

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

RENATA NEGRI

**ASPECTOS GENÉTICOS DA CURVA DE LACTAÇÃO EM
OVINOS DA RAÇA LACAUNE**

DISSERTAÇÃO

DOIS VIZINHOS

2017

RENATA NEGRI

**ASPECTOS GENÉTICOS DA CURVA DE LACTAÇÃO EM
OVINOS DA RAÇA LACAUNE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Zootecnia, do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de concentração: Produção Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Fabiana Martins
Costa Maia

Co Orientador: Prof. Dr. Elias Nunes
Martins

DOIS VIZINHOS

2017

N386a Negri, Renata.
Aspectos genéticos da curva de lactação em ovinos da
raça Lacaune. / Renata Negri – Dois Vizinhos, 2017.
67f.

Orientadora: Fabiana Martins Costa Maia.
Co-orientador: Elias Nunes Martins.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, Dois Vizinhos, 2017.
Bibliografia p.58-59

1. Ovinos Leiteiros 2. Ovinocultura – Melhoramento
Genético I. Maia, Fabiana Martins Costa, orient. II.
Martins, Elias Nunes, co-orient. III. Universidade
Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos IV. Título

CDD: 636.311



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação nº 072

Aspectos genéticos da curva de lactação em ovinos da raça Lacaune

Renata Negri

Dissertação apresentada às quatorze horas do dia quatorze de fevereiro de dois mil e dezessete, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, Linha de Pesquisa – Produção e Nutrição Animal, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

Banca examinadora:

Fabiana Martins Costa Maia
UTFPR-DV

Elias Nunes Martins
UTFPR-DV

Jaime Araújo Cobuci
UFRGS

Prof. Dr. Douglas Sampaio Henrique
Coordenador do PPGZO

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, o criador da vida, por tudo que vivi e aprendi, pela sua bênção diária que me guia e ilumina nos caminhos da vida.

Aos meus pais Valdecir e Neli e minha irmã Carine, por me apoiarem em todos os momentos de minha caminhada.

Ao meu namorado Guilherme Batista dos Santos, pela companhia e principalmente pela compreensão, por sempre estar ao meu lado me apoiando incondicionalmente para que não desistisse dos nossos sonhos. Pelo seu sorriso cativante e profissional admirável.

A professora Dra. Fabiana Martins Costa Maia, minha orientadora, agradeço pelo apoio, dedicação, amizade e paciência em repassar seus conhecimentos. Pelas palavras de incentivo e confiança durante essa caminhada. Minha eterna gratidão!!!

Ao meu co-orientador professor Dr. Elias Nunes Martins, pela importante participação no desenvolvimento deste trabalho. Por seus conselhos, ensinamentos e sua energia contagiante.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus Dois Vizinhos. Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia e seus professores por todo conhecimento passado. Em especial aos professores Dr. Vicente de Paulo Macedo, Dr. Edgar de Souza Vismara, Dr. Douglas Sampaio Henrique.

A Cabanha Chapecó, em especial ao Zootecnista Anderson Elias Bianchi, pela disponibilidade do banco de dados a partir do qual foi possível a realização deste trabalho.

Aos professores Dr. Robson Rossi (UEM), Dr. Heraldo César Gonçalves (UNESP), Dra. Carla Regina Guimarães Brighenti (UFSJ), Dr. Jaime Araújo Cobuci

(UFRGS), Dra. Daniela Lino (UGA) pela contribuição na execução e discussão da dissertação.

A todos os integrantes do grupo Grupo de Pesquisa em Melhoramento Genético (GPMG) e Grupo de Estudos em Ovinos e Caprinos (GEOVICAPRI) pelo conhecimento compartilhado.

Aos colegas e amigos do mestrado.

A CAPES pela concessão da Bolsa.

A todos que de alguma maneira colaboraram não apenas na execução do mestrado, mas em toda a minha caminhada humana e profissional até aqui, a todos...

Muito Obrigada!

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

(Arthur Schopenhauer)

RESUMO

NEGRI, Renata. Aspectos genéticos da curva de lactação em ovinos da raça Lacaune. 2017. 67 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos - PR, 2017.

A análise genética é uma ferramenta que pode auxiliar na busca de melhores índices zootécnicos na ovinocultura leiteira. Há muitos anos as curvas de lactação e a estimação dos componentes de variância dos parâmetros calculados a partir delas, vêm sendo utilizadas nas estratégias de manejo em fazendas leiteiras, pois é possível alterar o formato da curva de lactação por meio da seleção. No Brasil, há uma grande lacuna sobre conhecimento técnico relacionado aos ovinos leiteiros no país. A estimação dos parâmetros da curva de lactação e posterior estimação dos componentes de variância permitem um melhor entendimento dos componentes genético e ambiental que afetam a produção, antecipando as informações necessárias para a tomada de decisão sobre o direcionamento do manejo genético dos rebanhos. O objetivo do trabalho foi estimar os componentes de variância e os parâmetros genéticos dos componentes da curva de Wood em um rebanho de ovinos da raça Lacaune. Foram utilizadas 3558 informações de ovinos da raça Lacaune, e estimados os componentes de variância e os parâmetros genéticos dos parâmetros para a produção inicial (a), acréscimo até o pico (b), decréscimo após o pico (c), dia do pico (d), produção no pico (p), persistência (ln(s)) e produção total (y) da curva de Wood via estimação Bayesiana por meio do método de amostragem de Gibbs. A média estimada para os parâmetros a, b, c, d, p, ln(s) e y foram 0,362; 0,135; 0,032; 3,911; 1,703; 4,049; 76,249, respectivamente. As herdabilidades médias estimadas foram 0,41 (a), 0,47 (b), 0,50 (c), 0,11 (d), 0,30 (p), 0,36 (ln(s)) e 0,002 (y). As correlações fenotípicas e genéticas entre o parâmetro a e as demais variaram de -0,13 a 0,39 e -0,06 a 0,24, respectivamente. No parâmetro b variaram de -0,002 a 0,17 e 0,04 a 0,15, parâmetro c de -0,01 a 0,11 e 0,04 a 0,10, parâmetro d de -0,13 a 0,39 e -0,02 a 0,11, parâmetro p de -0,15 a 0,39 e -0,12 a 0,24, parâmetro ln(s) de -0,15 a 0,39 e -0,12 a 0,11, e para o parâmetro y variaram de -0,002 a 0,33 e 0,04 a 0,08. As repetibilidades identificadas foram 0,81 (a), 0,94 (b), 0,98 (c), 0,22 (d), 0,60 (p), 0,71 (ln(s)) e 0,003 (y). Conclui-se que as estimativas médias de herdabilidade e correlações identificadas evidenciaram um forte efeito ambiental afetando a expressão da característica produção de leite e baixas correlações genéticas entre os parâmetros da curva e a produção, indicando que a seleção pela produção de leite trará pouco ganho genético. Por outro lado, a seleção considerando todos os parâmetros da curva pode ser mais conveniente. Além disso, fica evidenciada a necessidade da padronização do manejo do rebanho. Devem ser elaborados estudos mais detalhados que permitam entender a relação dos parâmetros. O banco de dados pode ser trabalhado em outros períodos de lactação para um melhor conhecimento das estimativas dos componentes de variância. Seria de grande valia estudos sobre componentes principais e análise de trilha para posterior utilização no método de índice de seleção, para corroborar com a seleção que considera todos os parâmetros da curva.

Palavras-chave: Acréscimo até o pico. Decréscimo após o pico. Dia do pico. Herdabilidade. Ovinos leiteiros. Persistência. Produção no pico. Wood.

ABSTRACT

NEGRI, Renata. Genetic aspects of the lactation curve in Lacaune sheep. 2017. 67 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos - PR, 2017.

Genetic analysis is a tool that can help in the search for better zootechnical indexes in dairy sheep breeding. For many years the lactation curves and the estimation of variance components of the parameters calculated from them have been used in management strategies in dairy farms since it is possible to change the shape of the lactation curve through selection. In Brazil, there is a large gap regarding technical knowledge related to dairy sheep in the country. The estimation of lactation curve parameters and subsequent estimation of the components of variance allow a better understanding of the genetic and environmental components that affect production, anticipating the information necessary for decision making on the direction of the genetic management of the herds. The aim of this work was to estimate the components of variance and the genetic parameters of the components of the Wood curve in a herd of Lacaune sheep. We used 3558 information from Lacaune sheep, and estimated the variance components and genetic parameters of the parameters for initial production (a), increase to peak (b), decrease after peak (c), peak day (d), peak production (p), persistence ($\ln(s)$), and total production (y) of the Wood curve via Bayesian estimation using the Gibbs sampling method. The estimated mean for parameters a , b , c , d , p , $\ln(s)$ and y were 0.362, 0.135, 0.032, 3.911, 1.703, 4.049, 76.249, respectively. The estimated mean heritabilities were 0.41 (a), 0.47 (b), 0.50 (c), 0.11 (d), 0.30 (p), 0.36 ($\ln(s)$) and 0.002 (y). The phenotypic and genetic correlations between parameter a and the others ranged from -0.13 to 0.39 and -0.06 to 0.24, respectively. In parameter b ranged from -0.002 to 0.17 and 0.04 to 0.15, parameter c of -0.01 to 0.11 and 0.04 to 0.10, parameter d of -0.13 to 0.39 and -0.02 to 0.11, parameter p of -0.15 to 0.39 and -0.12 to 0.24, parameter $\ln(s)$ of -0.15 to 0.39 and -0.12 to 0.11, and for the parameter y ranged from -0.002 to 0.33 and 0.04 to 0.08. The repeatability identified were 0.81 (a), 0.94 (b), 0.98 (c), 0.22 (d), 0.60 (p), 0.71 ($\ln(s)$) and 0.003 (y). It was concluded that the average estimates of heritability and correlations showed a strong environmental effect affecting the expression of the characteristic milk production and low genetic correlations between the parameters of the curve and the production, indicating that the selection by milk production will bring little genetic gain. On the other hand, the selection considering all parameters of the curve may be more convenient. In addition, the need for standardization of herd management is evidenced. More detailed studies should be developed to understand the relationship of the parameters. The database can be worked on in other lactation periods for a better understanding of the variance component estimates. It would be of great value studies on main components and track analysis for later use in the selection index method, to corroborate with the selection that considers all parameters of the curve.

Keywords: Addition to the peak. Dairy sheep. Decrease after peak. Heritability. Peak day. Peak production. Persistence. Wood.

LISTA DE TABELAS

Capítulo I: Aspectos genéticos da curva de lactação em ovinos da raça Lacaune

Tabela 1. Valores de média, moda, mínimo, máximo, variância, desvio padrão e coeficiente de variação (%) dos parâmetros da curva de Wood em um rebanho da raça Lacaune.....	50
Tabela 2. Estimativas de herdabilidade (diagonal), correlação genética (acima da diagonal) e correlação fenotípica (abaixo da diagonal) dos parâmetros da curva de Wood para um rebanho de ovinos da raça Lacaune	55
Tabela 3. Estimativas de repetibilidade (t) e intervalos de credibilidade (IC) dos parâmetros da curva de Wood para um rebanho de ovinos da raça Lacaune	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação da curva de lactação de Wood (1967).....31

Capítulo I: Aspectos genéticos da curva de lactação em ovinos da raça Lacaune

Figura 1 - Curva de Wood estimada para a produção média de leite (litros) e curvas individuais em um rebanho da raça Lacaune53

LISTA DE SIGLAS

<i>a</i>	Produção inicial
<i>b</i>	Acréscimo da produção até o pico
<i>c</i>	Decréscimo da produção após o pico
<i>d</i>	Dia do pico
<i>ln(s)</i>	Persistência
<i>p</i>	Produção no pico
QTL	<i>Quantitative trait locus</i>
<i>t</i>	Repetibilidade
<i>y</i>	Produção total

LISTA DE ACRÔNIOS

ABCOL	Associação Brasileira de Criadores de Ovinos Leiteiros
ARCO	Associação Brasileira de Criadores de Ovinos
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LISTA DE SIMBOLOS

%	Percentual
kg	Quilograma
L	Litro
mL	mililitro

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A - Normas para publicação da revista Genetics Selection Evolution.....	61
ANEXO B - Parecer final do Comitê de Ética no Uso de Animais - CEUA	63
ANEXO C – Tabela de (co) variâncias genéticas aditivas	65
ANEXO D - Tabela de (co) variâncias de efeito permanente de ambiente.....	66
ANEXO E - Tabela de (co) variâncias residuais.....	67

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GERAL.....	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
3.1 PANORAMA DA OVINOCULTURA LEITEIRA.....	20
3.2 MELHORAMENTO GENÉTICO EM OVINOS LEITEIROS	21
3.3 CURVAS DE LACTAÇÃO	26
<i>Curva de Wood (1967)</i>	29
<i>Parâmetros da curva de Wood (1967)</i>	31
<i>Produção inicial (a) e taxa de acréscimo até o pico (b)</i>	31
<i>Taxa de decréscimo da produção após o pico (c)</i>	32
<i>Dia da produção no pico (d) e produção no pico (p)</i>	32
<i>Persistência ln(s)</i>	33
<i>Produção de leite (y)</i>	33
3.4 COMPONENTES DE VARIÂNCIA DA CURVA DE WOOD (1967) EM OVINOS LEITEIROS	35
REFERÊNCIAS	37
4 DESENVOLVIMENTO.....	44
Capítulo I: Aspectos genéticos da curva de lactação em ovinos da raça Lacaune	45
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
ANEXOS	61

1INTRODUÇÃO

A ovinocultura leiteira é uma atividade milenar, no entanto, no Brasil é recente e com poucos dados disponíveis (EMEDIATO et al., 2009). Mesmo com uma participação de 0,0019% no total de leite produzido no país (ROHENKOHL et al., 2011), o leite ovino apresenta funcionalidade para intolerantes à lactose (SOUZA et al., 2005), maior proporção de ácidos graxos de cadeia média e curta (HAENLEIN, 2001) e vantagens na produção de processados por apresentar quantidade de sólidos mais elevada (BIANCHI, 2014).

É sabido que as iniciativas de melhoramento genético animal são promotoras de desenvolvimento das cadeias produtivas e tem sido muito positivas para o mercado em diversas espécies. Para sua implantação, a organização de dados zootécnicos e modificações nos padrões de manejo geral são imprescindíveis. Nesse sentido, o registro genealógico e o controle leiteiro individual possibilitam a avaliação dos animais de maior produção e conseqüentemente a utilização destes nos sistemas de acasalamento e seleção de descartes (COBUCI et al., 2001).

No entanto, o avanço genético é limitado pela aleatoriedade na escolha de matrizes e reprodutores ovinos que é embasada apenas em informações fenotípicas (THOLON et al., 2001). Sendo assim, a definição do modelo matemático mais adequado ao sistema de produção, a estimação dos valores dos componentes de variância e posteriormente dos parâmetros genéticos, herdabilidades e correlações, entre os parâmetros da curva de lactação são essenciais para estabelecimento de programas de seleção e tomadas de decisões (PEROCHON et al., 1996; COBUCI et al., 2001; LIN e TOGASHI, 2005; MACCIOTTA et al., 2005).

Há muitos anos as curvas de lactação e a estimação dos componentes de variância dos parâmetros calculados a partir delas, vêm sendo utilizadas nas estratégias de manejo

em fazendas leiteiras (MOLENTO et al., 2004). O desenvolvimento dos estudos com dados disponíveis é uma iniciativa até então pouco trabalhada em nosso país, descritos por Negri (2014), Gomes (2015) e Nascimento (2016), os quais caracterizam investigações iniciais que podem ser cada vez mais aprimorados, visando o progresso genético e o estímulo à cadeia de produção.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Aspectos genéticos relacionados aos componentes da curva de lactação de ovinos leiteiros.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estimar os componentes de variância e os parâmetros genéticos dos componentes da curva de Wood (1967) em um rebanho de ovinos da raça Lacaune.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PANORAMA DA OVINOCULTURA LEITEIRA

Diferentes características foram estudadas em ovinos no decorrer dos anos, tais como: características de lã (CASTRO-GÁMEZ et al., 2008), peso de cordeiros desmamados (LÓPEZ-ORDAZ et al., 2012.), a produção de leite (PERALTA-LAILSON et al., 2005), estudos preliminares de conformação do úbere (PEDRAZA et al., 2001) e composição do leite (PEDRAZA e PERALTA, 2003). Segundo Emediato e Maestá (2007), a exploração da produção de leite em escala comercial, pode ser considerada recente, pois seus estudos e produção intensificaram a partir do ano de 2000 na Europa, em países como Portugal, Espanha, França, Itália, Alemanha, Grécia, Reino Unido, Suíça, alguns do Oriente Médio, como Israel, seguidos pelos países da América do norte, Estados Unidos e Canadá. Das raças de ovinos leiteiros existentes no mundo, as mais conhecidas são Awassi, Assaf, East Friesian, Lacaune, Manchega e a Sarda.

No mundo existem aproximadamente 1,1 bilhões de ovinos, produzindo cerca de 10 milhões de toneladas de leite, o que representa 1,3 % do total de leite produzido (FAOSTAT, 2013). A produção de leite de ovinos se concentra na Ásia (47,6%), Europa (29,8%), África (22,2%) e América (0,4%). Os países com destaques na produção são a China e Turquia, as quais correspondem a 26,1% da produção mundial de leite ovino (FAOSTAT, 2013). De 2011 a 2013 houve um aumento de 2,1% na produção, totalizando 10.133.749 toneladas (FAOSTAT, 2011; 2013).

Segundo o IBGE (2014), o Brasil fechou o ano de 2014 com 17.614.454 cabeças de ovinos, o que representa 7,3% do total de ruminantes do país. A região Nordeste possui maior concentração de ovinos (57,5%), seguida pela região Sul (29,3%), Centro-Oeste (5,6%), Sudeste (4,0%) e Norte (3,6%). Dentre os estados mais produtores, destaca – se o Rio Grande do Sul e Bahia.

A exploração do leite ovino no Brasil teve seu início em 1992, com a introdução de animais da raça leiteira Lacaune vindas da França. Atualmente o plantel de ovinos leiteiros é composto por três raças: Lacaune, East Friesian e Bergamácia. Conforme a ABCOL (2014), o Brasil em 2014 fechou o ano com 25 fazendas com rebanho ovino de aptidão leiteira, totalizando nove mil cabeças que produzem por ano em torno de 816 mil litros. Santa Catarina possui 42,34% do rebanho e é o estado referência, produzindo 40% da produção nacional. No entanto, segundo Rohenkohl et al. (2011), no Brasil a produção de leite ovino corresponde a apenas 0,0019% do total.

Por se tratar de um novo sistema de exploração leiteira no Brasil, se faz necessários estudos com relação à produção e desempenho das raças, que serão destinadas à produção leiteira (BIANCHI, 2014). Entre as raças, a Lacaune vem ganhando destaque. Originária da França, foi introduzida no país, no início da década de 90, é considerada um animal de pequeno porte, com fêmeas de 60 a 65 kg de peso vivo adulto, porém de alta produtividade. Sua lactação pode perdurar por 5 a 6 meses com uma média de produção que pode chegar a dois litros por dia sendo que no pico da lactação, 30 a 40 dias pós-parto, podem atingir três litros por dia (SIQUEIRA e EMEDIATO, 2013). Essa raça apresenta potencial produtivo de até 280 litros, mas devido condições de manejo do país produz em torno de 180 litros por lactação (RABASSA, 2011).

3.2 MELHORAMENTO GENÉTICO EM OVINOS LEITEIROS

Os trabalhos que tratam da estimação de componentes de variância e parâmetros genéticos para ovinos leiteiros abordam características relacionadas à produção, qualidade do leite e sanidade do rebanho. Pesquisas que descrevem as populações por meio de genética quantitativa e genômica vêm se intensificando nos últimos anos para esta espécie.

Na literatura, os trabalhos que abordaram as características citadas acima, definem como objetivo a produção de leite e as demais, como possíveis critérios de seleção que poderiam melhorar a produtividade e qualidade, por meio de bancos de dados com poucas informações.

Na Espanha, em vinte e quatro rebanhos de ovelhas da raça Churra, Baro et al. (1994) estimaram herdabilidade de 0,35 para a produção de leite. No mesmo ano, na França, Barillet e Boichard (1994) em um rebanho da raça Lacaune encontraram herdabilidade de 0,25. El-Saied et al. (1998) de 0,18, também para ovelhas da raça Churra. Legarra e Ugarte (2001), em uma população de ovinos leiteiros da raça Latxa, localizada na Espanha, estimaram herdabilidade para produção de leite aos 120 dias de 0,20. Também na Espanha, Gutiérrez et al. (2007), identificaram herdabilidade de 0,13 em ovinos da raça Assaf.

No Brasil, foram estimadas herdabilidades para a medida direta da produção de leite em ovinos leiteiros da raça Lacaune que variaram entre 0,25 (NASCIMENTO, 2016) a 0,60 (GOMES, 2015). Gomes (2015), por meio de Inferência Bayesiana, em análise tetracarater entre peso médio do cordeiro nascido, produção de leite no pico, decréscimo da produção após o pico e produção total encontrou herdabilidades de 0,50; 0,28; 0,02 e 0,60, respectivamente. A autora, também estimou correlações genéticas e fenotípicas entre as características, no entanto, a produção total apresentou correlações baixas com as demais características, tanto genéticas quanto fenotípicas. No ano seguinte, Nascimento (2016), por meio da mesma metodologia de Gomes (2015), estimou parâmetros genéticos para produção de leite (L), massa média (kg) e total (kg) de cordeiros produzidos. As herdabilidades estimadas em análise tricaráter foram de 0,65, 0,55 e 0,25, respectivamente. No entanto, se as únicas informações disponíveis para seleção fossem as relacionadas à massa de cordeiros produzida, a seleção direta

para a produção de leite deveria ser realizada, pois as correlações genéticas foram próximas de zero.

A produção de leite foi a característica âncora em populações de ovinos leiteiros quando o processo de seleção genética foi iniciado (LEGARRA e UGARTE, 2001). No entanto, com o passar das gerações de seleção e o aumento da produção, a composição do leite representada por proteína (%) e gordura (%) tende a diminuir. Legarra e Ugarte (2001) estimaram herdabilidade para produção total de leite (kg) (0,20), gordura (kg) (0,16) e proteína (kg) (0,18) e porcentagem de gordura (0,14) e proteína no leite (0,38) como um estudo para incorporar essas características ao programa de seleção. Concluiu-se que, se o objetivo for a produção de queijo, a amostragem individual do leite no controle leiteiro oficial deve ser implementada para a utilização do índice de seleção. Komprej et al. (2013), identificaram em um rebanho de ovinos leiteiros da Eslovênia, herdabilidades que variam de 0,08 a 0,13 e 0,15 a 0,19 para porcentagem de gordura e proteína do leite, respectivamente.

Com a melhoria genética para a produção total, além das características sobre a qualidade do leite, as de sanidade podem ser associadas com o objetivo de identificar animais robustos. Riggio et al. (2010) estimaram a herdabilidade para contagem de células somáticas para bactérias negativas (0,10) e positivas (0,03) e, a correlação genética entre elas foi de 0,62 para quatro rebanhos no Valle Del Belice na Itália.

As estimativas de parâmetros genéticos direcionam a definição dos melhores critérios de seleção e auxiliam no monitoramento de programas de melhoramento genético. Em função disso, Legarra, López-Romero e Ugarte (2005) apresentaram modelos para avaliação genética com diferentes grupos contemporâneos para ovinos leiteiros na Espanha. A definição do melhor modelo deu-se por meio de critérios Bayesianos que levaram em consideração o desempenho e a habilidade de predição.

Trabalhos como esse caracterizam o estudo mais avançado sobre melhoramento genético com bancos de dados de ovinos leiteiros.

Oravcová e Peškovičová (2008) estudaram as tendências genéticas da produção de leite, porcentagem de gordura e proteína do leite em função do ano de nascimento de ovinos leiteiros das raças Tsigai, Valachian e Lacaune, o objetivo foi monitorar a efetividade da avaliação genética implantada no ano de 2005, na Eslováquia. As autoras ressaltaram que as mudanças ambientais precisam ser levadas em consideração, pois alteraram a estimação das herdabilidades e conseqüentemente o progresso genético. Entre as três raças avaliadas, sugeriram que a raça Lacaune deve ser analisada novamente, quando mais dados estiverem disponíveis.

Iniciativas no campo da genômica são realidade, pesquisas de mapeamento do loci de características quantitativas para produção de leite também foram intensificadas. Barillet, Arranz e Carta (2005) descreveram os polimorfismos genéticos de proteínas do leite em ovinos das raças Lacaune, Sarda Churra e Manchega, e analisando o histórico de trabalhos publicados na área até 2005, concluíram que os resultados são bastante inconsistentes e não podem ser utilizados na seleção de ovinos leiteiros.

Raadsma et al. (2009), realizaram a meta-montagem e identificação de novos QTL para características de produção de leite em ovinos meio sangue Awassi x Merino. Apesar de ser o primeiro estudo em que os parâmetros derivados foram utilizados em uma análise QTL para ovelhas, os autores concluíram ao analisar a produção de leite, que a aplicação do modelo matemático de Wood para descrever as curvas de lactação individuais de ovelhas, além de ser mais confiável do que utilizar a medida direta, é uma ferramenta útil para descrever o desempenho geral da lactação e pode ser utilizada para o mapeamento QTL.

Bittante et al. (2017) identificaram herdabilidade para a produção de leite de 0,16 em ovelhas leiteiras com um pequeno banco de dados da raça Sarda. Os autores

afirmam que é possível promover a melhoria dos rebanhos por meio da seleção, e que pesquisas futuras são necessárias indicar os caminhos e atingir os ganhos genéticos desejáveis.

Todos os trabalhos citados acima colaboram para que a cadeia produtiva se desenvolva e são de grande importância quando o objetivo é melhorar geneticamente o rebanho de ovinos leiteiros. Para a realização desses trabalhos, a coleta de dados ou banco de dados disponíveis são imprescindíveis. Em nosso país, trabalhos ainda não publicados como os de Negri (2014), Gomes (2015) e Nascimento (2016) apresentam estudos genéticos iniciais de um banco de dados de ovinos leiteiros das raças Lacaune e East Friesian.

Negri (2014) descreveu por meio de ajuste linear a produção de leite em um rebanho composto por ovinos das raças Lacaune e East Friesian, e constatou que ovinos da raça Lacaune apresentam maior produção por dia (litros), menor decréscimo de produção pós pico e maior persistência que ovinos East Friesian, 0,26 e 0,23; -0,0005 e -0,0197; 7,61 e 4,19, respectivamente. Apesar da raça East Friesian ter maior aptidão para a produção leiteira, no ambiente avaliado, a raça Lacaune apresentou melhores resultados, se mostrando mais adaptada.

Conforme Negri (2014), Gomes (2015) e Nascimento (2016) há necessidade da sequência de estudos sobre as características produtivas em ovinos leiteiros no país para que seja possível a implantação de programas de melhoramento genético para um trabalho mais eficiente. A utilização das curvas de lactação pode auxiliar neste processo de identificação e caracterização da produção leiteira dos ovinos no Brasil, promovendo a cadeia produtiva e fornecendo embasamento teórico-prático para estabelecimento de critérios e métodos de seleção.

Algumas iniciativas de melhoramento em ovinos utilizaram curvas de lactação. São poucos os pesquisadores que estudaram os componentes de variância dos

parâmetros das curvas em ovinos, como Chang et al. (2001), que estimaram a herdabilidade de 0,35; 0,35 e 0,27 para os parâmetros a , b e c da curva de Wood não linear com um banco de dados composto pelas raças Dorset, Romanov, Targhee, Rideau Arcott, Polypay, Booroola Merino, Suffolk, Rambouillet, Finnsheep e East Friesian em Nebraska e Wisconsin. Os autores concluíram com as estimativas, que parte da variação nas curvas de lactação é devido a genética aditiva e, pelo fato das correlações genéticas próximas a zero entre os parâmetros, sugere um escopo flexível para modificar as curvas de lactação por meio da seleção genética.

Oliveira (2005) trabalhou com a curva de lactação de com ovinos leiteiros Serra da Estrela em Portugal. Duas linhagens foram estudadas, Branca e Preta. As estimativas de herdabilidade para as linhagens Branca e Preta foram $0,086 \pm 0,011$ e $0,112 \pm 0,017$ para o parâmetro a ; $0,210 \pm 0,027$ e $0,244 \pm 0,026$ para o parâmetro b , $0,168 \pm 0,015$ e $0,138 \pm 0,018$ para o parâmetro c , respectivamente. A repetibilidade desses parâmetros para as linhagens Branca e Preta foram $0,099 \pm 0,010$ e $0,123 \pm 0,016$ para a ; $0,387 \pm 0,029$ e $0,397 \pm 0,051$ para o parâmetro b ; $0,189 \pm 0,012$ e $0,165 \pm 0,017$ para o parâmetro c . Para esse rebanho o autor concluiu que há uma grande influência dos fatores ambientais no comportamento da curva de lactação como a idade ao parto, ordem da lactação, tipo da gestação, nutrição e manejo. Todos esses fatores afetaram as estimativas de herdabilidade dos parâmetros a , b e c , sendo necessário realizar ajustes nas condições ambientais para minimizar a interação genótipo ambiente.

3.3 CURVAS DE LACTAÇÃO

Quando se trata de produção de leite, o controle leiteiro é a melhor forma de registrar a produção durante a lactação e vida do animal, pois ele imprime a interação genótipo-ambiente. Uma forma prática e consistente de utilizar estas informações é por meio do estudo da curva de lactação dos animais, a qual pode ser definida como a

representação gráfica da produção de leite em função do tempo (GONÇALVES et al., 2002).

Na atividade leiteira, o delineamento da curva de lactação detém um importante papel. Dentre as inúmeras justificativas para a utilização da curva de lactação em um rebanho, a aplicabilidade do estabelecimento de um programa de melhoramento genético baseado nas produções dos animais, total ou parcial, permitindo assim a avaliação dos caracteres biológicos e econômicos da atividade (GUIMARÃES et al., 2006).

Uma curva de lactação típica é composta por três fases: a inicial, em que há acréscimo da produção até o pico; a fase de pico que é caracterizada pela produção máxima observada; a terceira fase é de decréscimo da produção até cessar a lactação (CUNHA FILHO, 2002). As curvas de lactação são normalmente descritas por modelos dos quais podem ser obtidos estimativas de interesse bioeconômico de características produtivas, produção no pico, dia do pico, produção acumulada e o principal componente da curva que é a persistência (MOREIRA et al., 2014).

Segundo Gonçalves et al. (2002), um dos primeiros trabalhos a propor um modelo que descreve a curva de lactação em bovinos foi o de Brody et al. (1923), o qual se tornou obsoleto por não considerar o pico da lactação em sua modelagem. Com o passar dos anos, novos modelos foram propostos por outros autores, dentre eles o modelo de Wood (1967), que propôs a função Gama Incompleta, que permite a avaliação individual ou para um grupo de animais, e o modelo de Dijkstra et al. (1997), que considera a hipótese de que a divisão celular na glândula mamária inicia durante a prenhez e continua nas primeiras semanas da lactação, apresentando uma tendência exponencial. Existem também modelos mais complexos, como o descrito por Gipson e Grossman (1989) que propõem a utilização de modelo com seis parâmetros de funções difásicas, dividindo a lactação em duas fases: a primeira, representando o pico de

produção e a segunda, a persistência da lactação, ou seja, são geradas duas curvas para interpretação.

Conforme Cobuci et al. (2000), o formato da curva e suas implicações sobre a produção de leite podem auxiliar o produtor na previsão da produção de leite em um determinado estágio de lactação e, também, na tomada de decisões quanto ao descarte dos animais menos produtivos. Complementando, Bianchini Sobrinho (1984), afirmou que é possível antecipar o processo de seleção ao escolher matrizes e reprodutores por meio da previsão da produção de leite total, o qual também permite a avaliação por parentesco.

Segundo Schneeberger (1981), Batra et al. (1987) e Gadini et al. (1998) o formato da curva de lactação pode ser alterado por meio da seleção. Dentre os fatores ambientais que podem influenciar a produção de leite e alterar o formato da curva de lactação estão o rebanho, a estação de parto, a idade do animal ao parto e o número de crias por parto e o ano de parto (MORAND-FEHR e SAUVANT, 1980; GIPSON e GROSSMAN, 1990; RUVUNA et al., 1995; TEKERLI et al., 2000; COBUCI et al., 2000).

A grande maioria dos trabalhos publicados com estudos de curvas de lactação utilizam dados de produção de bovinos leiteiros. No entanto, é necessário investigar se as técnicas de análise, utilização de modelos e interpretações biológicas podem ser utilizadas com sucesso no estudo de lactações de outras espécies, como em ovinos. (CHANG et al., 2001). McManus et al. (2003) ressaltaram que é importante conhecer a população para que seja possível escolher a curva de lactação que melhor se ajusta à produção de leite, pois muitos fatores podem afetar a produção total de leite em uma única lactação.

Há iniciativas de pesquisas em ovinos leiteiros espalhadas no mundo inteiro, nos mais variados rebanhos e condições ambientais. Autores como Dag et al. (2005), Bilgin et al. (2010), Angeles-Hernandez et al. (2013) e Vázquez-Peláez et al. (2014) realizaram

vários estudos na busca de identificar um modelo matemático que melhor se ajusta à produção de leite em ovinos. Entre os modelos utilizados estão Wood (1967), Wilmink (1987) e Pollott (2000).

Segundo Gipson e Grossman (1990) a seleção de ovelhas de aptidão leiteira é convencionalmente baseada na produção total de leite, no entanto, a mesma quantidade de leite pode ser produzida por diferentes formas de curvas de lactação. Identificar os efeitos genéticos e ambientais dos parâmetros do modelo, predizer produções futuras de lactações incompletas, permitiria uma seleção antecipada dos melhores animais, reduzindo-se, assim, o intervalo entre gerações, além de avaliar a eficácia das técnicas de manejo pela incorporação dos modelos estatísticos das curvas de lactação nos sistemas de gestão (OLIVEIRA, 2005).

Alguns problemas são identificados na avaliação das curvas de lactação de ovinos, o intervalo de coleta de dados pode limitar a precisão da análise, principalmente na fase inicial e ascendente da lactação (KELLOGG et al., 1977). Geralmente em ovinos o principal problema no ajustamento de modelos a dados de lactações deve-se ao fato do pico de produção ocorrer poucos dias após o parto, o que torna reduzida a informação disponível nesta fase, sendo por este motivo difícil e, eventualmente pouco precisa, a estimativa de qualquer parâmetro relacionado com a fase inicial da lactação (OLIVEIRA, 2005). É importante ressaltar que a viabilidade de uso de um modelo não depende só do seu bom ajustamento dos dados, mas também da capacidade em descrever um parâmetro da curva de lactação de maneira biológica (MORANT e GNANASAKTHY, 1989).

Curva de Wood (1967)

O modelo de Wood não linear tem sido usado na maioria dos estudos de curva de lactação, pois permite a estimativa de características básicas da curva, como produção

máxima, tempo para se atingir essa produção e persistência, com apenas três parâmetros, além da produção para determinado dia (WOOD, 1967). Conforme Rekaya et al. (2001), a curva de Wood é uma função exponencial que explica a lactação inteira ou parcial, estimando a taxa de acréscimo de produção até o pico e seu declínio, fornecendo assim um número limitado de parâmetros de uma referência direta para avaliar as principais características de produção.

Segundo Ferreira (2013), o recorrente ajuste do modelo de Wood deve-se a sua simplicidade e reduzido número de parâmetros, denotando uma recomendação de delineamento da curva de lactação em situações práticas. A informação comportamental da curva de lactação é necessária para determinar os manejos dos animais em fase produtiva, por meio da estimação dos parâmetros da curva, como pico de produção, persistência e produção total (WOOD, 1980).

Conforme Wood (1967), a curva da lactação aumenta rapidamente do parto até o pico da produção, se mantendo por algum período, e posteriormente decresce de maneira gradual até o animal cessar a produção, caracterizando-se essencialmente uma curva tipo Gama. O modelo de regressão não linear mais utilizado, dado pela função $Y = at^b e^{-ct}$ que pode ser usado em um único animal a fim de descrever uma lactação inteira. Nesse modelo Y é a produção total de leite; a é a constante associada com a produção no início da lactação; b é a taxa de acréscimo da produção até a produção máxima; c é a taxa de declínio da produção após atingir o pico; e é a base dos logaritmos neperianos; e t é o tempo de lactação (LOPES et al., 1996). De posse destes parâmetros, é possível estimar a produção no pico (p), o dia da produção no pico (d) e a persistência ($\ln(s)$) (FIGURA 1).

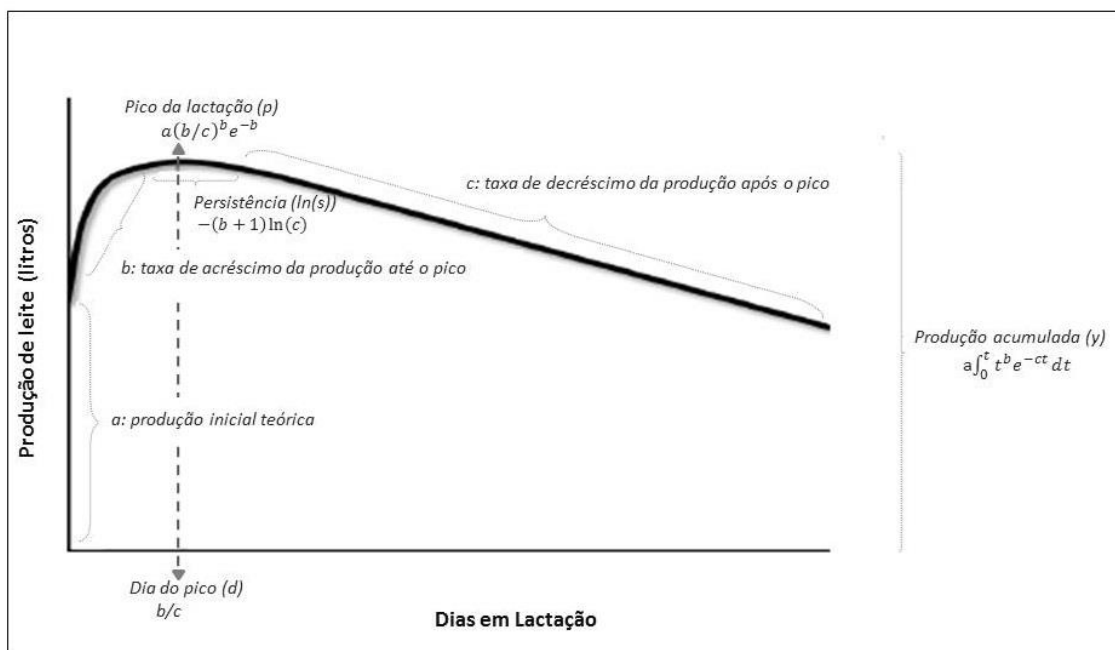


FIGURA 1 – Representação da curva de lactação de Wood (1967).

Adaptado de Jacopini (2012).

Parâmetros da curva de Wood (1967)

Produção inicial (a) e taxa de crescimento até o pico (b)

Segundo Wood (1967), o parâmetro a é um fator de escala geral relacionado com o rendimento médio diário no início da lactação, portanto, a produção total depende das variações deste parâmetro.

Segundo Rabassa (2011) em ovinos, a variação na produção inicial de leite em diferentes paridades poder ser devido à adição de mais o número de células secretoras, que aumentam a cada prenhez sucessiva até atingirem o número máximo, mais ou menos na quarta ou quinta gestação e diminui gradualmente depois disso.

O parâmetro b denominado taxa de crescimento de produção até o pico, pode ser observado apenas em ovinos de alta produção, que demonstram o comportamento normal da curva. Para animais de baixa produção, se torna difícil identificar o crescimento

na produção, o comportamento da lactação desses animais geralmente é descrito como a produção inicial sendo a produção máxima (NEGRI, 2014).

Taxa de decréscimo da produção após o pico (c)

O parâmetro c da curva de Wood não linear, está relacionado com o decréscimo da produção após o pico, ou seja, o declínio da produção, o que faz dele um parâmetro a ser considerado como uma medida de persistência (COBUCI et al., 2003). Conforme Batra (1986), a curva de lactação de animais jovens é caracterizada por menores níveis de produção ao longo da lactação, mas com decréscimos mensais reduzidos, o que garante maior persistência quando comparada à de animais mais velhos.

Segundo Rabassa (2011), após o pico, o declínio da produção de leite pode ocorrer rapidamente ou lentamente, em função do genótipo ou do potencial individual para produção de leite. Ou seja, acredita-se que a taxa de decréscimo da produção após o pico tenha mais influência dos efeitos genéticos do que ambientais.

Dia da produção no pico (d) e produção no pico (p)

Um parâmetro importante a ser considerado é o pico de produção (p) representada pela função $a(b/c)^b e^{-b}$, que pode ser definido como a produção máxima de leite alcançada em um dia na lactação. O dia do pico (d) é estimado pela função b/c , (WOOD, 1967). O pico detém grande influência na produção de leite, auxilia no delineamento da curva, ou seja, no ponto de inflexão do gráfico (JACOPINI, 2012).

Além da idade, a produção de leite pode estar relacionada com o estágio de lactação, alimentação e sanidade. Conforme Rabassa (2011) o pico de produção geralmente ocorre entre a segunda e a quarta semana após o parto, entretanto, em animais de alta produção leiteira, o pico pode ocorrer em torno da sétima semana de

produção. Ao trabalhar com ovinos e caprinos, acredita-se que matrizes que apresentam gestação gemelar produzam em torno de 25 a 30% mais leite, quando comparadas aos animais que tiveram gestação simples (RABASSA, 2011). Entretanto, com a intensificação dos sistemas de produção, o número de cordeiros nascidos pode não afetar muito a produção de leite da matriz, se eles forem separados logo após o parto (BIANCHI, 2014).

Em alguns sistemas e espécies estudadas, algumas lactações podem não apresentar pico, ou seja, apresentam comportamentos lineares, que muitas vezes são consequências de manejos inadequados, falta de controle adequado da lactação ou por baixa produtividade do animal (NEGRI, 2014). Segundo Jacopini (2012) alguns animais apresentam o pico logo após o parto e muitas vezes, por falta de informação nesse período, a estimação dos parâmetros associados a ela se torna difícil. Segundo Bianchini Sobrinho e Duarte (1988) embora os controles leiteiros semanais apresentem resultados satisfatórios para a estimação dos parâmetros das curvas de lactação, a tendência é que este manejo seja reduzido ainda mais, em função da diminuição de custos.

Persistência $ln(s)$

A persistência é o principal componente da curva de lactação e é dada pela função $-(b+1)\ln(c)$ (WOOD, 1967). Cobuci et al. (2003) ressalta que dentre as diversas definições para o parâmetro, a persistência pode ser definida como a capacidade do animal manter sua máxima produção de leite por um determinado período.

Segundo Gengler (1996) e Tekerli et al. (2000), a importância deste parâmetro se dá pela sua relação com os aspectos da viabilidade econômica, uma vez que persistências maiores na curva são consideradas vantajosas, pois a melhoria deste

parâmetro pode contribuir com a redução dos custos de produção. Razão pela qual a seleção para essa característica, tem sido considerada importante (DEKKERS et al., 1998). Além do interesse econômico do parâmetro, conforme Cobuci et al. (2003), a persistência vem sendo estudada a fim de desvendar os efeitos genéticos em sua expressão.

Pesquisas apontam a idade do animal no parto, ordem de parto e estação de parto como os fatores de maior influência que atuam sobre a persistência (GENGLER, 1996). Animais de primeira cria apresentam uma persistência menor quando comparados com animais entre a terceira e quarta lactação, acredita-se que em condições ambientais favoráveis, a causa seja o pouco desenvolvimento da glândula mamária e do crescimento corporal do animal (MADSEN, 1975; SHANKS et al., 1981; SÖLKNER e FUCHS, 1987; COBUCI et al., 2001). Entretanto, segundo Kumar e Bhat (1979), a curta persistência também afeta animais com idade avançada.

A curta persistência de alguns animais também pode denotar condições ambientais inadequadas que afetam significativamente a interação genótipo-ambiente. Estudos em bovinos apontam que a estação do parto da vaca influencia a persistência da lactação (DANELL, 1982; FERRIS et al., 1985; GROSSMAN et al., 1986). Segundo Fonseca (1985) e Cobuci et al. (2003), a prenhez em bovinos, acelera o declínio da produção de leite a partir do quinto mês de gestação, quando comparado a vacas vazias.

Produção de leite (y)

Conforme Ludwick e Petersen (1943), a produção total de leite é função da persistência na lactação, do pico de produção de leite e da duração do mesmo. A previsão da produção de leite total a partir de registros parciais e produção a cada

estágio de lactação, através de uma expressão algébrica são utilizadas há muito tempo (FERREIRA, 2013).

Uma seleção baseada em registros parciais da lactação de um animal ou de seus descendentes e de seus contemporâneos pode acarretar uma economia de tempo e recursos financeiros. A estimação da produção total de leite de um animal em lactação, a partir de dados de produções incompletas, para que seja possível a avaliação desse animal antes de ter sua lactação encerrada (EL FARO et al., 1999).

O cálculo do parâmetro da produção acumulada corresponde à integral da função de Wood em um período desejado. A função $a_0 \int t^b e^{-ct} dt$ pode ser usada em um único animal ou em um grupo a fim de descrever uma lactação inteira, conforme espécie, raça e sistema de produção. O modelo utilizado para descrever a característica de interesse bioeconômico depende de sua habilidade em informar com o menor erro de predição associado (GROENEWALD e VILJOEN, 2003).

3.4 COMPONENTES DE VARIÂNCIA DA CURVA DE WOOD (1967) EM OVINOS LEITEIROS

Após estimar os parâmetros da curva de Wood para cada animal é possível estimar os componentes de variância. Em bovinos de leite os estudos referentes aos parâmetros genéticos da curva de lactação são avançados. Entretanto, em ovinos leiteiros o material disponível é escasso, gerando grandes lacunas de conhecimento a serem preenchidas.

Como nesta atividade o foco é a produção de leite, esperar até término da lactação pode não ser uma boa estratégia de avaliação animal e seleção. Sendo assim, é necessário identificar características de interesse econômico que apresentam relação com a produção de leite, mas que possam ser avaliadas no início da lactação, com o objetivo de reduzir o período para coleta de informações.

Chang et al. (2001), estimaram os componentes de variância e os parâmetros genéticos da curva de Wood não linear em um rebanho de ovinos composto por várias raças, leiteiras e de dupla aptidão, e concluíram que as estimativas indicam que parte da variação nas curvas de lactação entre ovelhas é devido a genética aditiva e que as correlações genéticas foram baixas, sugerindo um escopo flexível para modificar as curvas de lactação por meio da seleção genética. Oliveira (2005) corrobora com a afirmação ao ressaltar em seu estudo que podemos alterar a forma da curva de produção de leite por seleção dos parâmetros da curva.

Em ovinos leiteiros, os trabalhos publicados até então avaliaram os parâmetros genéticos da produção de leite disponível observada. Os bancos de dados nacionais são coletados por um curto período de tempo sendo pouco informativos. No entanto, o desenvolvimento de estudos com a informação disponível em relação aos critérios de seleção, como os dos parâmetros genéticos das curvas de lactação permitirão um melhor entendimento dos componentes genético e ambiental, antecipando as informações necessárias para a tomada de decisão sobre o direcionamento do manejo genético dos rebanhos, e conseqüentemente promovendo a continuidade da coleta de dados associada aos objetivos de melhoria genética dos rebanhos. No Brasil poucos estudos estão disponíveis sobre a produção de ovinos leiteiros, mas não foram estimados parâmetros genéticos (McMANUS et al., 2010).

REFERÊNCIAS

ANGELES-HERNANDEZ, Juan Carlos. et al. Comparasion of mathematical models applied to F1 dairy Sheep lactations in organic farm and environmental factors affecting lactation curve parameter. **Asian Australas. Journal of Animal Science**, v. 26, n. 8, p. 1119-1126 August, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE OVINOS LEITEIROS - ABCOL. **Ovinocultura leiteira**. 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Caprilinos_e_ovinos/25RO/App_Ovinocultura_Leiteira.pdf>. Acesso em 26 out 2015.

BARILLET, Francis; BOICHARD, Didier. Use of first lactation test day data for genetic evaluation of the Lacaune dairy sheep. In: Proc. 5th World Congress on Genetics applied to Livestock Production. **Proceedings...** Guelph, Canada, 111–114, 1994.

BARILLET, Francis; ARRANZ, Juan-José; CARTA, Antonello. Mapping quantitative trait *loci* for milk production and genetic polymorphisms of milk proteins in dairy sheep. **Genetics Selection Evolution**, 37(1):S109, 2005.

BARO, J. A.; CARRIEDO, J. A.; SAN PRIMITIVO, F. 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.

BATRA, T. R. Comparasion of two mathematical models in fitting lactation curves for pureline and crossline dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 66, n. 2, p.405-414, 1986.

BATRA, T. R. et al. Multitrait estimation of genetic parameters of lactation curves in Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v.70, p.2105-2111, 1987.

BIANCHI, Anderson Elias. **Gordura protegida de óleo de palma na alimentação de ovelhas Lacaune em lactação**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Departamento de Pós- Graduação em Zootecnia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 58 p. 2014.

BIANCHINI SOBRINHO, Evaristo. **Estudo da curva de lactação em vacas da raça Gir**. Tese (Doutorado em Genética). Faculdade de Medicina Veterinária de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 1984.

BIANCHINI SOBRINHO, Evaristo; DUARTE, Francisco A. Moura. Genetic and environmental aspects of the linear hyperbolic lactation curve. **Revista Brasileira de Genética**, 11(3):671-678, 1988.

BILGIN, Omer Cevdet; ESENBUGA, Nurinisa; DAVIS, Michael E. Comparasion of models for describing the lactation curve of Awassi, Morkaraman and Tushin sheep. **Archiv Tierzucht**. 53 (2010) 4, 447-456, 2010.

- BITTANTE, Giovanni. et al. Genetic analysis of coagulation properties, curd firming modeling, milk yield, composition, and acidity in Sarda dairy sheep. **Journal of Dairy Science**, vol.100 (1), p. 385 – 394, 2017.
- BRODY, Samuel; RAGSDALE, Arthur C.; TURNER, Charles W. 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.
- CASTRO-GÁMEZ, Hilda. et al. Genetic parameters for fleece quality assessed by an ancient Tzotzil indigenous evaluation system in Mexico. **Small Ruminant Research** 74:107-112, 2008.
- CHANG, Yu-Mei. et al. Genetic variation of lactation curves in dairy sheep: a Bayesian analysis of Wood's function. **Livestock Production Science**, v.71, p.241-251, 2001.
- COBUCI, Jaime Araújo. et al. Curva de lactação na raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29: 1332-1339, 2000.
- COBUCI, Jaime Araújo. et al. Aspectos genéticos e ambientais da curva de lactação da raça guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30: 1204-1211, 2001.
- COBUCI, Jaime Araújo. et al. Persistência da lactação – uma revisão. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 11, n.3, p. 163-172, 2003.
- CUNHA FILHO, Moacyr. Curvas de lactação e de gordura em vacas da raça Sindi, no estado da Paraíba. Dissertação (Mestrado em Biometria). Departamento de Física e Matemática. Universidade federal Rural de Pernambuco. Recife. 57 p., 2002.
- DAG, B.; KESKIN, I.; MIKAILSOY, F. Application of different models to the lactation curves of unimproved Awassi ewes in Turkey. **South African Journal of Animal Science**. 35 (4), 2005.
- DANELL, B. Studies on lactation yield and individual test-day yields of Swedish dairy cows. III. Persistency of milk yield and its correlation with lactation yield. **Acta Agriculturae Scandinavica**. 32:93-101, 1982.
- DEKKERS, J. C. M.; TEN HAG, J. H.; WEERSINK, A. Economic aspects of persistency of lactation in dairy cattle. **Livestock Production Science**. 53: 237-252, 1998.
- DIJKSTRA, J. et al. A model to describe growth patterns of the mammary gland during pregnancy and lactation. **Journal of Dairy Science**, v.80 n.10, p.2340-2354, 1997.
- EL FARO, Lenira; ALBUQUERQUE, Lucia Galvão ; FRIES, Luiz Alberto. Comparação de alguns modelos matemáticos para ajuste à curva de lactação média de um rebanho da raça caracu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.987-992, 1999.
- EL-SAIED, U. M. et al. Genetic and environmental estimations for test-day and standardized milk yield of dairy sheep. **Small Ruminant Research**, 27, 209–215, 1998.

EMEDIATO, Rodrigo Martins de Souza. et al. Desempenho de ovelhas da raça Bergamácia alimentadas com dieta contendo gordura protegida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1812-1818, 2009.

EMEDIATO, Rodrigo Martins de Souza; MAESTÁ, Sirlei Aparecida. **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 10 jan 2014.

FERREIRA, Abilio Galvão Trindade. **Estudo das curvas de lactação de vacas leiteiras do sudoeste do Paraná: comparação entre modelos empíricos e mecanicistas**. – Dois Vizinhos: [s.n], 2013. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de pós-graduação em Zootecnia. Dois Vizinhos, 2013.

FERRIS, T. A.; MAO, I. L.; ANDERSON, C. R. Selecting for lactation curve and milk yield in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, 68(6):1438-1448, 1985.

FONSECA, A. F. **Fisiologia da lactação**. Universidade Federal de Viçosa, Editora: UFV, Viçosa, 131p., 1985.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAOSTAT. Production, Live animals and Livestock Primary, 2011. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>>. Acessado em: 18 jan 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAOSTAT. Production, Live animals and Livestock Primary, 2013. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>>. Acessado em: 18 jan 2015.

GADINI, Cláudia Helena; FREITAS, Maria Armenia Ramalho. Seleção para produção de leite auxiliada pela curva de lactação de vacas mestiças. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35. Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: SBZ, p. 291, 1998.

GENGLER, N. Persistency of lactation yields: A review. Proc. Int. Workshop on Genetic Improvement of functional Traits in Cattle. **Interbull Bulletin**. 12, 97-102, 1996.

GIPSON, Terry A.; GROSSMAN, Michael. Diphasic Analysis of lactation curves in dairy goats. **Journal of Dairy Science**, v.72, p.1035-1044, 1989.

GIPSON, Terry. A.; GROSSMAN, Michael. Lactation curves in dairy goats: a review. **Small Ruminant Research**, v.3, p.383-96, 1990.

GOMES, Grazielle. **Análise genética da produção de leite de ovelhas em um programa d cruzamento absorvente em direção à raça Lacaune**. 2015. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Grauação) – Bacharelado em Zootecnia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2015.

GONÇALVES, Tarcísio de Moraes. 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.

GROENEWALD, Piet. C.N.; VILJOEN, Carin S. A Bayesian model for analysis of lactation curves of dairy goats. **Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics**, v. 8, n. 1, p. 75-83, 2003.

GROSSMAN, Michael. et al. Correlations between parities for lactation traits in United State dairy goats. **Journal of Dairy Science**, 69:1917-1921, 1986.

GUIMARÃES, Vinícius Pereira. 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.

GUTIÉRREZ, J. P.; LEGAZ, E.; GOYACHE, F. Genetic parameters affecting 180-days standardised milk yield, test-day milk yield and lactation length in Spanish Assaf (Assaf E.) dairy sheep. **Small Ruminant Research**, 70, 233–238, 2007.

HAENLEIN, George F. W. The nutritional value of sheep milk. **Journal Animal Science**, v. 16, p. 253-268, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Indicadores de produção da pecuária municipal. **Produção Pecuária Municipal, 2014**. Rio de Janeiro, v. 42, p.1-39, 2014.

JACOPINI, Lais Aberrachid. **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.

KELLOGG, D. W., URQUHART, N. S., ORTEGA, A. J. Estimating Holstein lactation curves with a gamma curve. **Journal of Dairy Science**, 60: 1308-1315, 1977.

KOMPREJ, A. et al. Genetic and environmental parameters estimation for milk traits in Slovenian dairy sheep using random regression model. **Czech Journal of Animal Science**., 58 (3): 125–135, 2013.

KUMAR, R.; BHAT, P. N. Lactation curves in Indian buffaloes as estimated by parabolic exponential function. **Indian Journal of Dairy Science**, v. 32, p. 156, 1979.

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

LEGARRA, A.; LÓPEZ-ROMERO, P.; UGARTE, E. Bayesian model selection of contemporary groups for BLUP genetic evaluation in Latxa dairy sheep. **Livestock Production Science**, 93:205–212, 2005.

LIN, C. Y.; TOGASHI, K. Maximization of lactation milk production without decreasing persistency. **Journal of Dairy Science**, 88: 2975-2980,2005.

LOPES, M. A. et al. Aplicação da função tipo gama incompleta no estudo da curva de lactação de vacas da raça Holandesa, variedade preta-branca, mantidas em sistema

intensivo de produção. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 25(6):1086-1101, 1996.

LÓPEZ-ORDAZ, Reyes. et al. Genetic parameters for birth and weaning weights in the local Chiapas sheep breed from Mexico. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**. 3:113-123, 2012.

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.; VICARIO, D.; CAPPIO-BORLINO, A. Detection of different shapes of lactation curves for milk yield in dairy cattle by empirical mathematical models. **Journal of Dairy Science**, 88: 1178-1191, 2005.

MADSEN, Ove. A comparison of some suggested measures of persistency of milk yield in dairy cows. **Animal Science**, 20:191-197, 1975.

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

MOLENTO, Carla Forte Maiolino. et al. Curva de lactação de vacas holandesas do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p.1585-1591, 2004.

MORAND-FEHR, P.; SAUVANT, D. Composition and yield of goat milk as affected by nutritional manipulation. **Journal of Dairy Science**, v. 63, p. 1671-1680, 1980.

MORANT, Steven Victor; GNANASAKTHY, Ari A new approach to the mathematical formulation of lactation curves. **Animal Science**, 49(2):151-162, 1989.

MOREIRA, Rafaela. 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.

NASCIMENTO, B. **Estudo dos critérios de seleção para produção de leite em ovinos da raça Lacaune baseado na informação de cordeiros**. 2016. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Bacharelado em Zootecnia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2016.

NEGRI, Renata. **Panorama de um rebanho de ovinos das raças Lacaune e East Friesian sob seleção para produção de leite**. 2014. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Bacharelado em Zootecnia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2014.

OLIVEIRA, Jorge Belarmino Ferreira. **Estimação de parâmetros genéticos da produção de leite e prolificidade em ovinos Serra da Estrela por análise Bayesiana**

com métodos de Monte Carlo e Cadeias de Markov. Tese. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 2005.

ORAVCOVÁ, Marta; PEŠKOVIČOVÁ, Dana. Genetic and Environmental Trends for Milk Production Traits in Sheep Estimated with Test-day Model. **Asian Australian Journal of Animal Science**, 21(8):1088-1096, 2008.

PEDRAZA, V. P.; PERALTA, L. M.; SÁNCHEZ, M. E. **Estudio preliminar de la morfología mamaria de la borrega Chiapas.** In: Memorias 2do. Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos y XI Congreso Nacional de Producción Ovina. Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas de Ovinocultura. Mérida Yucatán, México SIIS 06, 2001.

PEDRAZA, V. P.; PERALTA, L. M. **Elaboración de queso de oveja bajo un sistema artesanal.** In: Memorias XII Congreso Nacional de Producción Ovina. Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas de Ovinocultura. Tulancingo Hidalgo, México, pp. 115–120, 2003.

PERALTA-LAILSON, Marisela. et al. Factors affecting milk yield and lactation curve fitting in the creole sheep of Chiapas-Mexico. **Small Ruminant Research** 58:265–273, 2005.

PEROCHON, L.; COULON, J. B.; LESCOURRET, F. Modelling lactation curves of dairy cows with emphasis on individual variability. **Animal Science**, 63: 189-200, 1996.

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

RAADSMA, Herman W. et al. Mapping quantitative trait loci (QTL) in sheep. II. Meta-assembly and identification of novel QTL for milk production traits in sheep. **Genetics Selection Evolution**, 41:45, 2009.

RABASSA, Viviane R. **Produção de leite.** In: Produção Animal – Ovinocultura. 2 ed – Pelotas – RS. Editora: Cópias Santa Cruz, pg 169, 2011.

REKAYA, Romdhane; WEIGEL, Kent A.; GIANOLA, Daniel. Hierarchical nonlinear model for persistency of milk yield in the first three lactation of Holsteins. **Livestock Production Science**, 68 (2-3):181-187, 2001.

RIGGIO, Valentina. et al. Genetic parameters for somatic cell score according to udder infection status in Valle del Belice dairy sheep and impact of imperfect diagnosis of infection. **Genetics Selection Evolution**, 42(1): 30, 2010.

ROHENKOHL, Júlio Eduardo. et al. **O agronegócio de leite de ovinos e caprinos.** 2011. Disponível em: <www.pucrs.br/eventos/eeg/trabalhos/62.doc>. Acesso em: 14 abr 2015.

RUVUNA, Francis. et al. Lactation curves among crosses of Galla and East African with Toggenburg and Anglo Nubian goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 16, p. 1-6, 1995.

SCHNEEBERGER, M. Inheritance of lactation curve in Swiss brown cattle. **Journal of Dairy Science**, 64 (3):475-483, 1981.

SHANKS, Roger D. et al. Genetic aspects of lactation curves. **Journal of Dairy Science**, v. 64, p.1852-1860, 1981.

SIQUEIRA, Edson Ramos; EMEDIATO, Rodrigo Martins de Souza. Qualidade do leite de ovinos. X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal. Uberaba, MG. **Anais... SBMA**, 2013.

SOLKNER, J.; FUCHS, W. A comparison of different measures of persistency with special respect to variation of test-day milk yields. **Livestock Production Science**, v. 16, p. 305-319, 1987.

SOUZA, Ana C. K. O. et al. Produção, composição química e características físicas do leite de ovinos da raça Corriedale. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, n. 1, p. 73-77, jan-mar, 2005.

TEKERLI, M. et al. Factors Affecting the Shape of Lactation Curves of Holstein Cows from the Balikesir Province of Turkey. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1381-1386, 2000.

THOLON, Patrícia. et al. Estudo genético quantitativo da produção de leite em caprinos da raça Saanen. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.9, p.1-5, 2001.

VÁZQUEZ-PELÁEZ, Carlos; GARCÍA-MUÑIZ, José G.; LOPEZ-VILLALOBOS, Nicolas. Empirical models used for lactation curve analysis in the Chiapas sheep breed using random regression models. **International Journal of Livestock Production**. v. 5 (3), p. 55-64, march 2014.

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

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

WOOD, P. D. P. A note on the lactation curves of some high yielding British Friesian cows. **Animal Science**, v. 30, n. 2, p. 299-302, 1980.

4 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento foi redigido na forma de artigo científico, respeitando as normas da revista **Genetics Selection Evolution** (Anexo A).

Capítulo I: Aspectos genéticos da curva de lactação em ovinos da raça Lacaune

Resumo: No Brasil, há uma grande lacuna sobre conhecimento técnico relacionado aos ovinos leiteiros no país. A estimação dos parâmetros da curva de lactação e posterior estimação dos componentes de variância permitem um melhor entendimento dos componentes genético e ambiental que afetam a produção, antecipando as informações necessárias para a tomada de decisão sobre o direcionamento do manejo genético dos rebanhos. O objetivo do trabalho foi estimar os componentes de variância e os parâmetros genéticos dos componentes da curva de Wood em um rebanho de ovinos da raça Lacaune. Foram utilizadas 3558 informações de ovinos da raça Lacaune, e estimados os componentes de variância e os parâmetros genéticos dos parâmetros para a produção inicial (*a*), acréscimo até o pico (*b*), decréscimo após o pico (*c*), dia do pico (*d*), produção no pico (*p*), persistência ($\ln(s)$) e produção total (*y*) da curva de Wood via estimação Bayesiana por meio do método de amostragem de Gibbs. A média estimada para os parâmetros *a*, *b*, *c*, *d*, *p*, $\ln(s)$ e *y* foram 0,362; 0,135; 0,032; 3,911; 1,703; 4,049; 76,249, respectivamente. As herdabilidades estimadas foram 0,41 (*a*), 0,47 (*b*), 0,50 (*c*), 0,11 (*d*), 0,30 (*p*), 0,36 ($\ln(s)$) e 0,002 (*y*). As correlações fenotípicas e genéticas entre o parâmetro *a* e as demais variaram de -0,13 a 0,39 e -0,06 a 0,24, respectivamente. No parâmetro *b* variaram de -0,002 a 0,17 e 0,04 a 0,15, parâmetro *c* de -0,01 a 0,11 e 0,04 a 0,10, parâmetro *d* de -0,13 a 0,39 e -0,02 a 0,11, parâmetro *p* de -0,15 a 0,39 e -0,12 a 0,24, parâmetro $\ln(s)$ de -0,15 a 0,39 e -0,12 a 0,11, e para o parâmetro *y* variaram de -0,002 a 0,33 e 0,04 a 0,08. As repetibilidades identificadas foram 0,81 (*a*), 0,94 (*b*), 0,98 (*c*), 0,22 (*d*), 0,60 (*p*), 0,71 ($\ln(s)$) e 0,003 (*y*). Conclui-se que as estimativas médias de herdabilidade e correlações identificadas evidenciaram um forte efeito ambiental afetando a expressão da característica produção de leite e baixas correlações genéticas entre os parâmetros da curva e a produção, indicando que a seleção pela produção de leite trará pouco ganho genético. Por outro lado, a seleção considerando todos os parâmetros da curva pode ser mais conveniente. Além disso, fica evidenciada a necessidade da padronização do manejo do rebanho uma vez que as melhorias genéticas e ambientais oferecem uma oportunidade para aumentar a produtividade a partir dos recursos animais existentes.

Palavras-chave: Acréscimo até o pico. Dia do pico. Herdabilidade. Ovinos leiteiros. Persistência. Produção de leite. Produção no pico.

Introdução

Quando surgiram iniciativas do processo de seleção genética em ovinos leiteiros, a medida direta da produção de leite foi a característica âncora [1]. No entanto, a mesma quantidade de leite pode ser produzida em diferentes formas de curva de lactação e a aplicação de modelos matemáticos para descrever a curva de lactação individual em ovelhas, além de ser mais confiável do que utilizar a medida direta, permite descrever o desempenho geral da lactação e promover o melhoramento genético dos rebanhos [2].

Entre os vários modelos de curvas de lactação descritos na literatura, a função gama incompleta de Wood é a equação mais amplamente utilizada para modelar a curva de lactação de bovinos leiteiros e outras espécies [3]. Segundo Ferreira et al. [4], o recorrente ajuste do

modelo de Wood deve-se a sua simplicidade e reduzido número de parâmetros, denotando uma recomendação de delineamento da curva de lactação em situações práticas.

No Brasil a base genética dos rebanhos é constituída pelas raças Lacaune, East Friesian e Bergamácia. No entanto, há uma grande lacuna sobre conhecimento técnico relacionado aos ovinos leiteiros no país, de modo que a seleção de matrizes e reprodutores vem sendo realizada sem critério técnico. Não existem estudos que utilizaram os parâmetros da curva de lactação para estabelecer critérios de seleção em um rebanho local, sendo necessário investigar técnicas e modelos para aplicação, a fim de quantificar os componentes de variância e promover geneticamente os rebanhos.

A estimação dos parâmetros genéticos das curvas de lactação permitirá um melhor entendimento dos componentes genético e ambiental que afetam a produção, antecipando as informações necessárias para a tomada de decisão sobre o direcionamento do manejo genético dos rebanhos [5, 6]. O objetivo do trabalho foi estimar os componentes de variância e os parâmetros genéticos dos componentes da curva de Wood em um rebanho de ovinos da raça Lacaune.

Material e Métodos

Foram utilizados dados de um rebanho de ovinos leiteiros da Região Sul do Brasil. O conjunto de dados original utilizado para este estudo incluiu 3986 observações de 3515 ovelhas da raça Lacaune, filhas de 43 carneiros, as quais tiveram suas produções observadas no período de 2008 a 2015. As planilhas de campo envolviam registros do controle leiteiro, grau de sangue (Base, PO, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{7}{8}$, $\frac{15}{16}$, $\frac{31}{32}$), ordem de lactação (1, 2, 3, 4, >4), ano de parto (2008 a 2015), mês de parto (janeiro a dezembro), proporção de cordeiros machos paridos (100%, 75%, 66%, 50%, 40%, 33%, 25%, 0%) e peso total de cordeiros (kg). O controle leiteiro foi aferido quinzenalmente, no momento da ordenha mecânica, duas vezes ao dia, para medir a produção de leite em litros (L), obteve-se então um total de 1205 lactações registradas. Para a análise das informações de lactação, foram considerados apenas animais com mais de cinco registros na respectiva lactação e todas as lactações foram ajustadas para um período de 120 dias. Após a

edição, o conjunto de dados consistiu em 4029 observações de 3558 animais (A^{-1}) e 816 lactações avaliadas.

Os dados de produção de leite (L) foram ajustados por regressão não linear reparametrizada para prever os parâmetros da curva por meio do modelo proposto por Wood [7]:

$$\text{Equação (1): } y_{ij} = t_{ij}^{b_i} e^{a_i - c_i t_{ij}}$$

em que, i -animal: 1, 2, ..., N; j -tempo: 1, 2, ..., J; y é a produção de leite (litros); a é a produção de leite inicial (litros), $a > 0$; b é a taxa de acréscimo de produção até o pico, $0 < b < 1$; c é a taxa de declínio de produção após o pico, $-1 < c < 0$; t é o dia de lactação.

Para estimar os parâmetros auxiliares foram utilizadas funções dos parâmetros da curva de Wood, o dia da produção no pico $d = -\frac{b}{c}$, a produção no pico $p = \left(-\frac{b}{c}\right)^b e^{a-b}$ e a persistência $\ln(s) = -(b+1)\ln(-c)$.

A obtenção das estimativas individuais foi realizada pelo método frequentista do modelo apresentado na Equação (1), por meio do comando *nls* com a opção do algoritmo *port* (que permite incluir o campo de variação dos parâmetros) do programa *R* [8]. Foram adotados valores iniciais para os parâmetros a , b e c , respectivamente, 1, 0,5 e -0,05. Após foram estimadas as produções total (y) para cada animal por meio da integral da equação reparametrizada de Wood [7], dada pela função $\int_0^{120} t^b e^{a+ct} dt$ utilizando o programa *R* [8].

A estimação dos componentes de (co) variância para os parâmetros da curva a , b , c , d , p , $\ln(s)$ e y foram realizadas por meio do software POSTGIBBSF90 [9], que procede à estimação Bayesiana por meio do método de amostragem de Gibbs. Conforme modelo,

$$y = X\beta + Za + Wpe + e$$

em que, y é o vetor de observações; X é a matriz de incidência dos efeitos fixos, contida no vetor β ; β é o vetor dos efeitos fixos; Z é a matriz de incidência dos efeitos genéticos aditivos; a é o vetor de efeitos genéticos aditivos; W é a matriz de incidência dos efeitos

permanentes e efeitos não aditivos; pe é o vetor de efeitos permanentes de ambiente; e é o vetor dos erros aleatórios associados a cada observação.

Admitiu-se que y , a , pe , e e apresentam distribuição conjunta normal multivariada, as pressuposições a cerca do modelo seguem abaixo:

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

Para a análise heptacaracterística assumiu-se que a matriz G é dada por $G_0 \otimes A$, sendo

A a matriz de parentesco e G_0 a matriz de (co) variância genética aditiva, como segue abaixo:

$$G_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{a_1}^2 & \sigma_{a_1a_2} & \sigma_{a_1a_3} & \sigma_{a_1a_4} & \sigma_{a_1a_5} & \sigma_{a_1a_6} & \sigma_{a_1a_7} \\ \sigma_{a_2a_1} & \sigma_{a_2}^2 & \sigma_{a_2a_3} & \sigma_{a_2a_4} & \sigma_{a_2a_5} & \sigma_{a_2a_6} & \sigma_{a_2a_7} \\ \sigma_{a_3a_1} & \sigma_{a_3a_2} & \sigma_{a_3}^2 & \sigma_{a_3a_4} & \sigma_{a_3a_5} & \sigma_{a_3a_6} & \sigma_{a_3a_7} \\ \sigma_{a_4a_1} & \sigma_{a_4a_2} & \sigma_{a_4a_3} & \sigma_{a_4}^2 & \sigma_{a_4a_5} & \sigma_{a_4a_6} & \sigma_{a_4a_7} \\ \sigma_{a_5a_1} & \sigma_{a_5a_2} & \sigma_{a_5a_3} & \sigma_{a_5a_4} & \sigma_{a_5}^2 & \sigma_{a_5a_6} & \sigma_{a_5a_7} \\ \sigma_{a_6a_1} & \sigma_{a_6a_2} & \sigma_{a_6a_3} & \sigma_{a_6a_4} & \sigma_{a_6a_5} & \sigma_{a_6}^2 & \sigma_{a_6a_7} \\ \sigma_{a_7a_1} & \sigma_{a_7a_2} & \sigma_{a_7a_3} & \sigma_{a_7a_4} & \sigma_{a_7a_5} & \sigma_{a_7a_6} & \sigma_{a_7}^2 \end{bmatrix}$$

A matriz P é dada por $P_0 \otimes I$, sendo I a matriz identidade de ordem igual ao número de

ovelhas e P_0 a matriz de variâncias do efeito de ambiente permanente, como segue:

$$P_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{p_1}^2 & \sigma_{p_1p_2} & \sigma_{p_1p_3} & \sigma_{p_1p_4} & \sigma_{p_1p_5} & \sigma_{p_1p_6} & \sigma_{p_1p_7} \\ \sigma_{p_2p_1} & \sigma_{p_2}^2 & \sigma_{p_2p_3} & \sigma_{p_2p_4} & \sigma_{p_2p_5} & \sigma_{p_2p_6} & \sigma_{p_2p_7} \\ \sigma_{p_3p_1} & \sigma_{p_3p_2} & \sigma_{p_3}^2 & \sigma_{p_3p_4} & \sigma_{p_3p_5} & \sigma_{p_3p_6} & \sigma_{p_3p_7} \\ \sigma_{p_4p_1} & \sigma_{p_4p_2} & \sigma_{p_4p_3} & \sigma_{p_4}^2 & \sigma_{p_4p_5} & \sigma_{p_4p_6} & \sigma_{p_4p_7} \\ \sigma_{p_5p_1} & \sigma_{p_5p_2} & \sigma_{p_5p_3} & \sigma_{p_5p_4} & \sigma_{p_5}^2 & \sigma_{p_5p_6} & \sigma_{p_5p_7} \\ \sigma_{p_6p_1} & \sigma_{p_6p_2} & \sigma_{p_6p_3} & \sigma_{p_6p_4} & \sigma_{p_6p_5} & \sigma_{p_6}^2 & \sigma_{p_6p_7} \\ \sigma_{p_7p_1} & \sigma_{p_7p_2} & \sigma_{p_7p_3} & \sigma_{p_7p_4} & \sigma_{p_7p_5} & \sigma_{p_7p_6} & \sigma_{p_7}^2 \end{bmatrix}$$

A matriz R é dada 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, como segue:

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

Foram considerados como efeitos fixos o grau de sangue, ordem de lactação, mês de nascimento do animal, ano de nascimento do animal e proporção de cordeiros machos na respectiva lactação. Como covariável foi considerada a massa total de cordeiros. E como efeitos aleatórios foram adotados o efeito genético aditivo, efeito permanente de ambiente e o resíduo. Foram assumidas pressuposições de que os efeitos fixos têm distribuição uniforme e os componentes de variância distribuição de Wishart invertidas. Para os efeitos aleatórios foi assumida distribuição normal. Foram processadas 5.000.000 de iterações, com descarte inicial de 2.350.100 e o intervalo de amostragem de 100 iterações, gerando uma cadeia de Gibbs de 2.649.900 informações de cada parâmetro.

De posse dos componentes de (co) variância foram calculadas as herdabilidades, repetibilidade, correlações genéticas e fenotípicas para todas as características. O monitoramento da convergência das cadeias geradas pelo amostrador de Gibbs e dos parâmetros estimados, foi realizado por meio da utilização dos testes de diagnóstico de Heidelberger e Welch [10], disponíveis no CODA (*Convergence Diagnosis and Output Analysis*) implementado no programa R [8]. Foi estimado o intervalo de credibilidade (IC) para todos os componentes de (co) variância e parâmetros genéticos, por meio do programa R [8].

Resultados e Discussões

Observa-se que a média do parâmetro a (produção de leite inicial) é de $0,362 \pm 0,330$ L, variando de 0,001 a 1,660 (Tabela 1). A avaliação do parâmetro denota potencial produtivo em alguns animais. O mesmo parâmetro foi avaliado por outros autores, Dag et al. [11] em um

rebanho da raça Awassi não melhorado, estimaram $0,44 \pm 1,51$ kg, Bilgin et al. [12] em uma população composta pelas raças Awassi, Morkaraman e Tushin utilizando a metodologia de Wood, identificaram uma produção inicial de $1,04 \pm 0,06$ kg, $0,46 \pm 0,19$ kg e $0,98 \pm 0,10$ kg, respectivamente. Karangeli et al. [13], em duas linhagens de ovinos da raça Chios identificaram uma produção inicial de 0,47 kg e 1,33 kg. Observa-se que em média a estimativa deste parâmetro é inferior neste trabalho quando comparado aos demais, acredita-se que essa diferença é devido a raça utilizada ser diferente e por não ter sofrido nenhum processo de seleção até o momento.

Tabela 1 Valores de média, moda, mínimo, máximo, variância, desvio padrão (SD) e coeficiente de variação (CV %) dos parâmetros da curva de Wood em um rebanho da raça Lacaune

Parâmetros*	N	Média	Moda	Mínimo	Máximo	Variância	SD	CV %
<i>a</i>	816	0,362	0,001	0,001	1,660	0,109	0,330	91,16
<i>b</i>	816	0,135	0,000	0,000	1,000	0,026	0,160	118,87
<i>c</i>	816	0,032	0,019	0,003	0,151	0,000	0,021	65,48
<i>d</i>	816	3,911	0,000	0,000	20,377	11,281	3,359	85,87
<i>p</i>	816	1,703	1,001	0,950	5,902	0,446	0,668	39,22
<i>ln(s)</i>	816	4,049	4,170	0,050	6,099	0,247	0,497	12,28
<i>y</i>	816	76,249	53,990	15,280	177,470	785,345	28,024	36,75

* Parâmetros: *a* = produção inicial, *b* = acréscimo até o pico, *c* = decréscimo após o pico, *d* = dia do pico,

p = produção no pico, *ln(s)* = persistência, *y* = produção acumulada de leite aos 120 dias.

Para o parâmetro *b* (acrécimo da produção até o pico), a média estimada foi de $0,135 \pm 0,160$ L. Observa-se que a maioria dos animais já iniciaram com a produção máxima, pois não apresentaram nenhum acréscimo de produção conforme evidenciado nos valores da moda (0,000) e mínimo (0,000), característico de rebanhos com baixa produção, possivelmente com potencial produtivo, mas que estão em um ambiente inadequado. Autores que utilizaram a mesma modelagem matemática de Wood [7], em rebanhos de alta produção, identificaram médias de $0,39 \pm 0,08$ kg, $0,76 \pm 0,27$ kg e $0,06 \pm 0,24$ kg nas raças Awassi, Morkaraman e Tushin [12], é de 0,57 e 0,28 na raça Chios [13] e de 0,07 kg e $0,54 \pm 0,471$ kg em ovinos F1 [14, 15].

O parâmetro c (decréscimo da produção após o pico) estimado foi de $0,032 \pm 0,021$ L, variando de 0,003 a 0,151. Dag et al. [11] estimaram $0,01 \pm 0,001$ kg na raça Awassi, Karangeli et al. [13] 0,012 kg e 0,010 kg na raça Chios e Ángeles-Hernandez et al. [14, 15] estimaram 0,01 e $0,01 \pm 0,016$ kg. Bilgin et al. [12] identificaram um declínio de $0,11 \pm 0,01$, $0,14 \pm 0,04$ e $0,06 \pm 0,02$ kg nas raças Awassi, Morkaraman e Tushin, e ressaltam que a constante foi significativamente afetada pela raça, na qual a raça Tushin apresentou um decréscimo menor denotando baixo potencial produtivo da raça que produz em média 50 a 60 kg de leite por lactação, não caracterizando uma raça leiteira, quando comparado às raças Awassi e Morkaraman. Ticiane et al. [16], afirmam que animais de alta produção da raça Lacaune, podem apresentar declínio de produção mais acentuado em animais que apresentam uma produção inicial maior, que pode dificultar a manutenção da renovação celular e a produção por célula secretora no epitélio mamário.

O d (dia da produção do pico) estimado é por volta do 4º dia de lactação. Muitos animais já iniciam com a produção máxima, conforme a moda (0,000) e o valor mínimo (0,000) não apresentando a curva de lactação padrão, que pode ser observada apenas em animais de alta produção. A estimativa deste parâmetro vai de encontro à estimativa do parâmetro c , os quais imprimem que neste rebanho há mais animais que apresentam o pico no primeiro dia de lactação. Alguns animais, tidos como de alta produção, apresentaram pico por volta do 20º dia de lactação. O pico em ovinos Serra da Estrela ocorre entre o 18º e 20º dias [17], na raça Awassi ocorre por volta de 25º dia [15], nas raças Awassi, Morkaraman e Tushin em torno do 35º dia [12] e no 37º dia em ovinos mestiços [15].

A média de p (produção no pico) foi de $1,703 \pm 0,668$ L. Considerada uma média alta para o parâmetro, se comparada com a encontrada por outros autores de 990 mL na raça Awassi [11], $1,16 \pm 0,03$ kg, $0,77 \pm 0,08$ kg e $0,82 \pm 0,02$ nas raças Awassi, Morkaraman e Tushin [12], e $0,65 \pm 0,34$ kg; $0,79 \pm 0,40$ kg [14, 15]. Observa-se que o valor mínimo (0,950 L) e moda (1,001 L) obtidos nesta população são superiores aos valores médios dos autores citados. Alguns animais chegaram a produzir 5,902 L no pico, demonstrando que os animais apresentam potencial produtivo para a atividade, o que está evidenciado no valor máximo do parâmetro. No

entanto, a maioria dos animais já iniciou a produção no pico de lactação, por questões de exigências nutricionais referentes a cada indivíduo e condições ambientais, muitos animais tiveram sua lactação comprometida, afetando a estimativa do parâmetro p .

A $ln(s)$ (persistência) estimada foi de $4,049 \pm 0,497$, variando de 0,050 a 6,099, com um CV de 12,28% que retrata uma baixa dispersão dos dados no rebanho. Portolano et al., [18] estimaram uma persistência de 4,88 a 5,9 em ovelhas da raça Comisana na Itália, e concluíram que as curvas com maior persistência têm um menor pico de produção e demoram mais para atingir o pico. Cappio-Borlino et al. [19] afirmam que ovelhas com maior produção durante o pico de lactação tiveram menor persistência.

O parâmetro y (produção acumulada de leite) estimado é de $76,250 \pm 28,024$ L para um período de 120 dias, variando de 15,28 a 177,47 L. No entanto, a raça apresenta potencial produtivo de até 280 litros [20]. Na literatura a produção média dos rebanhos ovinos para um período de 120 a 135 dias de lactação, na raça Awassi é de $108,77 \pm 2,46$ kg [11] e em ovinos F1 $93,8 \pm 51,4$ e $99,65 \pm 6,20$ kg [14, 15]. A aptidão leiteira é maior na raça Lacaune, entretanto observa-se que a produção identificada é menor quando comparado a outras raças, sendo necessário melhorias por meio de manejo e seleção para aumentar a produção dos animais deste rebanho.

A curva média de lactação e as curvas individuais estão apresentadas nas Figuras 1. Observa-se que a produção de uma curva média que retrata o rebanho é muito baixa, pois começa com uma baixa produção, não apresenta pico e decresce rapidamente. Ao analisar as curvas individuais é possível avaliar que há animais que apresentam uma alta produção inicial, animais que apresentam acréscimos interessantes e decréscimos mais lentos, consequentemente com uma produção muito maior quando comparada a curva média. Mas a grande maioria do rebanho apresenta o comportamento atípico de uma curva de lactação. A variabilidade genética dos animais pode ocasionar curvas atípicas, em ovelhas leiteiras foi estimada em cerca de 20-30%, mas em rebanho que não sofreram nenhum processo de seleção este valor pode ser muito maior [19].

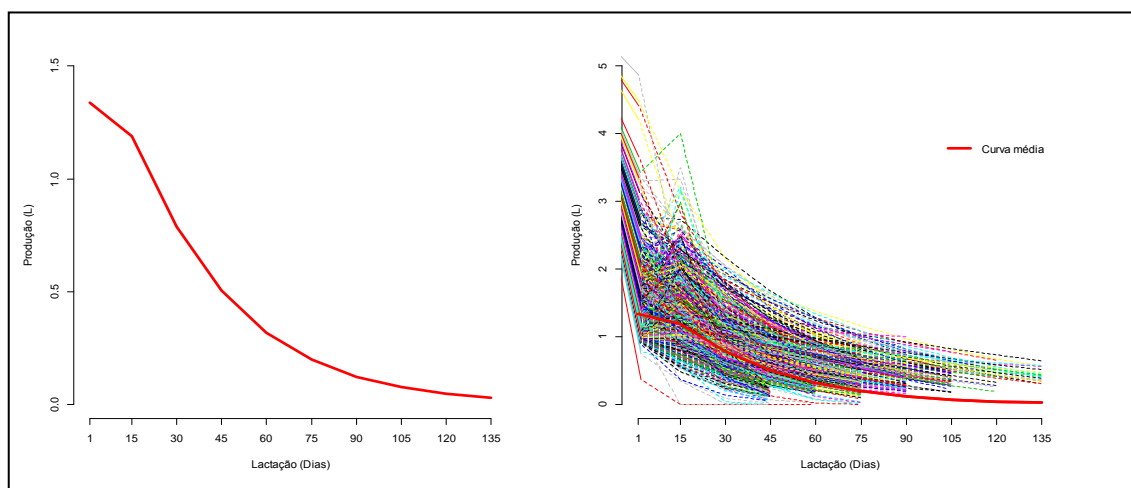


Fig. 1 Curva de Wood estimada para a produção média de leite (litros) e curvas individuais em um rebanho da raça Lacaune

Com as informações dos parâmetros da curva de Wood para cada animal, foi possível estimar os parâmetros genéticos para a população. De maneira geral as estimativas médias de herdabilidades e correlações genéticas e fenotípicas apresentaram intervalos de credibilidade precisos. *A posteriori* as herdabilidades médias foram consideradas de medianas à altas para os parâmetros a (0,41), b (0,47) e c (0,50) (Tabela 2). Em programas de melhoramento genético, normalmente a variância genética aditiva é a mais importante, pois é aquela cujos efeitos de seleção são mais previsíveis, pois é o componente que é selecionável, por meio dela também é possível aferir o ganho ou progresso genético por meio da seleção para este parâmetro.

Em 2001, Chang et al. [21] estudaram por meio da função gama incompleta de Wood a lactação de ovinos em um rebanho composto por raças de corte Dorset, Romanov, Targhee, Rideau Arcott, Polypay, Booroola Merino, Suffolk, Rambouillet, Finnsheep e a raça leiteira East Friesian, obtiveram estimativas de herdabilidade para os parâmetros a , b e c de 0,35, 0,35 e 0,27, respectivamente. Os autores afirmam que as estimativas indicam que parte da variação na curva de lactação entre ovelhas é referente à variação genética aditiva. Por se tratar de um rebanho com aptidão leiteira, a herdabilidade para os mesmos parâmetros estimados neste trabalho é superior à identificada por Chang et al. [21], pois espera-se em animais de aptidão leiteira uma maior variação de genética aditiva.

A herdabilidade do parâmetro p foi de 0,30 e para d 0,11. Um fato que dificulta a identificação da produção no pico, o dia da produção do pico e as estimativas de herdabilidades é que podem ocorrer dois picos de produção em alguns animais, o primeiro pico corresponde à produção fisiológica máxima, enquanto o segundo ocorre quando há a maior disponibilidade e qualidade de pastagens, que representam a principal fonte de alimentação de animais em lactação em sistemas a pasto [22].

Foi identificada uma herdabilidade 0,36 para $ln(s)$. Não há relatos da estimativa de herdabilidade para este parâmetro em ovinos leiteiros. No entanto, em bovinos leiteiros a variação na estimativa da herdabilidade da persistência pode variar de 0,02 a 0,59, dependendo do tipo e/ou, do método de estimação utilizado para calcular, da raça, rebanho, do indivíduo e condições de manejo [23].

Para o parâmetro y foi identificada uma herdabilidade nula 0,002, indicando que os efeitos ambientais e não genéticos estão afetando fortemente a expressão da produção de leite. Ficou evidente que a seleção direta para esse parâmetro não alteraria a curva de maneira desejada. Outros autores estimaram a herdabilidade para a produção e leite em ovinos analisando a medida direta, Barillet e Boichard [24], na raça Lacaune identificaram uma herdabilidade de 0,25, Sanna et al. [25] na raça Sarda de 0,30, Legarra e Ugarte [1] na raça Latxa de 0,20 e Othmane et al. [26] na raça Churrade 0,15. Todas as estimativas foram superiores quando comparadas ao resultado nesta população, pois referem-se a rebanhos que já passaram por algum processo de seleção.

Os parâmetros estudados, de maneira geral apresentaram-se pouco correlacionados, apresentando magnitudes de correlações fenotípicas e genéticas que variaram de nulas à moderadas (Tabela 2).

Tabela 2 Estimativas médias de herdabilidade (diagonal), correlação genética (acima da diagonal) e correlação fenotípica (abaixo da diagonal) dos parâmetros da curva de Wood em um rebanho da raça Lacaune

Parâmetros*	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>p</i>	<i>ln(s)</i>	<i>y</i>
<i>a</i>	0,41 (0,38 – 0,44)**	0,10 (0,01 – 0,19)	0,10 (0,08 – 0,19)	-0,02 (-0,13 – 0,08)	0,24 (0,15 – 0,32)	-0,06 (-0,15 – 0,03)	0,05 (-0,06 – 0,16)
<i>b</i>	0,09 (0,03 – 0,15)	0,47 (0,44 – 0,51)	0,10 (0,01 – 0,18)	0,11 (0,001 – 0,21)	0,15 (0,05 – 0,24)	0,06 (-0,03 – 0,15)	0,04 (-0,06 – 0,15)
<i>c</i>	0,10 (0,04 – 0,16)	0,11 (0,04 – 0,17)	0,50 (0,46 – 0,53)	0,05 (-0,05 – 0,14)	0,10 (0,01 – 0,18)	0,08 (-0,01 – 0,16)	0,04 (-0,06 – 0,14)
<i>d</i>	-0,13 (-0,17 – -0,08)	0,12 (0,08 – 0,16)	0,02 (-0,01 – 0,05)	0,11 (0,08 – 0,15)	0,04 (-0,08 – 0,16)	0,11 (0,0001 – 0,22)	0,08 (-0,15 – 0,31)
<i>p</i>	0,39 (0,34 – 0,43)	0,17 (0,11 – 0,22)	0,08 (0,03 – 0,14)	-0,008 (-0,06 – 0,04)	0,30 (0,27 – 0,34)	-0,12 (-0,22 – -0,03)	0,06 (-0,07 – 0,19)
<i>ln(s)</i>	-0,12 (-0,18 – -0,06)	0,05 (-0,01 – 0,11)	0,06 (0,01 – 0,12)	0,39 (0,34 – 0,43)	-0,15 (-0,02 – -0,09)	0,36 (0,32 – 0,39)	0,05 (-0,06 – 0,17)
<i>y</i>	0,21 (0,18 – 0,24)	-0,002 (-0,003 – 0,002)	-0,01 (-0,02 – 0,01)	0,33 (0,28 – 0,39)	0,31 (0,27 – 0,35)	0,32 (0,28 – 0,35)	0,002 (0,001 – 0,002)

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

As correlações fenotípicas e genéticas entre o parâmetro a e os de mais variaram de -0,13 a 0,39 e -0,06 a 0,24, respectivamente. No parâmetro b variaram de -0,002 a 0,17 e 0,04 a 0,15, parâmetro c de -0,01 a 0,11 e 0,04 a 0,10, parâmetro d de -0,13 a 0,39 e -0,02 a 0,11, parâmetro p de -0,15 a 0,39 e -0,12 a 0,24, parâmetro $\ln(s)$ de -0,15 a 0,39 e -0,12 a 0,11, e para o parâmetro y variaram de -0,002 a 0,33 e 0,04 a 0,08.

As correlações fenotípicas entre p e a (0,39) e, $\ln(s)$ e d (0,39) são consideradas de magnitude moderada. Entre p e b (0,17) correlação de baixa intensidade. Observa-se que ao melhorar o parâmetro a , indiretamente podemos aumentar a p , pois em média 39% dos genes que controlam a expressão da produção inicial afetam a expressão da produção no pico. O mesmo ocorre entre $\ln(s)$ e d . Entre $\ln(s)$ e p (-0,15) foi identificada uma correlação fenotípica de baixa magnitude e sentido oposto. Evidenciando que a persistência tem maior relação com o dia de pico do que com a produção no pico, ou seja, quanto mais tarde ocorrer o pico, maior será a persistência. Entre a persistência e a produção no pico o comportamento foi antagônico, quanto maior a produção no pico menor a persistência. Portolano et al. [18] identificaram uma correlação positiva entre o tempo no pico e a persistência da lactação (0,97), enquanto a persistência foi negativamente correlacionada com a produção no pico (-0,15) e concluíram que as curvas com maior persistência têm um menor pico de produção e demoram mais para atingir o pico.

São consideradas moderadamente correlacionadas as relações fenotípicas entre y e a (0,21), y e d (0,33), y e p (0,31), y e $\ln(s)$ (0,32). Ou seja, fenotipicamente a produção de leite tem relação parcial com a produção inicial, dia do pico, produção no pico e persistência.

As correlações genéticas entre os parâmetros p e a foi 0,24 e 0,15 entre p e b . Acredita-se que tais estimativas foram identificadas uma vez que os animais já iniciaram a produção no pico, denotando a relação entre p e a . Muitos animais não apresentaram o comportamento de ascendência até o pico (b), o que retrata as baixas correlações, tanto genética quanto fenotípica entre p e b , sugerindo maior proporção de efeito ambiental do que genético. Entre $\ln(s)$ e d (0,15), $\ln(s)$ e p (-0,12) as correlações genéticas mantem a mesma relação, de magnitude e

sentido, que as correlações fenotípicas para os parâmetros, no entanto, as estimativas genéticas são inferiores às estimativas fenotípicas.

Ao analisar as correlações genéticas entre y e a (0,05), y e d (0,08), y e p (0,06), y e $\ln(s)$ (0,06), observa-se nitidamente a baixa relação genética entre os parâmetros. A produção de leite neste rebanho sofre muito efeito das condições ambientais e selecionar pela correlação entre os parâmetros não é a escolha adequada. As relações entre os parâmetros foram identificáveis, no entanto, a variância ambiental tem grande influência nesta população e a seleção indireta não seria uma estratégia adequada para que ganhos genéticos fossem alcançados.

Os parâmetros da curva que apresentaram alta repetibilidade são os que antecedem o pico a (0,81) e b (0,94), p (0,60), c (0,98), e $\ln(s)$ (0,71) (Tabela 3). Conseqüentemente, o d apresentou baixa repetibilidade (0,22). Esse comportamento refletiu na produção total que apresentou repetibilidade nula.

Tabela 3 Estimativas de repetibilidade (t) e intervalos de credibilidade (IC) dos parâmetros da curva de Wood para um rebanho de ovinos da raça Lacaune

	a	b	c	d	p	$\ln(s)$	y
t	0,81	0,94	0,98	0,22	0,60	0,71	0,003
IC	0,79 – 0,83	0,93 – 0,95	0,97 – 0,98	0,18 – 0,28	0,57 – 0,63	0,68 – 0,74	0,002 – 0,004

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

Conclusão

As estimativas médias de herdabilidade e correlações estimadas por meio do modelo de Wood evidenciaram um forte efeito ambiental afetando a expressão da característica produção de leite e baixas correlações genéticas entre os parâmetros da curva e a produção, indicando que a seleção pela produção de leite trará pouco ganho genético. Por outro lado, a seleção considerando todos os parâmetros da curva pode ser mais conveniente. Além disso, fica evidenciada a necessidade da padronização do manejo do rebanho uma vez que as melhorias

genéticas e ambientais oferecem uma oportunidade para aumentar a produtividade a partir dos recursos animais existentes.

Referências

1. Legarra A, Ugarte E: **Genetic parameters of milk traits in Latxa dairy sheep.** *Anim Sci* 2001, 73: 407–412.
2. Raadsma HW, Jonas E, McGill D, Hobbs M, Lam MK, Thomson PC: **Mapping quantitative trait loci (QTL) in sheep. II. Meta-assembly and identification of novel QTL for milk production traits in sheep.** *Genet Sel Evol* 2009, 41:45.
3. Varona L, Moreno C, Cortes Garcia LA, Altarriba J: **Bayesian analysis of Wood's lactation curve for Spanish dairy cows.** *J Dairy Sci* 1998, 60(5):1469-1478.
4. Ferreira AGT, Henrique DS, Vieira RAM, Maeda EM, Valotto AA: **Fitting mathematical models to lactation curves from holstein cows in the southwestern region of the state of Parana, Brazil.** *An Acad Bras Cienc* (2015) 87 (1).
5. Van Vleck LD: **Selection index and introduction to mixed model methods for genetic improvement of animals: The green book.** Boca Raton: CCR Press 1993, 481 p.
6. Cobuci JA, Euclides RF, Teodoro RL, Verneque RS, Lopes PS, Silva MA: **Aspectos genéticos e ambientais da curva de lactação da raça guzerá.** *Rev Bras Zootec* 2001, 30 (4): 1204-1211.
7. Wood PDP: **Algebraic of the lactation curve in cattle.** *Nature* 1967, 216:164-165.
8. R Development core Team. **R: A language and environment for statistical computing.** 2015. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em <<http://www.R-project.org>>.
9. Misztal I, Tsuruta S, Lourenco D, Masuda Y, Aguilar I, Legarra A, Vitezica Z: **Manual for BLUPF90 family of programs.** Athens: University of Georgia 2014, 142p.
10. Heidelberger P, Welch P: **Simulation run length control in the presence of an initial transient.** *Operations Res* 1983, 31:1109-1144.
11. Dag B, Keskin I, Mikailsoy F: **Application of different models to the lactation curves of unimproved Awassi ewes in Turkey.** *South African J Anim Sci* 2005, 35 (4).
12. Bilgin OC, Esenbuga N, Davis M: **Comparasion of models for describing the lactation curve of Awassi, Morkaraman and Tushin sheep.** *Arch Tierzucht* 2010, 53: 4, 447-456.
13. Karangeli M, Abas Z, Koutroumanidis C, Malesios C, Giannakopoulos C: **Comparison of models for describing the lactation curves of Chios sheep using daily records obtained from an automatic milking system.** Proceedings of the International Conference on Information and Communication Technologies for Sustainable Agr-production and Environment (HAICTA). *Proceedings...* Skiathos 2011, 8-11.
14. Ángeles-Hernandez JC, Albarran-Portillo B, Gomez Gonzalez AV, Salas NP, Ronquillo MG: **Comparasion of mathematical models applied to F1 dairy Sheep lactations in organic farm and environmental factors affecting lactation curve parameter.** *Asian Australas J Anim Sci* 2013, v. 26, n. 8, p. 1119-1126.
15. Ángeles-Hernandez JC, Ortega OC, Portillo BA, Montaldo HH, Ronquillo MG: **Application of the Wood model to analyse lactation curves of organic dairy sheep farming.** *Anim Produc Sci* 2014, 54, 1609-1614.
16. Ticiane E, Sandri EC, Souza J, Batistel F, Oliveira DE: **Persistência da lactação e composição do leite em ovelhas leiteiras das raças Lacaune e East Friesian.** *Ciência Rural*, 2013, 43:9, 1650-1653.
17. Oliveira JBF: **Estimação de parâmetros genéticos da produção de leite e prolificidade em ovinos Serra da Estrela por análise Bayesiana com métodos de Monte Carlo e Cadeias de Markov.** Tese. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 2005.

18. Portolano B, Spatafora F, Bono G, Margiotta S, Todaro M, Ortoleva V, Leto G: **Application of the Wood model to lactation curves of Comisana sheep.** *Small Rumin Res* 1996, 24: 7-13.
19. Cappio-Borlino A, Portolano B, Todaro M, Macciotta NP, Giaccone P, Pulina G: **Lactation curves of Valle del Belice dairy ewes for yields of milk, fat, and protein estimates with Test Day Models.** *J Dairy Sci* 1997, 80:3023-3029.
20. Rabassa VR: **Produção de leite.** In: *Produção Animal – Ovinocultura*. 2 ed – Pelotas – RS, 2011, p. 169.
21. Chang YM, Rekaya R, Gianola D, Thomas DL: **Genetic variation of lactation curves in dairy sheep: a Bayesian analysis of wood's function.** *Livestock Prod Sci* 2001, v.71, p.241-251.
22. Steri R: **The mathematical description of the lactation curve of Ruminants: issues and perspectives.** Itália, 2009. 137 f. Teste (Doutorado em Ciência de sistemas florestais e Produção Agrícola de Alimentos) - Università Degli Studi Di Sassari, Itália.
23. Cobuci JA, Euclides RF, Pereira CS, Almeida Torres R, Costa CN, Lopes PS: **Persistência na lactação – uma revisão.** *Arch Latinoam Prod Anim* 2003, 11(3): 163-173.
24. Barillet F, Boichard D: **Use of first lactation test day data for genetic evaluation of the Lacaune dairy sheep.** In: *Proc. 5th World Congress on Genetics applied to Livestock Production. Proceedings...* 1994, 111–114.
25. Sanna, SR, Carta A, Casu S: **(Co)variance component estimates for milk composition traits in Sarda dairy sheep using a bivariate animal model.** *Small Rumin Res* 1997, 25:77–82.
26. Othmane, MH, De la Fuente, JF, Carriedo JA, San Primitivo F: **Heritability and genetic correlations of test day milk yield and composition, individual laboratory cheese yield, and somatic cell count for dairy ewes.** *J Dairy Sci* 2002, 85:2692–2698.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em função da baixa herdabilidade do parâmetro y e dos demais parâmetros apresentarem uma proporção de variância genética aditiva evidente, devem ser elaborados estudos mais detalhados que permitam entender a relação entre os parâmetros. O banco de dados pode ser trabalhado em outros períodos de lactação para um melhor conhecimento das estimativas dos componentes de variância. Seria de grande valia estudos sobre componentes principais e análise de trilha para posterior utilização no método de índice de seleção, para corroborar com a seleção que considera todos os parâmetros da curva.

ANEXOS

ANEXO A - Normas para publicação da revista Genetics Selection Evolution.

General formatting information

Manuscripts must be written in concise English. For help on scientific writing, or preparing your manuscript in English, please see Springer's [Author Academy](#).

Quick points:

- Use double line spacing
- Include line and page numbering
- Use SI units: Please ensure that all special characters used are embedded in the text, otherwise they will be lost during conversion to PDF
- Do not use page breaks in your manuscript

File formats

The following word processor file formats are acceptable for the main manuscript document:

- Microsoft word (DOC, DOCX)
- Rich text format (RTF)
- TeX/LaTeX (use BioMed Central's TeX template)

Please note: editable files are required for processing in production. If your manuscript contains any non-editable files (such as PDFs) you will be required to re-submit an editable file if your manuscript is accepted.

Note that figures must be submitted as separate image files, not as part of the submitted manuscript file.

Style and language

Manuscripts submitted to most journals do not undergo copyediting for style and language. Please check individual journal 'About' pages to confirm whether accepted manuscripts will undergo copyediting for style and language.

You can use a professional language editing service of your choice if you want to. Such services include:

- [Edanz Language Editing](#). BioMed Central authors can obtain a 10% discount to the fee charged by Edanz if they choose to use this service.
- [Nature Publishing Group Language Editing](#). Authors can use this coupon code to claim a 10% discount: LE_BM15

Contact the service providers directly to make arrangements for editing, and for pricing and payment details. Use of an editing service is neither a requirement nor a guarantee of acceptance for publication.

Data and materials

For all journals, BioMed Central strongly encourages all datasets on which the conclusions of the manuscript rely to be either deposited in publicly available repositories (where available and appropriate) or presented in the main paper or additional supporting files, in machine-readable format (such as spread sheets rather than PDFs) whenever possible. Please see the list of [recommended repositories](#) in our editorial policies.

For some journals, deposition of the data on which the conclusions of the manuscript rely is an absolute requirement. Please check the Instructions for Authors for the relevant journal and article type for journal specific policies.

For all manuscripts, information about data availability should be detailed in an 'Availability of data and materials' section. For more information on the content of this section, please see the Declarations section of the relevant journal's Instruction for Authors. For more information on BioMed Central's policies on data availability, please see our [editorial policies](#).

ANEXO B - Parecer final do Comitê de Ética no Uso de Animais - CEUA



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Câmpus Dois Vizinhos
Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA



PROJETO DE PESQUISA / AULA PRÁTICA

Título:	Análise genética da curva de lactação de ovinos leiteiros.
Área Temática:	Produção Animal - Genética e Melhoramento dos Animais Domésticos
Pesquisador / Professor:	Fabiana Martins Costa Maia
Instituição:	UTFPR/ Dois Vizinhos
Financiamento:	não há.
Versão:	01

PARECER CONSUBSTANCIADO DA CEUA	Protocolo nº 2015-28
<p>Apresentação do Projeto:</p> <p>Este projeto de pesquisa busca avaliar as curvas de lactação de ovinos leiteiros, que se configura como uma ferramenta eficiente na identificação dos animais superiores genética e produtivamente, e a possível multiplicação deste material genético (matrizes e reprodutores) já adaptados ao próprio ambiente em que estão sendo avaliados. As curvas de lactação e os parâmetros calculados a partir delas (pico e persistência da lactação) vêm sendo utilizados há muito tempo para auxiliar o manejo de fazendas leiteiras. Entretanto, alguns pesquisadores afirmam que o modelo matemático da curva de lactação mais adequada será diferente para cada região geográfica, situação climática e para cada população. O proponente destaca a importância do presente projeto, que deve ser o primeiro no país a realizar tais avaliações, com o intuito de incrementar a produção de leite de ovinos ao identificar animais com produção superior e estimular a cadeia de produção nacional.</p>	
<p>Objetivo:</p> <p>Identificar a curva de lactação que descreve a produção de ovinos leiteiros e estimar os componentes de variância e os parâmetros genéticos para a curva de melhor ajuste.</p>	
<p>Avaliação dos Riscos e Benefícios:</p> <p>A presente proposta visa obter dados de aproximadamente 4500 indivíduos (ovinos) que são criados e mantidos por uma empresa privada no oeste catarinense (Cabanha Chapecó), presumivelmente especializada no setor de ovinos leiteiros, com fins comerciais. Um dos membros da equipe executora, inclusive, é o gerente desta empresa, e uma declaração, assinada pelo mesmo, confirma a ciência da mesma quanto à cessão de dados de seus animais para este estudo.</p> <p>Em outras palavras, a equipe executora da presente proposta fará uso dos animais de propriedade da Cabanha Chapecó exclusivamente para a retirada de dados zootécnicos (quantidade de leite por fêmea e peso de recém-nascidos). Nenhum tipo de experimentação invasiva será realizado. Neste sentido, o nível de estresse aos animais, declarado pelo proponente, é mínimo (nível G11), através da contenção momentânea do animal num canzil durante a ordenha mecânica em período quinzenal e também do manejo do filhote nos poucos minutos para sua pesagem como recém-nascido. Não haverá aplicação de medicamentos, tampouco jejum ou restrição hídrica. Não há eutanásia prevista; todos os indivíduos, a princípio, continuarão na empresa em seu regime normal, mesmo após o término da coleta de dados zootécnicos para esta proposta em análise.</p>	



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Câmpus Dois Vizinhos
Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA



Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A presente proposta apresenta méritos acadêmicos, além de fazer uso de animais já criados para a produção de leite no meio privado, sem mesmo adotar nenhum procedimento adicional que venha causar dor, sofrimento, ou mesmo estresse de grau moderado a alto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

1) o requerimento preenchido e assinado pelo pesquisador responsável pelo projeto; 2) o formulário unificado de encaminhamento ao CEUA-UTFPR; 3) o projeto de pesquisa completo no modelo da PROPPG-CEUA; 4) a declaração de responsabilidade técnica por parte de um profissional veterinário portador de CRMV (com assinatura e data); 5) o registro de projeto junto à DIRPPG-DV; 6) declaração de não início do projeto (com assinatura e data); 7) declaração de consentimento e ciência por parte do gerente da empresa Cabanha Chapecó do uso de suas informações de genealogia e produção de leite.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A proposta encontra-se consoante aos parâmetros éticos do uso de animais para pesquisa.

Situação do Parecer:

APROVADO

Considerações Finais a Critério da CEUA:

Todos os procedimentos devem seguir a lei nº 11.794 de 8 de outubro de 2008.

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "Análise genética da curva de lactação de ovinos leiteiros", protocolo nº 2015/28, sob a responsabilidade de Fabiana Martins Costa Maia - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA-UTFPR) da UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, em reunião de 10/12/2015.

Vigência do projeto:	03/2015 – 03/2017
Espécie/linhagem:	ovinos, raças Lacaune e East Friesian e cruzados.
Número de animais:	4500 indivíduos
Peso/Idade:	cerca de 50 kg (todas as idades)
Sexo:	machos e fêmeas
Origem:	Cabanha Chapecó

Dois Vizinhos, 10 de dezembro de 2015.

Assinado por:

Nédia de Castilhos Ghisi

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

ANEXO C - Tabela de (co) variâncias genéticas aditivas.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>p</i>	<i>ln(s)</i>	<i>y</i>
<i>a</i>	0,19 (0,17 – 0,22)	0,02 (0,002 – 0,04)	0,02 (0,003 – 0,03)	-0,01 (-0,06 – 0,03)	0,06 (0,03 – 0,08)	-0,01 (-0,03 – 0,01)	0,02 (-0,03 – 0,07)
<i>b</i>		0,21 (0,18 – 0,24)	0,02 (0,002 – 0,04)	0,05 (0,0004 – 0,09)	0,04 (0,01 – 0,06)	0,01 (-0,007 – 0,03)	0,02 (-0,03 – 0,08)
<i>c</i>			0,17 (0,15 – 0,19)	0,02 (-0,02 – 0,05)	0,02 (0,002 – 0,04)	0,02 (-0,002 – 0,03)	0,02 (-0,03 – 0,06)
<i>d</i>				0,91 (0,68 – 1,2)	0,02 (-0,04 – 0,08)	0,05 (0,0001 – 0,10)	0,09 (-0,15 - 0,34)
<i>p</i>					0,28 (0,25 – 0,33)	-0,03 (-0,06 - -0,007)	0,04 (-0,04 – 0,11)
<i>ln(s)</i>						0,23 (0,20 – 0,26)	0,03 (-0,03 – 0,09)
<i>y</i>							1,21 (0,84 – 1,72)

ANEXO D - Tabela de (co) variâncias de efeito permanente de ambiente.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>p</i>	<i>ln(s)</i>	<i>y</i>
<i>a</i>	0,19 (0,16 – 0,21)	0,02 (0,002 – 0,04)	0,02 (0,003 – 0,03)	-0,01 (-0,06 – 0,03)	0,06 (0,03 – 0,08)	-0,01 (-0,03 – 0,01)	0,02 (-0,03 – 0,07)
<i>b</i>		0,21 (0,18 – 0,23)	0,02 (0,02 – 0,03)	0,05 (0,001 – 0,09)	0,04 (0,01 – 0,06)	0,01 (-0,01 – 0,03)	0,02 (-0,03 – 0,08)
<i>c</i>			0,17 (0,15 – 0,19)	0,02 (-0,2 – 0,05)	0,02 (0,02 – 0,04)	0,02 (-0,02 – 0,03)	0,02 (-0,03 – 0,06)
<i>d</i>				0,90 (0,67 – 1,18)	0,02 (-0,04 – 0,08)	0,05 (0,003 – 0,10)	0,09 (-0,15 – 0,34)
<i>p</i>					0,28 (0,24 – 0,32)	-0,03 (-0,06 - -0,01)	0,03 (-0,04 – 0,11)
<i>ln(s)</i>						0,22 (0,19 – 0,25)	0,03 (-0,03 – 0,09)
<i>y</i>							1,21 (0,84 – 1,71)

ANEXO E - Tabela de (co) variâncias residuais.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>p</i>	<i>ln(s)</i>	<i>y</i>
<i>a</i>	0,09 (0,08 – 0,10)	0,002 (-0,003 – 0,007)	0,004 (0,001 – 0,006)	-0,002 (-0,30 – -0,17)	0,15 (0,13 – 0,16)	-0,04 (-0,05 – -0,03)	3,87 (3,25 – 4,56)
<i>b</i>		0,03 (0,02 – 0,03)	0,005 (0,003 – 0,006)	0,14 (0,01 – 0,19)	0,04 (0,03 – 0,05)	0,001 (-0,01 – 0,01)	-0,08 (-0,57 – 0,42)
<i>c</i>			0,01 (0,007 – 0,01)	0,002 (-0,02 – 0,02)	0,01 (0,002 – 0,01)	-0,0004 (-0,004 – 0,003)	-0,15 (-0,40 – 0,10)
<i>d</i>				6,34 (5,63 – 7,09)	-0,06 (-0,19 – 0,06)	0,78 (0,68 – 0,88)	2,55 (2,05 – 30,63)
<i>p</i>					0,38 (0,34 – 0,42)	-0,05 (-0,07 – -0,03)	8,05 (6,77 – 9,39)
<i>ln(s)</i>						0,19 (0,17 – 0,21)	6,76 (5,86 – 7,72)
<i>y</i>							721,8 (664,6 – 783,0)