

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

CLAUDIO BORTOLUZZI

**ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DOS VALORES
GENÉTICOS DOS PARÂMETROS DA CURVA DE LACTAÇÃO DE
OVINOS LEITEIROS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS
2018

CLAUDIO BORTOLUZZI

**ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DOS VALORES
GENÉTICOS DOS PARÂMETROS DA CURVA DE LACTAÇÃO DE
OVINOS LEITEIROS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
ao Curso de Zootecnia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois
Vizinhos, como requisito parcial à obtenção do
título de Zootecnista.

Orientadora: Prof. Dra. Juliana Morini Kupper
Cardoso Perseguini
Co-orientadora: MSc. Renata Negri

DOIS VIZINHOS

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Gerência de Ensino e Pesquisa
Curso de Zootecnia



TERMO DE APROVAÇÃO

TCC

ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DOS VALORES GENÉTICOS DOS PARÂMETROS DA CURVA DE LACTAÇÃO DE OVINOS LEITEIROS

Autor: Claudio Bortoluzzi

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Morini Kupper Cardoso Perseguini

Co-orientadora: MSc. Renata Negri

TITULAÇÃO: ZOOTECNISTA

APROVADA em 27 de novembro de 2018.

Prof. Dr. Fernando Reimann Skonieski

Profa. Dra. Simone Fernanda Nedel

Pétilo

Profa. Dra. Juliana Morini Kupper Cardoso

Perseguini

(Orientadora)

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

“Dedico aos meus pais Ivan e Roseni que sempre fizeram o possível e o impossível por mim”

AGRADECIMENTOS

A Deus criador do universo, por ter me abençoado todos os dias, e por ser o responsável por tudo o que vivi.

Aos meus pais Ivan e Roseni que sempre me apoiaram em todos os momentos que precisei, e sempre fizeram de tudo por mim.

A Dra. Fabiana Martins Costa Maia agradeço pela orientação no TCC1, compreensão, amizade, pela paciência em ensinar, por todos os conhecimentos repassados, e pela disponibilidade em tirar dúvidas

A Dra. Juliana Morini Kupper Cardoso Perseguini por ter se disponibilizado a ser minha orientadora durante o período de afastamento da professora Fabiana, e por ter colaborado com o trabalho.

A MSc. Renata Negri, agradeço pela coorientação, pela importante ajuda, pelo apoio no desenvolvimento do trabalho, pela disponibilidade em tirar dúvidas e também por fornecer os dados utilizados.

Ao Dr. Elias Nunes Martins pela importante ajuda, e por sempre se dispor a ajudar no projeto.

A Dra. Simone Fernanda Nedel Pértile por sempre se dispor em ajudar no projeto, por rodar todos os dados, pelo apoio no desenvolvimento do projeto e por sempre estar disponível para tirar minhas dúvidas.

Ao Dr. Fernando Reimann Skonieski por ter se disponibilizado a ser minha banca e colaborar com o trabalho.

Aos meus amigos que foram minha família aqui em Dois Vizinhos, e sempre me ajudaram em todos os momentos.

Ao grupo Pet zootecnia que foi outra família que tive em Dois Vizinhos, e que sempre me auxiliaram nessa caminhada.

A todos os professores que tive aula e me proporcionaram conhecimento.

Muito Obrigado!

“Algo só é impossível até que alguém duvide e acabe provando o contrário.”
Albert Einstein

RESUMO

BORTOLUZZI, Claudio. Análise de componentes principais dos valores genéticos dos parâmetros da curva de lactação de ovinos leiteiros. 2018. 39f. Trabalho de conclusão de curso. Programa de Graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2018.

O objetivo deste estudo foi utilizar a análise de componentes principais para avaliar a variabilidade e as relações entre os valores genéticos de uma análise heptacarater para parâmetros da curva de lactação de ovinos da raça Lacaune. Foram utilizados os dados gerados pela avaliação genética das curvas de lactação de um rebanho de ovinos leiteiros, composto por 3558 animais, coletados entre 2008 e 2015 com curvas de lactação ajustadas pelo modelo de Wood. A análise de componentes principais foi realizada para condensar o valor genético das informações contidas em todos os parâmetros da curva em poucas variáveis ortogonais latentes, os componentes principais, com menor perda possível de informações. Por meio da análise de componentes principais foi possível encontrar três componentes principais que foram responsáveis por 94,59% da variação original dos dados, bem como foi gerado um índice de seleção baseado nos componentes principais e no valor genético de cada animal, que pode ser utilizado como estratégia de seleção nos programas de melhoramento genético, e pelo fato dos parâmetros da curva de lactação do rebanho apresentarem herdabilidades baixas à moderadas, por meio da seleção via índice pode-se aumentar as taxas de ganho, no entanto se o objetivo for apenas melhorias na produção total acumulada do plantel, a seleção pode ser realizada por meio do terceiro componente principal.

Palavras-chave: Critério de seleção. Leite ovino. Parâmetros genéticos.

ABSTRACT

BORTOLUZZI, Claudio. Principal components analysis of the genetic value of the parameters of lactation curve of dairy sheep. 2018. 39f. TCC (Labor Course completion). Undergraduate degree in Animal Science, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2018.

The objective of this study is to use the principal components analysis to evaluate the variability and the relationships between the genetic values of a heptacarater analysis for parameters of the lactation curve of Lacaune sheep. Will be data generated by the genetic evaluation of the lactation curves of a dairy herd, composed of 3558 Lacaune animals, collected between 2008 and 2015, with lactation curves adjusted by the Wood model. Principal component analysis will performed to condense the information contained in breeding values of curve parameters in fewer orthogonal latent variables, called principal components, with minimal loss of information. By means of principal component analysis it was possible to find three main components that were responsible for 94.59% of the original data variation, as well as a selection index based on the main components and the genetic value of each animal, which could be used as a selection strategy in breeding programs, and because the parameters of the lactation curve of the herd have low to moderate heritabilities, through selection through index can increase the rates of gain, however if the objective is only improvements in the total accumulated production of the stock, the selection can be made through the third main component.

Key words: Genetic parameters. Selection criterion. Sheep milk.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	10
2.1	OBJETIVO GERAL.....	10
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	10
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1	OVINOCULTURA LEITEIRA NO MUNDO E NO BRASIL.	11
3.2	RAÇA LACAUNE.....	12
3.3	MELHORAMENTO GENÉTICO EM OVINOS LEITEIROS	12
3.4	CURVA DE LACTAÇÃO	15
3.5	ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS	17
4	MATERIAL E MÉTODOS	18
5	RESULTADOS	25
6	CONCLUSÃO.....	32
	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

A ovinocultura leiteira é uma atividade muito desenvolvida em países asiáticos e europeus, sendo implantada recentemente no Brasil como atividade agropecuária alternativa às demais (BIANCHI et al., 2016). Há uma perspectiva de crescimento devido à adequação do leite ovino para a produção de queijos (ROHENKOHL et al., 2011), possuindo rendimento uma vez e meia a duas vezes maior que o leite bovino e caprino, por possuir maior quantidade de sólidos (PENNA, 2011), e também por conter ácido láctico que é um conversor da lactose tornando-o algo benéfico para pessoas intolerantes à mesma (GRIEBLER, 2012), melhor remunerando o produtor (EMEDIATO; MAESTA, 2007).

O melhoramento genético animal possui como objetivo promover soluções vantajosas e rentáveis, por meio da seleção de animais superiores geneticamente, modificando a constituição genética da população (PEREIRA, 2008). No entanto para que isso aconteça, faz-se necessário um controle zootécnico, desde identificação de animais às aferições de cunho zootécnico. Esse avanço pode ser limitado devido ao fato de em alguns locais a seleção ser realizada por fenótipo ou se as suas progênies forem criadas em locais diferentes do que seus pais (PEREIRA, 2008).

A curva de lactação é algo muito utilizado para se estimar a produção total de leite na lactação e nas fases da mesma, e por meio de modelos matemáticos que estimam a curva de lactação, se torna possível estimar a produção de leite em diferentes cenários (MACCIOTTA et al., 2011), devido à influência do manejo nutricional, fisiológico e genético (WEBER et al., 2005; MACCIOTTA et al., 2011). Assim, faz-se necessário o conhecimento dos componentes de variância para determinar os parâmetros genéticos da característica que poderá ser selecionada (WEBER et al., 2005). Uma maneira utilizada para se avaliar os parâmetros genéticos das características é a análise de componentes principais, por meio dela é possível diminuir o número de variáveis e constatar a relação entre elas estimando parâmetros genéticos, e possibilitando uma diminuição da demanda computacional no processo de avaliação de múltiplas características (PAIVA et al., 2003; DORNELES et al., 2015).

A estimação dos parâmetros genéticos de curvas de lactações permite tomadas de decisões no âmbito genético, fornecendo um melhor entendimento dos fatores que afetam a produção leiteira e uma antecipação de informações necessárias para a tomada de decisões dentro do rebanho (JACOPINI et al., 2016). No entanto, em ovinos leiteiros poucos são os estudos sobre essas estimativas, assim como os sobre componentes principais para todos os parâmetros da curva.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Definir por meio de uma abordagem multivariada as características mais importantes para serem utilizadas em análises futuras para a curva de lactação em ovinos.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Utilizar a análise de componentes principais para avaliar a variabilidade e as relações entre os valores genéticos de uma análise heptacarater para parâmetros da curva de lactação de ovinos da raça Lacaune.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 OVINOCULTURA LEITEIRA NO MUNDO E NO BRASIL.

A população mundial de ovinos é de 1,1 bilhões com diferentes aptidões: lã, pele, carne e leite. A produção de leite é de aproximadamente 10 milhões de toneladas, representando 1,4% da produção mundial, atrás das espécies bovina, bubalina e caprina (FAO, 2017). Tradicionalmente destacam-se na produção de leite ovino os países mediterrâneos (Itália, Turquia, Espanha, França e Grécia juntamente com Portugal), sendo 95% da produção destinada para produção de queijos típicos da região tais como: Roquefort, Pecorino, Feta entre outros (TAVARES, 2013). No entanto o país com maior produção individual de leite ovino é a China que produz cerca de 1,1 milhões de toneladas, que corresponde a 12,2 % da produção mundial (FAO, 2017).

Segundo o IBGE (2015), o efetivo do rebanho ovino brasileiro é de 18,41 milhões de animais, representando um aumento de 4,5% em relação a 2014, estando 60,5% deste rebanho concentrado na região Nordeste, 26,5% na região Sul, 5,6% no Centro-Oeste, 3,8% no Sudeste e 3,6% na região Norte. Sendo o estado do Rio Grande do Sul o estado com maior número de animais representando 21,5% do rebanho nacional, seguido pelos estados da Bahia 17,2%, Pernambuco 13,1% e Ceará 12,5%. Apesar das influências culturais dos países mediterrâneos, a produção de leite ovino e seus derivados são pouco utilizados, tanto no Brasil quanto nos países vizinhos (MORAIS, 2013).

No Brasil, os primeiros animais com aptidão leiteira foram introduzidos em 1992 no Rio Grande do Sul, esses animais eram de origem francesa e pertenciam a raça Lacaune e apresentaram boa adaptação a região, com produção de até 4,5 litros de leite por dia no pico de lactação, e com média de 1,3 litros por dia em um período de 160 dias de lactação (BRITO et al., 2006). O potencial produtivo das ovelhas sofre influência de fatores genéticos, nutricionais e também de manejo. A frequência de ordenha é influenciada pelo tamanho do úbere e potencial de produção, e todos esses fatores interligados irão determinar a produção final do animal (SIQUEIRA; EMEDIATO, 2013).

O rebanho ovino leiteiro brasileiro possui aproximadamente nove mil matrizes, divididas entre vinte e cinco produtores, possuindo dezenove laticínios especializados na produção de derivados de leite ovino, e com produção anual de aproximadamente 816 mil litros de leite, com destaque para os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Minas Gerais (BIANCHI, 2015a). A produção de leite ovino no Brasil ainda é pouco utilizada, visto que se

possui maior exploração a produção de carne e lã, porém é possível se notar um potencial de produção nessa área, devido à valorização dos produtos lácteos ovinos, bem como por ser uma alternativa sustentável e de baixo investimento inicial, podendo ser uma renda extra aos pequenos e médios produtores (SILVEIRA et al, 2017). Todavia, nota-se também algumas dificuldades tais como: falta de assistência técnica especializada em ovinos, necessidade de inserção de programas de melhoramento genético, alto custo para se adquirir animais e poucas opções de raças (Lacaune e Frísia), entre outros fatores (BIANCHI, 2015b).

3.2 RAÇA LACAUNE

Os ovinos da raça Lacaune são originários da França, da região dos montes Lacaune, no Tarm que se localiza no sudoeste da França (TAVARES, 2013) na região produtora do queijo roquefort, onde seu leite serve de matéria prima, e também é muito adaptada a ordenha mecânica (SILVEIRA, 2017).

As características dos ovinos Lacaune são: cabeça muito fina com ausência de cornos, corpo grande e comprido, pele de cor branca, e com peso médio das fêmeas de 70 a 80 Kg e dos machos de 80 a 100 kg (ARCO, 2017), as fêmeas possuem excelente habilidade materna, e geralmente não apresentam problemas de parto (SILVEIRA et al., 2017), as lactações duram em média de 5 a 6 meses, com média de produção podendo atingir dois litros por dia (SIQUEIRA; EMEDIATO, 2013).

Até o ano de 1965, a raça Lacaune não era de aptidão leiteira, mas já era destinada à atividade. A partir do ano de 1960 se deu início um programa de seleção devido ao desenvolvimento de novas tecnologias como ordenha mecânica e aumento na demanda de leite ovino (TAVARES, 2013). Esse programa de melhoramento se tornou totalmente eficiente nos anos de 1980, com seleção eficiente para rendimento e composição de leite entre outras características, e a partir de 1992, dezessete países realizaram a importação de material genético da raça Lacaune da França (BARILLET et al., 2001a).

3.3 MELHORAMENTO GENÉTICO EM OVINOS LEITEIROS

Desde os primórdios o homem sempre buscou selecionar os animais que tinham maior produção, desde carne, lã, leite, no entanto quando se fala de produção de leite isto se torna ainda mais complicado, pois além de sofrerem grande influência genética e ambiental, é necessário separar esses dois fatores, pois somente a parte genética é transmitida para a

progênie, os reprodutores não produzem leite, o que faz com que sua seleção seja por meio de avaliações de suas filhas, mãe e irmãs (LÔBO et al., 2005).

Para Harris et al. (1984) um programa de melhoramento genético animal deve ser realizado seguindo alguns passos. Primeiramente, se deve realizar uma descrição do sistema de produção, posteriormente verifica-se qual o objetivo desse sistema, na sequência realiza-se a escolha do sistema de criação e qual a raça a ser utilizada. Após isso, se realiza uma estimativa dos parâmetros genéticos e dos gastos econômicos, em seguida é realizada uma avaliação animal para que se possa realizar o próximo passo que é definir quais serão os critérios utilizados no processo de seleção. Com a definição dos critérios de seleção, programa-se um projeto de acasalamento entre os animais selecionáveis, e por fim se realiza uma ampliação do projeto, e lhe compara com programas alternativos.

Os trabalhos presentes na literatura relacionados a parâmetros genéticos em ovinos leiteiros foram feitos com características de produção e qualidade de leite (teores de proteína e gordura), de saúde (contagem de células somáticas), assim como características conformacionais como profundidade de úbere e inserção das tetas, visando facilitar o manejo de ordenha.

Foram realizados alguns estudos visando estimar a herdabilidade para produção leiteira em diferentes raças ovinas e em diversos países (França, Estados Unidos entre outros), no entanto se nota grandes variações que vão desde $0,02 \pm 0,03$ até $0,39 \pm 0,14$ de herdabilidade para a característica (Tabela 1). No Brasil, existem poucos estudos sobre parâmetros genéticos em ovinos leiteiros, encontrando-se alguns com cruzamentos (MCMANUS et al., 2010).

Tabela 1 - Herdabilidades estimadas para produção leiteira.

Raça	h^2	Autor/ano
Chios	$0,29 \pm 0,14$	Mavrogenis (1982)
Chios	$0,39 \pm 0,14$	Mavrogenis (1982)
Lacaune	$0,30 - 0,32$	Barillet e Boichard (1987)
Churra	$0,34$	Baro et al. (1994)
Awassi	$0,10 \pm 0,036$	Pollot e Gootwine (2001)
Afrino Ewes	$0,21 \pm 0,03$	Snyman et al. (2016)
Grootfontein Merino	$0,02 \pm 0,03$	Snyman et al. (2016)
Cradock Fine Wool Merino	$0,10 \pm 0,04$	Snyman et al. (2016)
Elsenburg Merino	$0,29 \pm 0,07$	Snyman et al. (2016)
Mestiços Lacaune e East Frisian	$0,32 \pm 0,04$	Murphy et al. (2016)

Segundo Legarra e Ugarte (2001) durante muito tempo os animais foram selecionados exclusivamente para produção de leite, e provavelmente desencadeando em uma redução da

percentagem de gordura e proteína, algo que não é interessante devido à utilização do leite ovino para produção de queijos finos. Legarra e Ugarte (2001) concluíram que as características de rendimento, também devem ser averiguadas visto que a maior destinação do leite ovino é para a produção de queijos, o que fez com que se realizassem estudos visando estimar herdabilidades para os componentes sólidos do leite (Tabela 2).

Tabela 2 - Herdabilidades estimadas para os componentes sólidos do leite.

Raça	h ² gordura do leite	h ² proteína do leite	h ² % de gordura no leite	h ² % de proteína no leite	Autor/ ano
Lacaune	0,16	0,18	0,14	0,38	Legarra e Ugarte (2001)
Lacaune	0,23 – 0,29	0,22 – 0,27	0,49 – 0,62	0,47 – 0,53	Barillet e Boichard (1987)
Mestiços Lacaune East Frisian	0,26± 0,04	0,29 ± 0,04	0,54 ± 0,04	0,61 ± 0,04	Murphy et al. (2016)

As características de sanidade do rebanho também foram estudadas, principalmente a contagem de células somáticas (CCS), visto que a mesma influencia a presença de mastite e por consequência a produção e qualidade do leite. Na Espanha, El Sayed et al. (1998) ao trabalharem com ovelhas da raça Churra obtiveram herdabilidade de 0,09 para CCS e correlação genética com a produção leiteira de -0,23. Na França, Barillet et al. (2001b) em um rebanho Lacaune estimaram herdabilidade para CCS de 0,15 e correlação genética com a produção de leite de 0,15, também na França Rupp et al (2003) em ovelhas Lacaune encontraram herdabilidade de 0,13 para CCS, e correlação de 0,18, 0,04 e 0,03, para rendimento, teor de gordura e teor de proteína respectivamente. Ao trabalharem com um rebanho do leste da Frísia Hamman et al. (2004) encontraram herdabilidade para CCS de 0,16 e as correlações genéticas com as características de rendimento do leite ficaram na faixa de -0,17-0,14.

Características de tipo também podem ser trabalhadas a fim de corrigir defeitos anatômicos e melhorar a funcionalidade no manejo de ordenha. Legarra e Ugarte (2005) estimaram, em um rebanho da raça Latxa, a herdabilidade para as características de tipo de úbere, que foram moderadas, a correlação entre profundidade de úbere e rendimento do leite de 0,43, e de profundidade de úbere e CCS 0,10, posicionamento de tetas teve correlações -0,25 e -0,01 para rendimento e CCS respectivamente, e por fim chegaram à conclusão de que úberes de boa colocação possuem menor probabilidade de desenvolverem casos de mastite subclínica.

Por meio das estimativas de parâmetros genéticos se torna possível a definição dos critérios de seleção, e contribuem no controle dos programas de melhoramento genético animal

(NEGRI, 2017), no entanto também é importante ter conhecimento dos fatores que influenciam na produção das ovelhas leiteiras para se tomar decisões de criação, manejo e seleção (MURPHY et al., 2016).

3.4 CURVA DE LACTAÇÃO

Curva de lactação (Figura 1) é definida como a representação em gráfico da produção de uma fêmea leiteira em determinado intervalo de tempo ou lactação (COBUCI et al., 2001).

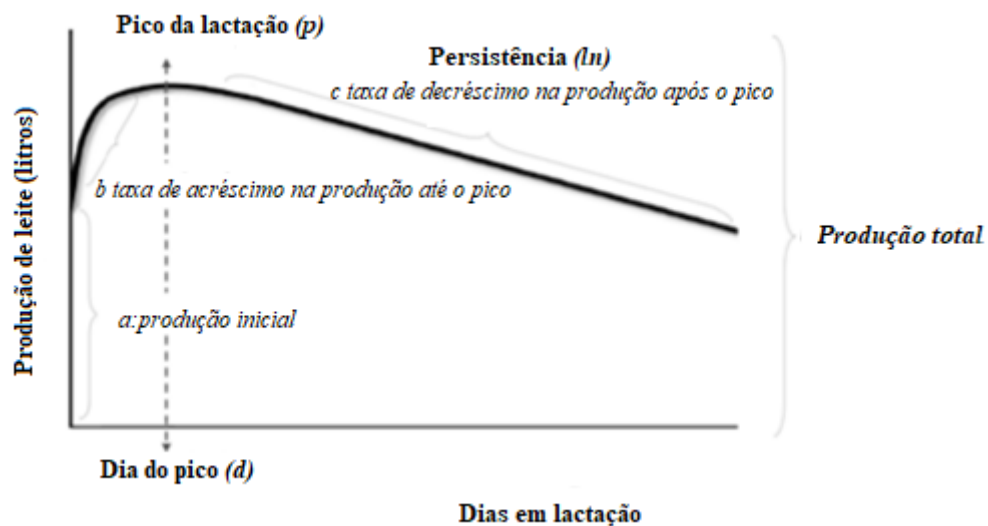


Figura 1: Representação gráfica da curva de Wood

Fonte: Adaptada de Jacopini, 2012.

A curva de Wood é uma função gama incompleta que é representada assim: $Y_n = a^{nb} e^{-cn}$, onde Y_n é a produção total no período, a é um parâmetro de escala relacionado com a produção inicial, b são os parâmetros relacionados ao pico de produção, e representa os acréscimos da produção até o pico, e c está relacionado com a persistência de lactação, representando a queda da produção após o pico, e é base do logaritmo neperianos e n está relacionado com o tempo de duração da lactação (OLIVEIRA et al., 2007).

A produção inicial (a) é a produção do animal nos primeiros dias após o parto (WOOD, 1967) e segundo Jacopini et al. (2016) em estudo com vacas girolandas as fêmeas primíparas apresentaram menor produção inicial. Segundo McManus et al. (2003) em trabalho realizado com cabras da raça Saanen, Parda Alpina e Toggenburg, a correlação do parâmetro a com b

(acrécimos da produção até o pico) foi significativa indicando que animais de menor produção inicial tendem a ter menor produção no pico.

O acréscimo da produção até o pico (*b*) e segundo Jacopini et al. (2011) é o aumento da produção desde o momento do parto até a fêmea atingir sua produção máxima em um único dia durante a lactação (pico da lactação). E conforme Jacopini (2012) animais que demoraram mais tempo para atingir o pico de lactação, ou seja, o dia do pico (*d*) foram mais tardios, apresentaram produção alta durante toda a lactação, refletindo em uma maior persistência.

A queda de produção após o pico (*c*) segundo Cobuci (2003) ao trabalhar com vacas, é a diminuição de produção de uma fêmea do pico de produção até a sua secagem, o que faz com que muitas vezes ela seja considerada uma medida de persistência (*ln*). Sendo persistência da lactação, conforme Cobuci et al. (2004), a capacidade da fêmea manter a produção de leite após obter sua produção máxima.

A produção total no período (*Y_n*) segundo Ludwick e Petersen (1943) é em função da persistência na lactação, do pico de produção e do tempo de lactação e conforme Rebouças (2008), através de modelos matemáticos é possível obter essa produção total em qualquer fase da lactação, não sendo necessária a multiplicação dos dias de lactação pela produção média diária.

Esses parâmetros sofrem influências genéticas e ambientais e são determinantes para escolhas de técnicas de manejo como alimentação e descarte de animais, e também permite uma avaliação antecipada dos reprodutores por meio das previsões de lactações de suas filhas através de dados parciais de lactação (JACOPINI et al., 2016). Segundo Cobuci et al. (2000) os principais fatores ambientais que influenciam a produção de leite, e modificam o formato da curva de lactação são: o rebanho propriamente dito, a idade do animal ao parto, época da parição e o ano em que aconteceu o parto. Bianchini Sobrinho et al. (1988) sugerem que o formato da curva de lactação pode se alterar pelo processo de seleção,

Para descrever a curva, são utilizadas expressões matemáticas que estimam a produção total de leite do animal, a produção em cada fase da lactação, por meio das produções parciais. Um dos primeiros trabalhos a sugerir um modelo matemático para explicar a curva de lactação é o de Brody et al. (1923). No entanto, esse modelo caiu em desuso pelo fato de não utilizar o pico de lactação (GONÇALVES et al. 2002). O modelo mais utilizado para estimar a curva de lactação tem sido a função gama incompleta de Wood (1967) que tem proporcionado bons resultados (GUIMARÃES et al. 2006). Segundo Jacopini (2016), a curva de lactação é dividida em três fases: produção inicial, elevação da produção até o dia do pico, e queda de produção do pico até a secagem, sendo o pico de produção, a produção máxima de leite em um único dia

durante a lactação, e que possui importância na determinação da produção total de leite, período e forma da curva (WOOD, 1967).

Ao se falar de ovinos leiteiros, Ticiani et al. (2013), ao utilizarem rebanhos Lacaune e East Frisian, encontraram maior produção de leite, gordura, proteína e lactose em ovinos Lacaune, no entanto a maior persistência de lactação foi encontrada em animais East Frisian, bem como maiores teores de gordura e proteína. Para os autores, a menor persistência da raça Lacaune ocorreu pelo fato dos animais estarem com manejos iguais, e a produção inicial da Lacaune ser maior, gerando desgastes devido a maior exigência metabólica, que por consequência diminuiu a renovação celular e produção por célula mioepitelial desencadeando uma diminuição da produção leiteira.

Entretanto, Moreira et al. (2014), concluem que para estimar a qualidade e a potencialidade de um rebanho, é necessária uma avaliação adequada dos critérios de produção. Além disso, a utilização de um modelo matemático que seja adequado, claro e eficiente, e que possa ser ajustado à variação existente entre os animais é fundamental para realizar uma seleção genética eficaz. Segundo Negri (2017), já foram realizados alguns estudos visando buscar modelos matemáticos que se adequem a produção leiteira dos ovinos, estando entre eles o modelo de Wood (1967), Wilmink (1987) e Pollot (2000).

3.5 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

A análise de componentes principais (PCA) é uma técnica de análise multivariada cujo intuito é realizar transformações de um conjunto de variáveis originais em um número reduzido de combinações lineares, os denominados componentes principais (SANTOS et al., 2010), e cada componente principal é uma combinação das variáveis originais que independem entre si, com a função de estimar o máximo de informação sobre a variação contida nos dados, estando associada a uma redução no volume de dados, com o mínimo de perdas possíveis das informações (VARELLA, 2008). Pode se medir a importância de um componente principal por meio da proporção da variação total explicada por ele (SANTOS et al., 2010). O primeiro componente, apresenta a maior proporção da variância, o segundo componente a segunda maior proporção da variância e assim sucessivamente (PAIVA et al., 2003).

Kominakis et al. (2009) ao trabalhar com ovelhas leiteiras da Frizarta, encontrou que o segundo componente principal que foi definido como medições globais e traseiras do úbere foram significativas para os traços de produção de leite. Carta et al. (2014), em estudos com ovelhas leiteiras do Mediterrâneo, cujo objetivo era obter uma medida de persistência que

permitisse rendimentos elevados na fase final da lactação no período da primavera, encontraram um componente principal com o dobro da herdabilidade e com uma correlação genética alta com a proporção da quantidade de leite produzido na primavera, entretanto apresentava correlação genética não significativa com produção total de leite.

Dorneles et al. (2015), utilizaram análise de componentes principais para estimar parâmetros genéticos para produção de vacas holandesas no dia do controle, e ao utilizar quatro componentes principais conseguiu-se reduzir consideravelmente o número de parâmetros genéticos a serem determinados, facilitando o processo de avaliação genética. Silva et al. (2015), ao analisar 20 características de desempenho em ovinos Morada Nova, encontraram explicação de 72,28% da variância total nos três primeiros componentes principais.

Segundo Morrison (1976) apud Santos et al. (2010), os estudos de componentes principais no âmbito genético contribuem para a interpretação de relações entre variáveis, diminui a perda de tempo e os custos em futuros experimentos, pois algumas variáveis estarão descartadas sem gerar perda efetiva de informações, auxiliando nas tomadas de decisões podendo acelerar programas de melhoramento genético.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia foi baseada em Negri (2017) até a obtenção dos valores genéticos. Foram utilizados dados de uma propriedade localizada no município de Chapecó – Santa Catarina-, de aferições leiteiras de um rebanho de 3.558 ovinos Lacaune. As aferições leiteiras eram realizadas quinzenalmente no momento da ordenha, sendo coletados os dados no período de 2008 a 2015. No entanto, foram utilizados apenas animais com cinco ou mais registros leiteiros, o que resultou num total de 816 avaliações.

As aferições dos dados de produção leiteira foram ajustadas pelo modelo matemático de Wood que prediz os parâmetros da curva, bem como o pico de produção, dia de produção de pico e persistência de lactação como segue:

$$y_{ij} = t_{ij}^{b_i} e^{a_i - c_i t_{ij}}$$

Sendo,

y é a produção total de leite;

i é o animal analisado;

j é o tempo;

t é o dia da lactação;

b é a taxa de aumento da produção até o pico;

e é a base do logaritmo neperianos;

c é a taxa de queda da produção após o pico;

a é a produção inicial.

Para se obter as características produção no pico (p), dia do pico de produção (d) e persistência de lactação (ln), foram utilizadas algumas funções dos parâmetros da curva de Wood como segue:

$$d = -\frac{b}{c}, \quad p = \left(-\frac{b}{c}\right)^b e^{a-b} \quad \text{e} \quad \ln(s) = -(b+1)\ln(-c)$$

A seguir estão expressos os valores obtidos por Negri (2017) (Tabela 3), bem como o modelo das curvas de lactação média e curvas de lactações individuais do rebanho (Figura 2).

Tabela 3: Valores mínimos, máximos, moda, média, desvio padrão (DP), variância, e coeficiente de variação (CV) da curva de Wood de um rebanho Lacaune adaptados para uma lactação de 120 dias.

*Parâmetros	N	Mínimo	Máximo	Moda	Média	DP	Variância	CV (%)
<i>A</i>	816	0,001	1,660	0,001	0,362	0,330	0,109	91,16
<i>B</i>	816	0,000	1,000	0,000	0,135	0,160	0,026	118,87
<i>C</i>	816	0,003	0,151	0,019	0,032	0,021	0,000	65,45
<i>D</i>	816	0,000	20,377	0,000	3,911	3,359	11,281	85,87
<i>P</i>	816	0,950	5,902	1,001	1,703	0,668	0,446	39,22
<i>ln (s)</i>	816	0,050	6,099	4,170	4,049	0,497	0,247	12,28

Y	816	15,280	177,470	53,990	76,249	28,024	785,345	36,75
---	-----	--------	---------	--------	--------	--------	---------	-------

*Parâmetros: a = produção inicial, b = Acréscimo da produção até o pico, c = decréscimo de produção após o pico, d = dia do pico, p = produção no pico, $\ln(s)$ persistência na lactação, y = produção total acumulada de leite aos 120 dias.

Fonte: NEGRI, 2017.

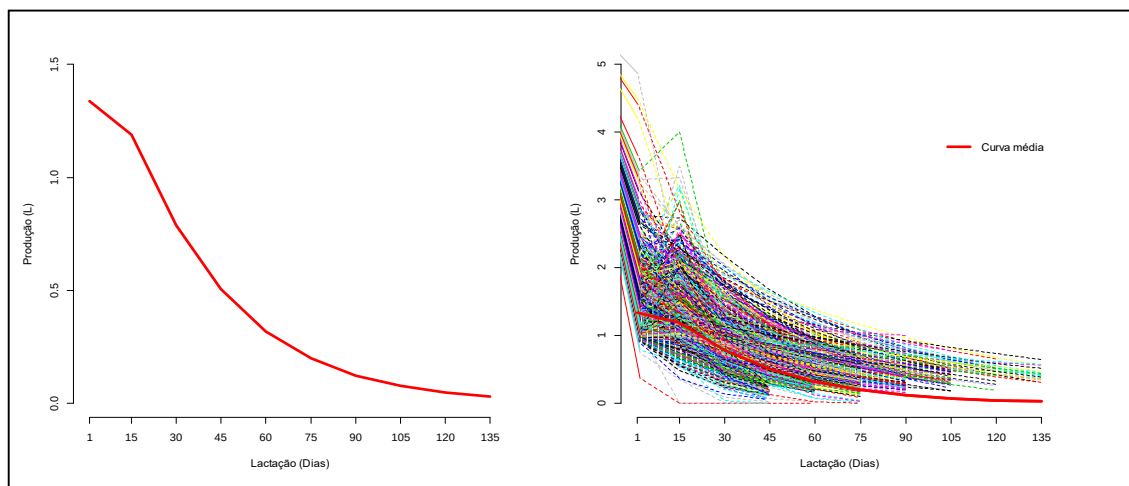


Figura 2. Curva de Wood (1967) estimada para a produção média de leite (litros) do rebanho e curvas individuais de um rebanho da raça Lacaune.

Fonte: NEGRI, 2017

As estimativas de parâmetros e valores genéticos preditos, foram obtidos por meio do modelo animal, em uma análise multicausal, por meio de Inferência Bayesiana, com os programas computacionais GIBBSxF90 e POSTGIBBS F90, desenvolvidos por Misztal et al. (2002). Foram utilizados como efeitos fixos o grau de sangue (Base, PO, 1/2, 3/4, 7/8, 15/16, 31/32), mês do nascimento, ano do nascimento, ordem de lactação (1, 2, 3, 4 e >4), e proporção de cordeiros machos na respectiva lactação (100%, 75%, 66%, 50%, 40%, 33%, 25%, 0%), e como covariável se utilizou a massa total de cordeiros (peso total de cordeiros em kg). Como efeitos aleatórios se utilizou o efeito genético aditivo, efeito permanente de ambiente e o resíduo. Foi assumido que os efeitos fixos têm distribuição uniforme, e os componentes de covariância apresentam distribuição de Wishart invertida, e para os efeitos aleatórios admitiu-se distribuição normal. Inicialmente foram geradas 5.000.000 de cadeias de Gibbs, com burnning de 2.350.100, e intervalo de amostragem de 100 iterações, gerando uma cadeia de Gibbs de 26.499 informações de cada parâmetro.

O modelo animal utilizado pode ser descrito como:

$$y = X\beta + Z\alpha + Wpe + e,$$

em que:

y é o vetor das informações;

X é a matriz de incidência;

β é o vetor dos efeitos fixos;

Z é a matriz de incidência dos efeitos genéticos aditivos;

a é o vetor dos efeitos genéticos aditivos;

W é a matriz de incidência dos efeitos permanentes e não aditivos;

pe é o vetor de efeitos permanentes de ambiente;

e é o vetor dos erros aleatórios;

Admitindo-se que y , a , pe e e possuem distribuição conjunta normal multivariada, se pressupõe a seguinte distribuição.

$$\begin{bmatrix} y \\ a \\ pe \\ e \end{bmatrix} \sim NMV \left\{ \begin{bmatrix} X\beta \\ \phi \\ \phi \\ \phi \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} ZGZ' + WPW' + R & ZG & WP & R \\ & GZ' & G & \phi \\ & PW' & \phi & P \\ & R & \phi & \phi & R \end{bmatrix} \right\}$$

Na análise heptacaracterística a matriz G foi dada por $G_0 \otimes A$, em que a matriz A é a de parentesco e G_0 a matriz de covariâncias genética aditiva, como se vê em sequência:

$$G_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{a_1}^2 & \sigma_{a_1 a_2} & \sigma_{a_1 a_3} & \sigma_{a_1 a_4} & \sigma_{a_1 a_5} & \sigma_{a_1 a_6} & \sigma_{a_1 a_7} \\ \sigma_{a_2 a_1} & \sigma_{a_2}^2 & \sigma_{a_2 a_3} & \sigma_{a_2 a_4} & \sigma_{a_2 a_5} & \sigma_{a_2 a_6} & \sigma_{a_2 a_7} \\ \sigma_{a_3 a_1} & \sigma_{a_3 a_2} & \sigma_{a_3}^2 & \sigma_{a_3 a_4} & \sigma_{a_3 a_5} & \sigma_{a_3 a_6} & \sigma_{a_3 a_7} \\ \sigma_{a_4 a_1} & \sigma_{a_4 a_2} & \sigma_{a_4 a_3} & \sigma_{a_4}^2 & \sigma_{a_4 a_5} & \sigma_{a_4 a_6} & \sigma_{a_4 a_7} \\ \sigma_{a_5 a_1} & \sigma_{a_5 a_2} & \sigma_{a_5 a_3} & \sigma_{a_5 a_4} & \sigma_{a_5}^2 & \sigma_{a_5 a_6} & \sigma_{a_5 a_7} \\ \sigma_{a_6 a_1} & \sigma_{a_6 a_2} & \sigma_{a_6 a_3} & \sigma_{a_6 a_4} & \sigma_{a_6 a_5} & \sigma_{a_6}^2 & \sigma_{a_6 a_7} \\ \sigma_{a_7 a_1} & \sigma_{a_7 a_2} & \sigma_{a_7 a_3} & \sigma_{a_7 a_4} & \sigma_{a_7 a_5} & \sigma_{a_7 a_6} & \sigma_{a_7}^2 \end{bmatrix}$$

A matriz P foi gerada por $P_0 \otimes I$, em que I é a matriz identidade de ordem igual ao número de ovelhas e P_0 a matriz dos efeitos permanentes de ambiente, segue abaixo o exemplo:

$$P_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{p_1}^2 & \sigma_{p_1 p_2} & \sigma_{p_1 p_3} & \sigma_{p_1 p_4} & \sigma_{p_1 p_5} & \sigma_{p_1 p_6} & \sigma_{p_1 p_7} \\ \sigma_{p_2 p_1} & \sigma_{p_2}^2 & \sigma_{p_2 p_3} & \sigma_{p_2 p_4} & \sigma_{p_2 p_5} & \sigma_{p_2 p_6} & \sigma_{p_2 p_7} \\ \sigma_{p_3 p_1} & \sigma_{p_3 p_2} & \sigma_{p_3}^2 & \sigma_{p_3 p_4} & \sigma_{p_3 p_5} & \sigma_{p_3 p_6} & \sigma_{p_3 p_7} \\ \sigma_{p_4 p_1} & \sigma_{p_4 p_2} & \sigma_{p_4 p_3} & \sigma_{p_4}^2 & \sigma_{p_4 p_5} & \sigma_{p_4 p_6} & \sigma_{p_4 p_7} \\ \sigma_{p_5 p_1} & \sigma_{p_5 p_2} & \sigma_{p_5 p_3} & \sigma_{p_5 p_4} & \sigma_{p_5}^2 & \sigma_{p_5 p_6} & \sigma_{p_5 p_7} \\ \sigma_{p_6 p_1} & \sigma_{p_6 p_2} & \sigma_{p_6 p_3} & \sigma_{p_6 p_4} & \sigma_{p_6 p_5} & \sigma_{p_6}^2 & \sigma_{p_6 p_7} \\ \sigma_{p_7 p_1} & \sigma_{p_7 p_2} & \sigma_{p_7 p_3} & \sigma_{p_7 p_4} & \sigma_{p_7 p_5} & \sigma_{p_7 p_6} & \sigma_{p_7}^2 \end{bmatrix}$$

A matriz R foi gerada por $R_0 \otimes I$, sendo I a matriz identidade de ordem igual ao número de observações, e R_0 a matriz de variâncias residuais, exemplificada em sequência:

$$R_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{r_1}^2 & \sigma_{r_1 r_2} & \sigma_{r_1 r_3} & \sigma_{r_1 r_4} & \sigma_{r_1 r_5} & \sigma_{r_1 r_6} & \sigma_{r_1 r_7} \\ \sigma_{r_2 r_1} & \sigma_{r_2}^2 & \sigma_{r_2 r_3} & \sigma_{r_2 r_4} & \sigma_{r_2 r_5} & \sigma_{r_2 r_6} & \sigma_{r_2 r_7} \\ \sigma_{r_3 r_1} & \sigma_{r_3 r_2} & \sigma_{r_3}^2 & \sigma_{r_3 r_4} & \sigma_{r_3 r_5} & \sigma_{r_3 r_6} & \sigma_{r_3 r_7} \\ \sigma_{r_4 r_1} & \sigma_{r_4 r_2} & \sigma_{r_4 r_3} & \sigma_{r_4}^2 & \sigma_{r_4 r_5} & \sigma_{r_4 r_6} & \sigma_{r_4 r_7} \\ \sigma_{r_5 r_1} & \sigma_{r_5 r_2} & \sigma_{r_5 r_3} & \sigma_{r_5 r_4} & \sigma_{r_5}^2 & \sigma_{r_5 r_6} & \sigma_{r_5 r_7} \\ \sigma_{r_6 r_1} & \sigma_{r_6 r_2} & \sigma_{r_6 r_3} & \sigma_{r_6 r_4} & \sigma_{r_6 r_5} & \sigma_{r_6}^2 & \sigma_{r_6 r_7} \\ \sigma_{r_7 r_1} & \sigma_{r_7 r_2} & \sigma_{r_7 r_3} & \sigma_{r_7 r_4} & \sigma_{r_7 r_5} & \sigma_{r_7 r_6} & \sigma_{r_7}^2 \end{bmatrix}$$

A monitoração da convergência foi realizada por meio do teste de Heldelberger e Welch (1983), assim como os intervalos de credibilidade (IC) e regiões de alta densidade (RAD) implementados no programa R (RDEVELOPMENT CORE TEAM, 2015).

Para acessar os valores genéticos por meio de componentes principais foi utilizado a metodologia de Buzanskas et al. (2013) e Boligon et al. (2016). Os valores genéticos dos parâmetros da curva foram padronizados (variância unitária e significância zero) por meio da seguinte fórmula:

$$Z_i = \frac{(X_i - \bar{X}_i)}{S_i}$$

Em que Z_i é o valor padronizado das variáveis X_i , $\bar{X}_i$ é a média da i -ésima características e S_i é o próprio desvio padrão, esta padronização foi utilizada para evitar inconsistências nas resoluções multivariadas, devido a diferentes magnitudes e escalas entre as variáveis. Inicialmente, foram calculadas as correlações de Pearson entre os valores genéticos.

A análise de componentes principais foi realizada para condensar os valores genéticos das informações contidas em todos os parâmetros da curva em poucas variáveis ortogonais

latentes, os componentes principais, com a menor perda possível de informações relacionadas a variação dos dados (BUZANSKAS et al., 2013). Os componentes principais são combinações lineares das variáveis originais, as quais são obtidas por meio dos autovalores da matriz de covariância, e o autovalor de cada componente principal está associado à variância de todas as características presentes nele, bem como cada autovalor estará associado a uma unidade vetor, denominado autovetor, que representará a força e o sentido da variância de cada parâmetro da curva no componente principal. Os componentes principais foram gerados em ordem decrescente, de modo que o primeiro componente principal explica a maior proporção da variação dos dados originais, o segundo a segunda maior proporção e assim sucessivamente (BOLIGON et al., 2016).

Foi assumido que os componentes principais que explicam a maior parte das variações genéticas originais são aqueles com autovalores acima de 1 (um) como sugerido por Kaiser et al. (1958). A análise foi executada no programa R por meio das funções *prcomp* e *biplot* (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015). Os componentes principais desenvolvidos a partir dos valores genéticos dos parâmetros da curva poderão ser utilizados como índice de avaliação para características múltiplas nos animais. Os coeficientes de pontuação padronizados do valor genético em cada componente principal foram obtidos seguindo fórmula de Buzanskas et al. (2013):

$$CPP_{ij} = \frac{Autovetor_{ij}}{\sqrt{Autovalor_{ij}}}$$

Onde, *CPP* é o coeficiente de pontuação padronizada para os valores genéticos da *i*-ésima característica, no *j*-ésimo componente principal. A formação do índice de pontuação dos componentes principais foi realizada da seguinte maneira (BUZANSKAS et al. 2013):

$$CP_{jl} = \sum_{i=1}^m CPP_{ij} \times VG_{il}$$

Em que, *CP* é a pontuação do componente principal para o *l*-ésimo animal no *j*-ésimo componente principal, *CPP* é o coeficiente de pontuação padronizada para os valores genéticos da *i*-ésima característica, no *j*-ésimo componente principal e *VG* é o valor genético padronizado da *i*-ésima característica, no *l*-ésimo animal.

5 RESULTADOS

De posse das curvas de lactações e dos valores genéticos dos parâmetros da curva de lactação, foram obtidas as estimativas de coeficientes de correlação entre os mesmos (Tabela 5), sendo possível observar correlações altas e positivas entre o acréscimo da produção até o pico (b) com o decréscimo da produção após o pico (c), dia do pico (d), e produção do pico (p), com valores de 0,92, 0,68, 0,64 respectivamente, ou seja, quando se aumenta o parâmetro b os outros parâmetros que são correlacionados tendem a aumentar também, sendo algo biológico do animal, pois, geralmente animais de alta produção tendem a ter um maior acréscimo na produção, com o dia do pico mais tardio e maior produção no pico, e apresentarem acentuado decréscimo após o pico, como se pode comprovar com a correlação de 0,84 entre os parâmetros c e p e 0,92 entre b e c .

Tabela 5: Coeficientes de correlação de Pearson entre os valores genéticos dos parâmetros da curva de lactação de um rebanho de ovinos Lacaune.

Parâmetros*	a	B	c	d	p	$ln(s)$	y
A	1						
B	-0,21	1					
C	0,14	0,92	1				
D	-0,53	0,68	0,43	1			
P	0,59	0,64	0,84	0,17	1		
$ln(s)$	-0,92	0,08	-0,27	0,32	-0,61	1	
Y	0,09	0,26	0,17	0,09	0,35	0,19	1

Parâmetros*: a = produção inicial, b = acréscimo da produção até o pico, c = decréscimo da produção após o pico, d = dia do pico, p = produção no pico, $ln(s)$ = persistência da lactação, y = produção total acumulada na lactação aos 120 dias.

Entretanto alguns parâmetros apresentaram correlação alta e negativa, como entre as características produção inicial (a) e persistência da lactação ($ln(s)$), produção no pico (p) e persistência na lactação ($ln(s)$), para as quais foram obtidos coeficientes de -0,92 e -0,61 respectivamente, e assim quando se aumenta um parâmetro, o outro tende a diminuir. Segundo Ticiani et al. (2013) isto ocorre pois, animais de alta produção inicial possuem tendência a terem maior desgaste, por possuir maior exigência metabólica, gerando dificuldade em manter a renovação celular e produção por células mioepiteliais (responsáveis pela secreção do leite), e consequentemente ocasionando redução na produção leiteira, e conforme Bencini e Pulina (1997) animais que tem maior produção no pico tendem a ter menor persistência na lactação.

As demais correlações entre os parâmetros apresentaram variações quanto ao sentido e magnitude, variando de positiva a negativa e de baixa a moderada. Os parâmetros que

apresentaram maiores correlações com a produção total acumulada (y) foram à produção no pico (p) e acréscimo da produção até o pico (b), com correlações de 0,35 e 0,26 respectivamente. Assim se o objetivo do programa de melhoramento for o aumento da produção acumulada na lactação, ao se aumentar o acréscimo de produção e produção no pico, possivelmente se terá um incremento na produção total, visto que 26 e 35% dos genes que controlam a expressão dos respectivos parâmetros influenciam na produção total acumulada. Além disso, conforme Jacopini (2012), animais que demoram mais para atingir o dia do pico tendem a ter maior produção durante a lactação.

Na figura 3, denotam-se os sete componentes principais gerados e a representação das variâncias explicadas por cada componente, entretanto apenas os três primeiros componentes principais apresentaram autovalores maiores que 1 (um) (Tabela 6), e explicaram 94,59% da variação dos parâmetros da curva de lactação, sendo responsáveis pela maior parte da variação, e os demais componentes foram descartados, sem representar perdas significativas de informação e permitindo redução das dimensões da variação original (KAISER et al., 1958). Karacaören e kadarmideen (2008) ao analisarem a relação entre características funcionais (escore de condição corporal, velocidade da ordenha, produção de leite, consumo de matéria seca e peso corporal) em vacas em lactação, estimaram que os quatro primeiros componentes principais, foram responsáveis por explicar mais de 70% da variação dos dados, reduzindo assim a dimensão das variáveis.

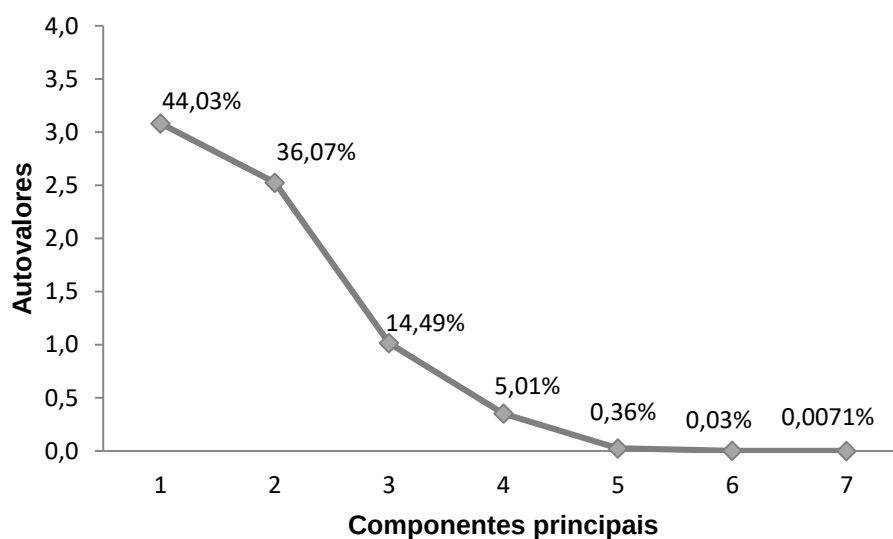


Figura 3: Componentes principais com seus respectivos autovalores e proporções da variância explicada por cada um.

Tabela 6: Autovalor, variação individual (%) e variação acumulada (%) dos 3 primeiros componentes principais.

Componentes principais	CP1	CP2	CP3
Autovalor	3,0817	2,5252	1,0146
Variação (%)	44,02	36,07	14,49
Variação Acumulada (%)	44,02	80,09	94,59

Boligon et al. (2016) ao analisar valores genéticos de crescimento e reprodução e a associação genética das mesmas com tamanho adulto, por meio da análise de componentes principais, relatou que 3 componentes principais explicaram a maior parte da variação dos dados com 79,06% Vargas et al. (2018) ao estudarem bovinos da raça Nelore para características de crescimento (ganhos de peso na desmama e após a desmama), escore visual (conformação, acabamento e musculosidade) e reprodução (circunferência escrotal), obtiveram 3 componentes principais que explicaram 87,11% da variação total das nove características estudadas..

O primeiro componente (CP1) está mais associado aos valores genéticos dos parâmetros acréscimo até o pico (*b*), decréscimo após o pico (*c*) e pico de produção (*p*), com correlações variando de 0,83 a 0,95 (Tabela 7). No segundo componente principal (CP2), produção inicial (*a*), dia do pico (*d*) e persistência da lactação (*ln(s)*) obtiveram maior associação, contudo, dia do pico (*d*) e persistência da lactação (*ln(s)*) foram correlacionadas negativamente. Para o terceiro componente principal (CP3), a produção total acumulada (*y*) apresentou maior associação com o mesmo com uma correlação estimada de 0,93.

Tabela 7: Correlação entre os valores genéticos padronizados dos parâmetros da curva de lactação com cada um dos componentes principais (CP).

Parâmetros*	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>p</i>	<i>ln(s)</i>	<i>Y</i>
CP1	0,35	0,83	0,94	0,41	0,95	-0,43	0,33
CP2	0,92	-0,52	-0,17	-0,76	0,27	-0,84	-0,14
CP3	0,10	-0,09	-0,16	-0,21	0,08	0,25	0,93

Parâmetros*: *a* = produção inicial, *b* = acréscimo da produção até o pico, *c* = decréscimo da produção após o pico, *d* = dia do pico, *p* = produção no pico, *ln(s)* = persistência da lactação, *y* = produção total acumulada na lactação aos 120 dias.

O primeiro componente principal (CP1) foi responsável por 44,02% da variação total dos valores genéticos dos parâmetros da curva de lactação, e por meio dos valores dos autovetores (Tabela 8) os parâmetros mais presentes no mesmo foram acréscimo da produção até o pico (*b*), decréscimo da produção após o pico(*c*) e pico da produção (*p*), com coeficientes positivos para os demais, exceto para a persistência da lactação (*ln(s)*). O segundo componente principal (CP2) foi responsável por 36,07% da variação dos dados, e teve valores negativos maiores para o dia do pico (*d*) e persistência da lactação (*ln(s)*), *b*, *c*, e *y* também obtiveram

coeficientes negativos, p e a apresentaram valores positivos, sendo produção inicial (a) o maior coeficiente do CP2. O terceiro componente principal (CP3) teve destaque à produção total acumulada (y), e apresentaram valor negativo os parâmetros b , c e d . Sinais iguais entre os parâmetros indicam que os mesmos têm o mesmo sentido de variação, e quanto maior o coeficiente, maior é o poder discriminatório do mesmo (Vargas et al., 2018).

Tabela 8: Autovetores (AV) e coeficientes de pontuação padronizados (CPP) dos valores genéticos dos parâmetros da curva de lactação em cada componente principal.

Parâmetros*/ CP's	a	b	c	d	p	$\ln(s)$	y
AV-CP1	0,20	0,48	0,54	0,23	0,54	-0,24	0,19
AV-CP2	0,58	-0,32	-0,10	-0,47	0,17	-0,52	-0,09
AV-CP3	0,09	-0,08	-0,16	-0,21	0,07	0,25	0,92
CPP-CP1	0,11	0,27	0,31	0,13	0,31	-0,14	0,11
CPP-CP2	0,37	-0,21	-0,07	-0,30	0,11	-0,33	-0,06
CPP-CP3	0,10	-0,08	-0,16	-0,21	0,07	0,25	0,91

Parâmetros*: a = produção inicial, b = acréscimo da produção até o pico, c = decréscimo da produção após o pico, d = dia do pico, p = produção no pico, $\ln(s)$ = persistência da lactação, y = produção total acumulada na lactação aos 120 dias.

Para se representar graficamente os resultados das análises de componentes principais desenvolveu-se o método biplot, pelo qual se torna possível representar o valor de uma característica oriunda de dois componentes principais por meio do produto dos vetores e pelo cosseno do ângulo entre eles (YAN & KANG, 2003). Nas Figuras 3, 4 e 5 é possível verificar a predominância de cada característica da curva de lactação dentro de cada componente principal, ilustrando os autovetores obtidos para cada componente principal e permitindo comparações entre os três componentes principais que explicaram a maior parte da variância. Assim, a partir destes gráficos pode-se verificar que o componente principal 1 está relacionado a maiores acréscimos e decréscimos da produção (b e c) e maiores produções no pico (p), ou seja, os animais que apresentam a curva de lactação tradicional dentro deste rebanho, e que o componente 2 está relacionado a maior produção inicial (a) e menor persistência da lactação ($\ln(s)$) e dia do pico (d) não tardio, devido principalmente ao fato da propriedade fornecer apenas uma dieta padrão para todos os animais, que não atende as necessidades nutricionais dos animais com maiores produções, o que acarreta em menor persistência. Enquanto que o componente 3 está relacionado aos animais com maior produção total acumulada aos 120 dias (y).

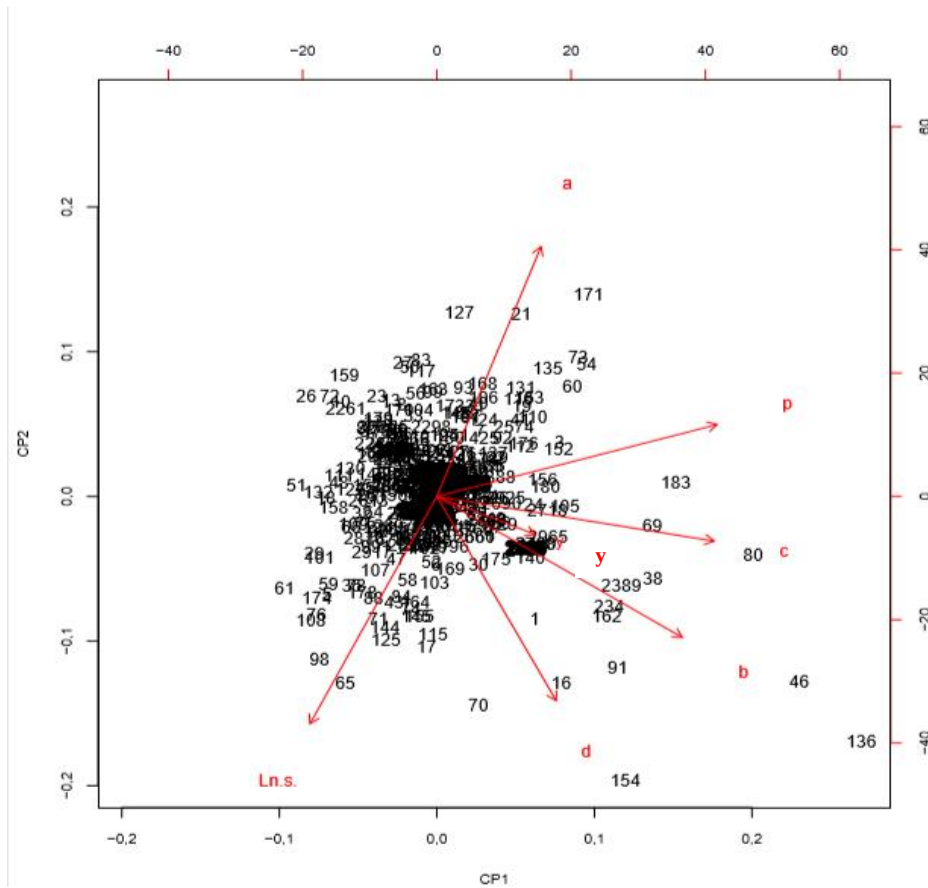


Figura 3: Gráfico biplot entre os Componentes principais 1 e 2.

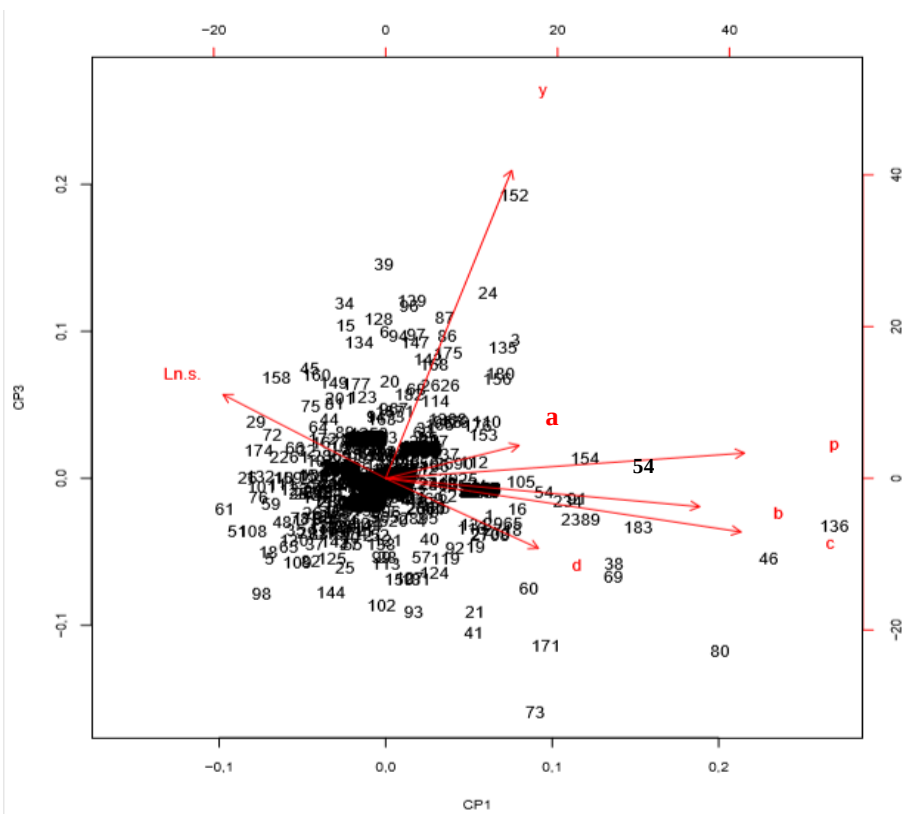
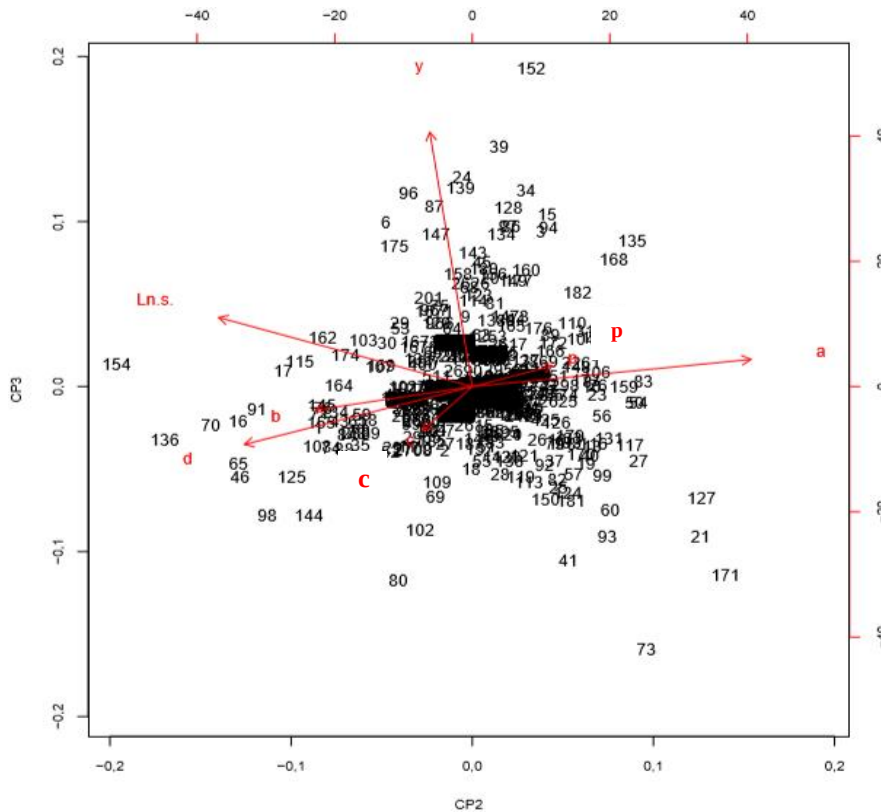


Figura 4: Gráfico biplot entre os Componente principais 1 e 3.



Figuras 5: Gráficos biplot entre os Componentes principais 2 e 3.

As pontuações dos animais em cada componente principal (índice de seleção) foram realizadas da seguinte forma:

$$CP1 = 0,11 VGa + 0,27 VGb + 0,31 VGc + 0,13 VGd + 0,31 VGp - 0,14 VG (ln(s)) + 0,11 VGy.$$

$$CP2 = 0,37 VGa - 0,21 VGb - 0,07 VGc - 0,30 VGd + 0,11 VGp - 0,33 VG (ln(s)) - 0,06 VGy.$$

$$CP3 = 0,10 VGa - 0,08 VGb - 0,16 VGc - 0,21 VGd + 0,07 VGp + 0,25 VG (ln(s)) + 0,91 VGy.$$

Os três componentes principais obtidos, com autovalores acima de 1, são distintos entre si, sendo que quase todas as correlações com intensidades médias e altas obtidas entre os parâmetros da curva de lactação a partir dos valores genéticos dos animais, estão representadas nestes componentes. Assim, podemos concluir que o rebanho estudado apresenta três grupos de animais caracterizados geneticamente pelos três componentes principais obtidos. Paralelo a isso, a partir da análise de componentes principais, se conclui que provavelmente a seleção neste rebanho está sendo realizada principalmente para melhoria da quantidade de leite produzida por lactação por animal, e não para os parâmetros da curva de lactação.

E por meio dos três componentes principais é possível explicar grande parte da variação genética presente nos 7 parâmetros da curva de lactação, e por meio do índice é possível criar um critério de seleção para ser utilizado nos programas de melhoramento. Além disso, utilizando os componentes principais como índice de seleção torna-se possível levar em conta características de baixa herdabilidade, que em caso de seleções diretas dificilmente seriam utilizadas, e aumentariam suas taxas (BUZANSKAS et al., 2013). No entanto, se o objetivo for apenas melhorar a produção total acumulada do plantel, a seleção pode ser realizada por meio do terceiro componente principal, porém a variação explicada por ele é muito baixa, e devem ser realizadas análises futuras para constatar relações entre as características.

6 CONCLUSÃO

Por meio da análise de componentes principais foi possível encontrar 3 componentes principais que foram responsáveis por 94,59% da variação original dos valores genéticos, bem como foi criado um índice de seleção baseado nos componentes principais e no valor genético de cada animal, que pode ser utilizada como estratégia de seleção nos programas de melhoramento genético. Pelo fato dos parâmetros da curva de lactação do rebanho apresentarem moderadas e baixas herdabilidades, por meio da seleção via índice pode-se aumentar as taxas de ganho, entretanto se o objetivo for aumentar apenas a produção total dos animais, pode-se utilizar o terceiro componente principal como critério de seleção pela sua alta relação com a produção total acumulada, estando relacionado com o melhor custo-benefício da atividade, entretanto a representatividade deste componente é muito pequena, e por isso o mais indicado seria realizar análise fatorial dos três componentes gerados para identificar a relação entre os parâmetros da curva de lactação.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE OVINOS-ARCO. **Lacaune**. 2017. Disponível em: < <http://www.arcoovinos.com.br/index.php/mn-srgo/mn-padroesraciais/35-lacaune>>. Acessado em: 12 out 2017.

BARILETT, F.; BOICHARD, D. Studies on dairy production of milking ewes I. - Estimates of genetic parameters for total milk composition and yield. **Genetics, Selection, Evolution**. v.19, p. 459-474, 1987.

BARILLET, F. et al. The French Lacaune dairy sheep breed: use in France and abroad in the last 40 years. **Livestock Production Science**, v.71, p.17-29, 2001a.

BARILLET, F. et al. Genetic analysis for mastitis resistance and milk somatic cell score in French Lacaune dairy sheep. **Genetics, Selection, Evolution**. v. 33, p. 397–415, 2001b.

BARO, J. A. et al. Genetic parameters of test day measures for somatic cell count, milk yield, and protein percentage of milking ewes. **Journal of Dairy Science**, 77, 2658–2662, 1994.

BENCINI, R.; PULINA, G. The quality of sheep milk: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v.37, p.485–504, 1997.

BIANCHI, A. E. **Ovinocultura de leite no Brasil, desafios, oportunidades e demandas do setor**, 2015a. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais/documentos/camaras-setoriais/caprilos-e-ovinos/ovinoultura-leiteira-abcol.pdf>. Acesso em: 20 ago 2017

BIANCHI, A. E. **Panorama da Ovinocultura de Leite no Brasil**, 2015b. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais/documentos/camarasetoriais/caprilos-e-ovinos/panorama-da-ovinoultura-de-leite-no-brasil.pdf>. Acesso em: 20 ago 2017

BIANCHI, A.E. et al. **Caracterização dos sistemas produtivos de ovinos de leite no Brasil**. 2016. Disponível em: < <https://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/ovinos-e-caprilos/caracterizacao-dos-sistemas-produtivo-de-ovinos-de-leite-no-brasil-102577n.aspx>>. Acesso em: 19 ago 2017.

BIANCHINI SOBRINHO, E. et al. Genetic and environmental aspects of the linear hyperbolic lactation curve. **Revista Brasileira de Genética**, v.11(3), p.671-678, 1988.

BOLIGON, A. A. et al., Principal component analysis of breeding values for growth and reproductive traits and genetic association with adult size in beef cattle. **Journal of animal Science**. v.94, n. 12, p. 5014-5022, 2016.

BRITO, M. A. et al. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do sul do Brasil: variações na gestação e na lactação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.3, p.942-948, mai-jun, 2006.

BRODY, S. et al. The rate of decline of milk secretion with the advance of the period lactation. **Journal of Genetic Physiology**, n.5 (4), p. 441-444, 1923.

BUZANSKAS, M. E. et al. Genetic parameter estimates and principal component analysis of breeding values of reproduction and growth traits in female Canchim cattle. **Reproduction, Fertility and Development**. v. 25, p. 775-781, 2013.

CARTA, A. et al. Heritability of persistency traits and their genetic correlations with milk yield and udder morphology in dairy sheep. **Research Unit: Genetics and Biotechnology**, DIRPA-AGRI Sardegna. 07100, Sassari, Italy, 2014.

COBUCI, J. A. et al. Análises da persistência na lactação de vacas da raça holandesa, usando produção no dia do controle e modelo de regressão aleatória. **Rev. Bras. Zootec.** v.33, n.3, p.546-554, 2004.

COBUCI, J. A. et al. Aspectos genéticos e ambientais da curva de lactação da raça guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30: 1204-1211, 2001.

COBUCI, J. A. et al. Curva de lactação na raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29: 1332-1339, 2000.

COBUCI, J. A. et al. Persistência da lactação – uma revisão. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 11, n.3, p. 163-172, 2003.

DORNELES, M. de A. et al. Parâmetros genéticos para produção de leite no dia do controle de vacas da raça Holandesa utilizando modelos de análises de fatores e componentes principais. **Ciência Rural**, Santa Maria, Online. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20141076> . Acessado em: 22 ago 2017.

EL-SAIED, U.M. et al. Heritability of test day somatic cell counts and its relationship with milk yield and protein percentage in dairy ewes. **Journal of Dairy Science**. v. 81, p. 2956–2961, 1998.

EMEDIATO, R. M. de S.; MAESTÁ, S. A.. **Ovinocultura de leite – uma introdução**. 2007. Disponível em < <http://m.farmpoint.com.br/radares- tecnicos/sistemas-de-producao/ovinocultura-de-leite-uma-introducao-39134n.aspx>> Acesso em 18 ago 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAOSTAT. **Production, Live animals and Livestock Primary**, 2017. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>>. Acessado em: 12 out 2017.

GONÇALVES, T. de M. et al. Curvas de lactação em rebanhos da raça holandesa no Estado de Minas Gerais. Escolha do modelo de melhor ajuste. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1689-1694, 2002.

GRIEBLER, L. **Ovinocultura leiteira no Brasil**. 2012. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/ovinos-e-caprinos/a-ovinocultura-leiteira-no-brasil-79849n.aspx>>.Acessado em:19 ago 2017.

GUIMARÃES, V. P. et al. Utilização de funções matemáticas no estudo da curva de lactação em Caprinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35, n. 2, p.535-543, 2006.

HAMMAN, H. et al. Estimation of genetic parameters for test day milk production, somatic cell score and litter size at birth in East Friesian ewes. **Livestock Production Science**. v. 87, p.153–160, 2004.

HARRIS, D.L. et al. Animal breeding programs: a systematic approach to their design. AAT-NC-8. ARS, **USDA**, Peoria, IL, 1984, 14p.

HEIDELBERGER P, WELCH P. Simulation run length control in the presence of an initial transient. Operations Res., **Maryland**, v. 31, p.1109-1144, 1983.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **PPM: Rebanho bovino alcança a marca recorde de 215,2 milhões de cabeças, mas produção de leite cai**. 2015. Disponível em: < <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/9802-ppm-rebanho-bovino-alcanca-a-marca-recorde-de-215-2-milhoes-de-cabecas-mas-producao-de-leite-cai-0-4.html>> . Acessado em: 12 out 2017.

JACOPINI, L. A. et al. Desempenho produtivo de vacas girolando estimado pelo modelo de wood ajustado por metodologia bayesiana. **Archives of Veterinary Science**. v.21, n.3, p.43-54, 2016.

JACOPINI, L. A. et al. Leite de cabra. Características e qualidades. **Revista ACTA Tecnológica**. v. 6, n.1, jan-jun, 2011.

JACOPINI, L. A. **Estimação de parâmetros da curva de lactação e desempenho produtivo de vacas Girolando**. Recife, 2012. 84 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia, Recife, 2012.

KAISER, H. F. et al. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, v.23, p. 187-200, 1958.

KARACAÖREN, B., KADARMIDEEN, H. N. Principal Component and Clustering Analysis of Functional Traits in Swiss Dairy Cattle. **Turkey Journal. Veterinary and Animal Science**. v. 32(3), p. 163-171, 2008.

KOMINAKIS, A. P. et al. Relationships among udder characteristics, milk yield and, non-yield traits in Frizarta dairy sheep. **Small Ruminants Research**. v. 84, p.82–88. 2009.

LEGARRA, A., UGARTE, E. Genetic parameters of udder traits, somatic cell score, and milk yield in Latxa sheep. **Journal of Dairy Science**. v. 88, p. 2238–2245, 2005.

LEGARRA, A.; UGARTE, E. Genetic parameters of milk traits in Latxa dairy sheep. **Animal Science**, v. 73, p.407–412, 2001.

LOBÔ, R. N. B. et al. Programas de melhoramento genético de caprinos e ovinos: importância prática. I Simpósio de Caprinos e Ovinos da Escola de Veterinária da UFMG. Belo Horizonte, MG. **Anais...**, 2005.

LUDWICK, T. M.; PETERSEN, W. E. A measure of persistency of lactation of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.26, p.439-445, 1943.

MACCIOTTA, N.P.P. et al. The mathematical description of lactation curves in dairy cattle, **Italian Journal of Animal Science**, v.10:4, e51, 2011.

MAVROGENIS, A. P. et al. Environmental and genetic factors influencing milk production and lamb output of Chios sheep. **Livestock Production Science**. v.8, p.519–527, 1982.

McMANUS, C. et al. Fatores que influenciam os parâmetros das curvas de lactação em cabras no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32 n. 6, suppl.1. Viçosa, MG. Nov-Dec. 2003.

McMANUS, C. et al. Genetics and breeding of sheep in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.236-246, 2010 (supl. especial).

MISZTAL, I. et al. **Manual for BLUPF90 family of programs**. Athens: University of Georgia, 142p, 2014.

MORAIS, O.R. de. Produção e mercado de leite ovino. **Palestras do VIII Congresso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos**. Campo Grande. p. 63-68, 2013

MOREIRA, R. et al. Método Bayesiano no ajuste do modelo de Wood para curva de lactação do gado Gir. **Revista da Estatística da Universidade Federal de Ouro Preto**, v. 3, n. 3, 2014.

MURPHY, T.W. et al. Factors affecting ewe performance in a crossbred dairy sheep research flock in the United States. **Journal of animal Science**. v.95, n.5. p.1892-1899, 2016.

NEGRI, R. **Análise genética da curva de lactação de ovinos leiteiros**. 2017. 71p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos - PR, 2017.

OLIVEIRA, H.T.V. et al. Curvas de lactação de vacas F1 Holandês-Gir ajustadas pela função gama incompleta. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59, n.1, p.233-238, 2007.

PAIVA, S.R. et al. Caracterização Genética da Raça Santa Inês. In: 2ND International Symposium on Sheep and Goat Production, 2003, João Pessoa. **Anais do Segundo Sincorte**. João Pessoa: Empresa Estadual de Pesquisa agropecuária da Paraíba. v. Único, p. 487-499, 2003.

PENNA, C.F.A.M. **Produção e parâmetros de qualidade de leite e queijos de ovelhas Lacaune, Santa Inês e mestiças submetidas a dietas elaboradas com soja ou linhaça**. – 2011. 154 p. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 2011

PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal** .5. ed. - Belo Horizonte : FEPMVZ Editora, 2008. 617p.

POLLOT, G.E., GOOTWINE, E. A genetic analysis of complete lactation milk production in improved Awassi sheep. **Livestock Production Science**. v.71, p. 37 – 41, 2001.

POLLOTT, G. E. A biological approach to lactation curve analysis for milk yield. **Journal of Dairy Science**, 83:2448-2458, 2000.

REBOUÇAS, G.F. et al. Novas funções para estimar a produção de leite, em 305 dias de lactação, de vacas da raça Gir. **Rev. Bras. Zootec.**, v.37, n.7, p.1222-1229, 2008.

ROHENKOHL, J. E. et al. **O agronegócio de leite de ovinos e caprinos**. 2011. Disponível em: <www.pucrs.br/eventos/eeg/trabalhos/62.doc>. Acesso em: 19 ago 2017.

R Development core Team. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em <<http://www.R-project.org>>. 2015.

RUPP, R. et al. Genetic parameters for milk somatic cell scores and relationships with production traits in French Lacaune dairy sheep. **Journal of Dairy Science**. v.86, p.1476–1481, 2003.

SANTOS, E.F.N. et al. Formação de grupos produtivos em vacas leiteiras por meio de componentes principais. **Rev. Bras. Biom.**, São Paulo, v.28, n.3, p.15-22, 2010.

SILVA, M. S. da. et al. Principal component analysis for evaluating a ranking method used in the performance testing in sheep of Morada Nova breed. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 6, p. 3909-3922, nov./dez. 2015.

SILVEIRA, R. F. et al. Leite ovino no Brasil: Uma revisão. **Rev. Electrón. Vet.** v.18, n.9, 2017

SIQUEIRA, E. R.; EMEDIATO, R. M. de S. Qualidade do leite de ovinos. X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal. Uberaba, MG. **Anais...** SBMA, 2013.

SNYMAN, M.A. et al. Genetic parameters for milk production of ewes in four south african woolled sheep flocks under different grazing conditions. **Agric.za**. v.16, 2016.

TAVARES, T. P. **Ovinocultura leiteira**. 2013.53 f. Monografia (Graduação) – Bacharel em medicina veterinária. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

TICIANI, E. et al. Persistência da lactação e composição do leite em ovelhas leiteiras das raças Lacaune e East Friesian. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.9, p.1650-1653, 2013.

VARELA, C.A.A. **Análise multivariada aplicada as ciências agrárias: Análise de components principais**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2008. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/multivariada.htm>, Acessado em: 16 out 2017.

VARGAS, G. et al.. Unravelling biological biotypes for growth, visual score and reproductive traits in Nellore cattle via principal component analysis. **Livestock Science**. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.09.010> . Acesso em: 26 out 2018.

WEBER, T. et. al. Coeficientes de herdabilidade e correlações genéticas para as produções de leite e de gordura, em diferentes níveis de produção, para raça holandesa no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34,n.2 p.514-519, 2005.

WILMINK, J. B. M. Adjustment of test-day milk, fat and protein yield for age, season and stage of lactation. **Livestock Production Science**, v.16,p.335-348, 1987.

WOOD, P. D. P. Algebraic of the lactation curve in cattle. **Nature**, n.216, p.164-165, 1967.

YAN, W.; KANG, M.S. GGE biplot analysis: a graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. Flórida: **Boca Raton**, 2003. 286p.