretado (REGAZZI, 2002).

Uma questão que tem sido amplamente debatida, sem consenso definitivo na análise de componentes principais, é com relação ao número adequado de componentes a serem selecionados para estudo (KHATTREE & NAIK, 2000). Há três métodos utilizados. O primeiro é baseado na acumulação proporcional do total de variância e pode ser adotado se a matriz de correlação ou covariância for usada na ACP. O segundo método é baseado na magnitude das variâncias dos componentes principais, obtidos somente da matriz de correlação. Esse método, que foi proposto por Kaiser em 1960, considera que qualquer componente principal, cuja variação (autovalor) é menor que 1,00 (um) não seja selecionado, uma vez que presume-se que contém substancialmente menos informações que as variáveis originais. Já o terceiro método é gráfico e usa o que é normalmente chamado de diagrama de "scree", em que se deve "plotar" os autovalores e determinar quando cessam os grandes e iniciam os pequenos. Segundo esses autores, o critério mais comumente usado é o primeiro, que considera um percentual de cerca de 90% como percentagem mínima adequada da variação total.

Tendo esses componentes apresentado autovalores menores que 0,7 rejeitam-se aquelas variáveis de maiores coeficientes de ponderação naquele componente. Esse é o critério de Jolliffe (1973), que também considera que o número de variáveis descartadas é igual ao número de autovalores, associados aos componentes, que são menores que 0,7.

As pesquisas utilizando as medidas biométricas de caprinos leiteiros no Brasil aplicando a técnica de análise de componentes principais ainda são escassas, mostrando que mais estudos devem ser direcionados para o avanço desse setor. Pires *et al.* (2008) analisaram dados biométricos de raças caprinas exóticas e raças caprinas locais no Marrocos, do total de

sete componentes, dois deles compreendendo altura de cernelha e altura de patas, foram suficientes para acumular 74,87% da variância total dos dados.

A possibilidade de descarte de variáveis de produção em aves de postura por meio de componentes principais foi utilizada por Paiva *et al.* (2010), que visou eliminar características redundantes e de difícil mensuração. Dos 11 componentes principais, oito apresentaram variância inferior a 0,7 (autovalor inferior a 0,7), o que sugere oito variáveis para descarte. As variáveis descartadas foram aquelas com maiores coeficientes, em valor absoluto, a partir do último componente principal, uma vez que variáveis altamente correlacionadas aos componentes principais de menor variância representam variação praticamente insignificante. As variáveis descartadas apresentaram correlação linear simples significativa com as demais, ou seja, foram redundantes, recomendando-se as seguintes variáveis para utilização em experimentos futuros: taxa de postura, peso médio individual e peso médio do ovo.

Aplicando a técnica da ACP, Sollero *et al.* (2008) avaliaram cinco grupos genéticos de suínos brasileiros; o primeiro e segundo componentes apresentaram valores de 41,83% e 32,32%, respectivamente, de maneira que o resultado percentual acumulativo correspondeu a 74,15% do total da variação observada. A ACP foi capaz de distinguir os grupos genéticos de suínos naturalizados daqueles comerciais de forma a visualizar o conjunto da amostra apenas pelo gráfico dos dois primeiros componentes principais, os quais explicaram a maior parte da variação original entre os grupos.

Selecionando características morfofuncionais de cavalos da raça Mangalarga Marchador, Meira (2010) concluiu que os seis primeiros componentes principais explicaram 78,57% da variação total dos dados, sendo os primeiros componentes associados aos maiores autovalores e retendo, assim, maior variância dos dados. As variáveis sugeridas para descarte foram, respectivamente, em ordem de menor importância para explicar a variação total: altura na cernelha, comprimento do corpo, perímetro do tórax, comprimento da espádua, comprimento do pescoço, comprimento da cabeça e largura das ancas. As características recomendadas para trabalhos futuros foram: pontuação da marcha, altura na garupa, comprimento do dorso, comprimento da garupa, largura da cabeça e perímetro da canela.

2.3. Análise multivariada e discriminante canônica

A estatística multivariada consiste em técnicas exploratórias de sintetização da estrutura da variabilidade dos dados, consistindo em analisar várias variáveis que são medidas simultaneamente numa mesma unidade experimental (MINGOTTI, 2005). Um ponto importante da análise multivariada é o aproveitamento da informação conjunta das variáveis envolvidas (REGAZZI, 2002).

A análise discriminante canônica é uma técnica que tem como objetivo proporcionar uma redução estrutural nos dados, de modo que a diferença entre tratamentos, influenciada a princípio por um conjunto p-dimensional ($p =$ número de variáveis consideradas no estudo), possa ser avaliada por um complexo no espaço bi ou tridimensional de fácil interpretação geométrica (REGAZZI, 2002).

A projeção de um ponto \tilde{X} (observações) sobre o hiperplano estimado pode ser representada em termos de coordenadas canônicas d-dimensional ($l'_1 \tilde{x}, \dots, l'_d \tilde{x}$).

Em particular, as médias canônicas dos k tratamentos,

$$\hat{m}_{\tilde{c}} = \left[\hat{l}'_{\tilde{c}1} \hat{m}_{\tilde{c}i}, \dots, \hat{l}'_{\tilde{c}d} \hat{m}_{\tilde{c}i} \right], i = 1, 2, \dots, k$$

representam a projeção do grupo de médias sobre esse hiperplano e podem ser usadas para estudar as diferenças entre grupos (tratamentos).

Variáveis canônicas são funções discriminantes ótimas, ou seja, maximizam a variação entre tratamentos em relação à variação residual, sujeita à restrição que ela não é correlacionada com as variáveis canônicas precedentes.

Para o descarte de variáveis canônicas, identificam-se as variáveis de menor importância para a divergência entre os tratamentos avaliados como sendo aqueles cujo coeficiente de ponderação (O_j) sejam de maior magnitude, em valor absoluto, nas últimas variáveis canônicas.

Assim, se VC_d é a variável canônica de menor importância relativa, dado por

$$VC_d = O_{d1}x_1 + O_{d2}x_2 + \dots + O_{dp}x_p, \text{ em que}$$

x_1, x_2, \dots, x_p são as variáveis originais padronizadas, então identifica-se a variável de menor importância como aquela associada ao maior dos elementos (em valor absoluto) $O_{d1}, O_{d2}, \dots, O_{dp}$. A segunda variável de menor importância é identificada, com o mesmo critério, pelos coeficientes da variável canônica VC_{d-1} , e assim sucessivamente.

Baseado no princípio que a importância ou variância das variáveis canônicas decrescem da primeira para a última, tem-se que as últimas variáveis canônicas são responsáveis pela explicação de uma fração muito pequena da variância total; portanto, são passíveis de descarte. Quando há, nas primeiras variáveis, a concentração de grande proporção da variância total, em torno de 80%, elas podem ser utilizadas para ilustrar graficamente as posições relativas e as orientações dos grupos.

A análise de agrupamentos constitui uma técnica a ser utilizada para a descoberta de uma estrutura de grupos e de relações existentes entre esses grupos, permitindo extrair informações a respeito da independência entre as variáveis que caracterizam cada elemento.

Os grupos são formados com base na similaridade ou dissimilaridade (distâncias), que permita verificar entre eles um grau de semelhança suficiente para reuni-los num mesmo conjunto, destacando os grupos de objetos similares entre si, segundo suas características ou variáveis. O grau de associação tem que ser elevado entre os membros de uma mesma categoria, e baixo entre os elementos de categorias distintas (VALENTIN, 2000).

As medidas mais comuns, apropriadas para variáveis quantitativas, são as de dissimilaridade entre elementos de uma matriz de dados como a distância de Mahalanobis.

As distâncias de Mahalanobis são calculadas pela fórmula:

$$D_{ii'}^2 = \left(\bar{X}_i - \bar{X}_{i'} \right)' S^{-1} \left(\bar{X}_i - \bar{X}_{i'} \right),$$

em que:

\bar{X}_i = vetor de médias observadas para o tratamento i ;

S = matriz de variâncias e covariâncias residuais.

Conhecida também como primeira variável canônica, a função linear de Fisher é uma combinação linear das variáveis que proporciona o maior valor possível para o teste F, entre todas as combinações lineares das variáveis envolvidas (HARRIS, 1975, apud REGAZZI, 1997). A análise será mais eficaz quanto maior for a porcentagem da variância total a ela conferida.

Testes de comparações múltiplas como o da união-intersecção de Roy podem ser futuramente aplicados para estudo do desempenho dos tratamentos (raças) dentro de cada variável considerada. A análise consiste na determinação das raízes características (autovalores) da equação característica:

$$|E^{-1}H - \lambda I| = 0 \text{ ou } |H - \lambda E| = 0$$

em que:

I = matriz identidade;

λ = autovalores;

E^{-1} = inversa da matriz de soma de quadrados e produtos de residual; e

H = matriz de soma de quadrados e produtos de tratamentos.

Utilizando $\lambda_{\text{máx}}$ o maior autovalor de $E^{-1}H$, define-se a estatística $\theta_0 = \frac{\lambda_{\text{máx}}}{1 + \lambda_{\text{máx}}}$

O valor assim obtido (θ) é comparado com o limite de significância fornecido em ábacos e tabelas encontrados, por exemplo, nos livros de Morrison (1967).

A análise de agrupamento é realizada utilizando-se o método de otimização de Tocher, o qual adota o critério de que a média das medidas de dissimilaridade dentro de cada grupo deve ser menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos, usando a distância D^2 de Mahalanobis como medida de dispersão, citada por Rao (1952).

Estima-se a maior distância dentre o conjunto de menores distâncias, entre cada tratamento e encontra a maior distância entre as menores. Assim é estabelecido θ como o limite de acréscimo, na média da distância intragrupo, para a formação ou inclusão de um novo elemento.

Inicialmente forma-se um primeiro grupo no qual a medida de dissimilaridade é a menor de todas. Avalia-se a possibilidade de inclusão de um tratamento em um grupo, verificando se a distância desse tratamento em relação ao grupo, dividida pelo número de tratamentos que já o constituiu, é inferior ao máximo permitido.

$$\text{Se } \frac{d_{(\text{grupo})i}}{g} < \theta \text{ inclui-se o tratamento } i \text{ no grupo}$$

$$\text{Se } \frac{d_{(\text{grupo})i}}{g} \geq \theta \text{ o tratamento } i \text{ não deve ser incluído no grupo}$$

g = número de tratamentos que constituem o grupo que está sendo considerado.

Uma vez formado o grupo, calculam-se as medidas de dissimilaridade entre esse grupo e os demais tratamentos, por meio de:

$$d_{(ij)k} = d_{ik} + d_{jk}$$

em que d é qualquer medida de dissimilaridade (REGAZZI, 2002).

Vários autores utilizaram esses testes para o estudo de divergência genética (PIRES *et al.*, 2002; FONSECA *et al.*, 2000; YAMAKI *et al.*, 2008). Mas frequentemente tem-se interesse em verificar se existe diferença entre as raças (tratamentos) utilizando-se uma estrutura multivariada, que pode ser obtida por meio da função discriminante linear de Fisher (FDF).

2.4. Parâmetros Genéticos

2.4.1. Herdabilidade

A herdabilidade é definida por Falconer (1987) como a razão da variância genética aditiva para a variância fenotípica. Valores genéticos e fenotípicos são tomados como desvios da média da população. A herdabilidade expressa então a confiança do valor fenotípico como um guia para o valor genético, ou o grau de correspondência entre valor fenotípico e valor genético.

No sentido restrito, a herdabilidade representa a fração das diferenças fenotípicas que é transmitida aos filhos, correspondendo à proporção da variação total, que é de natureza genética. A herdabilidade varia de 0 a 1. Valores baixos podem significar que grande parte das variações das características seja oriunda das diferenças de meio ambiente, temporária ou permanente; se os valores são altos significa que grande parte das diferenças genéticas entre os indivíduos é responsável pela variação na característica avaliada (PEREIRA, 2008).

Quanto mais alta a herdabilidade maior será a correlação entre valores genéticos e fenotípicos e menor será o efeito do ambiente, possibilitando a transmissão da característica desejada aos descendentes e tornando viável a seleção (THOLON, 2001). Alguns autores interpretam de formas diferentes os valores para herdabilidade. Pereira (2008) defende que valores de herdabilidade de 0 a 0,15 são considerados baixos; entre 0,15 a 0,3, moderados e, acima de 0,3, alta herdabilidade. Entretanto, Lopes (2005) afirma que valores de herdabilidade de 0 a 0,2 são considerados baixos; entre 0,2 a 0,4, moderados e, acima de 0,4, alta herdabilidade.

Na literatura existem poucos trabalhos com estudos dos parâmetros genéticos das características de tipos em caprinos. Luo *et al.* (1997) mostraram herdabilidades de algumas características de tipos em caprinos (Tabela 1). A herdabilidade (h^2) permite indicar o potencial para seleção fenotípica e melhorar geneticamente uma característica. Uma alta h^2 sugere que a seleção individual produzirá um rápido melhoramento genético, mas um baixo valor de h^2 indica que o progresso na seleção será lento e outros métodos deveriam ser

adotados para melhorar a característica. As características relacionadas ao úbere e aos tetos apresentam destaque para a espécie caprina, pois essas características apresentam h^2 de moderada a alta; assim, o progresso genético alcançado pela seleção individual seria rápido.

Tabela 1. Herdabilidade de características de tipo em caprinos

Característica	Herdabilidade
Escore Final	0,27
Estatura	0,52
Vigor	0,29
Caráter leiteiro	0,24
Diâmetro das tetas	0,38
Pernas traseiras	0,21
Inclinação da garupa	0,32
Largura da garupa	0,27
Conexão do úbere	0,25
Altura posterior do úbere	0,25
Curvatura posterior do úbere	0,19
Profundidade do úbere	0,33
Ligamento suspensório	0,33
Colocação da tetas	0,36

Fonte: LUO *et al.* (1997)

2.4.2 Correlação genética, fenotípica, e de ambiente

A seleção para uma determinada característica é importante não somente pelos reflexos na sua expressão como, também, no de outras que são dependentes em maior ou menor grau. O tamanho e sentido das respostas correlacionadas são determinados pela correlação genética entre as características envolvidas, mostrando a extensão em que os mesmos genes afetam a sua expressão. Outra causa da correlação genética é a ligação de genes que influenciam duas características (PEREIRA, 2008).

De acordo com Pereira (2008), a consequência da correlação genética, do ponto de vista de melhoramento genético, é que se duas características economicamente importantes mostram uma correlação altamente positiva, a ênfase na seleção deverá ser apenas numa, para

o melhoramento de ambas, reduzindo, desse modo, o número de características a serem selecionadas.

A correlação fenotípica é a associação que pode ser observada diretamente. Ela tem dois componentes, um genético e outro de ambiente (LOPES, 2005).

A correlação de ambiente é uma medida da relação entre a covariância e as variâncias de ambiente e genética não aditivas de ambas as características (PEREIRA, 2008).

As estimativas das correlações variam de -1 a 1. O sinal negativo ou positivo indica se as características correlacionadas foram influenciadas geneticamente ou pelo ambiente, no sentido contrário ou no mesmo sentido, respectivamente (MELO, 2009).

Trabalhando com cabras das raças Anglo-nubiana, Saanen e Alpina, Mello e Silva (1996) avaliaram a correlação fenotípica entre morfologia do úbere e produção de leite e encontraram resultado de correlação positivo e significativo de 0,78 entre o perímetro do úbere e a produção de leite.

Analisando vinte e sete fêmeas jovens, sendo dez da raça Saanen e dezessete da raça Anglo-nubiana, de acordo com suas características de peso vivo, perímetro torácico, perímetro abdominal, altura da cernelha e comprimento corporal, sendo as avaliações feitas entre as idades de sete e 224 dias, Teixeira *et al.* (2000) encontraram correlações fenotípicas altas e positivas entre as medidas estudadas e entre elas e o peso corporal. As equações de regressão estabelecidas mostraram que todas as medidas estudadas podem ser utilizadas para estimar o peso corporal. Todavia, o perímetro torácico forneceu o melhor indicador de peso vivo.

Com o objetivo de estimar as correlações fenotípicas entre peso e características corporais de caprinos nos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte e definir uma equação de predição para peso, Ribeiro *et al.* (2004) usaram o peso corporal (PC), altura na cernelha (AC), comprimento do corpo (LC), perímetro torácico (PT) e comprimento das orelhas de 750 fêmeas, sendo 62 do grupo genético Azul, 25 Graúna, 347 Moxotó e 316 Canindé. As avaliações foram realizadas em animais adultos de mais de dois anos. As correlações entre as medidas fenotípicas estudadas foram positivas e significativas, as medidas PT e LC podem ser úteis e servir de boas indicativas do PC, embora com algumas limitações.

Resultados encontrados por Mello & Schimidt (2008) usando medidas corporais de 452 caprinos Anglo-nubianos no Rio Grande do Sul demonstraram correlação alta do perímetro torácico (PT) com o perímetro abdominal (PA), a altura de cernelha (AA), a altura de garupa (AP) e o comprimento do corpo (C), além de correlação alta da AA com AP e C nos machos e entre AA e AP, nas fêmeas. Não foi verificada correlação alta entre nenhuma

das medidas corporais e a pontuação recebida pelo animal no momento da inspeção para registro genealógico.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCC, 2001 - Associação Brasileira dos Criadores de Caprinos, Protocolo ABCC em 04/10/01 – Regulamento do serviço de registros genealógico das raças caprinas, Aprovado pelo Ministério da Agricultura em 26 set 2001. Disponível em: <<http://www.accomig.com.br>> Acesso em: 18 jul. 2010.

ABCC, 2010 - Associação Brasileira dos Criadores de Caprinos. Regulamento do serviço de registros genealógico das raças caprinas, Aprovado pelo Ministério da Agricultura em jun. 2010. Disponível em: <<http://www.accomig.com.br>> Acesso em: 22 out. 2010.

ASSIS, A.P.M.V.; GOUVEIA, A.M.G. Evidências sorológicas de lentivírus (Maedi Visna/Artrite Encefalite Caprina) em rebanhos nos estados de MG., RJ., BA., CE. In: Congresso brasileiro de medicina veterinária, 23, 1994, Recife. **Anais...** Recife: 1994, p. 104.

BEDOTTI, D.A.G.; GOMEZ CASTRO, A.G.M.; SÁNCHEZ RODRIGUEZ, et al. Caracterización morfológica y faneróptica de la cabra Colorada Pampeana. **Archivos de Zootecnia**, v. 53, n. 203, p. 261-271, 2004.

CORDEIRO, P.R.C.; CORDEIRO, A.G.P.C. O negócio do leite de cabra no Brasil e sua cadeia produtiva. In: PecNordeste, 22, 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: PecNordeste, 2008.1 CD-ROM.

FACÓ, O.; LOBO, R.N.B. Programa de melhoramento genético de caprinos leiteiros. In: Zootec, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Zootec, 2008. 1 CD-ROM.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1987. 279p.

FONSECA, R.; PIRES, A.V.; LOPES, P.S. et al. Estudo da divergência genética entre raças suínas utilizando técnicas de análise multivariada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.4, p.403-409, 2000.

GALL, C. Relationship between body conformation and production. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.10, p.1768-1781, 1980.

GUIMARÃES, M.P.S.L.P. **Formação de técnicos inspetores de registro genealógico de caprinos**. Apostila elaborada como roteiro do curso de formação de técnicos inspetores de registro genealógico de caprinos promovido pela Caprileite/ACCOMIG, 2008. Disponível em: <[HTTP// www.caprileite.com.br](http://www.caprileite.com.br)> Acesso em: 25 set. 2008.

HARRIS, R.J. **A primer of multivariate statistics**. New York: Academic Press, p.332, 1975.

HENDERSON JR., C.R. Analysis of covariance in the mixed model: higher-level, nonhomogeneous, and random regressions. **Biometrics**, v.38, p.623-640, 1982.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Censo agropecuario**, 2006. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/agropecuaria.pdf>>, Acesso em 18 out. 2011.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Produção da Pecuária Municipal (PPM)**, Rio de Janeiro, v.35, p.1-62, 2008.

JOLLIFFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. I: Artificial data. **Applied Statistics**, v.21, n.2, p.160-173, 1972.

JOLLIFFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. II: Real data. **Applied Statistics**, v.22, n.1, p.21-31, 1973.

JORGE, W. **Genética da Intersexualidade em caprinos (Capra hircus,L.)**. UNESP - BOTUCATU, 1986.

KATTREE, R.; NAIK, D.N. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS® Software**. Cary, NC: SAS Institute Inc., p.558, 2000.

LANARI, M.R.; TADDEO, H.; DOMINGO, E. et al. Phenotypic differentiation of exterior traits in local Criollo Goat Population in Patagonia (Argentina). **Archivos Tires., Dummerstorf**, v.46, n.4, p.347-356, 2003.

LOPES, P.S. **Teoria do melhoramento animal**. Editora FEPMVZ. Belo Horizonte, 2005. 118p.

LUO, M.F.; WIGGANS, G.R.; HUBBARD, S.M.. Variance component estimation and multitrait genetic evaluation for type traits of dairy goats. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.3, p.594-600, 1997.

MEIRA, C. T. **Avaliação de características morfofuncionais de cavalos da raça Mangalarga Marchador**. Dissertação de mestrado. UFVJM, 2010. p.48.

MELLO, F.A.; SCHMIDT, V. Caracterização biométrica de caprinos anglonubianos nascidos no Brasil, no período de 1993 a 2001. **Archivos de Zootecnia**, v.57, n. 220, p. 525-535, 2008.

MELLO, A.A; SILVA,E.R. Correlação fenotípica entre morfologia do úbere, produção de leite e incidência de mastite em caprinos. In: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 1, 1996, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBMA, 1996. 1 CD-ROM.

MELO, A.L.P. **Efeito da autocorrelação residual na modelagem da curva de lactação de cabras**. Dissertação apresentada a Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2009.

MENEZES, J.J.L.; GONÇALVES, H.C.; RIBEIRO, M.S. et al. Desempenho e medidas biométricas de caprinos de diferentes grupos raciais. **Revista Brasileira de Zootecnia** v. 36, n.3, p.635-642, 2007.

MEYER, K. **WOMBAT**: a program for mixed model analyses by restricted maximum likelihood. Users note: Animal Genetics and Breeding Unit. Armidale, 2006.

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 292p., 2005.

MORRISON, D.F. **Multivariate statistical methods**. New York: McGraw- Hill, p.338, 1967.

OLIVEIRA, J.C.V.; ROCHA, L.L.; RIBEIRO, M.N. et al. Caracterização e perfil genético visível de caprinos nativos no estado de pernambuco. **Archivos de Zootecnia**. v.55, n.209, p.63-73, 2006.

PAIVA, A.L.C.; TEIXEIRA, R.B.; YAMAKI, M. et al. Análise de componentes principais em características de produção de aves de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.285-288, 2010.

PARIACOTE, F.A.; D'ASCENCAO, D.C.; BORGES, C. et al. Características corporales entre subpoblaciones de caprino Criollo. Resultados preliminares. In: Simpósio Ibero-americano Sobre Conservação de Recursos Genéticos Animais, 1, 2000, Corumbá - MS. **Anais...** Corumbá - MS: Simpósio Ibero-americano Sobre Conservação de Recursos Genéticos Animais, 2000.1 CD-ROM.

PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. Editora FEPMVZ, Belo Horizonte, 5^a Ed., p. 62-95, 2008.

PIRES, A.V.; FONSECA, R.; ARAUJO COBUCI, R.J. et al. Estudo da divergência genética entre as raças suínas Duroc, Landrace e Large White, utilizando técnicas de análise multivariada. **Archivos Latinoamericano de Produção Animal**, v.10, n.2, p. 81-85, 2002.

PIRES, L.C.; MACHADO, T.M.M.; ARAUJO, A.M. et al. Análise de componentes principais no estudo da diversidade genética de caprinos. In: Sociedade Brasileira Melhoramento Animal, 4, São Carlos, 2008. **Anais...** São Carlos: SBMA, 2008. 1 CD-ROM.

RAO, C.R. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York, Jonh Wiley & Sons, p. 390, 1952.

REGAZZI, A. J. **Análise multivariada**: notas de aula. Viçosa: UFV, 2002.

RIBEIRO, M.N.; SILVA, J.V.; PIMENTA FILHO E.C. et al. Estúdio de las correlaciones entre características fenotípicas de caprinos naturalizados. **Archivos de Zootecnia**, v.53, n.203,p.337-340, 2004.

RIBEIRO, S.D.A.. **Caprinocultura: criação racional de caprinos**. São Paulo: Ed Nobel 1997, 1^o Ed. p.19, 249-270.

RIBEIRO, S.D.A. Padrão racial no melhoramento genético de caprinos no Brasil. In: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 3, 2000, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBMA, 2000. 1 CD-ROM.

SALOMONS, W.J. Resumo dos programas de seleção de gado da raça Holandesa da Holland Genetics. In: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 3, 2000, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBMA, 2000. 1 CD-ROM.

SOLLERO, B.P.; YAMAKI, M.; GUIMARÃES, S.E.F. et al. Análise de Componentes Principais como ferramenta na avaliação da diversidade genética de suínos. In: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 7, 2008, São Carlos. **Anais...** São Carlos: SBMA, 2008. 1 CD-ROM.

TEIXEIRA, M.P.B.; BARROS, N.N.; ARAUJO, A.M. et al. Relação entre medidas corporais e peso vivo em caprinos das raças saanen e anglo nubiana. **Revista Científica de Produção Animal**, v.2, n.2, p.178-179, 2000.

THOLON, P.; QUEIROZ, S.A.; RIBEIRO, A.C. et al. Estudo genético quantitativo da produção de leite em caprinos da raça Saanen. **Archivos Latinoamericano de Produção Animal**, v.9, n.1, p.1-5, 2001.

TRAORÉ, A.; TAMBOURA, H.H.; KABORE, A. et al. Multivariate analyses on morphological traits of goats in Burkina Faso. **Archivos Tierz., Dummerstorf**, v.51, n.6, p.588-600, 2008.

URBANO, S.A.; CÂNDIDO, E.P.; LIMA, C.A.C. et al. Uso da barimetria para estimar o peso corporal de caprinos da raça Canindé. . In: Zootec, 2006, Pernambuco. **Anais... Pernambuco: Zootec**, 2006. 1 CD-ROM.

VALENTIN, J. L. Ecologia numérica: **Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, p.117, 2000.

YAMAKI, M.; MENEZES, G.R.O.; TEIXEIRA, R.B. et al. Divergência genética entre linhagens de matrizes de corte por meio de análise de agrupamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.829-833. 2008.

YÁÑEZ, E.A.; RESENDE, K.T.; FERREIRA, A.C.D. et al. Utilização de medidas biométricas para predizer características da carcaça de cabritos Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1564-1572, 2004.

3. TRABALHOS

3.1 CAPÍTULO 1 - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E DE TIPO DE CAPRINOS LEITEIROS REGISTRADOS NO BRASIL NO PERÍODO DE 1976 A 2009

Resumo: Dados de 2.439 caprinos, relativos aos registros entre 1976 a 2009 da Associação de Criadores de Caprinos e Ovinos de Minas Gerais, foram utilizados para determinar a capacidade de resumir um conjunto de variáveis, por meio da análise de componentes principais. Após consistência dos dados, foram avaliadas 18 variáveis, sendo 6 medidas morfológicas (perímetro torácico, comprimento de corpo, altura na cernelha, altura na garupa, largura da garupa, comprimento da garupa) e 12 ligadas à pontuação do padrão racial e aptidão do animal (característica racial, cabeça, paletas e linha superior, membros e pés, tipo leiteiros, capacidade corporal, úbere, ligamento traseiro, ligamento dianteiro, textura do úbere, tetos e pontuação final) de 400 bodes e 2039 cabras das raças: Saanen, Alpina, Anglo-nubiana e Toggenburg. Onze componentes principais, obtidos a partir da matriz de correlação, apresentaram variância (autovalor) menor que 0,7, o que sugere onze variáveis para descarte, resultando em economia de tempo para os técnicos no momento da avaliação dos animais e também na redução dos custos em trabalhos futuros, como a formulação do sistema de avaliação linear para seleção de caprino, sem causar perda considerável de informação. As variáveis descartadas apresentaram correlação linear significativa com as demais. Recomendam-se as seguintes variáveis para serem mantidas para os próximos estudos: altura na garupa, largura da garupa, cabeça, capacidade corporal, úbere, ligamentos dianteiros e textura. Entretanto, a variável membros e pés, sugerida para descarte, deve ser reavaliada em razão de sua importância. Propõe-se a realização de mais trabalhos utilizando o método de descarte através da matriz de correlação genética.

Palavras-chave: análise multivariada, cabra, correlação, descarte de variável

MORPHOLOGICAL AND TYPE TRAITS OF DAIRY GOATS REGISTERED IN BRAZIL FROM 1976 TO 2009

Abstract: Data from 2439 goats, recorded between 1976 and 2009 in the Association of Goats and Sheep Breeders of Minas Gerais, were used to determine the ability to summarize a set of variables, through principal component analysis. After data consistency, 18 variables were evaluated, being 6 morphological measures (heart girth, body length, wither height, hip height, hip width, rump length) and 12 related to the breed standard score and the animal's fitness (racial trait, head, top line and palettes, limbs and feet, dairy type, body capacity, mammary gland, back ligament, front ligament, udder texture, ceilings and final score) of 400 males goats and 2039 goats breeds: Saanen, Alpine , Anglo-Nubian and Toggenburg. Eleven principal components obtained from the correlation matrix, presented variance (eigenvalue) less than 0.7, suggesting eleven variables to discard. It results in time savings for staff during the evaluation of animals and also in reducing future costs as the formulation of the linear evaluation system to select goats without causing significant loss of information. The discarded variables showed a significant linear correlation. It is recommended the following variables for future studies: croup height, croup width, head, body capacity, mammary gland, front ligaments and texture. However, the variable members and feet, suggested for discard must be reassessed because of its importance. It is proposed to carry out further studies using the method of discard through the genetic correlation matrix.

Keywords: multivariate analysis, goat, correlation, discard of variable

Introdução

A seleção de cabras leiteiras tem ocorrido basicamente através das características morfológicas, pois registros antigos não trazem informativos oficiais referentes aos dados produtivos dos animais. Somente a partir de 2005, através do controle leiteiro realizado pela Embrapa caprinos e ovinos, em parceria com Caprileite/ACCOMIG, está sendo possível conhecer essas informações (SANTOS *et al.*, 2009). A morfologia dos animais torna-se, então, o meio mais viável para avaliação desses animais sem registro de controle, pois ela é facilmente mensurada, identificando os indivíduos que apresentam as características desejáveis.

Produtores do sudeste do Brasil, por volta de 1975, começaram a realizar importações de caprinos leiteiros exóticos para formação do rebanho e melhoramento genético introduzindo e dispersando doenças nos rebanhos nacionais; porém, na década de noventa, as importações de animais e material genético foram então restringidas por segurança sanitária (ASSIS e GOUVEIA, 1994). Conhecer as características dos descendentes desses animais melhor adaptados às condições brasileiras torna-se cada vez mais importante para a caracterização do rebanho nacional.

Em situações como no momento dos registros genealógicos de caprinos, os técnicos avaliam um grande número de características relacionadas à morfologia e ao tipo dos animais, produzindo um aumento significativo de trabalho. Um número elevado de características acaba contribuindo muito pouco para a distinção dos indivíduos avaliados, aumentando o trabalho de caracterização, além de não melhorar a precisão, tornando mais complicada a análise e a explicação dos dados.

Assim, permitindo que sejam eliminadas informações redundantes, em decorrência da correlação com outras variáveis presentes no estudo, a análise de componentes principais (ACP) tem sido utilizada na explicação das relações estruturais, entre as medidas corporais dos animais e no descarte de variáveis. As variâncias da maioria dos componentes são baixas a ponto de serem desprezíveis (KHATTREE & DAYANAND, 2000).

Trabalhos envolvendo análise de componentes principais com dados de morfologia em caprinos são escassos, conforme Pires *et al.* (2008). Dessa forma, objetivou-se com este estudo resumir a extensão de um conjunto original de variáveis, por meio da análise de componentes principais, medidas em caprinos, viabilizando a recomendação de variáveis a serem utilizadas em trabalhos que visam criar um sistema de avaliação linear para seleção.

Material e Métodos

Os dados foram obtidos a partir do arquivo zootécnico da Associação de Criadores de Caprinos e Ovinos de Minas Gerais (ACCOMIG/Caprileite), relativos aos registros de animais nascidos entre os anos 1976 a 2009, de quatro raças diferentes: 1.335 Saanen, 695 Parda Alpina, 330 Toggenburg e 79 Anglo-nubiana, perfazendo um total de 2.439. O baixo número de exemplares referente à raça Anglo-nubiana ocorre por ser esse animal considerado de dupla aptidão e, conseqüentemente, apresentar um baixo potencial leiteiro. Sendo assim, os criadores da região sudeste acabam optando pela criação de cabras especializadas para produção de leite, reduzindo-se, então, o número de registro para raça. Após consistência dos dados foram avaliados 400 bodes e 2.039 cabras com as seguintes variáveis: perímetro torácico (PT), comprimento de corpo (CC), altura na cernelha (AC), altura na garupa (AG), largura da garupa (LG), comprimento da garupa (CG), além das pontuações das principais características que definem o padrão racial e a aptidão do animal, como característica racial, cabeça, paletas e linha superior, membros e pés, tipo leiteiro, capacidade corporal, úbere, ligamento traseiro, ligamento dianteiro, textura do úbere, tetos e a nota, que é a soma de todas essas características dentro de uma escala de 0 a 100 pontos. Como as variáveis ligadas à pontuação envolviam unidades diferentes, foi necessária a padronização dessas variáveis X_j ($j = 1, 2, \dots, p$); nesse caso, a estrutura de dependência de X_j foi dada pela matriz de correlação.

Todas as medidas corporais foram tomadas após o primeiro parto para as cabras e para os bodes após um ano de idade, para fins de obtenção do registro genealógico definitivo seguindo as regras da Associação Brasileira de Criadores de Caprinos - ABCC (2010). Essas medidas foram tomadas por técnicos credenciados pela Associação e determinadas com auxílio de fita métrica, estando todos os animais em superfície plana, sendo: perímetro torácico (PT, circunferência externa do tórax, ao nível da cernelha), comprimento de corpo (CC, distância entre a parte cranial da tuberosidade maior do úmero e a tuberosidade isquiática), altura na cernelha (AC, altura no ponto mais alto da região interescapular), altura na garupa (AG, medida do solo à tuberosidade sacral do ílio, estando os animais em superfície plana), largura de garupa (LG, distâncias entre as protuberâncias ilíacas) e comprimento de garupa (CG, distância entre a tuberosidade coxal do ílio e a tuberosidade isquiática). As características morfológicas, correlacionadas com os dados de produção, foram realizadas no momento da inspeção e o resumo das médias encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1- Resumo da estrutura de dados, número de animais (N), médias, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV%) das características morfológicas de caprinos

Características ¹	N	Média	DP	CV(%)
PT	2439	85,82	8,09	9,15
CC	2439	78,52	7,49	9,49
AC	2439	73,60	5,78	7,75
AG	2439	73,25	5,38	7,22
LG	2439	14,43	4,25	29,01
CG	2439	23,05	2,65	11,41

¹PT = Perímetro torácico; CC = Comprimento do corpo; AC = Altura na cernelha; AG = Altura na garupa; LG = Largura da garupa; CG = Comprimento da garupa.

Os dados foram submetidos à análise de componentes principais, em que o ponto de partida é a matriz de correlação, as variáveis são padronizadas para média zero e variância igual a um. Optou-se pela utilização de uma matriz de correlação ao invés de uma matriz de covariância para amenizar possíveis discrepâncias acentuadas entre as variâncias e permitir as comparações entre os autovetores em um componente. A solução, utilizando-se a matriz de correlação, é recomendada quando as variáveis são medidas em escalas muito diferentes entre si, pois essa matriz é equivalente à matriz das variáveis padronizadas (JOHNSON e WICHERN, 1998), visto que as características morfométricas analisadas constam de avaliações métricas e as de aptidão por tabela de pontuação subjetiva. Foi adotado o critério da variância mínima explicada igual ou superior a 70% para reter os componentes principais. A técnica de componentes principais, a partir da matriz de correlação, consiste em transformar um conjunto de p variáveis X_1, X_2, \dots, X_p em um novo conjunto Y_1, Y_2, \dots, Y_p , em que os Y 's apresentam as seguintes propriedades:

I. Cada componente principal (Y_i) é uma combinação linear das dezoito variáveis padronizadas (X_j), ou seja:

$$Y_i = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{ip}X_p = \sum_{j=1}^p a_{ij}X_j$$

onde a_{ij} são os autovetores, com $i = 1, 2, \dots, p$ e $\sum_{j=1}^p a_{ij}^2 = 1$

II. O primeiro componente principal, Y_1 , é tal que sua variância é máxima entre todas as combinações lineares de X . O segundo componente principal é não-correlacionado com o primeiro e possui a segunda maior variância. Da mesma forma, definam-se os outros p componentes principais não-correlacionados entre si, ou seja:

$$Var(Y_1) \geq Var(Y_2) \geq \dots \geq Var(Y_p)$$

III. A cada componente principal Y_i existe p autovalor (λ) ordenado de forma que:

$$\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$$

IV. As combinações lineares formadas são não-correlacionadas:

$$Cov(Y_1, Y_2) = Cov(Y_1, Y_3) = \dots = Cov(Y_{p-1}, Y_p) = 0$$

A importância relativa de um componente principal foi avaliada pela percentagem de variância total que ele explica, ou seja, a percentagem de seu autovalor em relação ao total dos autovalores de todos os componentes, que é dado por:

$$Y_i = \frac{Var(Y_i)}{\sum_{i=1}^p Var(Y_i)} \times 100 = \frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^p \lambda_i} \times 100$$

O critério para descarte de variáveis utilizado foi baseado nas recomendações de Jolliffe (1972), que sugere que o número de variáveis descartadas deve ser igual ao número de componentes principais cuja variância (autovalor) é inferior a 0,7; e na sugestão de Khattree & Dayanand (2000), os quais consideram que a variável que apresentar o maior coeficiente em valor absoluto no componente principal de menor autovalor (menor variância) deverá ser menos importante para explicar a variância total e, portanto, passível de descarte. Assim, o processo de descarte consiste em considerar o componente correspondente ao menor autovalor e rejeitar a variável associada ao maior coeficiente de ponderação (em valor absoluto). Então, o próximo menor componente será avaliado. Esse processo continua até que o último componente associado a autovalor inferior a 0,7 seja considerado. A razão para isso é que variáveis altamente correlacionadas aos componentes principais de menor variância representam variação praticamente insignificante. Todas as análises foram feitas utilizando-se o procedimento PRINCOMP do programa SAS (2002).

Resultados e Discussão

De acordo com os resultados obtidos para os componentes principais, seus respectivos autovalores e porcentagem de variância explicada por cada um (Tabela 2), dos 18 componentes principais, 11 apresentaram variância inferior a 0,7 (autovalor inferior a 0,7) de acordo com o critério de Jolliffe (1972), podendo então ser descartados.

Tabela 2 – Componentes principais (CP), autovalores (λ_i) e porcentagem da variância, explicada pelos componentes (%VCP), das medidas morfológicas e de tipo de caprinos leiteiros

Componentes principais ¹	λ_i	%VCP	%VCP (acumulada)
CP ₁	5,1194	0,2844	0,2844
CP ₂	2,9952	0,1664	0,4508
CP ₃	1,6918	0,0940	0,5448
CP ₄	1,5775	0,0876	0,6324
CP ₅	0,9395	0,0522	0,6846
CP ₆	0,8282	0,0460	0,7307
CP ₇	0,7627	0,0424	0,7730
CP ₈	0,5961	0,0331	0,8062
CP ₉	0,5770	0,0321	0,8382
CP ₁₀	0,5441	0,0302	0,8684
CP ₁₁	0,5231	0,0291	0,8975
CP ₁₂	0,4299	0,0239	0,9214
CP ₁₃	0,4011	0,0223	0,9437
CP ₁₄	0,3561	0,0198	0,9635
CP ₁₅	0,3038	0,0169	0,9803
CP ₁₆	0,2100	0,0117	0,9920
CP ₁₇	0,0805	0,0045	0,9965
CP ₁₈	0,0632	0,0035	1,0000

¹Cada componente principal (Y_i) é uma combinação linear das dezoito variáveis padronizadas (X_j).

Foram mantidos apenas os sete primeiros componentes que enquadraram dentro do critério de seleção adotado, pois apresentaram autovalor superior a 0,7 e conseguiram explicar 77,30% da variação total.

As onze variáveis que apresentaram maiores coeficientes de ponderação em valor absoluto, a partir do último componente principal, foram passíveis de descarte (Tabela 3).

Tabela 03 – Coeficientes de ponderação das medidas morfológicas e de tipo de caprinos com os componentes principais descartados em ordem de menor importância

Variáveis ¹	Coeficientes de ponderação											
	CP ₇	CP ₈	CP ₉	CP ₁₀	CP ₁₁	CP ₁₂ ²	CP ₁₃	CP ₁₄	CP ₁₅	CP ₁₆	CP ₁₇	CP ₁₈
PT	-0,3298	-0,0741	0,0124	-0,0439	-0,0797	0,6006	-0,5560	-0,0707	0,0502	0,0949	0,0210	-0,0696
CC	0,2851	0,0350	-0,2308	0,2132	0,5706	0,3550	0,2757	-0,0380	-0,0628	-0,0055	-0,0364	0,0102
AC	0,2367	-0,0701	-0,0096	-0,0954	-0,2134	-0,2576	-0,0498	0,0223	-0,0595	0,0736	0,6889	-0,1667
AG	0,1838	-0,0752	-0,0035	-0,1432	-0,2628	-0,2639	-0,1324	-0,0102	-0,0196	-0,0116	-0,6600	0,2186
LG	0,1911	0,3697	0,3877	-0,1395	0,1363	0,0458	0,2496	-0,0473	0,2645	-0,0126	-0,0273	0,0548
CG	-0,6705	-0,2535	0,1135	0,3123	0,0930	-0,2431	0,3752	0,1861	0,0312	-0,0376	-0,0288	-0,0486
Nota	0,0990	0,0739	0,0562	-0,0887	-0,0093	-0,0588	0,0355	-0,0726	0,0109	-0,2340	-0,2159	-0,8137
CR	0,1416	0,0117	0,0163	0,1002	0,0101	-0,0090	-0,1733	0,6647	0,1700	-0,0175	0,0021	0,0462
CA	-0,0712	-0,0351	0,0575	0,1252	-0,0885	-0,0451	0,0788	-0,6632	-0,1157	0,1037	0,0216	0,0856
PLS	0,0718	0,2098	-0,6478	0,2470	-0,1096	-0,0272	0,0628	-0,0115	0,0105	0,0489	-0,0169	0,1085
MEP	0,0038	-0,3810	0,0869	-0,5857	0,4157	-0,0056	0,0513	0,0066	-0,0569	0,0726	0,0333	0,1792
TL	0,0745	0,0954	0,1337	0,0201	-0,0967	-0,1075	0,0839	0,0635	-0,1184	0,7362	-0,0219	0,0426
CP	0,0092	0,1499	0,1319	0,0243	-0,0491	-0,1256	-0,0941	-0,1066	0,0166	-0,5713	0,1763	0,3713
UB	0,1584	-0,1636	0,2727	0,1359	-0,4441	0,4800	0,3876	0,0950	0,0247	-0,0795	0,0250	0,1611
LT	0,0072	-0,0550	-0,0959	-0,0468	0,0629	-0,0327	-0,0577	0,1363	-0,7014	-0,1631	0,0030	0,0897
LD	0,2133	-0,3920	0,0372	0,3556	0,2242	-0,2054	-0,2970	-0,1583	0,4402	0,0336	0,0216	0,0745
TX	-0,2712	0,1698	-0,4036	-0,4544	-0,0984	0,0054	0,1900	-0,0132	0,4083	0,0016	0,0679	0,0933
TET	-0,2092	0,5845	0,2565	0,1163	0,2450	-0,0916	-0,2315	0,0235	-0,0733	0,0881	0,0241	0,1023

¹PT = Perímetro torácico; CC = Comprimento do corpo; AC = Altura na cernelha; AG = Altura na garupa; LG = Largura da garupa; CG = Comprimento da garupa; CR = Característica racial; CA = Cabeça; PLS = Paleta e linha superior; MEP = Membros e pés; TL = Tipo leiteiro; CP = Capacidade corporal; UB = Úbere; LT = Ligamentos traseiros; LD = Ligamentos dianteiros; TX = Textura do úbere; TET = Tetos. ²No décimo segundo componente principal, não houve sugestão para descarte, uma vez que o maior coeficiente foi de uma característica passível de descarte em um componente anterior.

As variáveis sugeridas para descarte (Tabela 3), em ordem de menor importância para explicar a variação total, neste estudo, foram: Nota, que foi a primeira a ser sugerida para descarte, pois ela representa uma síntese de todas as outras variáveis. Sendo também recomendadas para descarte às características: AC, CL, LT, CR, PT, CC, MEP, PLS, TET e CG, pois quanto menor o autovalor de um componente principal e maior coeficiente de ponderação menor a sua importância e a variável importante nele representará pouca significância no bloco de dados. A variável MEP, apesar de ter sido inserida na listagem para descarte, merece atenção, pois essa característica traz informações importantes sobre aprumos e locomoção do animal, devendo então ser avaliada a possibilidade de descartá-la ou não do conjunto. O componente principal 12 não eliminou nenhuma variável, uma vez que a característica PT havia sido eliminada anteriormente.

Os resultados foram semelhantes aos encontrados por Leite *et al.* (2009), quando os quatro primeiros componentes principais dos 11 estudados explicaram 75% da variação total em codornas de corte sugerindo sete variáveis para descarte. Paiva *et al.* (2010), trabalhando com aves de postura, mostraram que dos 11 componentes principais, oito apresentaram variância inferior a 0,7 (autovalor inferior a 0,7).

Dos seis componentes avaliados em caprinos por Pires *et al.* (2008), dois foram responsáveis por acumular 74,87% da variância total dos dados. Barbosa *et al.* (2005) verificaram que, após análise de 11 variáveis de desempenho de suínos, seis delas foram passíveis de eliminação, sendo recomendada a avaliação de apenas cinco variáveis, sem haver perda considerável da informação. Os resultados do presente estudo sugerem as seguintes variáveis para serem mantidas: altura na garupa, largura na garupa, cabeça, capacidade corporal, úbere, ligamento dianteiro e textura do úbere, podendo ser utilizadas em trabalhos que terão como objetivo definir o sistema de classificação linear de caprinos, auxiliando na seleção e reduzindo custo para produtor e tempo para o técnico que fará a avaliação. Deve ser destacado também que a recomendação para descarte poderá ser mais precisa se for baseada em dados provenientes da matriz de correlação genética e não fenotípica, como apresentado no presente trabalho.

Percebe-se que, após o descarte das variáveis redundantes, as características recomendadas são suficientes para explicar a forma e aptidão dos animais. A variável CA avalia se o animal está dentro dos padrões para a raça. CP transmite as informações relacionadas à capacidade torácica, que está diretamente ligada com aclimatação e o potencial respiratório do caprino, permitindo também determinar o escore de condição corporal. A característica LG, que deve ser larga e ampla nas cabras leiteiras, foi mantida. Essa

característica permite avaliar se ocorre um maior espaço para o úbere e também serve como parâmetro para evitar os problemas com partos distócicos, já que nessa espécie é comum a ocorrência de partos múltiplos. E as variáveis UB, LD e TX são suficientes para identificar a aptidão da cabra, permitindo também avaliar a qualidade do seu aparelho mamário que, para um sistema de produção leiteira, é uma das características mais importantes e valorizadas nas fêmeas.

As características sugeridas para descarte neste trabalho apresentaram correlação linear simples significativa com as demais, ou seja, são redundantes; por outro lado, as variáveis selecionadas apresentaram menor correlação entre si (Tabela 4).

Tabela 4 - Coeficientes de correlação simples entre as características avaliadas

V ^a	PT	CC	AC	AG	LG	CG	Nota	CR	CA	PLS	MEP	CL	CP	UB	LT	LD	TX	TET	
PT	1,00																		
CC	0,41	1,00																	
AC	0,52	0,57	1,00																
AG	0,54	0,56	0,91	1,00															
LG	0,28	0,17	0,32	0,26	1,00														
CG	0,54	0,34	0,45	0,45	0,18	1,00													
Nota	0,31	0,22	0,20	0,21	-0,10	0,23	1,00												
CR	0,12	0,06	0,04	0,01	0,10	0,06	0,30	1,00											
CA	0,13	0,02	0,03	0,02	0,10	0,12	0,27	0,63	1,00										
PLS	0,26	0,11	0,19	0,15	-0,00	0,20	0,50	0,17	0,13	1,00									
MEP	0,17	0,05	0,09	0,08	-0,16	0,15	0,59	0,20	0,16	0,40	1,00								
TL	0,28	0,21	0,13	0,14	-0,08	0,22	0,74	0,14	0,06	0,32	0,34	1,00							
CP	0,39	0,29	0,24	0,28	-0,07	0,31	0,76	0,15	0,09	0,38	0,38	0,74	1,00						
UB	0,08	0,03	0,05	0,04	-0,24	0,05	0,63	0,07	0,07	0,27	0,36	0,46	0,34	1,00					
LT	0,16	0,05	0,02	0,00	0,16	0,09	0,39	0,17	0,17	0,05	0,02	0,34	0,12	0,28	1,00				
LD	0,03	0,04	-0,03	-0,04	-0,11	0,02	0,50	0,04	0,02	0,13	0,18	0,41	0,24	0,46	0,55	1,00			
TX	0,16	0,11	0,03	0,07	-0,08	0,12	0,46	0,12	0,14	0,05	0,09	0,38	0,23	0,31	0,55	0,39	1,00		
TET	0,07	0,08	0,05	0,06	-0,23	0,11	0,50	0,01	0,02	0,23	0,30	0,29	0,28	0,45	0,14	0,29	0,29	1,00	

^aPT = Perímetro torácico; CC = Comprimento do corpo; AC = Altura na cernelha; AG = Altura na garupa; LG = Largura da garupa; CG = Comprimento da garupa; CR = Característica racial; CA = Cabeça; PLS = Paleta e linha superior; MEP = Membros e pés; CL = Tipo leiteiro; CP = Capacidade corporal; UB= Úbere; LT = Ligamentos traseiros; LD = Ligamentos dianteiros; TX = Textura do úbere; TET = Tetos.

Grande parte das características apresentou correlações moderadas, destacando-se as variáveis AG com AC que demonstraram uma correlação altamente positiva. As variáveis CP e CL expressaram uma correlação alta entre elas, e também com a variável Nota, o que representa um resultado importante, pois quanto melhor a nota do animal melhor também será o seu desempenho, além de demonstrar qual é a aptidão e a capacidade corporal que reflete na sua qualidade de escore. A forte ligação entre CP e CL é suficiente para afirmar que um animal que apresenta uma boa capacidade corporal terá, conseqüentemente, um bom desempenho da aptidão leiteira.

Conclusão

A análise de componentes principais evidenciou que, das 18 variáveis utilizadas, onze foram consideradas redundantes e, portanto, podem ser descartadas, resultando em economia de tempo para os técnicos no momento da avaliação dos animais e também na redução dos custos em trabalhos futuros, como a formulação do sistema de avaliação linear para seleção de caprinos leiteiros, sem causar perda considerável de informação. Recomendam-se as seguintes variáveis para serem mantidas para os próximos estudos: altura na garupa, largura da garupa, cabeça, capacidade corporal, úbere, ligamentos dianteiros e textura do úbere. Entretanto, a variável membros e pés, sugerida para descarte, deve ser reavaliada em razão da sua importância. Propõe-se a realização de mais trabalhos utilizando o método de descarte através da matriz de correlações genéticas.

Referências Bibliográficas

ABCC, 2010 - Associação Brasileira dos Criadores de Caprinos Protocolo ABCC em 04/10/01 – Regulamento do serviço de registros genealógico das raças caprinas, Aprovado pelo Ministério da Agricultura em 26/09/2001 (Digitação- Capripaulo). Disponível em: <<http://www.capripaulo.com.br>> Acesso em: 18/07/2010.

ACCOMIG/ Caprileite - Associação de Criadores de Caprinos e Ovinos de Minas Gerais-, 2006. Disponível em: <<http://www.accomig.com.br>> Acesso em 10/04/2010.

ASSIS, A.P.M.V.; GOUVEIA, A.M.G. Evidências sorológicas de lentivírus (Maedi Visna/Artrite Encefalite Caprina) em rebanhos nos estados de MG., RJ., BA., CE. In: Congresso brasileiro de medicina veterinária, 23, 1994, Recife. **Anais...** Recife: 1994, p. 104.

BARBOSA, L.; LOPES, P.S.; REGAZZI, A.J. et al. Seleção de variáveis de desempenho de suínos por meio da análise de componentes principais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.6, p.805-810, 2005.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. 4. ed. Englewood Cliffs, Prentice Hall, p.816, 1998.

JOLLIFFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. I: Artificial data. **Applied Statistics**, v.21, n.2, p.160-173, 1972.

KHATTREE, R.; DAYANAND, N. N. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS software**, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2000.

LEITE, C.D.S.; CORRÊA, G.S.S.; BARBOSA, L. et al. Avaliação de características de desempenho e de carcaça de codornas de corte por meio da análise de componentes principais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.2, p.498-503, 2009.

PAIVA, A.L.C.; TEIXEIRA, R.B.; YAMAKI, M., et al. Análise de componentes principais em características de produção de aves de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.285-288, 2010.

PIRES, L.C.; MACHADO, T.M.M.; ARAUJO, A.M., et al. Análise de componentes principais no estudo da diversidade genética de caprinos. In: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 7, 2008, São Carlos. **Anais...** São Carlos: SBMA, 2008. 1 CD-ROM.

SANTOS, T.N.M.; FACÓ, O.; GUIMARÃES, M.P.S.L.M.P.; et al. Controle leiteiro oficial em caprinos: Resultados preliminares. In: Simpósio internacional sobre caprinos e ovinos de corte, 4.; Feira nacional do agronegócio da caprino-ovinocultura de corte, 3., 2009, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA-PB, 2009. 4 f. 1 CD-ROM.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – **SAS User's Guide**. Cary: 2002.

3.2. CAPÍTULO 2 - DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE RAÇAS CAPRINAS REGISTRADAS NO BRASIL NO PERÍODO DE 1976 A 2009

Resumo: Utilizando dados de 2.030 registros pertencentes à Associação de Criadores de Caprinos e Ovinos de Minas Gerais, divididos em 1.119 Saanen, 578 Alpina, 64 Anglo-nubiana e 269 Toggenburg, empregaram-se técnicas de análise multivariada para avaliar a divergência genética entre as raças caprinas Anglo-nubiana, Alpina, Saanen e Toggenburg. Após consistência dos dados foram avaliadas as seguintes variáveis: altura na garupa (AG), largura da garupa (LG) - medidas em centímetros e as características determinadas através de pontuação, como: cabeça (CA), capacidade corporal (CP), úbere (UB), ligamento dianteiro (LD) e textura do úbere (TX). A performance das raças foi avaliada por meio da análise de variância multivariada e da função discriminante linear de Fisher, usando os testes do maior autovalor de Roy e da união-interseção de Roy para as comparações múltiplas. O estudo da divergência genética foi feito por meio da análise por variáveis canônicas, distância de Mahalanobis e pelo método de otimização de Tocher. As duas primeiras variáveis canônicas explicaram 91,00% da variação entre as raças, o que permite uma representação gráfica bidimensional da dispersão entre as raças. Pela análise de agrupamento observou-se que as raças especializadas para produção leiteira Saanen, Toggenburg e Alpina formaram um grupo e Anglo-nubiana, que é um animal de dupla aptidão, em outro grupo, resultado esperado em decorrência da origem de formação dessas raças e a aptidão de cada uma delas, evidenciando que, no sudeste do país, ainda não foram feitos trabalhos visando à separação de linhagens para leite ou corte envolvendo a raça Anglo-nubiana.

Palavras-chave: agrupamento, canônica, discriminante, distância

GENETIC DIVERGENCE AMONG GOAT BREEDS REGISTERED IN BRAZIL FROM 1976 TO 2009

Abstract: Using data from 2.030 records belonging to the Association of Goats and Sheep Breeders of Minas Gerais, divided into 1.119 Saanen, 578 Alpine, 64 Anglo-Nubian and 269 Toggenburg, a multivariate analysis was used to assess the genetic divergence among the goat Anglo-Nubian, Alpine, Saanen and Toggenburg breeds. After data consistency the following variables were assessed: croup height, croup width - measured in centimeters and the characteristics determined by punctuation, such as: head (CA), body capacity (CP), udder (UB), front ligament (LD), and udder texture (TX). The performance of the races was evaluated through multivariate analysis of variance and Fisher's linear discriminate function, using the tests of the highest eigenvalue of Roy and Roy union-intersection for multiple comparisons. The study of genetic diversity was done by canonical variable analysis, Mahalanobis distance and the Tocher optimization method. The first two canonical variables explained 91.00% of the variation among the races, which allows a two-dimensional graphical representation of the dispersion among the races. For the cluster analysis it was observed that the specialized dairy breeds Saanen, Toggenburg and Alpine have formed a group and Anglo-Nubian, which is an animal dual purpose, in another group. It was the expected result because of these breeds origin and aptitude of each, showing that, in the Southeast, studies have not been done yet in order to separate lines for milk or cutting involving the Anglo-nubian breed.

Keywords: group, canonical discriminant, distance

Introdução

A espécie caprina teve origem no Oriente, na Ásia Central, de onde passou à Europa e a partir de então foi classificada em três categorias: as raças europeias, de crânio curto (Saanen, Alpina, Toogenburg); as raças africanas, de crânio médio em comprimento (Nubiana); e as raças asiáticas, de crânio longo (Angorá, Cachimira). A raça Anglo-nubiana surgiu do cruzamento entre cabras nativas inglesas e bodes importados da Núbia e da Índia (TILBURG, 2011). Introduzida por colonizadores no Brasil, a caprinocultura hoje é uma atividade em franca expansão, presente em diversas áreas (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

A seleção de cabras leiteiras tem ocorrido basicamente através das características morfológicas e econômicas; porém, os registros antigos não trazem informativos oficiais referentes aos dados produtivos dos animais. Somente a partir de 2005, através do controle leiteiro realizado pela Embrapa caprinos, em parceria com Caprileite/ACCOMIG, está sendo possível conhecer essas informações (SANTOS *et al.*, 2009). A morfologia dos animais torna-se, então, o meio mais viável para avaliação desses animais sem registro de controle, pois ela é facilmente percebida, identificando os indivíduos que apresentam as características desejáveis. Segundo Gall (1980), a conformação corporal é utilizada em cabras leiteiras como uma ajuda para a seleção.

As características morformétricas têm sido utilizadas para caracterização racial em caprinos e na definição das relações genéticas entre raças ou populações em geral, possibilitando agrupar os animais de uma mesma espécie em raças diferentes (LANARI *et al.*, 2003; MELLO & SCHMIDT, 2008). As informações das medidas biométricas e as pontuações ligadas ao padrão e à aptidão da raça, reunidas, podem dar origem a diversas formas de classificação. Comparando a variabilidade das variáveis, entre e dentro de indivíduos ou de populações, gera-se a possibilidade de o indivíduo participar ou não de uma raça ou grupo genético, informação que pode ser gerada através da utilização de métodos estatísticos, como a da análise multivariada.

Segundo Mingotti (2005), a estatística multivariada consiste em sintetizar a estrutura da variabilidade dos dados, consistindo em analisar variáveis que são medidas simultaneamente numa mesma unidade experimental.

Em razão do histórico de formação das raças Saanen, Alpina, Toogenburg e Anglo-nubiana, com o presente trabalho buscou-se verificar a divergência genética entre caprinos dessas raças utilizando medidas de características morfométricas e de tipo analisadas por meio da estatística multivariada.

Material e Métodos

Os dados foram obtidos a partir do arquivo zootécnico da Associação de Criadores de Caprinos e Ovinos de Minas Gerais (ACCOMIG), relativos aos registros de animais nascidos de 1976 a 2009, de quatro raças, sendo um total de 2.030 registros, divididos em 1.119 Saanen, 578 Alpina, 64 Anglo-nubiana e 269 Toggenburg. O baixo número de exemplares referente à raça Anglo-nubiana ocorre por ser esse animal considerado de dupla aptidão e, conseqüentemente, apresentar um pequeno potencial leiteiro; sendo assim, os criadores da região sudeste acabam optando pela criação de cabras especializadas para produção de leite, reduzindo-se, então, o número de registro para raça. Após consistência dos dados foram avaliadas as seguintes variáveis: altura na garupa (AG), largura da garupa (LG) - medidas em centímetros e as características determinadas através de pontuação, como: cabeça (CA), capacidade corporal (CP), úbere (UB), ligamento dianteiro (LD) e textura do úbere (TX). Todas as medidas corporais foram tomadas após o primeiro parto para as cabras e, para os bodes, após um ano de idade, para fins de obtenção do Registro Genealógico Definitivo - RGD (ABCC, 2001). Foram aferidas por técnicos credenciados pela Associação e determinadas com auxílio de fita métrica, estando todos os animais em superfície plana, sendo: altura de garupa (AG, medida do solo à tuberosidade sacral do ílio, estando os animais em superfície plana) e largura de garupa (LG, distâncias entre as protuberâncias ilíacas), além de pontuadas as principais características que definem o padrão racial e a aptidão do animal, dentro de uma escala de 0 a 100 pontos, como cabeça, capacidade corporal, úbere, ligamento dianteiro e textura do úbere. A definição para escolha dessas características foi baseada após o trabalho de Ferreira *et al.* (2011), quando foram avaliadas dezoito características morfométricas e de tipo em caprinos através da análise de componentes principais, concluindo que onze variáveis foram consideradas redundantes, permanecendo apenas estas que estão sendo utilizadas neste estudo.

Para formação dos grupos contemporâneos no presente estudo, foram realizadas as análises de variâncias para verificar os efeitos fixos importantes a serem ajustados no modelo de avaliação genética, usando-se o procedimento *General Linear Models* do programa estatístico SAS (2002). Os efeitos fixos significativos em análise de variância prévia utilizados na composição dos GC foram sexo, ano de nascimento do animal e estação do ano, sendo a chuvosa compreendendo os meses de outubro a março e a seca, de abril a setembro. O efeito fixo criador foi considerado de forma separada perfazendo um total de 135 rebanhos; a separação ocorreu em função da existência de poucos animais registrados por criatório,

reduzindo muito o número total de registros; quando o efeito fixo é colocado de forma separada do grupo de contemporâneos, um valor maior de animais é então conservado. Classes de grupos contemporâneos que incluíam menos de três animais foram eliminadas, totalizando 72 GC. O efeito fixo técnico não foi considerado significativo, assim como idade do animal ao registro.

As análises estatísticas foram feitas utilizando-se o programa SAS (2002), segundo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu_k + R_{ik} + G_l + e_{ijk}$$

y_{ijk} = valor observado da característica k na repetição j da raça i , no grupo contemporâneo l ;

$r = 79, 695, 1.335$ e 330 repetições (animais) para as raças Anglo-nubiana, Alpina, Saanen e Toggenburg, respectivamente.

μ_k = para todo k ;

K = média da característica k ;

R_{ik} = efeito da raça i na característica k ;

G_l = efeito do grupo contemporâneo l ;

e_{ijk} = efeito do erro aleatório associado a cada observação y_{ijk} ;

Na análise multivariada (MANOVA) obtêm-se matrizes A, H e E de soma de quadrados e produtos, com dimensões sete por sete (número de características avaliadas), sendo A, H e E as matrizes de soma de quadrados e produtos totais, de raças (tratamentos) e residuais, respectivamente. A hipótese testada pela MANOVA é a de igualdade dos vetores de médias entre as raças (R_i), ou seja:

$$H_0 : R_1 = R_2 = R_3 = R_4$$

Para testar essa hipótese foi utilizado o teste do maior autovalor de Roy, que consiste na determinação das raízes características (autovalores) da equação característica

$$|E^{-1}H - \lambda I| = 0 \text{ ou } |H - \lambda E| = 0$$

em que:

I = matriz identidade;

λ = autovalores;

E^{-1} = inversa da matriz de soma de quadrados e produtos de residual; e

H = matriz de soma de quadrados e produtos de tratamentos.

Utilizando $\lambda_{\text{máx}}$ como o maior autovalor de $E^{-1}H$, define-se a estatística $\theta_0 = \frac{\lambda_{\text{máx}}}{1 + \lambda_{\text{máx}}}$.

O valor assim obtido (θ) é comparado com o limite de significância fornecido em ábacos e tabelas encontrados, por exemplo, em Morrison (1967) e Harris (1975).

A seguir realizou-se o teste de comparações de contrastes entre médias, pelo teste da união-interseção de Roy. A análise de agrupamento foi realizada utilizando-se o método de otimização de Tocher, usando a distância D^2 de Mahalanobis como medida de dispersão, citada por Rao (1952). Vários autores utilizaram esses testes para o estudo de divergência genética, dentre eles Fonseca *et al.* (2000) e Pires *et al.* (2002). Mas frequentemente tem-se interesse em verificar se existe diferença entre as raças (tratamentos) utilizando-se uma estrutura multivariada, que pode ser obtida por meio da função discriminante linear de Fisher (FDF).

Os coeficientes da FDF, já aplicada aos dados de observações, reduzem o espaço k dimensional a um espaço unidimensional, conservando a informação da variabilidade contida nos dados. A partir desse ponto realizou-se uma análise de variância (ANOVA), quando a hipótese testada foi de igualdade das raças (tratamentos):

$$H_0 : R_1 = R_2 = R_3 = R_4$$

Para testar contrastes entre as médias de raças (tratamentos) foi calculada a diferença mínima significativa (DMS):

em que:

$$DMS \sqrt{\frac{\theta_\gamma}{1 - \theta_\gamma}} \cdot \frac{SQR}{r} \cdot \sum_{i=1}^l C_i^2$$

θ = valor crítico de Roy, ao nível de probabilidade;

r = número de repetições para a raça i ;

SQR = soma de quadrados do resíduo.

As distâncias de Mahalanobis foram calculadas pela fórmula:

$$D_{ii}^2 = \left(\bar{X}_i - \bar{X}_{i'} \right) \cdot E^{-1} \left(\bar{X}_i - \bar{X}_{i'} \right),$$

em que:

\bar{X}_i = vetor de médias observadas para o tratamento i;

E = matriz de variâncias e covariâncias residuais.

Resultados e Discussão

Foi observada diferença significativa entre os vetores de médias (raças) para maior parte das características avaliadas pelo teste do maior autovalor de Roy a 1% de probabilidade, como demonstrado na Tabela 1.

Detectou-se diferença significativa ($P < 0,01$) entre as raças europeias em relação à Anglo-nubiana para as características: AG, LG e UB, LD e TX pelo teste de Roy (Tabela 1). A característica CA não apresentou diferença significativa, o que era esperado, pois a cabeça representa a possibilidade de o animal pertencer ou não àquela raça; sendo assim, quando ele recebe registro é porque se encaixa dentro dos padrões raciais.

A raça Anglo-nubiana apresentou as maiores médias para as características AG e LG, pois os animais dessa raça são considerados pernaltas por apresentarem membros longos, com uma estatura variando de 70 a 90 cm. Os resultados do presente trabalho foram semelhantes aos encontrados por Melllo & Schmidt (2008) para a medida de AG e superior para LG de Anglo-nubianos nascidos no período de 1999 a 2001.

A raça Saanen demonstrou todas as médias acima da média geral, e a maior foi para a característica UB, resultado compatível para a raça, pois esses caprinos caracterizam-se pela sua especialização na produção leiteira, tendo como consequência um bom conjunto de úbere, que faz parte do intenso processo de seleção por parte dos criadores dessa raça. As raças Alpina e Toggenburg exibiram médias semelhantes às da raça Saanen.

Tabela 1. Número de observações (N) e médias das características para fêmeas das quatro raças.

Raça	N	Característica						
		AG ¹	LG ²	CA ³	CP ⁴	UB ⁵	LD ⁶	TX ⁷
Anglo-nubiana	64	76,39 ^a	17,31 ^a	4,86	15,61 ^a	5,89 ^b	2,28 ^b	2,65 ^b
Alpina	578	72,33 ^b	13,66 ^b	4,58	16,24 ^b	7,21 ^a	3,81 ^a	3,98 ^a
Saanen	1119	72,26 ^b	14,56 ^b	4,74	16,59 ^b	7,21 ^a	4,11 ^a	4,12 ^a
Toggenburg	269	70,90 ^b	14,96 ^{ab}	4,65	15,81 ^b	6,83 ^a	3,72 ^a	3,74 ^a
Média geral	2030	72,23	14,45	4,69	16,36	7,12	3,92	3,99

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Roy, a 1% de probabilidade. ¹AG= Altura na garupa (cm); ²LG= Largura na garupa(cm); ³CA= Cabeça (pontos); ⁴CP= Capacidade corporal (pontos); ⁵UB= Úbere (pontos); ⁶LD= Ligamento dianteiro (pontos); ⁷TX= Textura do úbere (pontos).

Diferença significativa ($P \leq 0,01$) foi encontrada pelo teste F, aplicado à FDF para a raça Anglo-nubiana, que apresentou as menores médias (Tabelas 2). Já as demais raças apresentaram as médias dos escores similares pelo teste de Roy. Trabalhando com suínos, Fonseca *et al.* (2000) e Pires *et al.* (2002) encontraram resultados semelhantes. A performance de cada raça para cada característica estudada é explicada pelo teste do maior autovalor de Roy. Neste trabalho, as informações obtidas foram empregadas para comparação entre raças, mas também são aplicadas na avaliação entre linhagens de uma mesma raça nos rebanhos núcleos, como nos estudos de Viana *et al.* (2000) e Carneiro *et al.* (2002), quando as informações alcançadas foram aproveitadas em conjunto com outras informações para descarte e ou seleção de linhagens. Através da FDF ou primeira variável canônica, consegue-se ter uma visão aproximada do desempenho geral da raça considerando-se todas as características.

Tabela 2. Escores e diferença mínima significativa para as quatro raças, baseadas na FDF¹, pelo teste de Roy

Raça	Escores ²
Anglo-nubiana	-3,8485 ^a
Alpina	-1,3857 ^b
Saanen	-1,1719 ^b
Toggenburg	-1,6017 ^b

¹ Função Discriminante linear de Fischer

² Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Roy ($P < 0,01$).

A variável canônica é um índice que aprecia os valores das características dentro de cada raça pela variabilidade de cada uma e correlações entre essas. Quando uma grande fração

da variação entre características se torna possível de ser compreendida nas três primeiras variáveis canônicas, essa técnica é correspondente, uma vez que a transformação na nova escala preserva toda a variabilidade explicada pelas variáveis na escala original, originando variáveis não correlacionadas. A primeira variável canônica explicou 78,39% da variação observada (Tabela 3). Neste presente estudo foram utilizadas as duas primeiras variáveis canônicas, evidenciando que são suficientes para descrever a divergência entre as raças avaliadas, semelhante ao executado por Fonseca *et al.* (2000), pois deve-se trabalhar com um número de variáveis necessárias para explicar, no mínimo, 80% da variação observada.

Tabela 3. Variáveis canônicas (VC_i), autovalores (λ_i) e percentagens da variância ($\%^2$) obtidas da análise das características para as quatro raças

VC_i	λ_i	$\%^2$
VC_1	0,7839	0,7839
VC_2	0,1261	0,9100
VC_3	0,0900	1.0000

As médias canônicas utilizadas para a dispersão gráfica estão na Tabela 4, demonstrando que a raça Anglo-nubiana foi a única que apresentou médias canônicas opostas se comparadas às outras raças, indicando que existem diferenças entre essa raça e as demais que foram estudadas.

Tabela 4. Médias canônicas (MC_i) para as quatro raças

Raça	MC_1	MC_2
Anglo-nubiana	-2,5973	0,2589
Alpina	-0,0122	-0,2889
Saanen	0,2123	0,1524
Toggenburg	-0,2389	-0.0746

A dispersão entre as raças em relação às duas variáveis canônicas está representada pela distância generalizada de Mahalanobis na Tabela 5 e na Figura 1. Observa-se que a raça Anglo-nubiana foi a que mais distanciou-se das quatro raças avaliadas. Quanto maior for a

medida de dissimilaridade, menor será a semelhança entre os indivíduos. Esse fato ocorre porque essa raça teve sua origem em cruzamentos entre caprinos ingleses e da região da Núbia, diferente das outras raças estudadas que apresentam o mesmo tronco ancestral europeu com origem na Suíça.

As raças Saanen e Toggenburg mostraram-se bem próximas, pois a formação da Toggenburg, que é da Suíça, do vale do Toggenburg, ocorreu mediante cruzamento inicial da cabra fulva de Saint-Gall com a branca de Saanen (TILBURG, 2011). Pelo fato de esses animais possuírem características fenotípicas distintas, já era esperada uma diferença significativa entre as raças caprinas estudadas. Resultado semelhante foi obtido por Rocha *et al.* (2007) e Machado *et al.* (2010), que trabalharam com caprinos.

Tabela 5. Distâncias de Mahalanobis (D^2) entre as médias canônicas das raças caprinas

Raça	Anglo-nubiana	Alpina	Saanen	Toggenburg
Anglonubiana	0	6,9928	7,9342	6,0606
Alpina	6,9928	0	0,2502	0,3699
Saanen	7,9342	0,2502	0	0,4584
Toggenburg	6,0606	0,3699	0,4584	0

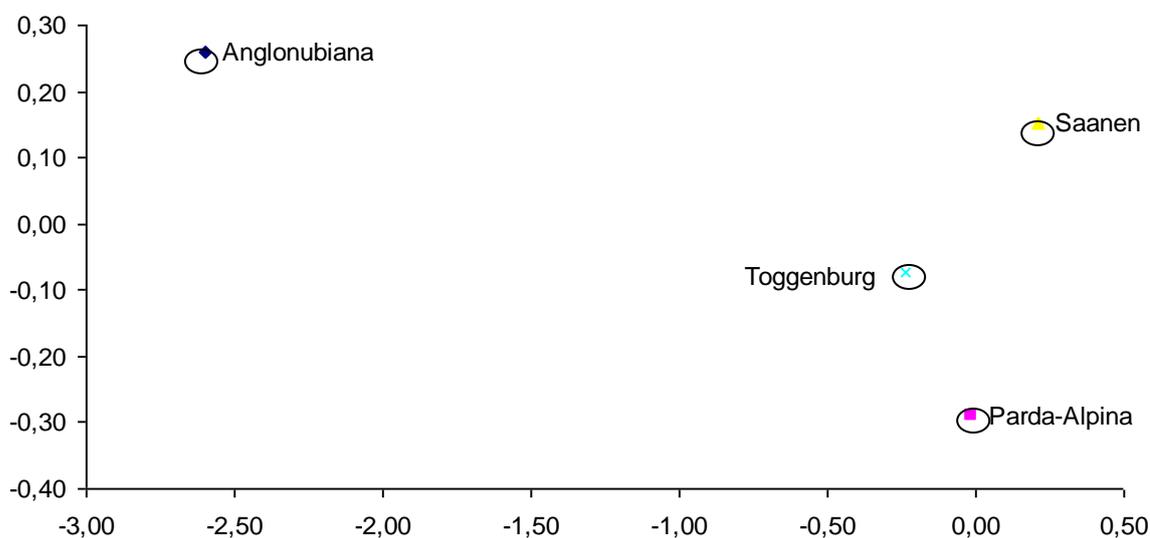


Figura 1. Dispersão gráfica das quatro raças com relação às médias canônicas

As quatro raças também foram agrupadas pelo método de otimização de Tocher (Tabela 6). As raças Saanen, Alpina e Toggenburg foram agrupadas em um único conjunto. O mesmo resultado foi encontrado por Yamaki *et al.* (2008), com aves, e por Machado *et al.*

(2010) para essas mesmas raças caprinas, sendo que a população Anglo-nubiana, considerada de dupla aptidão, ficou separada das leiteiras e formando então outro grupo genético, o que confere com sua origem, pois esses animais pertencem ao tronco das cabras Asiáticas-Africanas, ou seja, não apresentam origem substancialmente europeia (Embrapa, 2009).

Tabela 6. Agrupamento para as quatro raças pelo método de otimização de Tocher

Grupo	Raça
1	Anglo-nubiana
2	Alpina
2	Saanen
2	Toggenburg

Conclusões

A raça Anglo-nubiana apresentou médias canônicas diferentes das raças Alpina, Saanen e Toggenburg, as quais registraram médias similares. As duas primeiras variáveis canônicas explicaram 91,00% da variação entre as raças, o que permite uma representação gráfica bidimensional da dispersão entre as raças. Pela análise de agrupamento observou-se que as raças especializadas para produção leiteira Saanen, Toggenburg e Alpina formaram um grupo e Anglo-nubiana, que é um animal de dupla aptidão, outro grupo, resultado esperado em razão da origem de formação dessas raças e da aptidão de cada uma delas, evidenciando que no sudeste do país ainda não foram feitos trabalhos visando à separação de linhagens para leite ou corte envolvendo a raça Anglo-nubiana.

Referências Bibliográficas

CARNEIRO, P.L.S.; FONSECA, R; PIRES, A.V. et al. Estudo da divergência genética entre linhagens de matrizes de frangos de corte por meio de análise multivariada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**,v.54, n.1, p. 75-83, 2002.

Embrapa, 2009. Espécies Caprinas, 2009. Disponível em:<<http://www.cnpc.embrapa.br/racas2.htm>> Acesso em 19 de abril de 2011.

FERREIRA, T.A. **Características morfológicas e de tipo, divergência e avaliação genética de caprinos leiteiros registrados no Brasil de 1976 a 2009.** 2011. 73 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina.

FONSECA, R.; PIRES, A.V.; LOPES, P.S. et al. Estudo da divergência genética entre raças suínas utilizando técnicas de análise multivariada. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.4, p.403-409, 2000.

GALL, C. Relationship Between Body Conformation and Production. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.10, p.1768-1781, 1980.

HARRIS, R.J. **A primer of multivariate statistics**. New York: Academic Press, p.332, 1975.

LANARI, M.R.; TADDEO, H.; DOMINGO, E. et al. Phenotypic differentiation of exterior traits in local Criollo Goat Population in Patagonia (Argentina). **Archivos Tires., Dummerstorf**, v.46, n.4, p.347-356, 2003.

MACHADO, T.M.M.; PIRES, L.C; ARAUJO, A.M. et al. Diversidade biométrica entre populações caprinas no Brasil e no Marrocos. In: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 47, 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: SBZ, 2010. (CD-ROM).

MELLO, F.A.; V. SCHMIDT. Caracterização biométrica de caprinos anglonubianos nascidos no Brasil, no período de 1993 a 2001. **Archivos de zootecnia**, v.57, n. 220, p. 525-535, 2008.

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: UFMG, p.297, 2005.

MORRISON, D.F. **Multivariate statistical methods**. New York: McGraw- Hill, p.338, 1967.

OLIVEIRA, J.C.V.; ROCHA, L.L.; RIBEIRO, M.N. et al. Caracterização e perfil genético visível de caprinos nativos no estado de pernambuco. **Archivos de Zootecnia**. v.55, n.209, p.63-73, 2006.

PIRES, A.V.; FONSECA, R.; ARAUJO COBUCI, R.J. et al. Estudo da divergência genética entre as raças suínas Duroc, Landrace e Large White, utilizando técnicas de análise multivariada. **Archivos Latinoamericano de Produção Animal**, v.10, n.2, p.81-85, 2002.

RAO, C.R. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York, Jonh Wiley & Sons, p. 390, 1952.

ROCHA, L.L.; BENICIO, R.C.; OLIVEIRA, J.C.V. et al. Avaliação morfoestrutural de caprinos da raça moxotó. **Archivos de Zootecnia**; v.56; Sup.1, p.483-488; 2007.

SANTOS, T.N.M.; FACÓ, O.; GUIMARÃES, M.P.S.L.M.P. et al. Controle leiteiro oficial em caprinos: Resultados preliminares. In: Simpósio internacional sobre caprinos e ovinos de corte, 4.; Feira nacional do agronegócio da caprino-ovinocultura de corte, 3., 2009, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA-PB, 2009. 4 f. (CD-ROM).

TILBURG, M. V. **Raças caprinas de importância no Brasil**. Universidade Federal do Ceará. Disponível em: <<http://www.reproducao.ufc.br/caprinos.pdf>>, Acesso em 2 de nov. de 2011.

VIANA, C.F.A.; SILVA, M.A.; PIRES, A.V. et al. Estudo da Divergência Genética entre Quatro Linhagens de Matrizes de Frangos de Corte Utilizando Técnicas de Análise Multivariada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1074-1081, 2000.

YAMAKI, M.;MENEZES, G.R.O.; TEIXEIRA, R.B. et al. Divergência genética entre linhagens de matrizes de corte por meio de análise de agrupamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.829-833. 2008.

3.3. CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO GENÉTICA DAS CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS E DE TIPO DE CAPRINOS DA RAÇA SAANEN

Resumo: Dados de 1.243 caprinos da raça Saanen pertencentes à Associação de Criadores de Caprinos e Ovinos de Minas Gerais - ACCOMIG/Caprileite, sendo 197 de machos e 1046 de fêmeas da raça Saanen, nascidos de 1979 a 2009, foram utilizados para estimar parâmetros genéticos das seguintes características morfológicas e de tipo: perímetro torácico (PT), comprimento corporal (CC), altura na cernelha (AC), altura na garupa (AG), largura da garupa (LG), comprimento da garupa (CG), além das pontuações das principais características que definem o padrão racial e a aptidão do animal em uma escala de 0 a 100 pontos, incluindo a nota final e suas subdivisões, como característica racial, paleta e linha superior, membros e pés, tipo leiteiro, capacidade de corpo, úbere, ligamento traseiro e dianteiro, textura do úbere e tetos. Os modelos incluíram efeito genético aditivo e efeitos fixos de grupo de contemporâneos. Os componentes de variância foram estimados pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML), em análises multicaracterísticas incluindo todas as características simultaneamente. Tendência genética foi obtida por meio da regressão dos valores genéticos médios por ano de nascimento. Foram encontrados valores de baixos a altos para as estimativas de herdabilidade das características morfofuncionais que variaram de 0,08 a 0,45, indicando que algumas características como PT, LG, membros e pés e tipo leiteiro podem responder de forma satisfatória ao processo de seleção, promovendo ganhos genéticos rápidos. Foram encontradas correlações genéticas e fenotípicas de moderadas a altas ligadas à capacidade corporal, ao tipo leiteiro e úbere e discreta queda na tendência genética ao longo dos anos para maior parte das características avaliadas. Diante dos dados analisados ocorreu destaque para as características relacionadas ao tipo leiteiro e capacidade corporal, evidenciando a existência de variabilidade genética aditiva entre os animais e que a seleção pode alcançar resultados consideráveis para o melhoramento do tipo animal.

Palavras-chave: correlações genéticas, herdabilidade, morfologia, tendência genética

GENETIC EVALUATION OF BIOMETRIC AND TYPES TRAITS OF GOATS

Abstract: Data from 1243 Saanen goats belonging to the Association of Goats and Sheep Breeders of Minas Gerais - ACCOMIG /Caprileite, with 197 males and 1046 females Saanen, born from 1979 to 2009, were used to estimate genetic parameters of the following morphological and type traits: thoracic circumference, body length (CC), withers height (AC), croup height (AG), croup width (LG), croup length (CG), besides main characteristics that define the breed standard and animal aptitude on a scale from 0 to 100 points. It is included the final grade and their subdivisions, such as racial characteristics, pallets and topline, limbs and feet, dairy types, body capacity, mammary gland, front and back ligaments, udder texture and ceiling. The models included additive genetic effect and fixed effects of contemporary group. Variance components were estimated by Restricted Maximum Likelihood (REML) in multicharacteristics analysis including all the features simultaneously. Genetic trend was obtained by regression of mean breeding values per year of birth. Values were found from low to high estimates of heritability (h^2) of morphofunctional features ranging from 0.08 to 0.45. It indicates that some features such as PT, LG, limbs and feet and dairy type may respond satisfactorily to selection process, promoting rapid genetic gains. Genetic and phenotypic correlations were found from moderate to high capacity related to body capacity, udder and milk and a slight decrease in genetic tendency over the years for most traits. From the data analyzed, features related to the dairy type and body capacity, making clear the existence of additive genetic variability among animals and that the selection may achieve significant results for the improvement of animal type.

Keywords: correlation, heritability, morphology, genetic tendency

Introdução

A partir da década de 70, matrizes e reprodutores caprinos puros foram importados principalmente de países Europeus, para utilização e melhoramento dos rebanhos brasileiros. Porém, esse material genético especializado, que tem origem em países de clima temperado, configura uma forma de “dependência” do material genético externo, o que gera desvantagens como o elevado custo, riscos sanitários, e o conflito entre os objetivos de seleção para os mercados europeus e brasileiros. A interação genótipo-ambiente, em que os melhores animais para produção de leite caprino na Europa não seriam exatamente os melhores para as condições de produção brasileiras, é um outro fator a ser considerado (FACÓ & LOBÔ, 2008).

Esses animais considerados exóticos foram devidamente registrados na Associação Brasileira de Criadores de Caprinos Leiteiros – Caprileite, nessa época a entidade responsável por esses serviços no Brasil. Diante de todo esse acervo a Associação, hoje estadual, pertencente a Minas Gerais, enfatiza a importância do registro genealógico dos animais como um instrumento capaz de rastrear e monitorar a origem da linha genética deles, bem como sua família, fornecendo ao criador uma rigorosa escrituração de suas matrizes, reprodutores e crias, gerando dados seguros e confiáveis, além de agregar valor aos animais.

A seleção de animais pela conformação permite que as características desejáveis sejam transmitidas para seus descendentes e que esses venham a produzir de forma eficiente. As características de tipo para caprinos estudados por Luo *et al.* (1997) mostram que principalmente as relacionadas ao úbere apresentaram valores de herdabilidade de moderados a altos, permitindo a seleção individual e um progresso genético mais rápido; porém não existem trabalhos no Brasil em que houvessem sido estimados os parâmetros genéticos das características biométricas e de tipo em caprinos.

Como os dados oficiais de produção leiteira no Brasil ainda são recentes, já que o Controle Leiteiro Oficial (CLO) teve início em 2005 e está em fase de análise, o número de trabalhos de melhoramento genético da espécie envolvendo informações de produção ainda é pequeno (SANTOS *et al.*, 2009). Trabalhar com as informações morfológicas torna-se um dos recursos a serem empregados nesses estudos. Através da aplicação das medidas e pontuações atribuídas às principais características lineares dos caprinos será possível caracterizá-los e contribuir com um programa de melhoramento genético já iniciado pela Embrapa Caprinos e Ovinos, pois estudos abordando esse tema no Brasil para a espécie não existem.

Objetivou-se com este trabalho estimar as herdabilidades, correlações genéticas e fenotípicas, e tendências genéticas das características morfológicas e de tipo de caprinos da raça Saanen.

Material e Métodos

Para estimação dos parâmetros genéticos, herdabilidade e as correlações genéticas e fenotípicas entre as medidas morfométricas e de tipo, foram utilizadas informações genealógicas e de morfologia pertencentes à Associação de Criadores de Caprinos e Ovinos de Minas Gerais- ACCOMIG/ Caprileite. As características morfométricas avaliadas foram: perímetro torácico, comprimento corporal, altura de cernelha, altura de garupa, largura da garupa, comprimento da garupa, além das pontuações das principais características que definem o padrão racial e a aptidão do animal em uma escala de 0 a 100 pontos, incluindo a nota final e suas subdivisões, como característica racial, paleta e linha superior, membros e pés, tipo leiteiro, capacidade de corpo, úbere, ligamento traseiro e dianteiro, textura do úbere e tetos em um total de 1.243 registros, sendo 197 de machos e 1046 de fêmeas da raça Saanen. A característica cabeça não foi avaliada em razão da sua redundância com característica racial, que já define se o animal pertence ou não àquela raça.

Todas as medidas corporais foram tomadas após o primeiro parto para as cabras e, para os bodes, após um ano de idade, para fins de obtenção do Registro Genealógico Definitivo - RGD (ABCC, 2001) as quais foram tomadas por técnicos credenciados pela Associação e determinadas com auxílio de fita métrica, estando todos os animais em superfície plana, sendo: perímetro torácico (PT, circunferência externa do tórax, ao nível da cernelha), comprimento de corpo (CC, distância entre a parte cranial da tuberosidade maior do úmero à da tuberosidade isquiática), altura na cernelha (AC, altura no ponto mais alto da região interescapular), altura na garupa (AG, medida do solo à tuberosidade sacral do ílio, estando os animais em superfície plana), largura de garupa (LG, distâncias entre as protuberâncias ilíacas) e comprimento de garupa (CG, distância entre a tuberosidade coxal do ílio e a tuberosidade isquiática). As características morfológicas, correlacionadas com os dados de produção, foram avaliadas no momento da inspeção.

Foram formados grupos contemporâneos (GC) para remover vícios da avaliação genética em decorrência de efeitos ambientais diferenciais. Para formação dos GC, foram realizadas as análises de variância para verificar os efeitos fixos importantes a serem ajustados no modelo de avaliação genética, usando-se o procedimento GLM “General Linear Models”

do programa estatístico SAS (SAS, 2002). Os efeitos fixos significativos em análise de variância prévia utilizados na composição dos GC foram sexo, ano de nascimento do animal e estação do ano, sendo a chuvosa compreendida entre os meses de outubro a março e, a seca, de abril a setembro; o efeito fixo de criador foi considerado de forma separada perfazendo um total de 135 rebanhos. A separação ocorreu em função da existência de poucos animais registrados por criatório, reduzindo muito o número total de registros; quando o efeito fixo é colocado separado um valor maior de animais é então conservado. Classes de grupos contemporâneos que incluíam menos de três animais foram eliminadas, totalizando 63 GC. O efeito fixo técnico não foi considerado significativo, assim como idade do animal ao registro.

Os componentes de (co)variância necessários à estimação dos parâmetros genéticos das características estudadas foram estimados pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML) utilizando-se o *software* WOMBAT (Meyer, 2006).

O modelo animal considerado matricialmente pode ser representado por:

$$Y = Xb + Za + e$$

em que:

y = vetor de observações das características morfológicas e de tipo dos indivíduos;

X = matriz de incidência dos efeitos fixos;

b = vetor de efeitos fixos contendo grupo de contemporâneos e criador;

Z = matriz diagonal de incidência dos valores genéticos;

a = vetor dos efeitos aleatórios genéticos aditivos;

e = vetor de efeito residual.

Admitindo-se que y tem distribuição normal multivariada, com vetor de médias

$$\mu = E(y) = Xb$$

e que a esperança dos efeitos aleatórios são iguais a zero:

$$\begin{bmatrix} y \\ \tilde{a} \\ \tilde{e} \end{bmatrix} \sim \begin{bmatrix} Xb \\ \phi \\ \phi \end{bmatrix}, \left\{ \begin{bmatrix} ZGZ' + R & ZG & R \\ GZ & G & \phi \\ R & \phi & R \end{bmatrix} \right\},$$

A matriz de variâncias e covariâncias, para os efeitos aleatórios, é dada por:

$$\text{var}(Y) = ZGZ' + R$$

As matrizes G e R são dadas por:

$$G = A \otimes G_o = A \otimes \begin{bmatrix} \sigma_{G1}^2 & \cdots & \sigma_{G1n} \\ \vdots & \ddots & \sigma_{G2n} \\ \sigma_{Gn1} & \sigma_{Gn2} & \sigma_{Gn}^2 \end{bmatrix};$$

$$R = I \otimes R_o = I \otimes \begin{bmatrix} \sigma_{R1}^2 & \cdots & \sigma_{R1n} \\ \vdots & \ddots & \sigma_{R2n} \\ \sigma_{Rn1} & \sigma_{Rn2} & \sigma_{Rn}^2 \end{bmatrix},$$

em que:

subscritos de 1 a n se referem às características avaliadas;

G_o = matriz de (co)variância genética aditiva;

R_o = matriz de (co)variância residual;

A = matriz dos coeficientes de parentesco de Wright entre os indivíduos;

I = matriz identidade;

\otimes = operador de produto direto.

Avaliação genética foi realizada através da predição dos valores genéticos também pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML) utilizando-se o *software* WOMBAT.

Tendência genética foi obtida por meio da regressão dos valores genéticos médios por ano de nascimento.

Resultados e Discussão

Um resumo da estatística descritiva das características morfológicas medidas nos animais Saanen é mostrado na Tabela 1. Os valores médios das características de conformação assemelham-se aos encontrados por Melo & Schmidt (2008), que trabalharam com caprinos Anglo-nubianos.

Tabela 1- Resumo da estrutura de dados, número de animais (N), médias, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV%) das características morfológicas e de tipo da raça Saanen

Características	N	Média	DP	CV(%)
Perímetro torácico (cm)	1243	87,51	8,10	8,34
Comprimento de corpo (cm)	1243	78,56	7,60	8,55
Altura na cernelha (cm)	1243	73,54	5,81	6,59
Altura na garupa (cm)	1243	73,23	5,47	6,42
Largura da garupa (cm)	1243	14,66	4,25	27,62
Comprimento da garupa (cm)	1243	23,16	2,58	9,96
Nota (pontos)	1243	81,47	6,90	8,35
Característica racial (pontos)	1243	4,81	0,45	9,28
Paleta e linha superior (pontos)	1243	6,46	0,87	13,01
Membros e pés (pontos)	1243	9,29	1,32	14,01
Tipo leiteiro (pontos)	1243	16,62	1,76	10,44
Capacidade corporal (pontos)	1243	16,56	1,94	11,44
Úbere (pontos)	1046	7,23	1,21	16,24
Ligamento traseiro (pontos)	1046	4,11	0,83	18,87
Ligamento dianteiro (pontos)	1046	4,24	0,93	21,70
Textura do úbere (pontos)	1046	4,12	0,85	19,80
Tetos (pontos)	1046	3,06	0,78	25,09

Através do desvio padrão e coeficiente de variação (CV%) foi possível observar que nenhuma das medidas morfométricas e de tipo tiveram uma grande dispersão. Somente largura da garupa, ligamento dianteiro e tetos apresentaram maior variabilidade em decorrência da maior variabilidade fenotípica entre os animais, o que também foi observado por Rennó *et al.* (2003) para características ligadas ao úbere em bovinos da raça Pardo-Suíça, os quais relatam coeficiente de variação de 30,77% para inserção do úbere anterior, apesar de o sistema de classificação linear em bovinos apresentar pontuações diferentes para cada característica, se comparada à de caprinos. As medidas de altura na cernelha e altura na garupa foram as que apresentaram maior homogeneidade, o que pode ser explicado pela intensa seleção por parte dos criadores por animais com baixos índices de crescimento, voltados mais para produção de leite.

Pereira (2008) defende que valores de herdabilidade de 0 a 0,15 são considerados baixos; entre 0,15 a 0,3, moderados e, acima de 0,3, alta herdabilidade. As estimativas de herdabilidade para as características analisadas, obtidas por meio de análises multicaracterísticas, são apresentadas na Tabela 2. No geral, os valores estimados neste trabalho apresentaram-se de baixo a altos, indicando uma variabilidade genética aditiva considerável para algumas características e a existência de um potencial de melhoramento da morfologia e das características que definem o tipo da raça, evidenciando que os efeitos de

ambientes exercem uma influência parcial, mas a avaliação externa do animal é de extrema importância para o auxílio na seleção.

As características de escore ligadas ao úbere ou sistema mamário que representam enorme importância na seleção de cabras leiteiras apresentaram estimativas de herdabilidade moderadas, enfatizando que os criadores vêm selecionando os melhores animais para essas características e têm obtido respostas positivas.

Trabalhos em que se estimaram parâmetros genéticos das características morfológicas e de tipo de caprinos no Brasil não existem. Luo *et al.* (1997), em seu estudo sobre herdabilidades de características de tipo em caprinos, obtiveram para conjunto de úbere valor de h^2 (0,25), valor maior ao encontrado neste estudo (0,17). Para bovinos a h^2 do sistema mamário apresentou magnitude semelhante a h^2 (0,17), como demonstrado por Rennó *et al.* (2003) ao avaliarem características de conformação da raça Pardo-Suíça. As variáveis nota, CR e tipo leiteiro destacaram-se com valores moderados de h^2 (0,23) (0,28) e (0,23), respectivamente, semelhante ao encontrado por Rennó *et al.* (2003), de h^2 (0,18) para classificação final em bovinos, mostrando que a transmissão dos resultados provenientes da seleção praticada para progênie desses animais que apresentaram melhores pontuações para esses caracteres será efetiva. Todavia, há necessidade de avaliar a correlação genética entre essas e a produção de leite. Para capacidade corporal a h^2 foi de 0,19, o que demonstra que animais com boas condições de escore corporal tendem a transmitir essa característica para os descendentes; resultados inferiores aos de Luo *et al.* (1997), que estimaram h^2 de 0,27 para escore final em caprinos; porém, para bovinos da raça Pardo-Suíça a h^2 para capacidade corporal foi mais baixa (0,12), conforme RENNÓ *et al.* (2003).

As medidas biométricas apresentaram h^2 de baixa a moderada. O valor estimado para perímetro torácico (0,25) foi inferior ao de Luo *et al.* (1997), que relataram h^2 de (0,41), e de (0,23) para bovinos da raça Gir leiteiro, de acordo com Wenceslau *et al.* (2000), evidenciando que animais que tiverem uma boa capacidade torácica, que está ligada diretamente à aclimatação e potencial respiratório, refletirão aos seus descendentes.

A largura da garupa apresentou um valor moderado de h^2 (0,22), característica essa que está ligada à reprodução, relacionando a facilidade na expulsão do cabrito no momento do parto, evitando distorção. Em bovinos, essa característica apresentou herdabilidade zero (RENNÓ *et al.*, 2003). A característica Membros e pés destacou-se com a maior herdabilidade de todas as características estimadas h^2 (0,45), o que descreve a importância de uma boa abertura e posicionamento dos aprumos traseiros, que estão diretamente relacionados

com uma melhor inserção do úbere e a capacidade de caminhar do animal, principalmente para aqueles que vão a pasto.

Tabela 2 – Estimativas de herdabilidade (diagonal) e de correlação genética (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) para as características morfológicas e de tipo da raça Saanen

Característica ¹	PT	CC	AC	AG	LG	CG	Nota	CR	PLS	MEP	TL	CP	UB	LT	LD	TX	TET
PT	0,25	0,39	0,73	0,74	0,37	0,81	0,01	-0,19	-0,13	-0,24	0,19	0,42	-0,37	0,03	0,10	-0,01	-0,39
CC	0,57	0,17	0,67	0,65	0,02	0,65	-0,36	0,05	-0,24	-0,30	-0,20	-0,08	-0,51	-0,24	-0,02	-0,20	-0,33
AC	0,54	0,63	0,11	0,89	0,22	0,84	-0,31	-0,25	0,01	-0,46	-0,13	0,07	-0,42	-0,50	-0,03	-0,37	-0,18
AG	0,53	0,59	0,87	0,15	0,06	0,66	-0,06	-0,19	-0,17	-0,30	0,18	0,42	-0,23	-0,49	-0,21	-0,32	-0,20
LG	0,38	0,31	0,33	0,29	0,22	0,27	-0,38	-0,53	-0,51	-0,52	-0,19	0,06	-0,35	0,12	0,41	0,13	-0,58
CG	0,46	0,47	0,42	0,41	0,15	0,15	-0,20	-0,06	0,15	-0,27	-0,14	-0,03	-0,47	-0,07	0,28	-0,03	-0,23
Nota	0,17	0,09	0,08	0,07	0,01	0,13	0,23	0,30	0,42	0,83	0,82	0,61	0,82	0,29	0,18	0,47	0,47
CR	0,01	0,03	-0,05	-0,07	-0,06	0,01	0,34	0,28	0,30	0,54	-0,17	-0,27	0,13	0,11	-0,19	0,33	0,39
PLS	0,20	0,15	0,13	0,07	0,06	0,15	0,46	0,16	0,08	0,44	0,09	-0,23	0,41	0,02	0,280	0,13	0,71
MEP	0,00	-0,06	-0,06	-0,05	-0,11	0,05	0,53	0,20	0,25	0,45	0,56	0,22	0,65	0,41	0,02	0,43	0,47
TL	0,18	0,14	0,13	0,12	0,04	0,11	0,74	0,12	0,27	0,30	0,23	0,88	0,60	0,25	0,07	0,22	0,24
CP	0,41	0,29	0,23	0,24	0,15	0,29	0,70	0,19	0,34	0,29	0,66	0,19	0,36	0,13	-0,03	0,10	-0,01
UB	-0,07	-0,09	-0,03	-0,04	-0,10	-0,07	0,62	0,07	0,11	0,24	0,43	0,23	0,17	-0,03	0,18	0,25	0,53
LT	-0,00	-0,06	-0,10	-0,10	0,02	-0,06	0,48	0,20	0,07	0,09	0,24	0,16	0,37	0,11	0,39	0,40	-0,24
LD	-0,00	0,03	-0,02	-0,03	-0,05	-0,01	0,52	0,10	0,12	0,14	0,20	0,16	0,46	0,47	0,10	0,56	-0,12
TX	-0,03	-0,07	-0,02	-0,02	-0,05	0,01	0,38	0,06	0,03	0,12	0,15	0,12	0,31	0,31	0,23	0,11	0,10
TET	-0,02	-0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,40	0,04	0,15	0,17	0,17	0,10	0,30	0,20	0,23	0,25	0,11

¹PT = Perímetro torácico; CC= Comprimento corporal, AC= Altura na cernelha, AG= Altura na garupa, LG= Largura da garupa, CG= Comprimentoda garupa, CR= Característica racial, PLS= Paleta e linha superior, MEP= Membros e pés, TL= Tipo leiteiro,CP= Capacidade de corpo, UB= Úbere, LT= Ligamento traseiro. LD=Dianteiro, TX= Textura do úbere, TET= Tetos .

As correlações genéticas entre as características morfoométricas e de tipo se caracterizaram de baixas a altas correlações (Tabela 2). As maiores correlações (0,89 e 0,88) foram entre altura na cernelha e altura na garupa e entre capacidade corporal e tipo leiteiro, respectivamente, semelhante ao estimado por Costa *et al.* (1998), definindo o processo em que um mesmo gene pode afetar duas ou mais características (PEREIRA, 2008).

Ao selecionar um bom animal para capacidade corporal significa dizer que ele também apresenta um bom desenvolvimento leiteiro. Nota-se também que essa variável apresenta correlações moderadas tendendo a altas para as características que compõem o conjunto de úbere. Resultados semelhantes também foram encontrados por Luo *et al.* (1997) para escore final e características do úbere (0,66).

Para as correlações fenotípicas entre as características morfofuncionais e de tipo para a raça Saanen, observa-se pela Tabela 2 que elas foram em sua maioria de moderadas a altas. Novamente as correlações fenotípicas entre altura na cernelha e altura na garupa (0,87) e entre nota e tipo leiteiro (0,74) apresentaram valores altos, e essas características se correlacionam moderadamente com as variáveis do conjunto que compõe o úbere.

As características analisadas neste estudo apresentam acurácia considerável em razão dos valores moderados tendendo a altos para as herdabilidades, permitindo então a seleção com base nos valores genéticos preditos, que podem propiciar ganhos genéticos relevantes para a raça.

Baseado numa seleção fenotípica associada com uma seleção por pedigree percebe-se, através dos gráficos de tendência genética, Figura 1, uma redução para as medidas PT (-1,45cm/ano) CC (-0,67cm/ano) AC (-0,09cm/ano) AG (-0,12cm/ano) e LG (-0,45cm/ano) e um leve aumento para CG (0,03cm/ano). As características que estão diretamente ligadas ao tamanho do animal vêm a cada ano diminuindo, pois os criadores estão cada vez mais optando por selecionar animais de porte menor, em função da pequena exigência nutricional; porém, deve-se atentar para algumas características como PT, pois a redução dessa medida para caprinos representará uma baixa capacidade torácica, que está ligada à aclimação e potencial respiratório do animal.

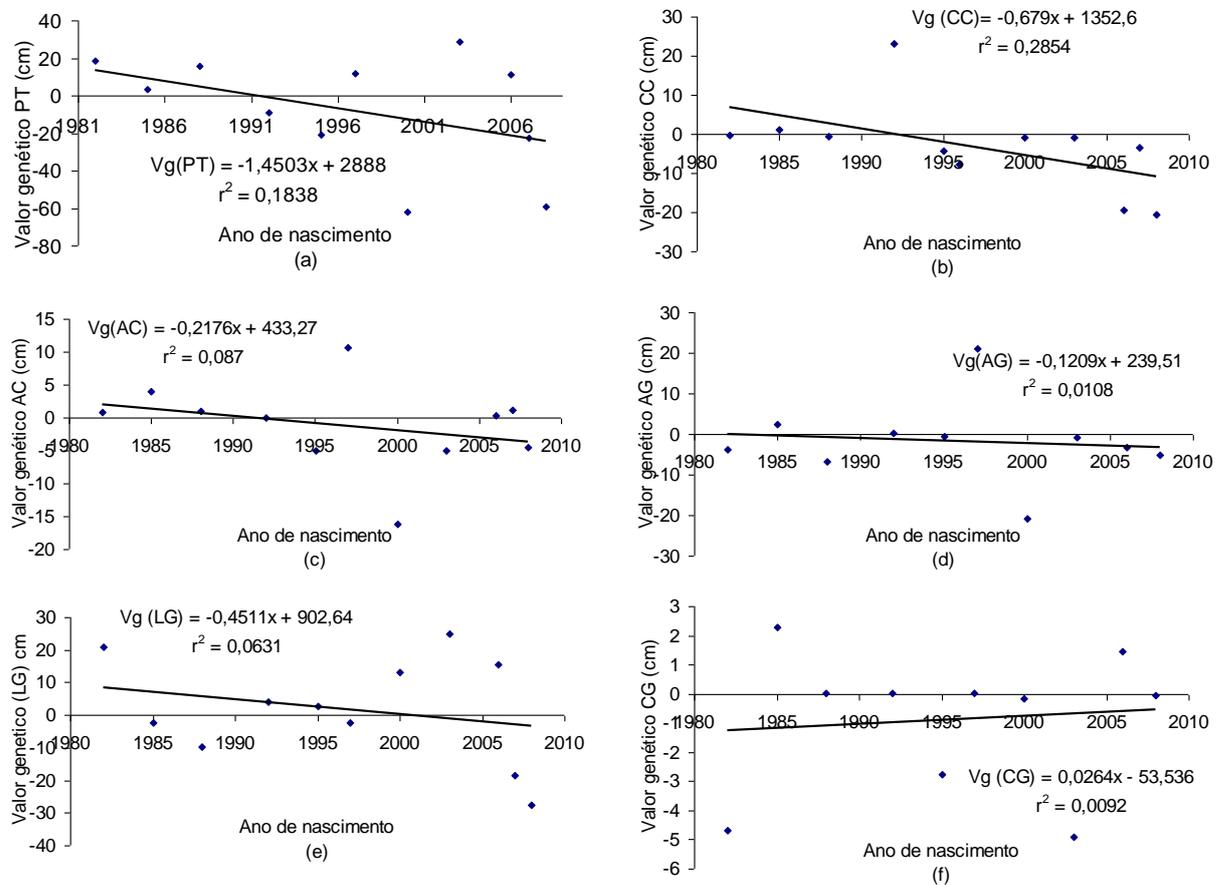


Figura 1 - Tendência genética do valor genético para perímetro torácico (a), comprimento corporal (b), altura na cernelha (c), altura na garupa (d), largura da garupa (e) e comprimento da garupa (f) em caprinos da raça Saanen, no período de 1979 a 2009.

Nota (-0,46 pontos/ano) teve um leve decréscimo e a variável que representa a caracterização racial do animal CR (-0,0005 pontos/ano) apresentou-se de forma quase que inalterada. PLS (-0,0014 pontos/ano) e MEP (-0,18 pontos/ano) apresentaram uma tendência à queda, principalmente MEP, demonstrando que os animais estão ficando com os membros mais frágeis, o que compromete a sua locomoção. Isso tem ocorrido porque a seleção muitas vezes é baseada apenas no volume de leite que o animal produz, ficando então em segundo plano os outros fatores que são essenciais para garantir a longevidade do animal. Um leve aumento ocorreu nas características ligadas ao tipo leiteiro (0,30 pontos/ano) e capacidade corporal (0,13 pontos/ano), que estão diretamente ligadas à função produtiva do animal, definindo que a seleção praticada pelos criadores de cabras leiteiras ao longo desses 30 anos baseou-se em trabalhar cada vez mais com cabras especializadas para produção de leite. Os detalhes podem ser verificados na Figura 2.

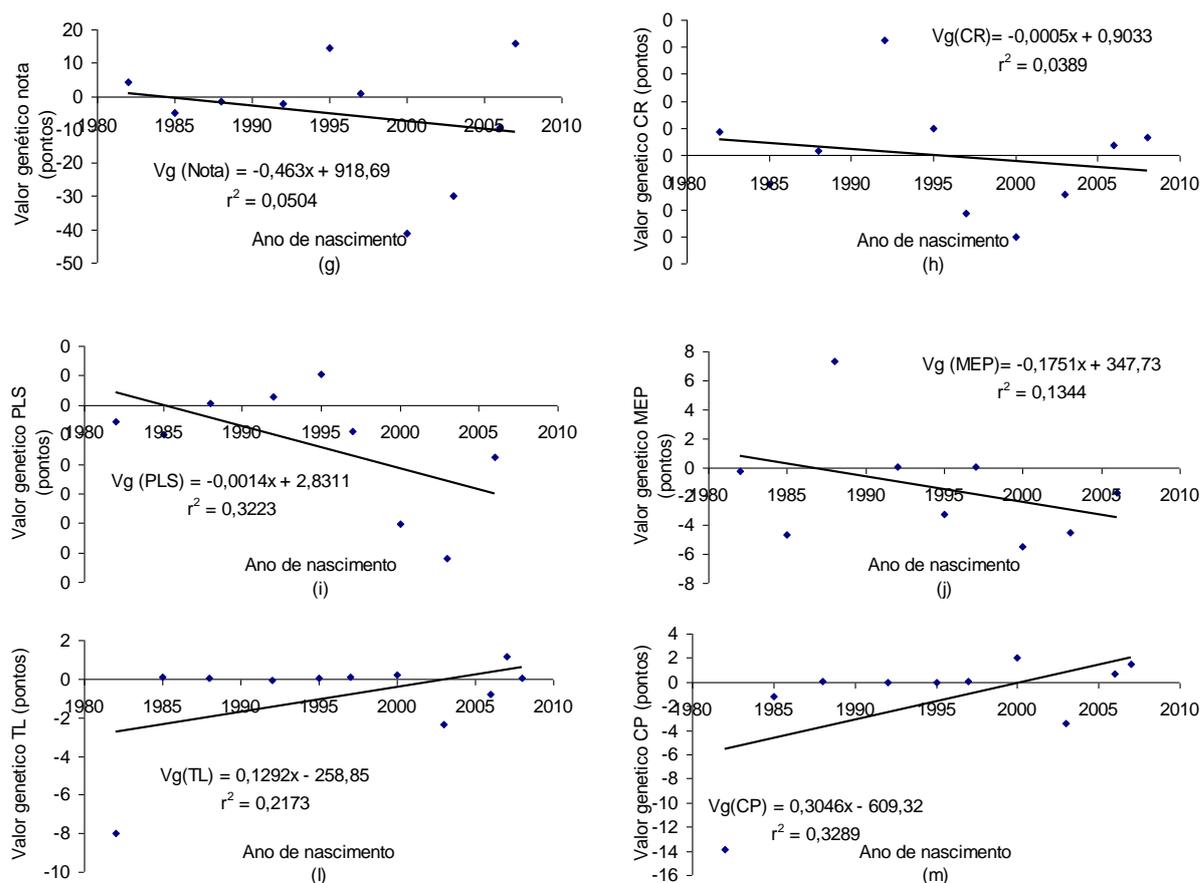
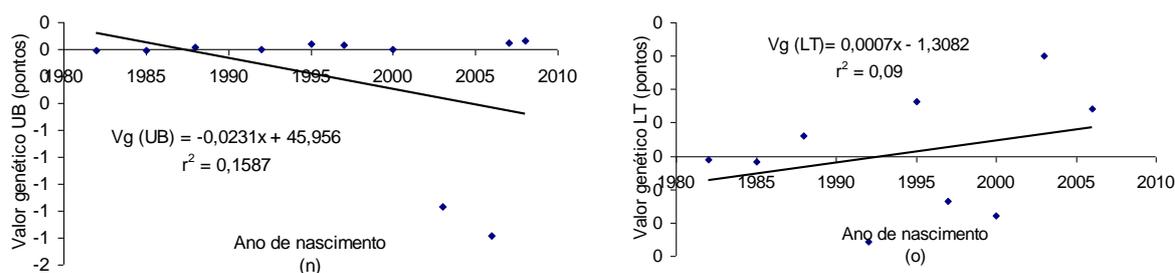


Figura 2 - Tendência genética do valor genético para nota final (g) característica racial (h), paleta e linha superior (i), membros e pés (j), tipo leiteiro (l) e capacidade de corpo (m) em caprinos da raça Saanen, no período de 1979 a 2009.

Conjunto de úbere (-0,02 pontos/ano) apresentou uma tendência à queda ao longo dos anos, o que se deve novamente ao fato de os produtores estarem selecionando os animais de maior produção leiteira e, na maioria das vezes, deixando de preocupar com todo conjunto que é parte fundamental para que o animal continue produzindo com saúde. As tendências para variáveis LT (0,0007 pontos/ano), LD (-0,0003 pontos/ano), TX (0,0007 pontos/ano) e TE (0,001 pontos/ano) apresentaram-se de forma quase que inalterada (Figura 3).



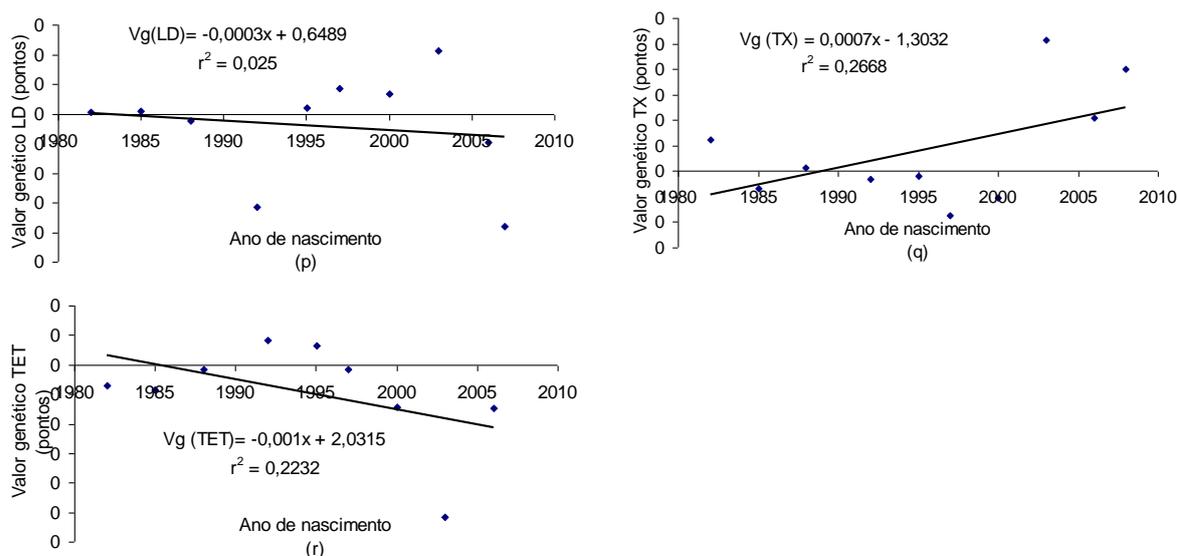


Figura 3 - Tendência genética do valor genético para úbere (n) ligamento traseiro (o), ligamento dianteiro (p), textura do úbere (q) e tetos (r) em caprinos da raça Saanen, no período de 1979 a 2009.

As tendências genéticas ao longo dos anos foram discretas para maior parte das características avaliadas, porém em todas elas os resultados demonstraram como está se comportando a seleção feita pelos criadores em busca de animais de melhor conformação e, consequentemente, produção leiteira.

Conclusões

As estimativas de herdabilidade apresentaram magnitudes variáveis, evidenciando a existência de variabilidade genética aditiva entre os animais para algumas características e que a seleção pode alcançar resultados consideráveis para o melhoramento do propósito da raça, que é produção de leite. A maior parte das características as correlações genéticas comportaram-se com valores de moderado a alto, principalmente a correlação entre tipo leiteiro e a capacidade corporal, que foi altamente positiva, demonstrando que, ao selecionar um animal para uma característica, ele será beneficiado com melhoria genética na outra. As tendências genéticas ao longo dos anos foram discretas e se comportaram com leve queda para maior parte das características avaliadas. Mais estudos são necessários para avaliação genética envolvendo a raça Saanen com bases de dados mais expressivas, no intuito de gerar informações mais precisas.

Referências Bibliográficas

- ABCC, 2001 - Associação Brasileira dos Criadores de Caprinos Protocolo ABCC em 04/10/01 – Regulamento do serviço de registros genealógico das raças caprinas, Aprovado pelo Ministério da Agricultura em 26/09/2001 (Digitação- Capripaulo). Disponível em: <<http://www.capripaulo.com.br>> Acesso em: 18/07/2010.
- COSTA, M.D.; BERGMANN, J. A. G.; PEREIRA, C. S., et.al. Estimativas de Parâmetros Genéticos das Medidas Lineares dos Pôneis da Raça Brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.498-503, 1998.
- DYCE, et al. **Tratado de Anatomia Veterinária**. p.567 a 573, 2º ed. Rio de Janeiro, 1996.
- FACÓ, O.; LOBO, R.N.B. Programa de melhoramento genético de caprinos leiteiros. In: Zootec, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Zootec, 2008. 1 CD-ROM.
- HANSEN, L.B., Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.5, p.1145-50, 2000.
- LUO, M.F.; WIGGANS, G.R.; HUBBARD, S.M.. Variance component estimation and multitrait genetic evaluation for type traits of dairy goats. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n.3, p. 594-600, 1997.
- MELLO, F.A.; SCHMIDT, V. Caracterização biométrica de caprinos anglonubianos nascidos no Brasil, no período de 1993 a 2001. **Archivos de Zootecnia**, v.57, n.220, p.525-535, 2008.
- MELLO, A.A.; SILVA, E.R. Correlação fenotípica entre morfologia do úbere, produção de leite e incidência de mastite em caprinos. In: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 1, 1996, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBMA, 1996. 1 CD-ROM.
- MEYER, K. **WOMBAT**: a program for mixed model analyses by restricted maximum likelihood. Users note: Animal Genetics and Breeding Unit. Armidale, 2006.
- PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. Editora FEPMVZ. Belo Horizonte, 5ª Ed., p.62-95, 2008.
- RENNÓ, F.P.; ARAÚJO, C.V.; PEREIRA, J.C.; et.al. Correlações Genéticas e Fenotípicas entre Características de Conformação e Produção de Leite em Bovinos da Raça Pardo-Suíça no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1419-1430, 2003.
- RIBEIRO, M.N.; SILVA, J.V.; PIMENTA FILHO, E.C., et al. Estúdio de las correlaciones entre características fenotípicas de caprinos naturalizados. **Archivos de Zootecnia**, v.53, n.203, p.337-340, 2004.
- SANTOS, T.N.M.; FACÓ, O.; GUIMARÃES, M.P.S.L.M.P.; et al. Controle leiteiro oficial em caprinos: Resultados preliminares. In: Simpósio internacional sobre caprinos e ovinos de corte, 4.; Feira nacional do agronegócio da caprino-ovinocultura de corte, 3., 2009, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA-PB, 2009. 4 f. 1 CD-ROM.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – **SAS User's Guide**. Cary: 2002.

SILVA, J.A.V.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S., et al. Estimação da herdabilidade da altura da cernelha na raça Nelore utilizando o método \mathfrak{R} . In: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 3, 2000, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBMA, 2000. 1 CD-ROM.

TEIXEIRA, M.P.B. ;BARROS, N.N.;ARAUJO, A.M.; ARTURO VILLAROEL, S. Relação entre medidas corporais e peso vivo em caprinos das raças saanen e anglo nubiana. **Revista Científica de Produção Animal**, v.2, n.2, p.178-179, 2000.

URBANO, S.A.; CÂNDIDO, E.P.; LIMA, C.A.C., et al. Uso da barimetria para estimar o peso corporal de caprinos da raça Canindé. In: Zootec, 2006, Pernambuco. **Anais...** Pernambuco: Zootec, 2006. 1 CD-ROM.

WENCESLAU, A.A.; LOPES,P. S.; TEODORO,R.L. et al. Estimação de parâmetros genéticos de medidas de conformação, produção de leite e idade ao primeiro parto em vacas da raça gir leiteiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n. 1, p.153-158, 2000.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características de morfologia ou de aparência externa em caprinos leiteiros estão relacionadas à caracterização da raça e, conseqüentemente, sua aptidão, fornecendo bons subsídios para verificar a aptidão dos animais para produção de leite.

Destaca-se a necessidade de realizar mais pesquisas, com análises multivariadas e genéticas, para as características morfológicas e de tipo, tanto lineares quanto as características que definem a função produtiva do animal. Neste estudo ficou evidente que não existe necessidade de um grande número de características para definir a morfologia e a aptidão do animal, indicando que essa redução no número de variáveis analisadas no campo pode auxiliar em estudos de classificação linear em caprinos, além de economizar tempo e custos para o criador. As raças de origem europeia (Saanen, Alpina e Toggenburg) apresentam diferenças morfológicas que as distanciam da raça Anglo-nubiana. Há destaque também neste trabalho para as características relacionadas à largura da garupa e perímetro torácico e a alta correlação entre a característica leiteira e a capacidade corporal, sendo essas muito representativas geneticamente, mostrando a importância para o padrão racial, produtivo e a valorização desses aspectos por parte dos criadores.

Definindo-se a importância de cada característica e considerando a magnitude das estimativas dos parâmetros genéticos para elas, seria conveniente a utilização de índices de seleção para um programa de melhoramento genético em caprinos incluindo dados de produção leiteira dos animais.

A reflexão que fica deste trabalho é que todas as raças estudadas apresentam sua importância e temos que destacar que o baixo número de registros de algumas raças, como Alpina e Toggenburg preocupa, pois isso indica que cada vez mais os criadores estão optando pela criação de uma única raça, o que pode acarretar, no futuro, na extinção dessas raças em razão da falta de exemplares no Brasil, o que não seria ideal, pois um dos princípios do melhoramento é a busca por bons animais aliada à variabilidade genética.