

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

LAURA PIMENTA OLIVEIRA

**ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CONTAGEM DE CÉLULAS
SOMÁTICAS E PRODUÇÃO DE LEITE DE CAPRINOS LEITEIROS VIA MODELO
MULTICARACTERÍSTICO**

VIÇOSA - MINAS GERAIS

2017

LAURA PIMENTA OLIVEIRA

**ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CONTAGEM DE CÉLULAS
SOMÁTICAS E PRODUÇÃO DE LEITE DE CAPRINOS LEITEIROS VIA MODELO
MULTICARACTERÍSTICO**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Viçosa como parte das
exigências para a obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo. Modalidade: Trabalho
científico.**

Orientador: Fabyano Fonseca e Silva

Coorientadores: Hugo Teixeira Silva

José Teodoro de Paiva

VIÇOSA - MINAS GERAIS

2017

LAURA PIMENTA OLIVEIRA

ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CONTAGEM DE CÉLULAS
SOMÁTICAS E PRODUÇÃO DE LEITE DE CAPRINOS LEITEIROS VIA MODELO
MULTICARACTERÍSTICO

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Viçosa como parte das
exigências para a obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo. Modalidade: Trabalho científico.

APROVADO: 09 de junho de 2017.

Prof. Fabyano Fonseca e Silva

(Orientador)

(UFV)

*À Santa Rita, minha família,
meu noivo e meus amigos, que tanto me
acompanharam e deram apoio.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Santa Rita, pelas bênçãos e intercessões. Sua luz e ensinamentos sempre guiaram meu caminho.

Aos meus pais, pelo amor dedicado, pelas épocas de aperto financeiro ao achar que o mais importante era se gastar dinheiro em estudo e por abrirem mão de seus próprios sonhos em prol da realização dos meus. Nada fortalece mais uma pessoa que o apoio, incentivo e amor de uma família.

Aos meus irmãos, que sempre foram os amigos das horas difíceis, o socorro das horas de aperto e a saudade, por estarmos tão longe. O amor fraterno é mágico, derruba qualquer tipo de fronteira.

Ao amor da minha vida, Gabriel, que abriu mão de suas realizações pessoais para me apoiar e até mesmo, em alguns momentos, me empurrar ou me carregar para que conseguisse seguir em frente. Em cada pedacinho desse trabalho tem uma parte que cabe a ele, pois foi resultado de noites em claro regadas a chazinhos, beijos e uma pessoa dormindo no sofá enquanto escrevia, mas sempre do meu lado.

Aos meus amigos, que foram família enquanto estava longe da minha. Dividimos dificuldades, estudo e principalmente felicidades.

Ao Coral da UFV, que completou meus dias com muita música, pessoas maravilhosas e muito amor. Tudo que me faltava, lá eu encontrava. As saudades serão eternas, mas sempre consoladas pelos momentos inexplicáveis que vivi com tantos amigos especiais que encontrei nessa família.

À UFV, que me tornou uma nova pessoa. Mais do que construir profissionais, neste lugar formam-se pessoas. Agradeço e agradecerei todos os momentos da minha vida a oportunidade de ter estado aqui nestes últimos anos.

Aos professores que trabalham com amor, pela força que criam em nós alunos de continuarmos e sermos bons profissionais. Seus exemplos influenciam partes imutáveis da nossa essência.

Ao meu coorientador Hugo, que dedicou tempo que nem tinha disponível a me ajudar. Sempre serei muito grata ao seu carinho com meu trabalho e por dar tanta importância por algo que nem fazia parte de suas obrigações normais de doutorando. E ao meu coorientador Téo, pelo apoio e disponibilidade.

Ao meu orientador Fabyano, pela orientação e confiança. Estar perto de uma pessoa com tanta competência profissional e conhecimento, traz motivação e incentivo ao estudo.

*“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades.
Lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram
conquistadas do que parecia impossível.”*

(Charles Chaplin)

RESUMO

O melhoramento genético tem papel importante no aumento de produção animal. O leite de cabra, atualmente, é um alimento de crescente demanda, necessitando então de mais estudo e seleção de características ligadas a maior produtividade. O objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros para contagem de células somáticas (ECS, transformado em escala logarítmica para escore de células somáticas - ECS) e produção média diária (PMD) para leite de cabra via modelo animal multicaracterístico, na primeira e segunda lactação (1 e 2). Para isso, foi utilizado um banco de dados proveniente do setor de Caprinocultura da Universidade Federal de Viçosa (UFV), sendo consideradas cabras pertencentes a diferentes grupos genéticos da raça Alpina e Saanen, com um total de 2269 registros de 1264 cabras com 9203 animais no arquivo de pedigree, com dados coletados entre 1997 e 2017. Através do método MBLUP, foram estimadas as correlações genéticas e componentes de (co)variância, e a partir destes, a herdabilidade. As correlações genéticas variaram de baixas a altas, destacando-se o valor de 0,7170 entre PMD2 e ECS1, que indica que altos valores de CCS na primeira lactação podem influenciar negativamente a PMD na segunda lactação. A seleção de uma característica trará influências à outra. A herdabilidade teve variação entre baixa, média e alta (PMD1 = 0,03; PMD2 = 0,65; ESC1 = 0,60; ECS2 = 0,33). Os valores mostram possível ganho genético em todas as características, mesmo que pequenos.

Palavras-chave: caprinocultura, contagem de células somáticas, correlações genéticas, herdabilidade

ABSTRACT

ESTIMATION OF GENETIC PARAMETERS FOR SOMATIC CELL COUNT AND DAIRY PRODUCTION OF DAIRY GOATS MILK BY MULTICHARACTERISTIC MODEL

Genetic improvement plays an important role in increasing animal production. Goat milk is currently increasing demand, which requires more study and selection of characteristics linked to higher productivity. The objective of this work was to estimate parameters for somatic cell count (SCC, transformed on a logarithmic scale for somatic cell score - SCS) and daily average production (DAP) for goat milk using a multitrait model in the first and second lactation (1 and 2). For this purpose, a database was used from the goat breeding sector of the Federal University of Viçosa (UFV), being considered goats belonging to different genetic groups of the Alpine and Saanen breed, with a total of 2269 records of 1264 goats with 9203 animals in the pedigree file, with data collected between 1997 and 2017. Through the MBLUP method, the genetic correlations and variances were estimated and from these, the heritability was also estimated. Genetic correlations ranged from low to high, with a value of -0,7170 between DAP2 and SCS1, indicating that high CCS at the first lactation may negatively influence DAP in the second lactation. Selecting one trait will influence the other. Heritability varied between low, medium and high (DAP1 = 0,03, DAP2 = 0,65, SCS1 = 0,60, SCS2 = 0,33). The values show possible genetic gain in all traits, even if small.

Keywords: Goat breeding, somatic cell count, genetic correlations, heritability.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. Caprinocultura	11
2.2. Melhoramento genético animal	12
2.3. Contagem de células somáticas	14
2.4. Modelo animal multicaracterístico	14
3. OBJETIVOS	15
4. MATERIAL E MÉTODOS	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
6. CONCLUSÕES	20
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1. INTRODUÇÃO

A produção e a demanda de leite de cabra têm crescido nos últimos anos, tanto no Brasil, como no mundo. Por possuir altos teores de nutrientes, baixa alergenicidade da fração proteica e características únicas, o leite de cabra e seus derivados têm sido procurados para fins específicos, com grande valor agregado ao produto. Então, vem-se criando novas tecnologias e investido no melhoramento genético do rebanho, para alcançar maior produtividade e maiores facilidades de manejo. Além disso, a performance produtiva para leite de cabra, ainda é muito inferior à produção de leite bovino, necessitando mais investimento e incentivo para o desenvolvimento deste setor, além de mais estudos na área que possibilitem menores custos de produção.

A seleção de animais superiores é um dos principais fatores para o aumento dos índices produtivos na caprinocultura leiteira. Neste sentido, o melhoramento genético possibilita o maior conhecimento sobre as características de interesse econômico, permitindo a separação da porção genética e ambiental que juntamente representam o fenótipo observado. Assim, a partir dos resultados das avaliações genéticas é possível elaborar as estratégias mais adequadas para seleção dos melhores animais, além de montar estratégias de manejo e para melhor expressão da característica.

Neste contexto, o conhecimento dos parâmetros genéticos para características como a contagem de células somáticas e produção de leite e suas correlações, são de grande importância para produção de leite, além da prevenção de doenças como a mastite, que possuem relação direta com o lucro do produtor.

A análise multicaracterística possibilita analisar duas ou mais características simultaneamente, estimando as correlações genéticas e fenotípicas entre elas. Possibilita também um aumento de acurácia à medida que se aumenta a diferença entre correlações genéticas e residuais. Além disso, o modelo elimina os efeitos causados pelos processos seletivos anteriores, caso a seleção seja feita mais tardiamente.

Com este trabalho, espera-se estimar parâmetros genéticos para contagem de células somáticas e produção média diária de leite de caprinos leiteiros, via modelo multicaracterístico, na primeira e segunda lactação, para que possam ser utilizados futuramente nos programas de melhoramento, refletindo em aumento de produção e, conseqüentemente, em aumento de renda para o produtor.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Caprinocultura leiteira

Devido à crescente demanda de alimentos alternativos ao leite bovino, a caprinocultura leiteira brasileira vem crescendo muito nos últimos anos, se expandindo para todo território nacional.

A região Nordeste detém o maior efetivo nacional de caprinos, com 93,5% do rebanho, com grande parte dos animais criados com objetivo de subsistência familiar, sendo mantidos em regime semi-intensivo e, em muitas situações, observa-se uma desorganização da cadeia produtiva. Na região Sudeste, de modo geral, predominam criações no sistema intensivo de produção, onde cadeia produtiva já possui um nível mais elevado de organização (Chapaval et. al., 2011).

O Brasil possui 9,38 milhões de cabeças de caprinos, estando em 16º lugar em rebanho mundial. Está em 21º lugar em produção de leite, detendo somente 0,93% da produção mundial. Porém, é maior produtor da América do Sul, com 148.140 t/ano (FAO, 2011). No país, 26 milhões de litros são direcionados, por ano, para indústria, onde serão produzidos: leite de cabra integral pasteurizado e/ou congelado, vários tipos de queijos, sorvetes, cosméticos, leite de cabra em pó e esterilizado. (CAPRILAT, 2008). A divisão de produção e destinação por estado esta demonstrada na Tabela 1.

Tabela 1 – Produção de leite de cabra (litros/ano) nos principais estados produtores do Brasil.

Estado	Produção	Destinação predominante dos produtos
Rio Grande do Norte	894.249	Leite pasteurizado para o programa do governo
Paraíba	3.150.583	Leite pasteurizado destinado a programa do governo
Pernambuco	7.680	Leite pasteurizado destinado a programa do governo
Ceará	561.468	Leite pasteurizado destinado a programa do governo

Rio de Janeiro	2.040.000	Leite longa vida (UHT), leite em pó e queijos fermentação enzimática
São Paulo	582.000	Leite congelado/Iogurte e queijos
Minas Gerais	630.000	Leite congelado/Iogurte e queijos
Santa Catarina	260.000	Leite congelado/queijos
Paraná	380.000	Leite congelado/queijos
Rio Grande do Sul	1.100.000	Leite U.H.T, leite em pó, queijos

Fonte: Caprilat, 2013.

2.2.Melhoramento genético animal

O melhoramento genético pode ser definido como um conjunto de processos que visam aumentar a frequência dos alelos desejáveis e/ou suas combinações genéticas, sendo que o patrimônio genético de um indivíduo é formado pela combinação de 50% da mãe e 50% do pai. Dentre os processos de melhoramento destacam-se a seleção dos animais superiores, para serem os pais das próximas gerações e o cruzamento.

O valor da característica observada em um indivíduo, ou seja, o fenótipo, consiste na combinação dos efeitos genéticos aditivos e não aditivos com efeitos ambientais, podendo ser representado por:

$$P = G + E$$

sendo,

P = valor fenotípico;

G = valor genotípico;

E = desvio devido ao efeito ambiental;

O valor genotípico (G) pode ser decomposto em uma parte aditiva (genética aditiva) e outra não aditiva (dominância, epistasia) referente aos efeitos de interação intra e inter-alelica. Logo a fórmula passa a ser representada por:

$$P = A + D + I + E$$

sendo,

P = valor fenotípico;

A = valor genético aditivo;

D = desvio devido ao efeito da dominância;

I = desvio devido ao efeito da epistasia;

E = desvio devido ao efeito ambiental.

Para implementação e elaboração de estratégias para realização do melhoramento genético, é de grande importância o conhecimento a respeito dos parâmetros genéticos, como os componentes de (co)variância, herdabilidade e correlação genética. A herdabilidade nos informa quanto da variação fenotípica é devida à variação dos valores genéticos aditivos (Lopes, 2005), sendo que quanto mais próxima a 1 (100%), maior indicação de que a característica é determinada por fatores genéticos aditivos e, conseqüentemente, menos influenciada pelo meio.

A correlação genética entre características é a correlação entre os efeitos dos genes que as influenciam, podendo ser causada por pleiotropia (um gene influenciando duas ou mais características) ou por ligação gênica (genes muito próximos). A pleiotropia é própria do gene, em termos de capacidade de causar correlação transiente entre as características. Portanto, ao selecionar uma determinada característica é esperado que ocorra uma resposta em outra geneticamente relacionada (Falconer, 1981).

A seleção de indivíduos para serem pais das próximas gerações pode ser feita através de seleção entre raças e seleção dentro de raça (em nível de rebanho). Na seleção entre raças, são escolhidas raças que tenham características desejáveis e então busca-se um incremento de ganho genético através de seleção ou cruzamento. Na seleção dentro de raça, são escolhidos reprodutores e matrizes que permanecerão no rebanho ano a ano. Escolhem-se, criteriosamente, os reprodutores e as matrizes a partir de suas características genéticas e fenotípicas para o tipo de produção que se almeja.

Em caprinos, além da seleção para aumento de leite, outros critérios relacionados ao mercado tais como a produção e taxa de gordura e proteína (constituintes do leite) e contagem de células somáticas (higiene do produto), devem ser levados em consideração. No Brasil, devemos apontar a duração da lactação como um forte objetivo de seleção. As características reprodutivas expressas, tais como idade ao primeiro parto, intervalo entre partos, fertilidade ao parto, prolificidade, número e peso de crias desmamadas devem ser consideradas, pois afetam diretamente a rentabilidade do sistema (Chapaval et. al., 2011).

2.3. Contagem de células somáticas (CCS)

O termo células somáticas abrange vários componentes presentes no leite, englobando células de defesa do organismo (leucócitos) e células epiteliais, e está diretamente relacionada aos eventos clínicos de mastite.

A presença de inflamação nas glândulas mamárias do animal, chamada mastite, é o principal fator que influencia no surgimento destas células. Acompanhando-se seus valores, tem-se um parâmetro para avaliação sanitária do animal e do rebanho. O controle de mastite é baseado na eliminação de infecções existentes, prevenção de novas infecções, monitoramento das glândulas mamárias e seleção de animais, sendo a CCS, ferramenta crucial nesse processo. O aumento na CCS no leite, além de refletir alta contagem de microrganismos e deficiências nas práticas de higiene e na saúde do rebanho, pode trazer prejuízos à produção e composição do leite (Hama et al., 2010).

Em comparação ao leite bovino, o caprino possui CCS fisiológica elevada e, mesmo não havendo padrões estabelecidos para essa enumeração, não são raras cabras com valores de 1.000.000 cel/ml (Zeng, 1996). Ao final da lactação, este número tem um aumento, mesmo não havendo infecções intramamárias.

Outra particularidade do leite caprino são as partículas citoplasmáticas oriundas do processo de secreção láctea que, nessa espécie, é classificada como apócrina. Essas estruturas têm diâmetro e morfologia semelhantes a leucócitos, contêm grande quantidade de proteína e RNA, mas nenhum DNA (Dulin et al., 1982). Então devem ser utilizados testes que meçam o DNA, para que não se faça uma contabilização errônea de CCS.

2.4. Modelo animal multicaracterístico

O melhoramento genético sempre buscou meios de combinar várias características em um índice único utilizado para seleção dos animais. Contudo, um grande avanço ocorreu com o desenvolvimento da metodologia de predição do BLUP por meio das equações dos modelos mistos de Henderson, sendo possível avaliar conjuntamente duas ou mais características considerando a associação genética e fenotípica entre elas, utilizando um modelo multicaracterístico.

Uma das vantagens na utilização dos modelos multicaracterísticos é o aumento da acurácia, que por sua vez depende das diferenças entre as correlações genéticas e residuais. Assim, quanto maior forem estas diferenças, maiores serão os ganhos em acurácia. No entanto, quando estes valores são próximos, as predições com o modelo multicaracterísticos são semelhantes àquelas obtidas com modelos unicaracterísticos (Schaffer, 2016). Além disto, é observado que características de baixa herdabilidade são mais beneficiadas quando analisadas conjuntamente com características de alta herdabilidade em modelos multicaracterísticos, uma vez que as covariâncias entre as características são consideradas (Mrode, 2014).

Em algumas situações, um animal pode passar por mais de um processo de seleção ao longo de sua vida. Porém, se a seleção mais tardia não considerar os efeitos causados pelos processos seletivos anteriores, as soluções da avaliação irão conter um viés de seleção. Ao considerar o modelo multicaracterístico nestas avaliações, este viés é eliminado.

Apesar da abordagem multicaracterística ser uma poderosa ferramenta nas avaliações genéticas, ela possui a desvantagem de aumentar o número de equações do sistema a medida que se aumenta o número de características avaliadas, podendo ser uma limitação quando um número muito grande de características são avaliados simultaneamente.

3. OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho foi estimar parâmetros genéticos para contagem de células somáticas e produção média diária de leite de caprinos leiteiros, via modelo multicaracterístico, na primeira e segunda lactação.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Para as estimações dos parâmetros genéticos foi utilizado um banco de dados proveniente do setor de Caprinocultura da Universidade Federal de Viçosa (UFV), sendo consideradas cabras pertencentes a diferentes grupos genéticos da raça Alpina e Saanen, criadas em sistema de estabulação livre e alimentadas com dieta baseada em silagem de feno e milho, além de mistura concentrada.

Para a formação dos arquivos para as análises, foram mantidas lactações com no mínimo quatro controles, contendo informação de contagem de célula somática (CCS) e produção média diária de leite (PMD) e lactações com menos de 305 dias, resultando em um total de 2269 registros de 1264 cabras com 9203 animais no arquivo de pedigree para dados de CCS e PMD nas duas primeiras lactações, com dados coletados entre 1997 e 2017. Por não apresentar distribuição normal, a CCS foi transformada para uma escala logarítmica em escore de células somáticas (ECS), conforme recomendado por Shook (1982):

$$ECS = \log_2 (CCS/100.000) + 3.$$

A média do ECS foi obtida pela média aritmética dos ECS de todos os controles da lactação.

A informação de número de observações, média e coeficiente de variação para cada característica avaliada, está representada na tabela a seguir (Tabela 2).

Tabela 2 - Número de observações (N), média e coeficiente de variação (CV) para os escores de células somáticas e produção média diária na primeira e segunda lactação.

Característica	N	Média	CV (%)
1ª lactação			
ECS1	514	-2,43	31,51
PMD1	664	1,97	44,14
2ª lactação			
ECS2	474	-3,59	33,87
PMD2	617	1,72	46,08

Para estimação dos componentes de variância para o escore médio de células somáticas (ECS) e produção diária média de leite (PMD), nas duas primeiras lactações (ECS1, ECS2, PMD1 e PMD2), foi utilizado um modelo animal multicaracterístico, sendo considerados os efeitos fixos de grupo genético e grupo contemporâneo (estação e ano de parto), além dos efeitos das covariáveis dias em lactação e idade da cabra ao parto (linear e quadrático). Para a parte aleatória foram considerados os efeitos genético aditivo e de ambiente permanente do animal.

Na forma matricial, o modelo é representado por:

$$y = Xb + Wp + Za + e$$

em que: y = vetor observações (ECS1, ECS2, PMD1, PMD2) ; b = vetor de soluções para os efeitos fixos, incluindo efeito de grupo genético, grupo contemporâneo e as covariáveis idade ao parto e período da lactação; p = vetor de soluções para o efeito aleatório de ambiente permanente; a = vetor de soluções para o efeito aleatório genético aditivo; X, Z, W = matrizes de incidência para os efeitos fixos, genético-aditivo e de ambiente permanente, respectivamente; e = vetor de resíduos aleatórios.

As estimas dos componentes de (co)variância e parâmetros genéticos, foram obtidas utilizando-se o aplicativo REMLF90, descrito por Misztal (2002), que utiliza a metodologia de máxima verossimilhança restrita (REML) e o algoritmo de Maximização da Esperança (EM).

Os coeficientes de correlação genética para as quatro características avaliadas foram obtidos a partir dos componentes de (co)variância estimados pelo estimador:

$$r = \frac{cov(y_1, y_2)}{\sqrt{v(y_1) \cdot v(y_2)}}$$

A herdabilidade (h^2) foi estimada segundo o seguinte estimador:

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_r^2}$$

onde σ_a^2 = estimativa de variância genética; σ_{pe}^2 = estimativa de variância de ambiente permanente; σ_r^2 = estimativa de variância residual.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas de componentes de variância, herdabilidade e correlações genéticas e de ambiente permanente para escore de células somáticas e produção média diária de leite, estão apresentados nas tabelas 3 e 4.

Para PMD, foram observados menores valores para estimativas de variância genética aditiva e fenotípica na primeira lactação em comparação com a segunda. Por outro lado, maiores valores das estimativas de variância de ambiente permanente e residual foram observados para PMD na segunda lactação (Tabela 3). Em relação às estimativas de herdabilidade, foi observado maior valor para PMD na segunda lactação em comparação com

PMD na primeira, enquanto que, para estimativas do efeito de ambiente permanente (c^2), foi observado o resultado inverso (Tabela 3).

Ao considerar as características de ECS, as estimativas de todos componentes de variância e do efeito de ambiente permanente foram superiores na segunda lactação. No entanto, as maiores estimativas de herdabilidade foram observadas na primeira lactação (Tabela 3).

Os altos valores de herdabilidade para PMD2 e ECS1 e médio para ESC2 (0,65; 0,60; 0,33, respectivamente), demonstram o potencial de ganho genético para estas características. Pimenta Filho et al (2004), avaliando os efeitos genéticos que afetam a produção de leite de cabra, chegaram ao valor de 0,23 de herdabilidade para a característica produção de leite. Wenceslau et al (2000), ao estimar parâmetros genéticos para produção de leite para vacas da raça Gir leiteiro, obteve herdabilidade de 0,28. Freitas et al (2001), no estudo com vacas holandesas, também chegou ao valor de 0,28. Estes valores demonstram um ganho genético médio-alto para a característica, que leva a conclusão de maior cuidado de seleção para esta característica.

Foram observadas a existência de correlações genéticas entre as quatro características avaliadas, destacando-se os valores encontrados para PMD1 com PMD2 e ECS1, que apresentam valores medianos, e da PMD2 com ECS1, que apresentou maior valor em módulo (Tabela 4). Para correlações da PMD1 com ECS2 e da PMD2 com ECS2, foram observados valores de baixa magnitude.

Os valores negativos da correlação genética indicam que, variando uma característica, a outra varia em sentido contrário a ela (aumentando a característica X, a Y diminui). Os valores positivos indicam que, variando uma característica, a outra também varia no mesmo sentido (aumentando a característica X, a Y também aumenta).

Os estudos relacionados a ECS e PMD em caprinos são escassos, no entanto, ao analisar os resultados de pesquisas com bovinos e bubalinos, tem-se observado a existência de correlação genética negativa entre contagem de células somáticas e produção de leite. Andrade et al (2007), em avaliação de vacas holandesas, encontrou o valor de -0,16. Barreto et al (2010), em análise de correlação entre a contagem de células somáticas e produção de leite em leite bubalino, obteve coeficiente de correlação de -0,32354.

É esperado então, que selecionando animais para a produção de leite, a contagem de células somáticas diminua, mesmo que sejam pequenas variações.

As correlações de media magnitude de PMD1 com PMD2 e ECS2 (0,3898 e -0,3404, respectivamente) indicam que a seleção para uma destas características corresponde a uma resposta indireta nas demais, sendo PMD1 e PMD2 no mesmo sentido e ECS1 no sentido contrário, expressando respostas correlacionadas favoráveis para caprinocultura leiteira. O valor de correlação de alta magnitude entre PMD2 e ECS1 (-0,7170), indica que, altos valores de contagem de células somáticas na primeira lactação, podem influenciar de maneira significativa, diminuindo a produção média de leite na segunda lactação. Além disso, este resultado indica a existência de associação genética favorável entre ECS1 e PMD2, evidenciando o potencial da utilização destas características nos programas de melhoramento.

Tabela 3 - Estimativas de variâncias genética, fenotípica, residual e de ambiente permanente, coeficientes de herdabilidade e efeitos de ambiente permanente para a média dos escores de células somáticas (ECS) e produção média diária de leite (PMD) na primeira e segunda lactação de caprinos leiteiros obtidos em análise multicaracterística.

	σ_a^2	σ_p^2	σ_r^2	σ_{pe}^2	h^2	c^2
PMD1	0,0378	1,2240	0,5303	0,6559	0,03	0,53
PMD2	1,2600	1,9185	0,2556	0,4029	0,65	0,21
ECS1	0,5796	0,9597	0,1296	0,2505	0,60	0,26
ECS2	0,9800	2,9537	0,9888	0,9849	0,33	0,33

σ_a^2 = variância genética aditiva; σ_p^2 = variância fenotípica; σ_r^2 = variância residual; σ_{pe}^2 = variância de ambiente permanente; h^2 = herdabilidade; c^2 = efeito de ambiente permanente.

Tabela 4 – Correlações genéticas (acima da diagonal) e correlação de ambiente permanente (abaixo da diagonal) para escore de células somáticas (ECS) e produção média diária de leite (PMD), na primeira e segunda lactação.

	PMD1	PMD2	ECS1	ECS2
PMD1	-	0,3898	-0,3404	0,0314
PMD2	0,3276	-	-0,7170	0,0549
ECS1	-0,2348	-0,0528	-	-0,0092
ECS2	0,0756	0,0733	0,0232	-

É necessário o entendimento de que, a avaliação destas características divididas em lactações é feita com fins experimentais, e, na prática, a seleção é feita com base em dados médios de toda vida produtiva do animal.

6. CONCLUSÕES

As estimativas de herdabilidade para a produção de leite e contagem de células somáticas obtidas por análise de múltiplas características, indicam a possibilidade de ganho genético para as características mediante seleção.

As estimativas de herdabilidade de contagem de células somáticas evidenciam que, embora as práticas de manejo adequado sejam importantes para o controle adequado da ocorrência de mastite, existe uma variação genética aditiva para esta característica.

A existência de correlações genéticas negativas entre ECS e PMD indica relação favorável entre estas características.

O valor de correlação genética entre PMD2 e ECS1, indica uma possível influência da contagem de células somáticas de uma lactação sobre a produção na próxima lactação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade LM, Faro LE & Cardoso VL et al. (2007) Efeitos genéticos e de ambiente sobre a produção de leite e a contagem de células somáticas em vacas holandesas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36:343-349.

Barreto MLJ, Rangel AHN, Araújo VM et al (2010) Análise de correlação entre a contagem de células somáticas (CCS), a produção, o teor de gordura, proteína e extrato seco total do leite bubalino. *Agropecuária Científica no Semi-árido*, 6: 47-52

Chapaval L, Oliveira AAF & Alves FSF et al. (2011) Manual do Produtor de Cabras Leiteiras. 1ª Ed. Viçosa-MG, Aprenda Fácil Editora. 214p.

Cordeiro PRC & Cordeiro AGPC (2009) A produção de leite de cabra no Brasil e seu mercado. In: X Encontro de Caprinocultores do Sul de Minas e Média Mogiana. Espírito Santo do Pinhal.

De Cremoux R, Ménard JL & Baudry C et al. (1999) Incidence des inflammations de la mamelle sur la production et la composition du lait chez la chèvre. In: Internacional Symposium on the Milking of Small Ruminants, 6, Athens.

Dulin AM, Paape MJ & Wergin, WP (1982) Differentiation and enumeration of somatic cells in goat milk. J Food Protec., 45:435–439.

Falconer DS (1981) Introduction to Qualitative Genetics, 2ª ed. London/New York, Longmans Green, 386p.

Food and Agriculture Organization. FAO. Banco de dados FAOSTAT. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acessado em abril/2017.

Freitas AF, Durães MC, Valente J et al (2001) Parâmetros genéticos para produções de leite e gordura nas três primeiras lactações de vacas holandesas. Revista Brasileira de Zootecnia, 30:709-713.

Hama JP, Leea SG & Jeonga, SG et al. (2010) Characteristics of Korean-Saanen goat milk caseins and somatic cell counts in comparison with hols tein cow milk counterparts. Smaal Ruminant Research, 93:202–205.

Lima FT, Sturn RM, Tavolaro P el al. (2015) Estudo exploratório do mercado das potencialidades de consumo do leite de cabra e seus derivados entre os paulistanos. Informações econômicas, São Paulo, v. 45, n. 3.

Lopes PS (2005) Teoria do Melhoramento Animal. Belo Horizonte, FEPMVZ Editora. 118p.

Mrode RA (2014) Linear Models for the prediction of Animal Breeding Values. 3^a Ed. Boston-USA, CABI. 343p.

Pimenta Filho EC, Sarmiento JLR & Ribeiro MN (2004) Efeitos genéticos e ambientais que afetam a produção de leite e duração da lactação de cabras mestiças no Estado da Paraíba. Revista Brasileira de Zootecnia, 33:1426-1431.

Shaffer LR (2017) Multiple trait animal models. Disponível em: <http://www.aps.uoguelph.ca/~lrs/ABMethods/NOTES/JJmultipl.pdf>. Acessado em maio de 2017.

Simplício AA, Santos DO & Salles HO (2000) Manejo de caprinos para produção de leite em regiões tropicais. Ciência Animal, 10:13–27.

Wenceslau AA, Lopes PS, Teodoro RL et al (2000) 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, 29:153-158.