

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS  
INDICADORAS DE EFICIÊNCIA REPRODUTIVA E  
PRODUTIVA DE OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS**

**Rafael Keith Ono**  
Zootecnista

**2015**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP**  
**CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS  
INDICADORAS DE EFICIÊNCIA REPRODUTIVA E  
PRODUTIVA DE OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS**

**Rafael Keith Ono**

**Orientador: Prof. Dr. Ricardo da Fonseca**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Genética e Melhoramento Animal.

**2015**

O58p Ono, Rafael Keith  
Parâmetros genéticos para características indicadoras de eficiência reprodutiva e produtiva de ovinos da raça Santa Inês. / Rafael Keith Ono. -- Jaboticabal, 2015  
v, 60 p. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015

Orientador: Ricardo da Fonseca

Banca examinadora: Henrique Nunes de Oliveira, Fernando Sebastián Baldi Rey, Leonardo de Oliveira Seno, Francisco Ribeiro de Araújo Neto

Bibliografia

1. Correlação genética. 2. Habilidade materna. 3. Herdabilidade. 4. Número de cordeiros. 5. Ovinos de corte. 6. Seleção. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.082:636.3


**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS INDICADORAS DE EFICIÊNCIA REPRODUTIVA E PRODUTIVA DE OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS

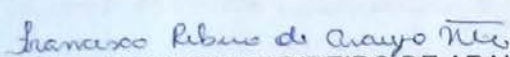
**AUTOR:** RAFAEL KEITH ONO


**ORIENTADOR:** Prof. Dr. RICARDO DA FONSECA

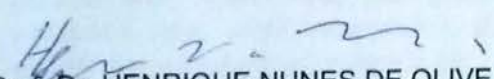
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM GENÉTICA E MELHORAMENTO ANIMAL, pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. RICARDO DA FONSECA  
Universidade Estadual Paulista / Dracena/SP

  
Prof. Dr. LEONARDO DE OLIVEIRA SENO  
Universidade Federal da Grande Dourados / Dourados/MS

  
Prof. Dr. FRANCISCO RIBEIRO DE ARAUJO NETO  
Instituto Federal Goiano / Rio Verde/GO

  
Prof. Dr. FERNANDO SEBASTIÁN BALDI REY  
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

  
Prof. Dr. HENRIQUE NUNES DE OLIVEIRA  
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 30 de julho de 2015.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**RAFAEL KEITH ONO** – nascido em 17 de outubro de 1986, na cidade de São Paulo – Brasil, filho de Tomojiro Ono e Glória Yokota Ono. Iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – Câmpus Experimental de Dracena, em agosto de 2004 e obteve o título de Zootecnista em julho de 2009. Em agosto de 2009, iniciou o curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento Animal na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – Câmpus de Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Ricardo da Fonseca. Em Agosto de 2011, iniciou o curso de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento Animal na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – Câmpus de Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Ricardo da Fonseca. De março a junho de 2015, realizou estágio de Doutorado no exterior na Animal Genetics and Breeding Unit, localizada na University of New England na cidade de Armidale – New South Wales - Austrália, sob orientação do pesquisador Dr. Andrew A. Swan.

*"Reparta o seu conhecimento. É uma forma de alcançar a imortalidade."*

Dalai Lama

A todos os meus familiares, em especial  
aos meus pais **Tomojiro e Glória** e  
minhas irmãs **Daniella e Noemi**.

Dedico e ofereço este trabalho.

## Agradecimentos

À **Deus** por iluminar meu caminho e me dar forças para seguir sempre em frente.

Aos meus amados **Pais**, pelo amor, confiança, força e carinho, e que apesar da distância, sempre batalharam para que nada me faltasse.

À toda minha família, pelo apoio e carinho.

Ao amigo, orientador e professor Dr. **Ricardo da Fonseca**, pela oportunidade, paciência, confiança, amizade e ensinamentos ao longo desses anos.

To Dr. **Andrew A. Swan**, who acted as advisor in Australia, for his valuable guidance, collaboration and assistance during the time I spent in AGBU.

Aos membros da banca de defesa de tese professores Dr. **Henrique Nunes de Oliveira**, Dr. **Fernando Sebastián Baldi Rey**, Dr. **Leonardo de Oliveira Seno** e Dr. **Francisco Ribeiro de Araújo Neto** pela atenção, disponibilidade, ensinamentos e valiosas sugestões.

Ao professor Dr. **José Bento Sterman Ferraz** pela oportunidade e concessão do banco de dados.

Aos membros da banca de qualificação, Dr. **Marcos Eli Buzanskas**, Dr. **Guilherme da Costa Venturini** e Dra. **Nedenia Bonvino Stafuzza** pela colaboração e sugestões.

Ao **Programa de Pós-Graduação** em Genética e Melhoramento Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – UNESP – pela oportunidade.

À todos **Professores e Funcionários** do Departamento de Zootecnia da UNESP – Jaboticabal e da UNESP – Dracena pelo apoio e incentivo.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior** (CAPES), pelo apoio financeiro no Brasil e na Austrália (Processo BEX: 7342/14-4).

À minha namorada **Patrícia** pelo apoio, amor, companheirismo e paciência nos momentos difíceis.

Aos amigos do **Laboratório de Computação Científica aplicada à Zootecnia (LuCCA-Z)** e da **pós-graduação de Jaboticabal** pela amizade, companhia e ajuda no dia a dia de trabalho.

Aos companheiros da **República K-baret** e **RKV** pela amizade, convívio, aprendizado e inúmeros momentos de descontração.

À todos ajudaram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

**MUITO OBRIGADO!**

## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>1</b>
1.INTRODUÇÃO .....	1
2.REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. A raça Santa Inês .....	3
2.2. Características reprodutivas estudadas.....	5
2.2.1. Idade ao primeiro parto .....	6
2.2.2. Intervalo de partos .....	7
2.2.3. Número de cordeiros nascidos.....	9
2.2.4. Número de cordeiros desmamados .....	10
2.2.5. Habilidade de criação da ovelha .....	11
2.2.6. Peso total dos cordeiros ao nascer e ao desmame .....	12
2.2.7. Relação de nascimento e de desmama .....	13
3.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	15
<b>CAPÍTULO 2 – ESTIMAÇÃO DE COMPONENTES DE (CO)VARIÂNCIA E PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS EM OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS UTILIZANDO INFERÊNCIA BAYESIANA.....</b>	<b>25</b>
1.INTRODUÇÃO .....	25
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	26
2.1. Descrição dos dados .....	26
2.2. Estimativa dos parâmetros genéticos .....	27
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.CONCLUSÕES .....	38
5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40

<b>CAPÍTULO 3 – ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS COMPOSTAS INDICADORAS DE EFICIÊNCIA REPRODUTIVA EM OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS .....</b>	<b>46</b>
1.INTRODUÇÃO .....	46
2.MATERIAL E MÉTODOS .....	47
2.1. Descrição dos dados .....	47
2.2. Estudo da curva de crescimento.....	49
2.3. Estimativa dos parâmetros genéticos .....	50
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
3.1. Curva de crescimento .....	51
3.2. Parâmetros genéticos .....	52
4.CONCLUSÕES .....	56
5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	57

## PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS INDICADORAS DE EFICIÊNCIA REPRODUTIVA E PRODUTIVA DE OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS

**RESUMO** – As características ligadas à eficiência reprodutiva são as que apresentam maior valor econômico na maioria dos sistemas de criação de carne ovina, pois estão intimamente ligadas à disponibilidade do produto final. Estimativas confiáveis de parâmetros genéticos são essenciais para a definição de índices de seleção e para determinar a resposta correlacionada sobre as demais características presentes no índice de seleção. Assim, esse trabalho teve por objetivo estimar componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para características reprodutivas em ovinos da raça Santa Inês. Foram utilizados dados de 4.742 ovelhas pertencentes ao Programa de Melhoramento Genético da raça Santa Inês da Associação Sergipana de Criadores de Caprinos e Ovinos em parceria com a Universidade de São Paulo. Para o estudo foram consideradas as características: Idade ao primeiro parto (IPP), Intervalo de partos (IDP), Número de cordeiros nascidos por ovelha parida (NCN), Número de cordeiros desmamados por ovelha parida (NCD) e Habilidade de criação por ovelha parida (HC) definido como a razão entre NCN e NCD. Os componentes de (co)variância foram estimados por meio de análises bivariadas, sob modelo animal linear para IPP e IDP e limiar (threshold) para as demais características, utilizando o método da amostragem de Gibbs do programa THRGIBBS1F90. O número de iterações, tamanho do descarte e intervalo de descarte considerados foram 1.500.000, 500.000 e 250, respectivamente. As herdabilidades estimadas à posteriori foram de  $0,239 \pm 0,053$  para IPP,  $0,056 \pm 0,022$  para IDP,  $0,098 \pm 0,047$  para NCN,  $0,016 \pm 0,01$  para NCD e  $0,019 \pm 0,011$  para HC. As correlações genéticas estimadas à posteriori entre as características variaram  $-0,62$  entre NCN e HC a  $0,82$  entre NCD e HC. As correlações fenotípicas à posteriori entre IPP e IDP e cada uma com as demais características foram de baixa magnitude, próximas a zero. Correlação fenotípica de magnitude média e positiva foi observada entre NCN e NCD ( $0,44 \pm 0,02$ ), média e negativa entre NCN e HC ( $-0,37 \pm 0,02$ ) e alta e positiva entre NCD e HC ( $0,98 \pm 0,00$ ). Progresso genético considerável na precocidade dos animais deve ser alcançado com a utilização da idade ao primeiro parto como critério de seleção. Além disso, ganhos genéticos moderados seriam obtidos de forma indireta nas demais características. As características IDP, NCN, NCD e HC são altamente influenciadas pelo ambiente e a seleção para essas características produziria baixas respostas e em longo prazo. A melhoria destas características pode ser obtida através de mudanças no manejo alimentar e nas condições ambientais. Na segunda parte do trabalho foram consideradas as características: Peso total dos cordeiros ao nascer (PTCN), Peso total dos cordeiros ao desmame (PTCD), Relação de nascimento (RELN), Relação de desmama (RELD) e Peso da ovelha ao desmame dos cordeiros (PD). Para obtenção de PD e posteriormente RELN e RELD foram analisadas cinco curvas de crescimento que melhor se ajustava aos dados, sendo escolhido o modelo Brody. Os componentes de (co)variância foram estimados por meio de análise multicaracterística, sob modelo animal, utilizando-se o algoritmo EM-REML com o auxílio do programa Wombat. As herdabilidades estimadas foram de  $0,07$  para

PTCN, 0,12 para PTCD, 0,25 para RELN, 0,14 para RELD e 0,00 para PD. As correlações genéticas estimadas entre as características variaram de -0,13 entre PTCN e PD a 0,98 entre PTCD e RELD. As correlações fenotípicas variaram de -0,03 entre PD e RELD a 0,81 entre PTCN e RELN. Os resultados sugerem que RELN é passível de seleção e que razoável progresso genético pode ser obtido. No entanto, não se deve desconsiderar o PTCD no processo de seleção, uma vez que RELN não considera a mortalidade dos cordeiros.

**Palavras-chave:** correlação genética, habilidade materna, herdabilidade, número de cordeiros, ovinos de corte, seleção

## GENETIC PARAMETERS FOR INDICATOR TRAITS OF REPRODUCTIVE AND PRODUCTIVE EFFICIENCY IN SANTA INÊS SHEEP

**ABSTRACT** – Reproductive efficiency traits are of significant economic importance as they relate to the source income of sheep meat enterprise. Reliable genetic parameters are essential for selection index design and to determine the correlated response to selection that will occur in other traits in a selection index. Thus, the aim of this study was to estimate (co)variance components and parameter genetics for reproductive traits in Santa Inês sheep. Data included records of 4,742 Santa Inês sheep from Santa Inês Breeding Program of Sergipe State Sheep and Goats Breeders Association and University of São Paulo. In the first part, studied traits were age at first lambing (AFL), Lambing Interval (LI), Litter size at birth per ewe lambing (LSB), Litter size at weaning per ewe lambing and Ewe rearing ability per ewe lambing (RA) defined as lambs weaned per lamb born. The (co)variance components were estimated by bivariate analysis using Gibbs sampling methodology with THRGIBBS1F90 software and number of iterations, length of burn-in and sampling interval were 1,500,000, 500,000 and 250, respectively. For AFL and LI, a linear model was applied and for LSB, LSW and RA, a threshold model. Posterior means of heritability were  $0.239 \pm 0.053$  for AFL,  $0.056 \pm 0.022$  for LI,  $0.098 \pm 0.047$  for LSB,  $0.016 \pm 0.01$  for LSW and  $0.019 \pm 0.011$  for RA. Posterior means of genetic correlation among reproductive traits ranged from -0.62 between LSB and RA to 0.82 between LSW and RA. Posterior means of phenotypic correlation between AFL and LI and each one among the others were low, close to zero. The phenotypic correlation were positive and medium between LSB and LSW ( $0.44 \pm 0.02$ ), medium and negative between LSB and RA ( $0.37 \pm 0.02$ ) and were high and positive between LSW and RA ( $0.98 \pm 0.00$ ). Reasonable genetic progress can be obtained in sexual precocity using age at first lambing as selection criteria. Large influences of environmental effects on LI, LSB, LSW and RA were observed and indicate long term and low possibility of response to direct selection. The improvement of these traits can be obtained by changes in management of nutrition and environmental conditions. In the second part, studied traits were total litter weight at birth per ewe lambing (TLWB), Total litter weight at weaning per ewe lambing (TLWW), Birth ratio (BR), Weaning ratio (WR) and ewe weight at weaning (EW). To obtain EW and then BR and WR, five non-linear equations were evaluated. The best fitting was obtained using Brody function. The (co)variances and genetic parameters were estimated by the EM-REML using the software WOMBAT, with multiple trait animal models. The estimates of heritability were 0.07 for TLWB, 0.12 for TLWW, 0.25 for BR, 0.14 for WR and 0.00 for EW. Genetic correlation estimates ranged from -0.13 between EW and WR to 0.98 between TLWW and WR. Phenotypic correlation estimates ranged from -0.03 between EW and WR to 0.98 between TLWB and BR. In conclusion, genetic progress can be obtained using BR in selection. However, TLWW should not be ignore because WR does not include lamb survival.

**Keywords:** genetic correlation, heritability, litter size, meat sheep, mothering ability, selection

## **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **1. INTRODUÇÃO**

No mundo, o maior número de cabeças de ovinos pertence à China com 185 milhões, seguido pela Índia (75 milhões e 547 mil), Austrália (75 milhões e 500 mil), Sudão (52 milhões e 500 mil) e pelo Irã (50 milhões e 220 mil) de acordo com os dados da Food and Agriculture Organization of United Nations (FAOSTAT, 2014). No Brasil, segundo os dados da Produção Pecuária Municipal 2013, divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), o efetivo de ovinos foi de 17,291 milhões de cabeças no ano de 2013, colocando o país na 18ª posição no cenário mundial.

No ano de 2012, houve variação negativa de 5,0% quando comparando ao registro realizado no ano de 2011, marcando o primeiro declínio do rebanho ovino desde 2004 (Figura 1). Dentre as regiões brasileiras, as maiores quedas foram observadas nas regiões Norte e Nordeste, que apresentaram redução de 4,6% e 7,7%, respectivamente. Os principais fatores que contribuíram para esta queda foram o aumento do preço de insumos, como milho e soja, que afetou a produção de ração animal, e a forte seca que assolou o país, principalmente nessas regiões (AGÊNCIA BRASIL, 2013).

Já no comparativo entre 2012 e 2013, as regiões Norte e Nordeste apresentaram crescimento de 4,8% e 9,0%, respectivamente. Nos últimos anos, a criação de caprinos e de ovinos vem sendo estimulada na Região Nordeste por diversos segmentos da cadeia produtiva, através das pesquisas desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, por exemplo, dos bancos de crédito e de desenvolvimento regional, das universidades, do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE, dos governos locais, entre outros agentes. A adaptação desses animais à região, características da criação (área necessária e investimentos menores que em outras criações), além do avanço tecnológico alcançado e do mercado de carne, leite e pele, tornam essa atividade atraente aos produtores dessa região (IBGE, 2014).



Figura 1. Evolução do rebanho nacional de ovinos entre os anos de 2004 e 2013. Fonte: IBGE (2014).

Mesmo com todos estes esforços, a produção formal de carne ovina no mercado brasileiro, tendo como referência os abates sob inspeção federal, por mais um ano consecutivo, sofreu acentuada queda em seus números e fechou o ano de 2013 com volume de abates de 129,0 mil cabeças, configurando queda de 45,7 pontos percentuais em relação aos resultados alcançados em 2012. Ainda em 2013, as importações brasileiras de carne atingiram a marca das 8,86 mil toneladas (peso de embarque), incremento de 35,8% quando comparado a 2012, com um valor de US\$ 45,8 milhões de dólares, aproximadamente 27,1 pontos percentuais acima dos valores alcançados no ano anterior (SOUZA, 2014).

A ineficiência na produção de carne ovina gera dependência de produtos importados, especialmente do Uruguai, para suprir a necessidade do mercado interno. Com a valorização do dólar frente ao real, o preço dos produtos importados pode não ser tão atrativo para os setores de varejo e processamento, que conseqüentemente, aumentariam o preço praticado para os consumidores, diminuindo sua demanda.

A eficiência produtiva de um rebanho ovino está intimamente relacionada ao número de cordeiros nascidos e desmamados por fêmea-ano. Dentre os critérios gerais de avaliação no desempenho reprodutivo de fêmeas ovinas, destaca-se a idade à puberdade e, conseqüentemente, ao primeiro parto, o intervalo de partos, a

quantidade de cordeiros nascidos, bem como, a quantidade de desmamados por ovelha. Apesar da importância das características reprodutivas mencionadas, a quantidade de cordeiros nascidos por ovelha se reveste de grande importância, uma vez que a utilização desta variável como critério de seleção, pode proporcionar maior número de animais para venda, aumentando a receita do sistema de produção, bem como, permitindo maiores opções de seleção durante a reposição de matrizes (FIGUEIREDO, 2008).

Entidades públicas e privadas vêm fazendo seu papel na transmissão de conhecimento, gerando e publicando informações, alternativas e resultados para o produtor de carne ovina melhorar sua eficiência de produção. O melhoramento genético das características de importância econômica para a produção de carne ovina da raça Santa Inês e demais raças no Brasil, caminha a passos moderados.

Devido à falta de estudos com estimativas de parâmetros genéticos para características reprodutivas, o objetivo geral deste trabalho foi estimá-los e através destes, traçar estratégias de seleção que favoreçam a melhoria da eficiência reprodutiva em ovinos de corte.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. A raça Santa Inês**

A raça deslanada de ovinos Santa Inês é um grupo genético naturalizado no Nordeste brasileiro, proveniente de sucessivos cruzamentos entre animais da raça Bergamácia com ovinos da raça Crioula e Morada Nova (LANDIM et al., 2011). Por ter surgido em região de baixa latitude, apresentam estro durante todo o ano, ou seja, são poliéstricas não estacionais em condições tropicais, possibilitando três parições em dois anos (OLIVEIRA et al., 2014).

Em estudo sobre a distribuição geográfica de raças de ovinos no Brasil (Figura 2), com dados da Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO), McManus et al. (2014) verificaram que a raça Santa Inês possui o maior número de rebanhos registrados comparado com outras raças, sendo 3.397 rebanhos distribuídos em 1385 municípios.

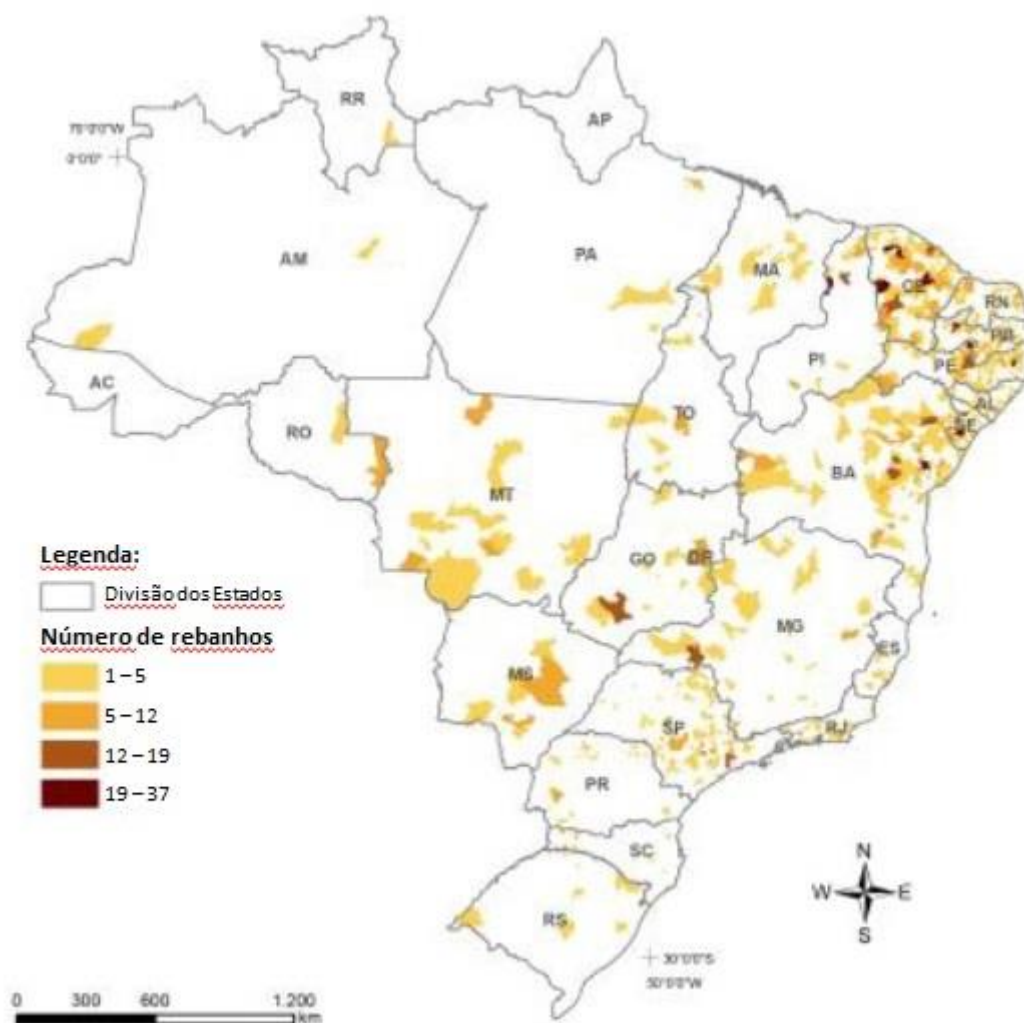


Figura 2. Distribuição dos rebanhos registrados na Associação Brasileira de Criadores de Ovinos da raça Santa Inês no Brasil. Fonte: McManus et al. (2014).

A presença em praticamente todo território nacional se deve em grande parte à alta adaptabilidade aos diversos climas brasileiros e, ainda, a propaganda realizada pelas associações da raça. Segundo Bueno et al. (2006), as ovelhas Santa Inês possuem características extremamente interessantes como: maior rusticidade, menores exigências nutricionais, acentuada habilidade materna e menor suscetibilidade a endo e ectoparasitas. Além disso, fêmeas dessa raça ainda apresentam outra característica de interesse, pois manifestam o estro com o cordeiro ao pé, contribuindo para maior velocidade no ciclo de produção (CUNHA et al., 2004).

No entanto, conforme Rego Neto et al. (2014b) relataram sobre os criadores do Piauí, e que pode ser considerado para o cenário nacional, muitos deles direcionaram suas criações pensando apenas nas exposições e leilões, ou seja, na compra de campeões para venda de seus filhos. Com isso, a seleção continua praticada apenas com o intuito de padronizar a raça, considerando na maioria das vezes apenas o exterior (fenótipo) sem se preocupar com desempenho produtivo e reprodutivo da raça.

## 2.2. Características reprodutivas estudadas

É entendido como eficiência reprodutiva o somatório de fertilidade, prolificidade e sobrevivência dos cordeiros ao desmame. No entanto, vale ressaltar, que o número de cordeiros nascidos por ovelha acasalada é resultado da fertilidade e da prolificidade, enquanto a sobrevivência dos cordeiros está associada à alimentação adequada durante o período de pré-parto até o desmame aliado à habilidade materna (PILAR, 2002).

A eficiência reprodutiva é um dos principais fatores que interferem na eficiência produtiva de caprinos e ovinos, a exemplo do que ocorre com bovinos e bubalinos. Considerando que condições sanitárias, nutricionais e de bem-estar animal adequadas ao sistema de produção estejam sendo aplicadas, a otimização do sistema produtivo terá como principal limitante a eficiência reprodutiva do rebanho (FONSECA, 2006).

De acordo com alguns estudos no Brasil (MORAIS, 2006; SILVA et al., 2006; McMANUS et al., 2011; AZAMBUJA et al., 2012; LAMPERT et al., 2013), as características ligadas à eficiência reprodutiva são as que apresentam maior valor econômico na maioria dos sistemas de criação de carne ovina, ou seja, a melhora ou a piora nos índices reprodutivos causam maior impacto financeiro na atividade.

O melhoramento genético voltado para a eficiência reprodutiva pode ser realizado por meio da seleção direta para uma característica composta (peso total de cordeiros desmamados por ovelha acasalada) ou pela seleção de uma das características que a compõe (ZISHIRI et al., 2013), citadas anteriormente. Lôbo e Lôbo (2010), Magalhães et al., (2011) e Silva (2014), citam a relação de desmama

como outra característica composta que pode ser utilizada para avaliar a eficiência da ovelha. Essa característica pode ser definida como a razão entre o peso total de cordeiros desmamados e o peso metabólico da matriz no momento da desmama.

As características reprodutivas são expressas de diferentes formas como: ovelha/ano, ovelha/parto (parida), ovelha/acasalada (exposta) e por ovelha/durante toda sua vida. Essas diferentes formas refletem ou não outros fatores, como por exemplo, o número de cordeiros nascidos por ovelha acasalada, que leva em consideração a fertilidade das fêmeas.

No Brasil, a seleção para características reprodutivas é complexa, principalmente devido à baixa qualidade da escrituração zootécnica (quando existente). Dificilmente há registros das ovelhas que foram acasaladas e que não pariram, dos pesos das ovelhas em alguns estágios da vida produtiva (acasalamento, parição e desmama), além de outras informações imprescindíveis para a avaliação da produtividade da fêmea.

#### 2.2.1. Idade ao primeiro parto

A precocidade sexual influencia a rentabilidade da pecuária, por determinar a fertilidade futura da fêmea e a diminuição do número de matrizes improdutivas no campo. Existe variação da idade ao primeiro parto (IPP) entre as raças. Esta característica marca o início do processo reprodutivo das fêmeas e assim a sua redução é de suma importância bioeconômica, pois resulta em aumento da vida útil da matriz, redução do intervalo de gerações e aumento do número de matrizes disponíveis para a reprodução (PÖTTER, 2002; BARBOSA NETO, 2008).

A IPP é a característica mais utilizada como critério de seleção, por ser facilmente obtida e estar relacionada à idade a puberdade (PORTES et al., 2013). Essa característica torna-se de maior valor para as ovelhas de raças exóticas, criadas em zonas temperadas, em virtude da estacionalidade do ciclo estral. As fêmeas que não conceberem na primeira estação de acasalamento, com 6 a 8 meses, só terão a oportunidade de outra fecundação, em estro natural, no ano seguinte, com aproximadamente 18 meses, ocorrendo o primeiro parto por volta de 24 meses (GONÇALVES et al., 1997; FIGUEIREDO, 2008).

Geralmente fêmeas deslanadas entram em puberdade reprodutiva entre 5 e 11 meses, apresentando a idade ao primeiro parto entre 14 e 24 meses, dependendo das condições em que as mesmas são criadas, de forma que o potencial reprodutivo desses animais é fortemente influenciado pelo nível de alimentação oferecido, do nascimento ao primeiro parto. Portanto, borregas que alcançam a puberdade em idade precoce apresentam potencial para serem cobertas aos 7-8 meses de idade e de terem o primeiro parto aos 13-14 meses (SOUZA, 2009).

Estimando efeitos genéticos e fenotípicos sobre características de produção e reprodução em ovinos deslandados do Distrito Federal, Quesada, McManus e Couto (2002), obtiveram média e erro padrão de IPP de  $551,13 \pm 7,24$  e  $502,27 \pm 6,92$  dias para ovinos das raças Santa Inês e Morada Nova, respectivamente. A média de IPP reportada por Figueiredo (2008), em estudo com características reprodutivas em ovinos da raça Santa Inês foi de  $588,56 \pm 112,54$  dias. A autora utilizou o modelo reprodutor e encontrou herdabilidade maior que 1, ou seja, fora do espaço paramétrico, concluindo que este resultado foi devido ao número reduzido de informações ( $n=258$ ) para essa característica. Barbosa Neto (2008) em estudo com dados de animais puros e mestiços das raças Santa Inês, Somalis Brasileira e Poll Dorset, encontrou estimativa de herdabilidade para IPP de  $0,21 \pm 0,28$  e a média para a característica de  $604,11 \pm 166,34$  dias.

Lôbo et al. (2009) encontraram média de idade ao primeiro parto de  $532,71 \pm 90,20$  dias e herdabilidade de  $0,04 \pm 0,01$  em um rebanho multirracial, que incluía animais puros e cruzados da raça Santa Inês. Em um recente estudo com ovinos da raça Santa Inês, Montálván (2013) obteve média de IPP de  $770,81 \pm 224,35$  dias e estimativa de herdabilidade igual a  $0,19 \pm 0,04$ , por meio da inferência bayesiana.

### 2.2.2. Intervalo de partos

O intervalo de partos (IDP) é o tempo decorrido entre dois partos consecutivos de uma mesma ovelha. Esse intervalo é composto pelo período de serviço mais o período de gestação, estando intimamente relacionado com a

duração do período de serviço, uma vez que as variações do período de gestação são mínimas e, portanto, de pouco significado prático (MAIA e DIAS, 1992).

As principais limitações para se obter um menor intervalo de partos estão relacionadas com os seguintes eventos durante o pós-parto: a involução uterina, o retorno à atividade ovariana, a eficiência na detecção de estros, a ocorrência de partos anormais, a condição alimentar e a ocorrência de problemas metabólicos (LOPES JÚNIOR, 2007).

A característica reprodutiva da raça Santa Inês de poliéstrica não-estacional tornou-a uma das raças mais difundidas em propriedades comerciais do Brasil (ARAÚJO et al., 2009; NASCIUTTI et al., 2011). Além disso, animais desta raça mostram ainda possibilidades de, em condições especiais de manejo, apresentarem estro ainda com a cria ao pé, o que diminui acentuadamente o intervalo de partos, sendo possível intervalos inferiores a oito meses (ALMEIDA, 2010).

Alves et al. (2013a) ressaltam que em animais submetidos a estações de monta, a observação do IDP apresenta-se viciada para seleção dos animais, uma vez que os mesmos não apresentam seu desempenho naturalmente, mas sim em função do manejo humano e que para estes casos, é preferível utilizar a característica dias para o parto.

Lôbo (2002) revisou trabalhos encontrados na literatura nacional do ano de 1990 a 2001 com ovinos e divulgou média de IDP para raças deslançadas de  $279,71 \pm 39,94$  dias, utilizando dois trabalhos como referência. Para a herdabilidade desta característica, o autor encontrou apenas um trabalho sendo reportador o valor de 0,12. Quesada, McManus e Couto (2002), divulgaram média e erro padrão de IDP de  $325,02 \pm 7,66$  e  $284,81 \pm 5,17$  dias para ovinos das raças Santa Inês e Morada Nova, respectivamente.

Em trabalho com dados reprodutivos de Santa Inês, Figueiredo (2008) obteve média de IDP de  $284,7 \pm 68,13$  dias. Os resultados das estimativas de herdabilidade reportados pela autora foram de 0,16 e 0,10, sendo o primeiro resultado obtido quando as demais características (número de cordeiros por parto e fertilidade ao parto) foram consideradas contínuas e o segundo obtido quando foram consideradas categóricas. Média semelhante de  $283,07 \pm 84,87$  para IDP foi relatado por Barbosa Neto (2008) quando avaliou cruzamentos de ovinos das raças Dorper, Poll Dorset,

Santa Inês e Somalis Brasileira. Apesar disso, a estimativa de herdabilidade não seguiu o mesmo comportamento, o valor obtido pelo autor neste estudo foi de  $0,02 \pm 0,03$ .

Melo Neto et al. (2013) encontraram para IDP média de  $361,66 \pm 78,15$  dias e estimativa de herdabilidade de 0,07 em um rebanho da raça Santa Inês criado no Semiárido Nordeste.

### 2.2.3. Número de cordeiros nascidos

A prolificidade (NCN) é um componente importante da eficiência reprodutiva em ovinos, que por sua vez tem um grande impacto sobre a rentabilidade dos sistemas de produção. Simplificando, a melhoria da eficiência reprodutiva leva ao aumento do número cordeiros para venda, com o potencial de gerar maiores retornos financeiros. No entanto, esse aumento está associado a custos mais elevados, pois as ovelhas gestando mais de um cordeiro por parto têm maiores exigências nutricionais durante a gestação e lactação (SWAN, 2009).

A prolificidade possui grande contribuição relacionada com o ganho genético anual nos rebanhos em que se pratica seleção. Menores índices de prolificidade associados a baixas taxas de desmame implicam em menor número de cordeiros desmamados por matriz por ano, o que dificulta a reposição do plantel, diminui a pressão de seleção e aumenta o intervalo de geração, além de diminuir a taxa de desfrute do rebanho (REGO NETO et al. 2014a).

Trabalhando com informações de número de cordeiros nascidos/parto de fêmeas da raça Santa Inês, Sousa et al. (2000) obtiveram estimativas de herdabilidade de  $0,09 \pm 0,04$ , sob modelo animal linear; 0,07, sob modelo reprodutor linear; 0,13, sob modelo reprodutor limiar; e média para essa característica de  $1,26 \pm 0,43$  cordeiros. Figueiredo (2008) também trabalhando com informações de fêmeas Santa Inês encontrou média de  $1,22 \pm 0,41$  cordeiros nascidos/parto e herdabilidade de 0,12 e 0,16, considerando a variável como contínua e discreta, respectivamente. Nestes dois trabalhos citados, os autores codificaram o número de cordeiros nascidos como 1 para nascimento simples e 2 para nascimento múltiplo.

No Ceará, Ximenes et al. (2009) reportaram média de NCN por ovelha/exposta de  $1,60 \pm 0,24$  cordeiros para ovelhas sem padrão racial definido (SPRD) acasaladas com reprodutores das raças Santa Inês, Somalis Brasileira, Texel e Dorper. Trabalhando com dados do Núcleo de Melhoramento Genético Participativo de animais da raça Morada Nova, controlados pelo Programa de Melhoramento Genético de Caprinos e Ovinos de Corte (GENECOC), Oliveira, Facó e Shiotsuki (2011), obtiveram média de  $1,39 \pm 0,49$  para prolificidade e herdabilidade de  $0,20 \pm 0,09$ . Também com a raça Morada Nova, Sousa et al. (2013) estimaram parâmetros genéticos para prolificidade e reportaram média de  $1,55 \pm 0,49$  cordeiros. A herdabilidade estimada neste estudo foi 0,59, ou seja, de alta magnitude, a justificativa dos autores para este resultado foi devido, provavelmente, à presença na população do gene de efeito maior “Growth and Differentiation Factor 9 - GDF9”, que possui associação com a prolificidade, como reportado por Silva et al. (2011).

#### 2.2.4. Número de cordeiros desmamados

Um dos principais índices zootécnicos utilizados para avaliar a eficiência de sistemas intensivos de produção de ovinos é o número de cordeiros desmamados por ovelha (NCD) (MORENO et al. 2010). A fertilidade ao parto, a prolificidade, a habilidade materna e a sobrevivência das crias afetam fortemente o número de crias desmamadas e por consequência a taxa de reprodução (SIMPLÍCIO; AZEVEDO, 2014). Apesar de o NCD ser uma característica essencial no estudo de características reprodutivas, são poucos trabalhos na literatura nacional referente a parâmetros genéticos e componentes de (co)variância, envolvendo esta característica tanto na raça Santa Inês como em outras raças.

Estimando componentes de variância e parâmetros genéticos para características de reprodução por intermédio de Modelos Lineares e de Limiar, Sousa et al. (2000) obtiveram herdabilidades para número de cordeiros desmamados/ovelha parto de  $0,01 \pm 0,01$ , sob modelo animal linear;  $0,04$ , sob modelo reprodutor linear;  $0,05$ , sob modelo reprodutor limiar, e média para essa característica de  $1,04 \pm 0,46$  cordeiros desmamados, em ovinos da raça Santa Inês.

Na revisão de literatura sobre parâmetros genéticos feita por Safari e Fogarty (2003), os autores reportaram valores de herdabilidade variando entre 0,02 e 0,19 para NCD por ovelha exposta e entre 0,01 e 0,17 para NCD por ovelha parida, em diversas raças. Ximenes et al. (2009) avaliaram o desempenho reprodutivo de ovelhas SPRD acasaladas com reprodutores de raças especializadas para corte no Ceará e reportaram média de  $1,47 \pm 0,21$  NCD por ovelha exposta.

No Marrocos, Boujenane et al. (2013) trabalhando com dados reprodutivos e de pesos de ovelhas D'man, reportaram média de NCD por ovelha parida de  $2,03 \pm 0,98$ . Os autores citam que essa média é alta comparada com a média encontrada para a mesma raça em anos anteriores e que isso pode ser explicado pela melhoria nas condições e no manejo nutricional ocorrida durante os anos.

No Irã, Mohammadi et al. (2014) reportaram média de  $0,74 \pm 0,50$  NCD por ovelha parida em ovelhas da raça Zandi e, Nabavi et al. (2014) observaram média de  $0,99 \pm 0,43$  NCD por ovelha exposta e obtiveram herdabilidade direta de  $0,032 \pm 0,01$  em ovelhas da raça Ghezel, utilizando inferência bayesiana.

#### 2.2.5. Habilidade de criação da ovelha

A sobrevivência do cordeiro até o desmame expressa como característica da fêmea, comumente chamada de habilidade de criação (HC), taxa de desmame ou taxa de sobrevivência pode ser definida como a razão entre o número de cordeiros desmamados e o número de cordeiros nascidos. Essa é uma característica complexa influenciada por diferentes fatores associados ao manejo, ao clima, ao comportamento da ovelha e cordeiro, bem como aos efeitos genéticos (SMITH, 1977; CHRISTLEY et al, 2003; EVERETT-HINCKS et al., 2005; VATANKHAH, 2013).

A eficiência de produção ovina pode ser conseguida com o aumento do desempenho reprodutivo das ovelhas e da velocidade de crescimento dos cordeiros. Um dos principais pontos de estrangulamento da produção ovina é o número de cordeiros nascidos e desmamados por ovelha/ano. Por isso, a mortalidade de cordeiros após o parto é uma das causas mais importantes da baixa eficiência reprodutiva da ovinocultura (MORAES, 2011).

Costa et al. (1990) e Matika et al. (2003) relatam que a taxa de mortalidade dos cordeiros (do nascimento ao desmame) é muito mais importante no sistema produtivo, pois não há interesse zootécnico em fêmeas altamente prolíficas, mas com reduzida capacidade para criar seus filhotes. Em dados encontrados na literatura brasileira, Sousa, Lôbo e Morais (2003) reportaram média de 0,8 para a taxa de desmame, em ovelhas da raça Santa Inês.

Em ovinos da raça Merino, Swan et al. (2001) reportaram média de HC de  $0,82 \pm 0,08$  e herdabilidade de  $0,02 \pm 0,01$ . Safari e Fogarty (2003) revisaram estimativas de herdabilidade para habilidade de criação e encontraram variação entre 0,00 e 0,14, em diferentes raças. Afoyalan et al. (2008), avaliando o desempenho reprodutivo de ovelhas cruzadas, obtiveram média de  $0,83 \pm 0,01$  para sobrevivência do cordeiro como característica da ovelha e média de herdabilidade de  $0,03 \pm 0,02$ .

Trabalhando com dados de ovelhas de diferentes raças e rebanhos na Nova Zelândia, Everett-Hincks e Cullen (2009) reportaram média de  $0,84 \pm 0,25$  para sobrevivência até o desmame e herdabilidade para esta característica de  $0,01 \pm 0,01$ . No Ceará, Ximenes et al. (2009) estudando o desempenho reprodutivo de ovelhas sem padrão racial definido (SPRD) acasaladas com reprodutores de raças especializadas para corte reportaram média de  $0,82 \pm 0,15$  para taxa de sobrevivência ao desmame.

#### 2.2.6. Peso total dos cordeiros ao nascer e ao desmame

O peso dos cordeiros ao nascer e ao desmame são componentes importantes na avaliação geral da produtividade do rebanho, por causa dos seus efeitos na sobrevivência e na taxa de crescimento dos cordeiros, e como consequência, no peso total de cordeiros comercializados (IMAN; SLYTER, 1996). Assim, características relacionadas à habilidade materna, como peso total das crias ao nascimento (PTCN) e ao desmame (PTCD) devem ser avaliadas para mensurar a eficiência dos rebanhos de ovinos (MAGALHÃES et al. 2011).

Sousa, Silva e Almeida (1999) encontraram estimativa de herdabilidade para PTCD por ovelha exposta de  $0,12 \pm 0,03$  e média para a característica de  $22,8 \pm 6,4$

kg em ovinos da raça Santa Inês oriundos de três rebanhos experimentais. Avaliando os parâmetros produtivos de ovinos das raças Santa Inês e Morada Nova, Machado, Fernandes e Selaive-Villarroel (2000) obtiveram valores de PTCN e PTCD, ambos por ovelha parida, de 4,83 e 3,30 kg e 21,17 e 15,16 kg para as raças Santa Inês e Morada Nova, respectivamente.

Avaliando animais puros e cruzados das raças Santa Inês, Somalis Brasileira, Dorper e Poll Dorset, Barbosa Neto (2008) obteve média de PTCN de  $4,82 \pm 1,61$  kg e PTCD de  $16,21 \pm 8,80$  kg. As herdabilidades estimadas foram de  $0,19 \pm 0,04$  para PTCN e  $0,05 \pm 0,02$  para PTCD.

Em rebanho multirracial, Lôbo et al. (2009) reportaram média da característica e estimativa de herdabilidade por ovelha parida para PTCN de  $4,95 \pm 1,55$  kg e  $0,15 \pm 0,02$ , e para PTCD de  $18,34 \pm 6,73$  kg e  $0,11 \pm 0,02$ . Lôbo et al. (2012), utilizando o mesmo banco de dados, mas com incremento no número de animais, obtiveram valores superiores de herdabilidade, sendo  $0,26 \pm 0,05$  para PTCN e  $0,32 \pm 0,06$  para PTCD. As médias de PTCN e PTCD para os animais da raça Santa Inês foram  $5,12 \pm 1,58$  kg e  $16,56 \pm 8,07$  kg, respectivamente.

Shiotsuki et al. (2014), trabalhando com dados de ovinos da raça Morada Nova no semiárido brasileiro, reportaram média para PTCN de  $3,47 \pm 1,22$  kg e para PTCD (ajustado para 112 dias) de  $15,57 \pm 6,30$  kg. As herdabilidades encontradas pelos autores em análises bicaracterísticas foram de 0,41 para PTCN e 0,23 para PTCD.

#### 2.2.7. Relação de nascimento e de desmama

Ovelhas com elevado peso adulto e/ou elevada produção de leite tendem a produzir cordeiros mais pesados no nascimento, desmame ou no abate, no entanto podem não ser as mais eficientes (LÔBO et al. 2012). Isso ocorre devido, principalmente, a maior exigência nutricional requerida por essas ovelhas ao longo de suas vidas, acarretando em um aumento no custo de manutenção desses animais, que pode não ser proporcional ao retorno econômico obtido pela quantidade de kg de cordeiros vendidos para abate.

Para contornar este viés, pode se utilizar a razão entre PTCN e o peso metabólico da ovelha no momento do nascimento e a razão entre PTCD e o peso metabólico da ovelha no momento do desmame, chamadas de relação de nascimento (RELN) e relação de desmama (RELD), respectivamente. Essas duas características tornam mais justas as comparações entre ovelhas de diferentes tamanhos e selecionando aquelas mais eficientes, sendo a RELD mais comumente utilizada.

Carson, Irwin e Kilpatrick (2001) comparando ovelhas Scottish Blackface e Cheviot cruzadas com cinco diferentes raças paternas, encontraram diferença significativa no peso total dos cordeiros por ovelha parida, sendo maior para as ovelhas Cheviot. No entanto, em comparação a RELD por ovelha parida, não foi observada diferença significativa entre as ovelhas.

Estimando parâmetros genéticos para características reprodutivas, Lôbo et al. (2012) encontraram média para RELD de  $1,08 \pm 0,36$  e herdabilidade de  $0,10 \pm 0,02$ , concluindo que a seleção para essa característica, apesar de ser baixa, levaria a ganhos na produtividade das ovelhas sem aumentar o tamanho adulto destes animais.

Shiotsuki et al. (2014) reportaram média para RELN de  $0,27 \pm 0,08$  e para RELD de  $1,22 \pm 0,56$ , trabalhando com dados de ovinos da raça Morada Nova. As herdabilidades encontradas pelos autores foram 0,41 para RELN e 0,23 para RELD. Em ovinos da raça Somalis Brasileira, Magalhães (2011) e Alves et al. (2013b) obtiveram média para RELD de  $1,11 \pm 0,32$  e  $1,19 \pm 0,07$  e herdabilidade de 0,27 e 0,10, respectivamente.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFOLAYAN, R. A.; FOGARTY, N. M.; GILMOUR, A. R.; INGHAM, V. M.; GAUNT, G. M.; CUMMINS, L. J. Reproductive performance and genetic parameters in first cross ewes from different maternal genotypes. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 804-814, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2527/jas.2007-0544>>.

AGÊNCIA BRASIL. Aumento de preços de ração e seca reduzem rebanho nacional em 2012. **CORREIO BRAZILIENSE**, Brasília, 10 out. 2013. Disponível em: <[http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2013/10/10/internas\\_economia,392649/aumento-de-precos-de-racao-e-seca-reduzem-rebanho-nacional-em-2012.shtml](http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2013/10/10/internas_economia,392649/aumento-de-precos-de-racao-e-seca-reduzem-rebanho-nacional-em-2012.shtml)>. Acesso em: 13 dez. 2013.

ALMEIDA, F. G. **Regime alimentar para ganho compensatório de ovinos em confinamento: Pesos e rendimentos de carcaça e dos demais constituintes corporais comestíveis**. 2010. 59 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

ALVES, A. A. C.; MARTINS JUNIOR, C. T.; PORCIUNCULA, J. A.; BRAGA, A. N.; GALVÃO, M. A. A.; LÔBO, R. N. B. Parâmetros genéticos estimados sob um modelo multicaracterística para características reprodutivas de ovelhas da raça Morada Nova. In: Congresso Nordestino de Produção Animal, 8., 2013, Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza: CNPA, 2013a.

ALVES, A. A. C.; MARTINS JUNIOR, C. T.; PORCIUNCULA, J. A.; LÔBO, R. N. B. Estimativas de parâmetros genéticos para relação de desmame e peso da matriz ao desmame das crias em ovinos da raça Somalis Brasileira. In: Encontro de Iniciação Científica da Universidade Estadual Vale do Acaraú, 15., 2013, Sobral. **Anais eletrônicos...**, Sobral: UVA, 2013b. Disponível em: <[http://www.uvanet.br/ini\\_cien/anais.php](http://www.uvanet.br/ini_cien/anais.php)>. Acesso em: 18 mar. 2015.

ARAÚJO, R. C.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; RODRIGUES, G. H.; URANO, F. S.; RIBEIRO, M. F.; OLIVEIRA, C. A.; VIAU, P.; DAY, M. L. Postpartum ovarian activity of Santa Inês lactating ewes fed diets containing soybean hulls as replacement for coastcross (*Cynodon sp.*) hay. **Small Ruminant Research**, v. 81, p. 126-131, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/S0021859601001277>>.

AZAMBUJA, R. C. C.; CARDOSO, F. F.; YOKOO, M. J. I.; DIONELLO, N. J. L.; ALVES, R. M.; LÔBO, R. N. B. Valores econômicos para características produtivas de ovinos: Desenvolvimento de objetivos e critérios de seleção em sistemas de produção baseados em pastagem nativa no bioma Pampa do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 9., 2012, João Pessoa. **Anais...**, João Pessoa: SBMA, 2012. 1 CD-ROM.

BARBOSA NETO, A. C. **Avaliação de cruzamentos de ovinos das raças Dorper, Poll Dorset, Santa Inês e Somalis Brasileira**. 2008. 47 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

BARBOSA NETO, A. C.; OLIVEIRA, S. M. P.; FACÓ, O.; LÔBO, R. N. B. Efeitos genéticos aditivos e não-aditivos em características de crescimento, reprodutivas e habilidade materna em ovinos das raças Santa Inês, Somalis Brasileira, Dorper e Poll Dorset. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 1943-1951, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000900012>>.

BOUJENANE, I.; CHIKHI, A.; SYLLA, M.; IBNELBACHYR, M. Estimation of genetic parameters and genetic gains for reproductive traits and body weight of D'man ewes. **Small Ruminant Research**, v. 113, p. 40-46, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.02.009>>.

BUENO, M. S.; CUNHA, E. A.; SANTOS, L. E. dos; VERÍSSIMO, C. J. **Santa Inês: uma boa alternativa para a produção intensiva de carne de cordeiros na região Sudeste**. 2006. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2006\\_2/Santalnes/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Santalnes/index.htm)>. Acesso em: 21 set. 2014.

CARSON, A. F.; IRWIN, D.; KILPATRICK, D. J. A comparison of Scottish Blackface and Cheviot ewes and five sire breeds in terms of lamb output at weaning in hill sheep systems. **Journal of Agricultural Science**, v. 137, p. 221-233, 2001. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/S0021859601001277>>.

CHRISTLEY, R. M.; MORGAN, K. L.; PARKIN, T. D. H.; FRENCH, N. P. Factors Related to the Risk of Neonatal Mortality, Birth-weight and Serum Immunoglobulin Concentration in Lambs in the UK. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 57, p. 209-226, 2003. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0167-5877\(02\)00235-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-5877(02)00235-0)>.

CUNHA, E. A.; BUENO, M. S.; SANTOS, L. E.; VERÍSSIMO, C. J. **Produção de ovinos para corte**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2004, 176 p. (Série APTA. Boletim técnico, 48).

COSTA, M. J. R.; QUEIROZ, S. A.; RIBEIRO, J. L. C. Avaliação de alguns aspectos do desempenho de ovinos da raça Morada Nova na região de Franca - SP. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, p.340-346, 1990.

EVERETT-HINCKS, J. M.; LOPEZ-VILLALOBOS, N.; BLAIR, H. T.; STAFFORD, K. J. The effect of ewe maternal behaviour score on lamb and litter survival. **Livestock Production Science**, v. 93, p. 51–61, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.006>>.

EVERETT-HINCKS, J. M.; CULLEN, N. G. Genetic parameters for ewe rearing performance. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 2753–2758. 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2527/jas.2008-0858>>.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistic Division. **Production, live animals**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 20 dez. 2014.

FIGUEIREDO, C. L. **Estimativas de componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para características reprodutivas em ovinos da raça Santa Inês utilizando modelos linear e de limiar**. 2008. 66 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

FONSECA, J. Otimização da Eficiência Reprodutiva em Caprinos e Ovinos. In: Encontro Nacional de Produção de Caprinos e Ovinos, 1., 2006, Campina Grande-PB. **Anais...** Campina Grande: SEDAP; SEBRAE; INSA; ARCO, 2006. 1 CD-ROM.

GONÇALVES, H. C.; SILVA, M. A.; REGAZZI, A. J.; LOPES, P. S.; MARTINS, E. N.; RAMOS, A. A. Fatores genéticos e de meio na idade ao primeiro parto de caprinos leiteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, p. 485-493, 1997.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal 2013**. v. 41. Rio de Janeiro, 2014 Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2013/default.shtm>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

IMAN, N. Y.; SLYTER, A. L. Lifetime Lamb and Wool Production of Targhee or Finn-Dorset-Targhee Ewes Managed as Farm or Range Flock: I. Average Annual Ewe Performance. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 1757 – 1764, 1996.

LAMPERT, V. do N.; YOKOO, M. J. I.; AZAMBUJA, R. C. C.; MORAIS, O. R. de; LOBO, R. N. B.; MORAES, J. C. F.; ALVES, R. M.; CARDOSO, F. F. Economic values for production traits of sheep raised on native pastures of the Pampa biome in Brazil. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 50., 2013, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2013. 1 CD-ROM.

LANDIM, A. V.; CASTANHEIRA, M.; FIORAVANTI, M. C. S.; PACHECO, A.; CARDOSO, M. T. M.; LOUVANDINI, H.; McMANUS, C. Physical, chemical and sensorial parameters for lambs of different groups, slaughtered at different weights. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43, p. 1089-1096, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11250-011-9806-4>>.

LÔBO, R.N.B. **Melhoramento genético de caprinos e ovinos: desafios para o mercado**. Sobral: Embrapa: CNPC, 2002.36 p. (Embrapa-CNPC. Documentos 39).

LÔBO, A. M. B. O.; LÔBO, R. N. B.; PAIVA, S. R.; OLIVEIRA, S. M. P.; OLIVARDO, F. Genetic parameters for growth, reproductive and maternal traits in a multibreed meat sheep population. **Genetics and Molecular Biology**. São Paulo, v. 32, n. 4, p. 761-770, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-47572009005000080>>.

LÔBO, R. N. B.; LÔBO, A. M. B. O. An Evaluation Of The Ratio of Lambs Weight to Ewe Weight As An Indicator of Ewe Efficiency. In: World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 9., Leipzig. **Proceedings...** Leipzig: World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 2010. 1 CD-ROM.

LÔBO, R. N. B.; JÚNIOR, G. A. F.; LÔBO, A. M. B. O.; FACÓ, O. Genetic (co) variance components for ratio of lamb weight to ewe metabolic weight as an indicator of ewe efficiency. *Livestock Science*, v. 143, n. 2, p. 214-219, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2011.09.014>>.

LOPES JÚNIOR, E. S. Manejo reprodutivo de ovinos e caprinos. In: PECNORDESTE - SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA, 11, 2007, Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza: FAEC, 26p, 2007.

MACHADO, J. B. B.; FERNANDES, A. A. O.; SELAIVE-VILLARROEL, A. B. Parâmetros produtivos de ovinos das raças Santa Inês e Morada Nova em pastagem cultivana no Estado do Ceará. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 2, p. 89-95, 2000.

MAGALHÃES, A. F. B.; LÔBO, R. N. B.; FACÓ, O.; MORAIS, O. R. de.; ALBUQUERQUE, F. H. M. A. R. de.; SARMENTO, J. L. R. Estimativa de parâmetros genéticos para características de habilidade materna em ovinos da raça Somalis Brasileira. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 48., 2011, Belém. **Anais...**, Belém: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2011. 1 CD-ROM.

MAIA, M. S.; DIAS, R. P. **Desempenho produtivo de ovinos da raça Santa Inês, no Acre**. Rio Branco: EMBRAPA/CPAF, 1992. 16p. (Boletim de Pesquisa, 5).

MATIKA, O.; VAN WYK, J. B.; ERASMUS, G. J.; BAKER, R. L. Genetic parameter estimates in Sabi sheep. **Livestock Production Science**, v. 79, p. 17-28. 2003. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00129-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00129-X)>.

McMANUS, C.; PINTO, B. F.; MARTINS, R. F. S.; LOUVADINI, H.; PAIVA, S. R.; BRACCINI NETO, J.; PAIM, T. P. Selection objectives and criteria for sheep in Central Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 12, p. 2713-2720, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011001200014>>.

McMANUS, C. M.; HERMUCHE, P.; PAIVA, S. R.; MORAIS, J. C. F.; PAULA, F.; MELO, C. B.; MENDES, C. Q. **Distribuição geográfica de raças de ovinos no Brasil e sua relação com fatores ambientais e climáticos, como a classificação de risco para a conservação**. Bagé: ARCO, 2014. 27 p. (Documentos).

MELO NETO, F. V. O.; MACIEL, T. N.; MONTENEGRO, A. R.; MUNIZ, L. M. S.; CARNEIRO, F. F. D.; LÔBO, R. N. B. Parâmetros genéticos para características reprodutivas de um rebanho da raça Santa Inês criado no Semiárido nordestino. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 8., 2013, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UVA, 2013.

MOHAMMADI, K.; NASSIRI, M. T. B.; RAHMATNEJAD, E.; ABDOLLAHI-ARPAHAHI, R.; HOSSAINI, S. M. R.; NADAR, S. H. Genetic correlations between growth and reproductive traits in Zandi sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 46, p. 895-899, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11250-014-0571-z>>.

MONTALVÁN, Z.C. R. **Estimativas de parâmetros genéticos de características reprodutivas de ovinos Santa Inês utilizando inferência Bayesiana**. 2013. 39 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013.

MORAES, A. B. **Habilidade materna de ovelhas Corriedale e sua relação com a sobrevivência e desenvolvimento de cordeiros**. 2011. 99 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

MORAIS, O. R. de. **Valores econômicos para características de produção de ovinos Santa Inês**. 2006. 50f. Tese (Doutorado em Ciências Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

MORENO, G. M. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; ROSSI, R. C.; PEREZ, H. L.; LEÃO, A. G.; ZEOLA, N. M. B. L.; SOUZA JÚNIOR, S. C. Desempenho e rendimentos de carcaça de cordeiros Ile de France desmamados com diferentes idades. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 4, p. 1105-1116, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402012000400013>>.

NABAVI, R.; ALIJANI, S.; TAGHIZADEH, A.; RAFAT, S. A.; BOHLOULI, M. Genetic study of reproductive traits in Iranian native Ghezel sheep using Bayesian approach. **Small Ruminant Research**, v. 120, p. 189-195, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.05.008>>.

NASCIUTTI, N. R.; OLIVEIRA R. S. B. R.; SILVA, N. C.; FRANCO, M. T. F.; TSURUTA, S. A.; FERREIRA I. C.; SAUTI, J. P. E. Avaliação clínica da involução uterina em ovelhas da raça Santa Inês. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 4, p. 649-655, 2011.

OLIVEIRA, D. P.; FACÓ, O; SHIOTSUKI, L. Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodutivas para ovinos da raça Morada Nova. In: Encontro de Pós Graduação UVA, 6., 2011, Sobral. **Anais...** Sobral: Universidade Estadual Vale do Acaraú. 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54760/1/AAC-Estimativas-de-parametros-geneticos.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2014.

OLIVEIRA, P. A.; CIRNE, L. G. A.; Almeida, D. C.; OLIVEIRA, G. J. C.; JAEGER, S. M. P. L.; STRADA, E. S. O.; BAGALDO, A. R.; OLIVEIRA, R. L. Desempenho reprodutivo de ovelhas mestiças da raça Santa Inês em *Brachiaria* humidícula e efeito do sexo no ganho de peso de cordeiros. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 66, n. 1, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352014000100013>>.

PILAR, R. C.; PÉREZ, J. R. O.; SANTOS, C. L.; PEDREIRA, B. C. **Manejo reprodutivo da ovelha: recomendações para uma parição a cada 8 meses.** Lavras: UFLA, 2002. 22 p. (UFLA. Boletim Agropecuário)

PORTES, J. V.; SOMAVILLA, A. L.; DIAS, L. T.; TEIXEIRA, R. de A. Parâmetros genéticos para características avaliadas visualmente e reprodutivas em ovinos Suffolk. In: Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, 10., 2013, Uberaba. **Anais eletrônicos...** Uberaba: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2013. Disponível em: <<http://sbmaonline.org.br/anais/x/trabalhos/>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

PÖTTER, V. J. O papel das novas raças na produção de carne. In: Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, 3., Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2002. p. 156-164.

QUESADA, M., McMANUS, C., COUTO, D.A. Efeitos genéticos e fenotípicos sobre características de Produção e Reprodução de Ovinos Deslanados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p. 342-349, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000200008>>.

REGO NETO, A. D. A.; SARMENTO, J. L. R.; SANTOS, N. P. D. S.; BIAGIOTTI, D.; dos SANTOS, G. V.; SENA, L. S.; GUIMARÃES, F. F. Efeitos ambientais sobre características reprodutivas em ovinos Santa Inês. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 1, 2014a. Disponível em: <<http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/2856/1484>>. Acesso em 10 out. 2014.

REGO NETO, A. D. A.; SARMENTO, J. L. R.; SANTOS, N. P. D. S.; BIAGIOTTI, D.; dos SANTOS, G. V.; CAMPELO, J. E. G.; SENA, L. S.; FIGUEIREDO FILHO, L. A. S. Estrutura e distribuição geográfica do rebanho de ovinos Santa Inês no Estado do Piauí. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 2, 2014b. Disponível em: <<http://www.rbspa.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/3027/1552>>. Acesso em 10 out. 2014.

SAFARI, A.; FOGARTY, N. M. **Genetic paramters for sheep production traits: estimates from the literature.** ORANGE: NSW Agriculture, 2003. 98p. (Technical Bulletin, 49).

SHIOTSUKI, L.; OLIVEIRA, D. P. de; LÔBO, R. N. B.; FACÓ, O. Genetic parameters for growth and reproductive traits of Morada Nova sheep kept by smallholder in semi-arid Brazil. **Small Ruminant Research**, v. 120, n. 2, p. 204-208, 2014.

SILVA, A. V. R.; SANTO, E. E.; PINTO, B. F.; MARTINS, R. F. S.; LOUVANDINI, H.; ROHR, S. A.; REZENDE, M. J. M.; MURATA, L. S.; QUEIROZ, É. A. P.; PAIVA, S. R.; GARCIA, J. A. S.; McMANUS, C. M. **Pesos econômicos para características de produção em ovinos no DF**. Brasília: UNB: Cadernos do CEAM, v. 25, p. 61-82, 2006.

SILVA, B. D. M.; CASTRO, E. A.; SOUZA, C. J. H.; PAIVA, S. R.; SARTORI, R.; FRANCO, M. M.; AZEVEDO, H. C.; SILVA, T. A. S. N.; VIEIRA, A. M. C.; NEVES, J. P.; MELO, E. O. A new polymorphism in the Growth and Differentiation Factor 9 (GDF9) gene is associated with increased ovulation rate and prolificacy in homozygous sheep. **Animal Genetics**, v. 42, n. 1, p. 89-92, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2052.2010.02078.x>>.

SILVA, P. K. A. **Estimativas de parâmetro genético para características de habilidade materna e reprodutivas em fêmeas da raça Santa Inês**. 2014. 37f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2014.

SIMPLÍCIO, A. A.; AZEVEDO, H. C. Manejo reprodutivo: Foco na taxa de reprodução. **Acta Veterinaria Brasileira**, Mossoró, v. 8, Supl. 2, p. 320-331, 2014. Disponível em: <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/acta/article/viewFile/3963/5437>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

SMITH, G. M. Factors Affecting Birth Weight, Dystocia and Preweaning Survival in Sheep. **Journal of Animal Science**, v. 44, p. 745-753, 1977. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2134/jas1977.445745x>>.

SOUSA, W. H.; PEREIRA, C. S.; BERGMANN, J. A. G.; SILVA, F. L. R. Estimativa de componentes de variância e de parâmetros genéticos para características e reprodução por intermédio de modelos lineares e de limiar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p.2237-2247, 2000.

SOUSA, W. H.; SILVA, F. L. R.; ALMEIDA, S. A. Estimativa de herdabilidade para peso total de crias desmamadas em ovinos da raça Santa Inês. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. 1 CD-ROM.

SOUSA, W.H.; LÔBO, R.N.B.; MORAIS, O.R. Ovinos Santa Inês: estado da arte e perspectivas. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SHEEP AND GOAT PRODUCTION, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA, 2003, p. 501-522.

SOUSA, D. R. de; SHIOTSUKI, L.; LOBO, R. N. B.; FACÓ, O.; MARTINS JUNIOR, C. T.; ALVES, A. A. C. Estimativa de parâmetros genéticos para prolificidade em ovinos da raça Morada Nova. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 8., 2013, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UVA, 2013.

SOUZA, D. A. Elevando a produtividade - idade ao primeiro parto. **FARMPPOINT**, Piracicaba, 30 dez. 2009. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br/cadeia-produtiva/dicas-de-sucesso/elevando-a-produtividade-idade-ao-primeiro-parto-58157n.aspx>>. Acesso em: 15 out. 2014.

SOUZA, D. A. Atualidades do mercado doméstico da carne ovina. **FARMPPOINT**, Piracicaba, 4 nov. 2014. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br/cadeia-produtiva/conjuntura-de-mercado/atualidades-do-mercado-domestico-da-carne-ovina-91940n.aspx>>. Acesso em: 20 dez. 2014.

SWAN, A. A.; PIPER, L. R.; BREWER, H. G.; PURVIS, I. W. Genetic variation in reproductive performance of fine wool Merinos. In: Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics Conference, 14., 2001, Queenstown. **Proceedings...**, Queenstown: AAABG, 2001.

SWAN, A. A. The economics of litter size in meat sheep. In: Helen Newton Turner Memorial International Workshop, 2009, Maharashtra. **Proceedings...** Maharashtra: ACIAR, 2009. p. 170-176.

VATANKHAH, M. Estimation of the Genetic Parameters for Survival Rate in Lori-Bakhtiari Lambs Using Linear and Weibull Proportional Hazard Models. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 15, n. 6, p. 1133-1143, 2013.

XIMENES, L. J. F.; OLIVEIRA, S. M. P. de; VILLARROEL, A. B. S.; MARTINS, G. A.; BOZZI, R. Desempenho reprodutivo de ovelhas SPRD Acasaladas com reprodutores de Raças especializadas para corte no estado do Ceará. **Revista Científica de Produção Animal**, Paraíba, v. 11, n. 1, p. 63-71, 2009.

ZISHIRI, O. T.; CLOETE, S. W. P.; OLIVIER, J. J.; DZAMA, K. Genetic parameters for growth, reproduction and fitness traits in the South African Dorper sheep breed, 2013. **Small Ruminant Research**, v. 112, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.01.004>>.

## **CAPÍTULO 2 – ESTIMAÇÃO DE COMPONENTES DE (CO)VARIÂNCIA E PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS EM OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS UTILIZANDO INFERÊNCIA BAYESIANA.**

### **1. INTRODUÇÃO**

A raça Santa Inês é largamente utilizada no Brasil, sendo criada em rebanhos puros ou como alternativa de raça materna para cruzamento com raças especializadas de corte. Esta raça se espalhou ao longo de todo o território Brasileiro, provavelmente, devido a sua rusticidade, fecundidade e adaptabilidade às diversas condições climáticas e de pastagem presentes em diferentes regiões do país (SILVA et al. 2012).

Esta raça, do ponto de vista biológico, é um material genético novo e, de certa forma, ainda pouco conhecido, necessitando de melhoria genética, principalmente, quanto à qualidade da carcaça, à eficiência reprodutiva, à habilidade materna e à resistência a endoparasitas (BIAGIOTTI et al., 2013). As características ligadas à reprodução, em ovinos de corte, são de fundamental importância econômica, pois estão intimamente ligadas à disponibilidade do produto final, afetando diretamente a viabilidade econômica da atividade.

Sendo assim, para um correto direcionamento, além dos valores econômicos, os programas de avaliação e melhoramento genético precisam de estimativas de parâmetros genéticos como as herdabilidades das características de interesse e suas respectivas correlações genéticas com outras características. Neste ponto, segundo Eler, Santana Júnior e Ferraz (2010), as metodologias de análise de características reprodutivas, medidas diretamente na fêmea, tiveram desenvolvimento mais lento e têm sido pouco exploradas em termos práticos, sendo uma das principais razões a natureza categórica de limiar de várias características importantes, requerendo procedimentos mais complexos do que aqueles utilizados para características representadas por variáveis contínuas.

Assim, métodos apropriados para a obtenção de estimativas de parâmetros genéticos devem ser empregados. De acordo com Santos et al. (2012) os Métodos

de Monte Carlo via Cadeias de Markov (MCMC), dentre os quais se destaca a amostragem de Gibbs, podem ser utilizados como ferramenta que propicia a inferência Bayesiana

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi estimar componentes de variância e parâmetros genéticos para as características ligadas à eficiência reprodutiva em ovinos da raça Santa Inês, utilizando inferência Bayesiana.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Descrição dos dados**

Os dados utilizados neste estudo foram provenientes de rebanhos participantes do Programa de Melhoramento Genético da raça Santa Inês, uma parceria entre a Associação Sergipana dos Criadores de Caprinos e Ovinos (ASCCO) e a Universidade de São Paulo (USP). Originalmente o banco de dados analisado era constituído por 29.080 animais no pedigree e 11.575 informações de parição de 4.742 ovelhas.

Inicialmente foram descartas as informações de fêmeas com data de nascimento inconsistente. Foram descartadas as ovelhas que tinham registro de primeiro parto abaixo de um ano e um mês de idade (395 dias) e acima de trinta e seis meses de idade (1095 dias) e, ainda, aquelas que tinham registro de intervalo de partos menor que 6 meses (180 dias) e maior que 2 anos (730 dias). O desmame dos cordeiros ocorria aos 90 dias de idade.

Para este estudo foram consideradas as seguintes características:

- Número de cordeiros nascidos por parto (NCN);
- Número de cordeiros desmamados por parto (NCD);
- Idade ao primeiro parto (IPP);
- Intervalo de partos (IDP);
- Habilidade de criação por parto (HC).

A habilidade de criação foi definida como a razão entre o número de cordeiros desmamados e o número de cordeiros nascidos por ovelha parida, sendo os

possíveis resultados: 0, 0,5 e 1 considerados como categóricos. Em raças deslanadas, que apresentam cio durante o ano inteiro, as fêmeas possuem a capacidade de parir três vezes em dois anos, ou seja, são capazes de expressar a mesma característica mais de uma vez em um determinado ano. Contudo, optou-se por trabalhar com as características expressas por parto e não por ano, em virtude do aumento no número de classes dos efeitos fixos, o que ocasionaria aumento no número de grupos de contemporâneos (GC) e conseqüentemente diminuição de dados por classe, caso a segunda opção fosse escolhida.

Os GC foram definidos a partir de análises prévias dos efeitos ambientais que influenciaram as características realizadas através do procedimento GLIMMIX do programa estatístico SAS (SAS, 2008). Para IPP inclui-se no GC a época (chuvas e seca), ano (2000 a 2010) e o rebanho de nascimento da ovelha. Para IDP foi incluído a época (chuvas e seca), ano (2003 a 2011) e o rebanho de parição. Para as demais características incluíram-se nos GC o ano (2003 a 2011) e o rebanho de parição. A idade da fêmea ao parto foi considerada como covariável linear e quadrática para as características categóricas (NCN, NCD e HC) e a ordem de parto como covariável linear e quadrática para IDP. Foram excluídos do arquivo final os GC com menos de 10 animais e ainda, aqueles sem variabilidade para as características categóricas.

## **2.2. Estimativa dos parâmetros genéticos**

Os componentes de (co)variância foram estimados por abordagem Bayesiana a partir de análises bicaracterísticas, utilizando o modelo animal linear para IPP e IDP, e modelo animal limiar (threshold) para NCN, NCD e HC. As análises foram realizadas com o auxílio do programa THRGIBBS1F90 (TSURUTA e MISZTAL, 2006), da família BGF90 (MISZTAL et al., 2002). Este programa é uma versão reescrita do THRGIBBSF90, o qual era uma versão modificada do GIBBS2F90 para análises com qualquer combinação de características categóricas e lineares.

O modelo completo pode ser representado na forma matricial como:

$$y = Xb + Za + Wpe + e$$

em que,

$y$  = vetor de observações;  
 $b$  = vetor de efeitos fixos;  
 $a$  = vetor de efeitos aleatórios que representam os valores genéticos aditivos de cada animal;  
 $pe$  = vetor de efeitos aleatórios de ambiente permanente;  
 $e$  = vetor de efeitos aleatórios residuais;  
 $X, Z$  e  $W$  = matrizes de incidência respectivas para cada efeito.

O vetor  $pe$  e a matriz  $W$  não foram considerados para IPP, já que não é uma característica repetida no tempo. As características categóricas são determinadas por variáveis contínuas não observáveis, em escala subjacente, em que são fixados valores iniciais de limiares  $t$ ,  $(t_{min}, t_1, \dots, t_{j-1}, t_{max})$ ,  $t_1 < t_2 \dots < t_{j-1}$ , que dividem a linha da tabela de contingência dentro de  $j$  intervalos de respostas, com  $t_0 = -\infty$  e  $t_j = \infty$ , em que  $j$  é o número de categorias (limiares). De acordo com GIANOLA & FOULLEY (1983) os dados observáveis são dependentes da variável subjacente. Assim, o modelo de limiar considerou, para a observação  $j$ , a probabilidade condicional de que  $y_i$  (NCD e HC) para cada animal  $i$ , esteja na categoria  $j$  (com  $j = 1$  a 3).

O modelo de limiar que foi utilizado para NCN relaciona a resposta observada na escala categórica com uma escala subjacente normal contínua. Assumindo que a escala subjacente tem distribuição normal:

$$U|\theta \sim N(W\theta, I\sigma_e^2)$$

em que,  $U$  é o vetor da escala base de ordem  $r$ ;  $\theta = (b', a', ep')$  é o vetor dos parâmetros de locação de ordem  $s$  com  $b$  (definido sob o ponto de vista frequentista, como efeitos fixos),  $a$  (como efeito aditivo aleatório), e  $ep$  (como efeito de ambiente permanente);  $W$  é uma matriz de incidência conhecida de ordem  $r$  por  $s$ ;  $I$  é uma matriz identidade de ordem  $r$  por  $r$ ; e  $\sigma_e^2$  é a variância residual.

De acordo com a perspectiva Bayesiana, foi assumido que as distribuições iniciais para os efeitos genéticos, aditivo de ambiente permanente e os residuais seguem distribuições normais multivariadas:

$$p(a|\sigma_a^2) \sim N(0, A\sigma_a^2)$$

$$p(ep|\sigma_{ep}^2) \sim N(0, I\sigma_{ep}^2)$$

$$p(e|\sigma_e^2) \sim N(0, I\sigma_e^2)$$

em que,  $A$  é a matriz de parentesco;  $\sigma_a^2$  é a variância genética aditiva;  $I$  é uma matriz identidade; e  $\sigma_{ep}^2$  é a variância de ambiente permanente. Para a  $\sigma_e^2$  assume-se variância residual igual a 1 (GIANOLA & FOULLEY, 1983).

Após a definição dos parâmetros do modelo, o encadeamento entre as duas escalas (categórica e contínua) pode ser estabelecido inequivocamente, com a contribuição da probabilidade de uma observação estar na primeira categoria, sendo proporcional a:

$$P(y_v = 0|t, \theta) = P(U_v \leq t|t, \theta) = \Phi((t - w'v\theta)/\sigma_e)$$

em que,  $y_v$  é a variável resposta para a  $v$ -ésima observação, tomando valores 1 ou 2 se a observação pertence a primeira ou segunda categoria, respectivamente;  $t$  é o valor do limiar que, por não ser estimável, é fixado um valor arbitrário;  $U_v$  é o valor da variável subjacente para a mencionada observação;  $\Phi$  é a função de distribuição cumulativa de uma variável normal padrão; e  $w'v$  é um vetor coluna de incidência que une  $\theta$  a  $v$ -ésima observação. Uma vez que as observações são condicionalmente independentes, dado  $\theta$ , a função de verossimilhança é definida pelo produto das contribuições de cada registro (QUEIROZ, 2007).

Para estimar as distribuições à posteriori das (co)variâncias, foi utilizada uma única cadeia de 1.500.000 de ciclos com descarte inicial de 500.000 ciclos e retirando-se uma amostra a cada 250 ciclos, totalizando 4.000 amostras. A convergência foi verificada utilizando diagnósticos de gráficos com abordagem empírica, teste de estacionalidade de Geweke (GEWEKE, 1992), e teste de convergência de médias de Heidelberg e Welch (HEIDELBERG; WELCH, 1983) utilizando o pacote “coda” (PLUMMER et al., 2006) do programa R (R CORE TEAM, 2014).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média de IPP ( $737,73 \pm 176,58$  dias) observada neste estudo (Tabela 1) para a raça Santa Inês é similar ao reportado por Montalván (2013), que obteve média de  $770,81 \pm 224,35$  dias para animais da mesma raça. Em comparação com os resultados reportados em outros trabalhos, também com a raça Santa Inês, o

valor encontrado neste estudo é elevado. Quesada, McManus e Couto (2002) obtiveram média e erro padrão de  $551,13 \pm 7,24$  dias e Figueiredo (2008) obteve média de  $588,56 \pm 112,54$  dias. Em rebanhos multirraciais, onde a raça Santa Inês era presente, Lôbo et al. (2009) reportou média de  $532,71 \pm 90,20$  dias.

**Tabela 1.** Número de observações (NO), Número de fêmeas (NF), Grupo de Contemporâneos (GC), Média (M), Desvio Padrão (DP), Coeficiente de Variação (CV) e Amplitude (AMP) para as características reprodutivas estudadas.

Características <sup>1</sup>	NO	NF	GC	M	DP	CV(%)	AMP
<b>IPP (dias)</b>	1877	1877	97	737,73	176,58	23,93	397-1095
<b>IDP (dias)</b>	2087	1047	74	352,25	118,74	33,70	182-727
<b>NCN</b>	5094	2493	104	1,24	0,43	34,59	1-2
<b>NCD</b>	5045	2503	100	0,87	0,59	67,80	0-2
<b>HC</b>	4947	2461	96	0,71	0,43	60,47	0-1

<sup>1</sup> IPP – Idade ao primeiro parto; NCN – Número de cordeiros nascidos por parto; NCD – Número de cordeiros desmamados por parto; HC – Habilidade de criação por parto.

A elevada IPP observada neste estudo é devida, em grande parte, a fatores ambientais, como o manejo reprodutivo e a nutrição inadequada, acarretando em baixo escore de condição corporal das fêmeas e aumento da idade à puberdade. Além disso, segundo Lôbo e Silva (2005), esses animais são onerosos por iniciarem sua contribuição tardiamente para as receitas das propriedades.

Acasalar as borregas antes de atingirem o peso corporal mínimo, poderá retardar o desenvolvimento corporal, desde que o regime de manejo, o ambiente e os manejos alimentar, da nutrição e da promoção da saúde sejam deficitários. No entanto, é possível desafiá-las ao primeiro acasalamento na faixa etária de 10 a 11 meses. Para tanto, elas precisam atingir o peso corporal equivalente a 60,0% do peso das matrizes da raça (SIMPLÍCIO; AZEVEDO, 2014). Assim, sistemas de produção que manejam suas borregas para terem o primeiro parto aos 14 meses de idade aceleram o progresso genético do rebanho e incrementam a taxa de desfrute, aumentando o número de animais disponíveis para venda e, com isso, elevando a produtividade e a rentabilidade da empresa pecuária (SOUZA, 2009).

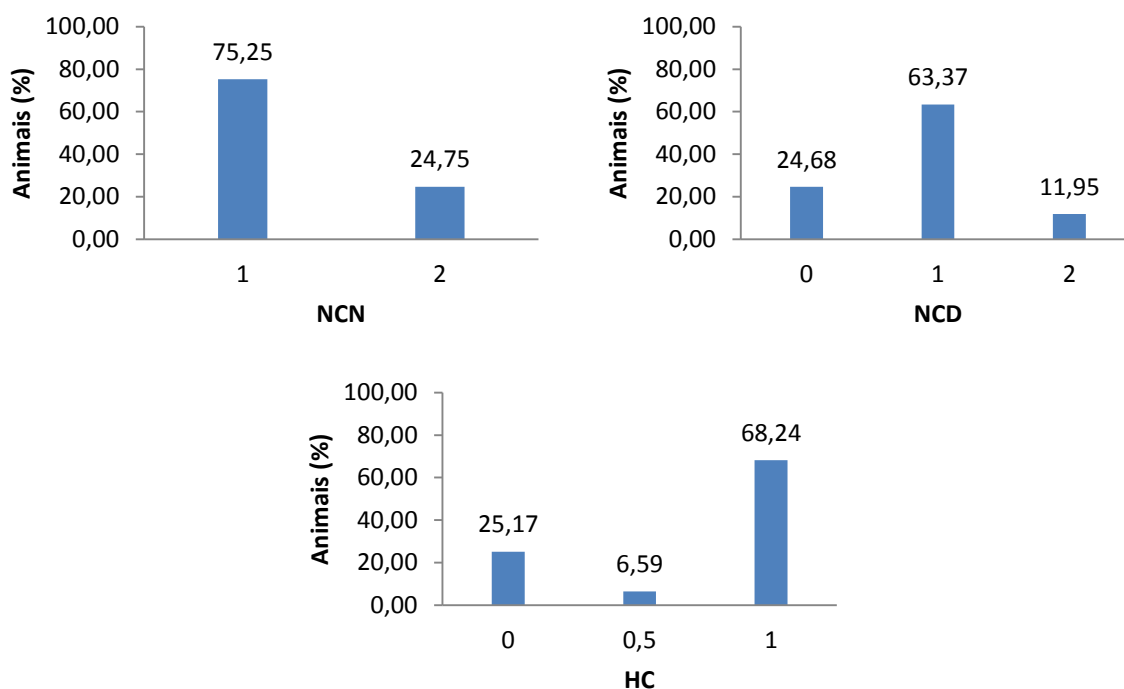
O valor médio observado para IDP de  $325,25 \pm 118,74$  dias foi similar ao reportado por Quesada, McManus e Couto (2002) de 325,02 dias e próximo ao encontrado por Melo Neto et al. (2013) de 361,66 dias, em animais da raça Santa Inês. Figueiredo (2008) e Barbosa Neto (2008) obtiveram menores valores para IDP comparado com este estudo, sendo de 284,7 dias em ovelhas Santa Inês e 283,07 para animais provenientes do cruzamento entre as raças Dorper, Poll Dorset, Santa Inês e Somalis Brasileira, respectivamente.

Assim como justificado por Quesada, McManus e Couto (2002), o elevado valor encontrado para intervalos de partos pode ser atribuído à alta variabilidade dos animais utilizados para reprodução e à falta de manejo nutricional e reprodutivo mais rigoroso para evitar IDP muito altos. No Brasil, a maioria dos rebanhos é caracterizada por apresentar um nível nutricional inadequado, mesmo os menos exigentes do ponto de vista genético, fazendo com que a inatividade ovariana pós-parto (anestro), associada ao baixo escore corporal, seja a principal causa do longo intervalo de partos (FERREIRA, 1993; LEAL, 2007).

Segundo Leal e Araújo Neto (2009), técnicas apropriadas de manejo, como a amamentação controlada, que visa diminuir o efeito acumulado da frequência e intensidade da amamentação, e a suplementação alimentar da ovelha no pós-parto, que objetiva suprir as exigências nutricionais que são aumentadas em razão lactação, são fatores que podem contribuir para a redução do anestro pós-parto e consequentemente, diminuição do intervalo de partos.

Os maiores valores de coeficientes de variação foram obtidos nas características NCN, NCD e HC, o que era esperado devido à natureza categórica dos dados. Por meio da Figura 1 é possível observar que mais de 50% dos dados se encontra em apenas uma categoria, para todas as características categóricas.

Para a característica NCN, o resultado da média encontrada de  $1,24 \pm 0,43$  cordeiros corrobora os resultados reportados por Sousa et al. (2000) de  $1,26 \pm 0,43$  cordeiros, por Quesada, McManus e Couto (2002) de  $1,27 \pm 0,01$  cordeiros, por Balieiro et al. (2008) de  $1,22 \pm 0,41$  cordeiros, em ovinos da raça Santa Inês. Por outro lado, valor superior para NCN foi reportado por Guimarães et al. (2011a) de  $1,39 \pm 0,49$  para a mesma raça.



**Figura 1.** Distribuição de frequência dos dados categóricos considerados no estudo: NCN – Número de cordeiros nascidos por parto; NCD – Número de cordeiros desmamados por parto e; HC – Habilidade de criação por parto.

O número de cordeiros por parto é o reflexo de vários fatores, aos quais as ovelhas estão sujeitas, desde o nascimento até o momento da parição. A taxa de ovulação segundo Souza e Moraes (2010), é o principal fator que determina a prolificidade. Contudo, de acordo com Oliveira (2014), apesar de impor um limite biológico sobre a capacidade de produção de cordeiros, essa taxa não assegura o nascimento dos mesmos, pois as perdas reprodutivas podem ocorrer de maneira silenciosa e a todo o momento.

Sarmento et al. (2010) citam que melhorias na prolificidade podem ser mais facilmente obtidas com ajuste no manejo alimentar e adequação da idade mínima para o início da vida reprodutiva. Segundo Swan (2009) e Ribeiro, Dreyer e Lehugeur (2011), o uso da ultrassonografia no terço final da gestação é um indicador confiável de NCN, resultando em dados mais precisos para essa característica. Além disso, permite a adoção de diferentes estratégias em relação ao manejo nutricional, proporcionando melhores condições para as fêmeas gestando mais de um cordeiro, acarretando em diminuição na taxa de mortalidade perinatal, além do aumento do

NCN. No entanto, essa técnica ainda não é muito utilizada no Brasil, principalmente em rebanhos comerciais.

A baixa média de número de cordeiros desmamados ( $0,87 \pm 0,59$ ) obtidos neste estudo reflete a baixa eficiência de produção e uma alta taxa de mortalidade até o desmame nos rebanhos estudados. Valores superiores foram encontrados por: Sousa et al. (2000) de  $1,04 \pm 0,46$  e Ximenes (2009) de  $1,47 \pm 0,21$  cordeiros desmamados, em ovinos da raça Santa Inês e Sem Padrão Racial Definido, respectivamente.

O período neonatal é o momento mais vulnerável da vida de um cordeiro e quase metade de toda mortalidade pré-desmame ocorre no dia do nascimento (ALVES, 2013). Os desafios enfrentados pelo recém-nascido incluem adaptação ao ambiente, inanição, hipotermia, dor, doenças infecciosas e estresse causado pela separação materna (DWYER, 2008).

A alta mortalidade dos cordeiros do nascimento ao desmame é um problema complexo, que não tem apenas uma causa específica, sendo o resultado da interação de muitos fatores predisponentes que podem se diversificar de rebanho para rebanho (GUIMARÃES et al. 2011b) principalmente no manejo incorreto, sendo a parcela mais significativa ocasionada por infestações agudas por verminoses (COSTA, 2010).

Assim como para o NCD, a HC pode ser influenciada diretamente pelo peso ao nascer, cuidados maternos pré-desmame, produção de leite da ovelha, manejo sanitário e pelos cuidados em geral com o cordeiro do nascimento a desmama, sendo que os dois primeiros fatores podem ser influenciados diretamente da condição corporal da ovelha no momento do parto até o desmame (REGO NETO et al., 2014).

A média de HC de  $0,71 \pm 0,43$  é similar ao encontrado por Rego Neto et al. (2014) que obtiveram média de 0,68 em ovelhas da raça Santa Inês no Estado do Piauí. Média inferior foi reportada por Silva e Araújo (2000) de 0,55 entre ovelhas Crioulas e mestiças Santa Inês.

Em geral, para o aumento do desempenho reprodutivo das ovelhas, primeiro devem-se melhorar os fatores ambientais, principalmente o manejo nutricional, proporcionando condições adequadas para as fêmeas em todas as fases de

produção (puberdade, gestação, parição e lactação), diminuindo a taxa de mortalidade e aumentando o kg de cordeiros desmamado por ovelha.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das estimativas à posteriori de média, mediana, moda e intervalo de alta densidade para herdabilidade, variância genética aditiva, variância fenotípica e variância de ambiente permanente das características estudadas. Neste estudo, a herdabilidade estimada para IPP ( $0,239 \pm 0,054$ ) foi de magnitude moderada, indicando que é possível utilizá-la como critério de seleção, promovendo moderado progresso genético quanto à precocidade sexual. Estimativas similares foram reportadas por Barbosa Neto et al. (2010) de  $0,21 \pm 0,08$ , com animais puros e mestiços das raças Santa Inês, Somalis Brasileira e Poll Dorset, e com animais puros da raça Santa Inês por Montalván (2013) e Silva (2014) de  $0,19 \pm 0,04$  e  $0,24$ , respectivamente.

As herdabilidades para as características IDP ( $0,056 \pm 0,022$ ), NCN ( $0,098 \pm 0,047$ ), NCD ( $0,016 \pm 0,010$ ) e HC ( $0,019 \pm 0,011$ ) foram de baixa magnitude, indicando que estas características sofrem grande influência dos fatores ambientais. Estimativas de herdabilidade de baixa magnitude para IDP foram reportadas por Lôbo et al. (2009) de  $0,06 \pm 0,03$  em rebanho multirracial, Barbosa Neto et al. (2010) de  $0,02 \pm 0,03$  em ovinos mestiços, Melo Neto et al. (2013) de  $0,07$  e Silva (2014) de  $0,02$  em ovinos Santa Inês, Shiotsuki et al. (2014) de  $0,00 \pm 0,23$  em ovinos Morada Nova.

A herdabilidade para NCD foi menor quando comparada com o NCN isso deve, provavelmente, devido à mortalidade dos cordeiros do nascimento a desmama ser mais relacionada aos efeitos de ambiente e genótipos dos cordeiros do que aos genótipos das ovelhas (ROSATI et al., 2002; AMOU POSHT-E-MASARI et al., 2013; NABAVI et al., 2014). No mesmo sentido, a herdabilidade para HC foi similar para NCD e menor que para NCN.

Estimativas semelhantes de herdabilidade ao obtido neste trabalho para NCN foram reportadas por Schmidová et al. (2014) para as raças Charollais ( $0,11 \pm 0,01$ ), Romney ( $0,06 \pm 0,00$ ), Merinolandschaf ( $0,11 \pm 0,01$ ), Romanov ( $0,08 \pm 0,01$ ), Suffolk ( $0,07 \pm 0,00$ ), Šumava ( $0,06 \pm 0,00$ ) e Texel ( $0,10 \pm 0,00$ ) na República Tcheca. Na raça Santa Inês, as herdabilidades encontradas para NCN na literatura

variam de 0,07 a 0,16 (SOUSA et al., 2000; FIGUEIREDO, 2008; SILVA, 2014), utilizando diferentes metodologias estatísticas nas análises.

**Tabela 2.** Média, desvio padrão (DP), mediana, moda e intervalo de alta densidade (HPD 95%) das estimativas de variância genética aditiva ( $\sigma_a^2$ ), variância de ambiente permanente ( $\sigma_{pe}^2$ ), variância residual ( $\sigma_e^2$ ) e herdabilidade ( $h^2$ ) à posteriori, para as características estudadas.

C*		$\sigma_a^2$	$\sigma_{pe}^2$	$\sigma_e^2$	$h^2$
IPP	Média	4521,809	-	14319,872	0,239
	Mediana	4478,625	-	14313,750	0,274
	Moda	4459,500	-	14226,250	0,227
	HPD 95%	2491 a 6626,25	-	12362,5 a 16190	0,136 a 0,342
IDP	Média	722,446	350,351	11688,588	0,056
	Mediana	693,475	308,313	11682,500	0,121
	Moda	1013,500	250,885	11717,500	0,056
	HPD 95%	203,675 a 1286,5	21,328 a 782,325	10802,5 a 12537,5	0,016 a 0,1
NCN	Média	0,140	0,273	1,014	0,098
	Mediana	0,136	0,272	1,014	0,129
	Moda	0,154	0,271	1,011	0,096
	HPD 95%	0,016 a 0,268	0,326 a 0,422	0,959	0,012 a 0,184
NCD	Média	0,013	0,024	0,806	0,016
	Mediana	0,012	0,022	0,806	0,020
	Moda	0,012	0,019	0,812	0,016
	HPD 95%	0,001 a 0,03	0,001 a 0,05	0,763 a 0,851	0,001 a 0,035
HC	Média	0,016	0,025	0,795	0,019
	Mediana	0,015	0,023	0,795	0,024
	Moda	0,015	0,019	0,799	0,019
	HPD 95%	0,002 a 0,035	0,002 a 0,051	0,745 a 0,846	0,002 a 0,04

\* - Características estudadas: Idade ao Primeiro Parto (IPP); Intervalo de Partos (IDP); Número de cordeiros nascidos por parto (NCN); Número de cordeiros desmamados por parto (NCD) e Habilidade de criação por parto (HC).

Trabalhos com estimativas de parâmetros genéticos para NCD e HC em ovinos Santa Inês são escassos na literatura. SOUSA et al. (2000) estimaram componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para NCD utilizando três modelos distintos e reportaram herdabilidades para os modelos reprodutor-linear, reprodutor-limiar e animal-linear de 0,04, 0,05 e  $0,01 \pm 0,01$ , respectivamente.

Na revisão de literatura feita por Safari et al. (2005), os autores reportaram média de herdabilidade de  $0,05 \pm 0,01$  para NCD por ovelha parida e de  $0,06 \pm 0,02$  para HC. Em recentes estudos, baixos valores de herdabilidades para NCD foram

encontrados por Mohammadi et al. (2013) de  $0,05 \pm 0,02$  em ovelhas Zandi, Mohammadi, Shahrebabak e Shahrebabak (2013) de  $0,06 \pm 0,01$  em ovelhas Makooei, Nouman e Abrar (2013) de  $0,04 \pm 0,02$  em ovelhas Lohi e por Roshanfekar et al. (2015) de  $0,02 \pm 0,02$  em ovelhas Arabi.

Afoyalan et al. (2008) observaram herdabilidade de  $0,03 \pm 0,02$  para HC em 2.846 ovelhas F1 com 7.899 registros. Everett-Hincks e Cullen (2009) obtiveram herdabilidade para HC de  $0,01 \pm 0,01$ , sendo muito próximo ao encontrado neste presente trabalho. Ainda, os dois autores reportaram herdabilidades iguais a zero para HC ao 1 e 3 dias e de  $0,01 \pm 0,01$  para 21 dias.

Apesar das herdabilidades estimadas para características reprodutivas neste estudo serem em sua maioria de baixa magnitude, estas não devem ser descartadas dos programas de avaliação e melhoramento genético, uma vez que apresentam elevada importância econômica dentro do sistema de produção de carne ovina.

Os intervalos de alta densidade (HPD95%) para as médias à posteriori das correlações genéticas (Tabela 3) entre algumas das características reprodutivas estudadas apresentaram valores amplos que, incluíram o valor zero. Para estes casos, foram calculadas as probabilidades das médias das correlações serem menor que zero e da média estar no intervalo de  $\pm 0,10$  desvios (Tabela 4).

A alta correlação genética observada entre NCD e HC ( $0,82 \pm 0,26$ ) era esperada, uma vez que NCD é uma característica composta e que leva em consideração a sobrevivência dos cordeiros. Segundo Swan (2009), a sobrevivência dos cordeiros diminui se a seleção se basear apenas no NCN, isto pode ser observado neste estudo pela correlação genética moderada e negativa entre NCN e HC ( $-0,62 \pm 0,36$ ). O mesmo ocorre se NCD não levar em consideração a mortalidade dos cordeiros (BRIEN et al., 2011).

Conington et al. (2004) sugerem que em situações específicas, a melhoria na eficiência reprodutiva poderia ser mais focada na melhoria da sobrevivência dos cordeiros ou da HC das ovelhas, do que no aumento do número de cordeiros nascidos. Todavia, a variação genética para essas características geralmente é limitada e elas não são bem mensuradas (SWAN, 2009).

**Tabela 3.** Estimativas de correlações genéticas (abaixo da diagonal), correlações fenotípicas (acima da diagonal) e intervalo de alta densidade 95% (entre colchetes) à posteriori entre as características Idade ao Primeiro Parto (IPP); Intervalo de Partos (IDP); Número de cordeiros nascidos por parto (NCN); Número de cordeiros desmamados por parto (NCD) e Habilidade de criação por parto (HC).

C*	IPP	IDP	NCN	NCD	HC
<b>IPP</b>		-0,04 ± 0,03 [-0,11 a 0,02]	0,04 ± 0,03 [-0,02 a 0,11]	-0,01 ± 0,03 [-0,07 a 0,04]	-0,01 ± 0,03 [-0,08 a 0,04]
<b>IDP</b>	-0,56 ± 0,23 [-0,99 a -0,15]		0,02 ± 0,03 [-0,04 a 0,09]	0,04 ± 0,03 [-0,02 a 0,10]	0,02 ± 0,03 [-0,04 a 0,08]
<b>NCN</b>	-0,20 ± 0,28 [-0,99 a 0,18]	0,17 ± 0,38 [0,51 a 0,99]		0,44 ± 0,02 [0,41 a 0,48]	-0,37 ± 0,02 [-0,41 a -0,32]
<b>NCD</b>	-0,47 ± 0,29 [-0,99 a 0,02]	0,71 ± 0,31 [0,05 a 0,99]	0,62 ± 0,38 [-0,14 a 0,99]		0,98 ± 0,00 [0,98 a 0,99]
<b>HC</b>	-0,30 ± 0,37 [-0,99 a 0,35]	0,52 ± 0,46 [0,42 a 0,99]	-0,62 ± 0,36 [-0,99 a 0,10]	0,82 ± 0,26 [0,28 a 0,99]	

\* Características

**Tabela 4.** Probabilidades calculadas para as médias (M) à posteriori das estimativas de correlação genética ( $r_{ab}$ ) que apresentaram valores amplos de intervalo de alta densidade (HPD95%).

$r_{ab}$	M	p(M)<0*	p(M ± 0,10)**
IPP-NCN	-0,20	0,78	0,32
IPP-NCD	-0,47	0,93	0,24
IPP-HC	-0,30	0,80	0,20
NCN-NCD	0,62	0,07	0,17
NCN-HC	-0,62	0,93	0,19

Idade ao Primeiro Parto (IPP); Número de cordeiros nascidos por parto (NCN); Número de cordeiros desmamados por parto (NCD) e Habilidade de criação por parto (HC). \* – probabilidade de a média ser menor que zero. \*\* – probabilidade de a média estar entre ± 0,10 desvios.

O valor estimado para a correlação genética entre IPP e IDP (-0,56 ± 0,23) sugere uma relação entre menores idades ao primeiro parto e maiores intervalos de partos. Estimativas de correlação genética entre IPP e IDP encontrados na literatura são divergentes, como observado por Lôbo e Silva (2005) de 0,64 para cabras Saanen e -0,71 para cabras Anglo-Nubiana, Lôbo et al. (2009) de 0,19 em rebanho de ovinos multirracial. Segundo Lôbo e Silva (2005), espera-se que animais mais

precoces, sejam reprodutivamente superiores e apresentem menores IDP. Entretanto, esses diferentes resultados podem ser explicados pela diferença entre as populações, bem como erros na escrituração zootécnica.

Correlação genética negativa e favorável foi observada entre IPP com NCN ( $-0,20 \pm 0,28$ ), NCD ( $-0,47 \pm 0,29$ ) e com HC ( $-0,30 \pm 0,37$ ), o que pode ser explicado pelo aumento do potencial reprodutivo das ovelhas que tiveram idade ao primeiro parto precocemente. Contudo, essas correlações devem ser consideradas com cautela, devido aos amplos intervalos de alta densidade obtidos e as probabilidades apresentadas na Tabela 4.

Pode-se inferir através da alta e desfavorável correlação genética entre NCD e IDP que, se a seleção ocorrer para o aumento no número de cordeiros desmamados o intervalo de partos das ovelhas também aumentaria. Isso pode ser explicado, provavelmente, pelo aumento das exigências nutricionais das ovelhas com partos múltiplos e que se não forem supridas com um correto manejo nutricional, alongariam o tempo de recuperação da condição corporal e como consequência, o retorno ao estro pós-parto. Torreão et al. (2014) recomendam a suplementação de ovelhas em gestação, o que resultaria em maiores escores de condição corporal ao desmame, muito provavelmente porque os animais seriam capazes de depositar mais gordura durante a lactação, com reservas corporais resilientes.

As correlações fenotípicas entre IPP e IDP e cada uma com as demais características foram de baixa magnitude, próximas a zero. Correlação de magnitude média e positiva foi observada entre NCN e NCD ( $0,44 \pm 0,02$ ), média e negativa entre NCN e HC ( $-0,37 \pm 0,02$ ) e alta e positiva entre NCD e HC ( $0,98 \pm 0,00$ ). Comportamento semelhante para as correlações fenotípicas entre NCN, NCD e HC, mas com diferenças nas magnitudes, foi observado por Afoyalan et al. (2007) por ovelha exposta.

#### **4. CONCLUSÕES**

Progresso genético considerável na precocidade dos animais deve ser alcançado com a utilização da idade ao primeiro parto como critério de seleção.

Além disso, ganhos genéticos moderados seriam obtidos de forma indireta nas demais características.

As características IDP, NCN, NCD e HC são altamente influenciadas pelo ambiente e a seleção para essas características produziria baixas respostas e em longo prazo. A melhoria destas características pode ser obtida por meio de mudanças no manejo alimentar e nas condições ambientais.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFOLAYAN, R. A.; FOGARTY, N. M.; GILMOUR, A. R.; INGHAM, V. M.; GAUNT, G. M.; CUMMINS, L. J. Reproductive performance and genetic parameters in first cross ewes from different maternal genotypes. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 804-814, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2527/jas.2007-0544>>.

AMOU POSHT-E-MASARI, H.; SHADPARVAR, A. A.; GHAVI HOSSEIN-ZADEH, N.; HADI TAVATORI, M. H. Estimation of genetic parameters for reproductive traits in shall sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 45, n. 5, 1259-63. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-013-0357-8>

ALVES, A. C. **Transferência de imunidade passiva e desempenho de cordeiros Santa Inês em diferentes regimes de amamentação**. 2013. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

BALIEIRO, J. C. C.; FIGUEIREDO, C. L.; PEDROSA, V. B.; MATTOS, E. C.; BALIEIRO, C. C.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; PINTO, L. F.B. Estimativas de componentes de (co)variância para fertilidade ao parto e número de cordeiros nascidos ao parto em ovinos da raça Santa Inês utilizando modelos de limiar. In: Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, 7., 2008. **Anais eletrônicos...** São Carlos: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2008. Disponível em: <<http://sbmaonline.org.br/anais/vii/trabalhos/>>. Acesso em: 02 nov. 2014.

BRIEN, F. D.; HINCH, G. N.; van der WERF, J. H. J.; BROWN, D. L.; SWAN, A. A. Selection strategies for the genetic improvement of reproductive performance in sheep. In: Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics Conference, 19., 2011, Perth. **Proceedings...**, Perth: AAABG, 2011.

COSTA, P. Mortalidade de Cordeiros - da cobertura ao desmame. **FARMPPOINT**, Piracicaba, 08 jul. 2010. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br/cadeia-produtiva/dicas-de-sucesso/mortalidade-de-cordeiros-da-cobertura-ao-desmame-64181n.aspx>>. Acesso em: 12 jan. 2015.

CONINGTON, J.; BISHOP, S. C.; WATERHOUSE, A.; SIMM, G. A bio-economic approach to derive economic values for pasture-based sheep genetic improvement programs. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 5, p. 1290-1304, 2004.

DWYER, C. M. The welfare of the neonatal lamb. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 76, p. 31-41, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2007.12.011>>.

ELER, J. P.; SANTANA JÚNIOR, M. L.; FERRAZ, J. B. S. Seleção para precocidade sexual e produtividade da fêmea em bovinos de corte. **Estudos**, v. 37, p. 699-711, 2010.

FERREIRA, A. M. Nutrição e atividade ovariana em bovinos: uma revisão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 9, p. 1077-1093, 1993.

FIGUEIREDO, C. L. **Estimativas de componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para características reprodutivas em ovinos da raça Santa Inês utilizando modelos linear e de limiar**. 2008. 66 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

GEWEKE, J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments. In: BERNARDO, J. M.; BERGER, J. O.; DAWID, A. P.; SMITH, A. F. M. (Ed.). **Bayesian statistics**. New York: Oxford University, p. 625-631, 1992.

GIANOLA, D.; FOULLEY, J. L. Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. **Genetics Selection Evolution**, London, v. 15, n. 2, p. 201-224, 1983.

GUIMARÃES, F. F.; TORRES, T. S.; ROCHA, L. M. C.; BIAGIOTTI, D.; SARMENTO, J. L. R. Efeitos ambientais sobre a prolificidade e a taxa de desmame em ovinos Santa Inês no Vale do Gurguéia. In: Seminário de Iniciação Científica da UFPI, 20., 2011, Teresina. **Anais eletrônicos...** Teresina: UFPI, 2011a. Disponível em: <<http://www.ufpi.br/20sic/Documentos/RESUMOS/Modalidade/Vida/b7087c1f4f89e63af8d46f3b20271153.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2014.

GUIMARÃES, F. F.; ROCHA, L. M. C.; REGO NETO, A. A.; SARMENTO, J. L. R. Efeitos ambientais sobre a taxa de mortalidade no período pré-desmame em ovinos Santa Inês no Vale do Gurguéia. In: Seminário de Iniciação Científica da UFPI, 20., 2011, Teresina. **Anais eletrônicos...** Teresina: UFPI, 2011b. Disponível em: <<http://www.ufpi.br/21sic/Documentos/RESUMOS/Modalidade/Vida/Fabricio%20Fernandes.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2014.

HEIDELLBERGER, P.; WELCH, P. Simulation run length control in the presence of an initial transient. **Operations Research**, Catonsville, v. 31, p. 1109-1144, 1983.

LEAL, T. M. **Retorno ao estro pós-parto em ovelhas da raça Santa Inês e desempenho ponderal dos cordeiros: influência do manejo da alimentação e da amamentação**. 2007. 96 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, Ceará, 2007.

LEAL, T. M.; ARAÚJO NETO, R. B. de. **Retorno da atividade reprodutiva pós-parto em ovelhas deslanadas**. Teresina: EMBRAPA: CPAMN, 2009. 4 p. (EMBRAPA – CPAMN. Comunicado Técnico, 221)

LÔBO, R. N. B.; SILVA, F. L. R. Parâmetros genéticos para características de interesse econômico em cabras das raças Saanen e Anglo-nubiana. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 36, n. 01, p. 104-110, 2005.

LÔBO, A. M. B. O.; LÔBO, R. N. B.; PAIVA, S. R.; OLIVEIRA, S. M. P.; OLIVARDO, F. Genetic parameters for growth, reproductive and maternal traits in a multibreed meat sheep population. **Genetics and Molecular Biology**. São Paulo, v. 32, n. 4, p. 761-770, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-47572009005000080>>.

MELO NETO, F. V. O.; MACIEL, T. N.; MONTENEGRO, A. R.; MUNIZ, L. M. S.; CARNEIRO, F. F. D.; LÔBO, R. N. B. Parâmetros genéticos para características reprodutivas de um rebanho da raça Santa Inês criado no Semiárido nordestino. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 8., 2013, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UVA, 2013.

MISZTAL, I.; TSURUTA, S.; STRABEL, T.; AUVRAY, B.; DRUET, T.; LEE, D. H. BLUPF90 and related programs (BGF90). In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7, 2002, Montpellier. **Proceedings...** Montpellier: WCGALP, 2002. Disponível em: <<http://nce.ads.uga.edu/wiki/lib/exe/fetch.php?media=28-07.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2014.

MOHAMMADI, K.; NASSIRI, M. T. B.; RAHMATNEJAD, E.; ABDOLLAHI-ARPAHAHI, R.; HOSSAINI, S. M. R.; NADAR, S. H. Genetic correlations between growth and reproductive traits in Zandi sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 46, p. 895-899, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11250-014-0571-z>>.

MOHAMMADI, H., SHAHREBABA, M. M; SHAHREBABA, H. M. Analysis of genetic relationship between reproductive vs. lamb growth traits in Makoei ewes. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 15, p. 45–53, 2013.

NABAVI, R.; ALIJANI, S.; TAGHIZADEH, A.; RAFAT, S. A.; BOHLOULI, M. Genetic study of reproductive traits in Iranian native Ghezel sheep using Bayesian approach. **Small Ruminant Research**, v. 120, p. 189-195, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.05.008>>.

NOUMAN, S.; ABRAR, Y. Estimates of phenotypic and genetic parameters for ewe productivity traits of Lohi sheep in Pakistan. **International Journal of Livestock Production**, v. 4, p. 9-13, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5897/IJLP12.028>>.

OLIVEIRA, P. S. **Estudo da diversidade genética e análise de associações de polimorfismo de nucleotídeo único (SNP) com resistência às parasitoses gastrintestinais e prolificidade em ovinos da raça Santa Inês**. 2014. 113 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

PLUMMER, M.; BEST, N.; COWLES, K.; VINES, K. Coda: Convergence diagnosis and output analysis for mcmc. **R News**, v. 6, n. 1, p.7-11, 2006.

QUEIROZ, S. A.; FIGUEIREDO, G.; SILVA, J. A. II V.; ESPASANDIN, A. C.; MEIRELLES, S. L.; OLIVEIRA, J. A. Estimativa de parâmetros genéticos da habilidade de permanência aos 48, 60 e 72 meses de idade em vacas da raça Caracu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1316-1323, 2007.

QUESADA, M., McMANUS, C., COUTO, D.A. Efeitos genéticos e fenotípicos sobre características de Produção e Reprodução de Ovinos Deslanados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p. 342-349, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000200008>>.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. 2014. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RIBEIRO, L. A. O.; DREYER, C. T.; LEHUGEUR, C. Manejo da ovelha durante o encarneamento e a parição: novas técnicas para reduzir Manejo da ovelha durante o encarneamento e a parição: novas técnicas para reduzir perdas reprodutivas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 35, n. 2, p.171-174, 2011.

ROSHANFEKR, H.; BERG, P.; MOHAMMADI, K.; MOHAMMADI, M. E. Genetic parameters and genetic gains for reproductive traits of Arabi sheep. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v. 31, p. 23-36, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2298/BAH1501023R>>.

SAFARI, E.; FOGARTY, N. M.; GILMOUR, A. R. A review of genetic parameter estimates for wool, growth, meat and reproduction traits in sheep, 2005. **Livestock Production Science**, v. 92, n. 3, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.09.003>>.

SARMENTO, J. L. R.; PIMENTA FILHO, E. C.; ABREU, U. G. P.; RIBEIRO, M. N.; SOUSA, J. E. R. Prolificidade de caprinos mestiços leiteiros no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p.1471-1476, 2010.

SAS INSTITUTE Inc. 2008. **SAS/STAT® 9.2.User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SCHMIDOVÁ, J.; MILERSKI, M.; SVITAKOVÁ, A.; VOSTRÝ, L.; NOVOTNÁ, A. Estimation of genetic parameters for litter size in Charollais, Romney, Merinolandschaf, Romanov, Suffolk, Šumava and Texel breeds of sheep. **Small Ruminant Research**, v. 119, p. 33-38, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.02.004>>.

SILVA, F. L. R.; ARAÚJO, A. M. Reproductive Performance of Crossbred Santa Inês Sheep in Ceará State. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p. 1712-1720, 2000.

SHIOTSUKI, L.; OLIVEIRA, D. P. de; LÔBO, R. N. B.; FACÓ, O. Genetic parameters for growth and reproductive traits of Morada Nova sheep kept by smallholder in semi-arid Brazil. **Small Ruminant Research**, v. 120, n. 2, p. 204-208, 2014.

SIMPLÍCIO, A. A.; AZEVEDO, H. C. Manejo reprodutivo: Foco na taxa de reprodução. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 8, Supl. 2, p. 320-331, 2014.

SOUSA, W. H.; PEREIRA, C. S.; BERGMANN, J. A. G.; SILVA, F. L. R. Estimativa de componentes de variância e de parâmetros genéticos para características e reprodução por intermédio de modelos lineares e de limiar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2237-2247, 2000.

SOUZA, C. J. H.; MORAES, J. C. F. **Como utilizar a genética Booroola**. Bagé: Embrapa: CPPSUL, 2010. 4 p. (Embrapa-CPPSUL. Comunicado Técnico 73).

SOUZA, D. A. Elevando a produtividade - idade ao primeiro parto. **FARMPOINT**, Piracicaba, 30 dez. 2009. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br/cadeia-produtiva/dicas-de-sucesso/elevando-a-produtividade-idade-ao-primeiro-parto-58157n.aspx>>. Acesso em: 15 out. 2014.

SNOWDER, G. D. Genetic improvement of overall reproductive success in sheep: a review. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 16, n. 1, p. 32-40, 2008.

SWAN, A. A. The economics of litter size in meat sheep. In: Helen Newton Turner Memorial International Workshop, 2009, Maharashtra. **Proceedings...** Maharashtra: ACIAR, 2009. p. 170-176.

TORREÃO, J. N. C.; ROCHA, A. M.; MARQUES, C. A. T.; BEZERRA, L. R.; GOTTARDI, F. P.; ARAÚJO, M. J. de; SOUZA JÚNIOR, E. L. de; OLIVEIRA, R. L. Concentrate supplementation during pregnancy and lactation of ewes affects the growth rate of lambs from a variety of crosses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 43, n. 10, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982014001000006>>

TSURUTA, S.; MISZTAL, I. THRGIBBS1F90 for estimation of variance component with threshold and linear models. In: World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 8., 2006, Belo Horizonte. **Proceedings...** Belo Horizonte: WCGALP, 2006, p. 27-31. Disponível em: <<http://www.cabi.org/cabdirect/FullTextPDF/2006/20063170113.pdf>>. Acesso: 02 jun. 2014.

## **CAPÍTULO 3 – ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS COMPOSTAS INDICADORAS DE EFICIÊNCIA REPRODUTIVA EM OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS**

### **1. INTRODUÇÃO**

No Brasil e no mundo, cresce a demanda por carnes ovinas como também a necessidade de melhorar a qualidade genética de seus rebanhos (CARVALHO et. al. 2014). A rentabilidade de toda criação destinada à produção de carne é influenciada pelo número de progênes nascidas. No entanto, a característica número de cordeiros nascidos não considera a mortalidade dos animais nem o peso dos animais ao nascer. Por isso, segundo Mexia et al. (2004), somente o aumento do número de cordeiros nascidos não é suficiente para o incremento da ovinocultura de corte, sendo necessário produzir mais cordeiros com maior velocidade de ganho de peso.

De acordo com Vantankhah e Talebi (2008) o peso total dos cordeiros ao desmame por ovelha exposta é uma característica composta que combina a fertilidade das fêmeas, taxa de sobrevivência e o crescimento dos cordeiros. Devido a isso, essa característica considera os principais fatores na determinação do desempenho reprodutivo das ovelhas e, portanto, da eficiência econômica na produção comercial de cordeiros (MOHAMMADI; SHAHREBABA; SHAHREBABA, 2013).

É importante determinar se a seleção direta para peso total de cordeiros desmamados por ovelha acasalada é mais eficiente do que a seleção para número de cordeiros nascidos, número de cordeiros desmamados ou peso ao desmame (OLIVIER et al., 2001). Muitos estudos colocam ênfase principalmente sobre as características componentes da eficiência reprodutiva, como a fertilidade, prolificidade, a taxa de sobrevivência dos cordeiros e o número de cordeiros nascidos e desmamados por ovelha acasalada (DUGUMA et al., 2002).

Segundo Lôbo et al. (2010), a seleção para peso total dos cordeiros desmamados irá aumentar o peso adulto das ovelhas, uma vez que existe

correlação genética positiva entre as duas características. Com isso, há aumentos no custo para suprimir as exigências nutricionais destas ovelhas. A fim de ser mais justa a comparação entre ovelhas de diferentes tamanhos, com relação à quantidade de kg de cordeiros nascidos e/ou desmamados, pode-se utilizar a razão entre o peso total dos cordeiros no nascimento ou na desmama e o peso metabólico das ovelhas ao nascer e ao desmame das crias.

Recentemente, estimativas de parâmetros genéticos para peso total dos cordeiros ao nascer e ao desmame, relação de nascimento e de desmame e demais características reprodutivas têm sido o alvo de vários estudos em ovinos deslanados e mestiços no Brasil (LÔBO et al. 2009; BARBOSA NETO et al. 2010; MAGALHÃES et al. 2011; LÔBO et al. 2012; SHIOTSUKI et al. 2014). Contudo, trabalhos exclusivos com a raça Santa Inês para essas e outras características reprodutivas são deficientes na literatura nacional.

Neste sentido, objetivou-se estimar parâmetros genéticos para características compostas indicadoras de eficiência reprodutiva em ovinos da raça Santa Inês.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Descrição dos dados**

Os dados utilizados neste estudo foram provenientes de rebanhos participantes do Programa de Melhoramento Genético da raça Santa Inês, uma parceria entre a Associação Sergipana dos Criadores de Caprinos e Ovinos (ASCCO) e a Universidade de São Paulo (USP). Originalmente o banco de dados analisado era constituído por 29.080 animais no pedigree e 11.575 informações de parição de 4.742 ovelhas.

Inicialmente, foram descartas as informações de pesos e partos inconsistentes, além de animais com pais desconhecidos. O desmame dos cordeiros ocorria aos 60 dias de idade, sendo os pesos ao desmame, ajustados para essa idade.

Para este estudo foram consideradas as seguintes características:

- Peso total dos cordeiros ao nascer/ovelha parida (PTCN);

- Peso total dos cordeiros ao desmame/ovelha parida (PTCD);
- Relação de nascimento/ovelha parida (RELN);
- Relação de desmama/ovelha parida (RELD);
- Peso da ovelha ao desmame (PD).

Contudo, informações de peso das ovelhas ao parto e ao desmame não se faziam presente no arquivo de dados, impossibilitando a avaliação das características RELN, RELD e PD. Uma estratégia utilizada para contornar este problema foi à estimação dos pesos das ovelhas ao parto e ao desmame através do estudo de uma curva de crescimento que se ajustasse melhor aos dados.

Após a obtenção dos pesos adultos estimados das ovelhas, RELN e RELD foram calculadas como:

$$RELN = \frac{PTCN}{pan^{0,75}}$$

$$RELD = \frac{PTCD}{pad^{0,75}}$$

Em quem,  $PTCN$  = peso total dos cordeiros ao nascer,  $PTCD$  = peso total dos cordeiros ao desmame,  $pan$  = peso estimado da fêmea ao nascimento dos cordeiros,  $pad$  = peso estimado da fêmea ao desmame dos cordeiros.

Os GC foram definidos a partir de análises prévias dos efeitos ambientais que influenciaram as características realizadas através do procedimento MIXED do programa estatístico SAS (SAS, 2008). Para todas as características, exceto para PD, inclui-se no GC o ano (2003 a 2011) e o rebanho de nascimento do cordeiro e a combinação sexo-tipo de parto (1 – um cordeiro; 2 – uma cordeira; 3 – dois cordeiros; 4 – duas cordeiras; 5 – um cordeiro e uma cordeira; 6 – mais que dois cordeiros, independente do sexo), Para PD, inclui-se no GC apenas o rebanho e ano de nascimento da ovelha. A idade da fêmea ao parto foi considerada como covariável linear e quadrática para todas as características. Os GC com menos de 5 animais foram excluídos do arquivo final.

## 2.2. Estudo da curva de crescimento

Para determinar a curva de crescimento das ovelhas, foram utilizados dados de peso das fêmeas nascidas a partir do início da avaliação genética (2003), com no mínimo cinco pares de peso-idade sendo eles, peso ao nascer, peso ao desmame (60 dias), peso aos 180 dias, peso aos 270 dias e peso adulto (maior que 2 anos), totalizando 102 animais. Para verificar o modelo que melhor descreveu a curva de crescimento média das fêmeas, cinco modelos não lineares (Tabela 1) foram avaliados, em que  $Y$  é o peso do animal na idade  $t$ ;  $A$ , o peso assintótico, interpretado como peso adulto;  $B$ , uma constante de integração, relacionada aos pesos iniciais do animal e sem interpretação biológica bem definida;  $k$  é a constante que expressa a taxa na qual uma função logarítmica do peso muda linearmente com o tempo e é interpretada biologicamente como taxa de maturação; e  $M$  descreve em que proporção do peso final ocorre o ponto de inflexão da curva.

**Tabela 1.** Equações não lineares dos modelos, avaliadas para descrever a curva de crescimento de ovelhas da raça Santa Inês.

Modelo	Equação	Referência
Von Bertalanffy	$Y = A(1 - Be^{-Kt})^3$	BERTALANFFY, 1957
Brody	$Y = A(1 - Be^{-Kt})$	BRODY, 1945
Gompertz	$Y = Ae^{-Be^{-Kt}}$	LAIRD, 1965
Logístico	$Y = A(1 - Be^{-Kt})^{-1}$	NELDER, 1961
Richards	$Y = A(1 - Be^{-Kt})^M$	RICHARDS, 1959

Os parâmetros das equações foram estimados por meio do método de Gauss Newton através do procedimento NLIN do programa estatístico SAS (SAS, 2008). A convergência foi considerada atingida quando a diferença entre a soma de quadrados residual da  $i-1$  e  $i$ -ésima iteração foi menor que  $10^{-8}$ .

Para a escolha do modelo mais adequado, como proposto por Sarmiento et al. (2006), foram considerados os seguintes critérios: coeficiente de determinação ( $R^2$ ), quadrado médio do resíduo (QMR), desvio médio absoluto dos resíduos (DMA) e porcentagem de convergência (C%). O  $R^2$  foi calculado como o quadrado da

correlação entre os pesos observados e estimados, que é equivalente a  $1 - \left(\frac{SQR}{SQT_c}\right)$  (SOUZA, 1998), em que  $SQR$  é a soma de quadrados do resíduo e  $SQT_c$ , a soma de quadrados total corrigida pela média. O DMA foi calculado como  $DMA = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|}{n}$ , em que  $Y_i$  é o valor observado,  $\hat{Y}_i$ , o valor estimado e  $n$  o tamanho da amostra. Quanto menor o valor de DMA, melhor o ajuste.

Para a análise dos fatores ambientais que influenciaram os parâmetros da curva estimados para cada animal foi utilizado o procedimento MIXED do programa estatístico SAS (SAS, 2008). O modelo estatístico utilizado foi:

$$y_{ijkl} = \mu + E_i + AN_j + R_k + TP_l + \varepsilon_{ijkl}$$

em que,

$y_{ijkl}$  = estimativa do parâmetro;

$\mu$  = média geral;

$E_i$  = efeito da  $i$ -ésima época de nascimento;

$AN_j$  = efeito do  $j$ -ésimo ano de nascimento;

$R_k$  = efeito do  $k$ -ésimo rebanho de nascimento;

$TP_l$  = efeito do  $l$ -ésimo tipo de nascimento;

$\varepsilon_{ijkl}$  = erro aleatório associado a cada observação.

### 2.3. Estimativa dos parâmetros genéticos

Os componentes de (co)variância e parâmetros genéticos foram estimados através de análise em modelo animal multicausal, utilizando-se o algoritmo EM-REML por meio do programa Wombat (MEYER, 2007). A convergência foi considerada atingida quando a mudança entre uma iteração e outra para o Log da função de verossimilhança “ $\log L(\theta; y)$ ” foi menor que  $1 \times 10^{-9}$ . Após a convergência, o programa era reiniciado, usando-se as estimativas obtidas anteriormente como valores iniciais.

O modelo completo pode ser representado na forma matricial como:

$$y = Xb + Za + Wpe + e$$

em que,

$y$  = vetor de observações;

$b$  = vetor de efeitos fixos;

$a$  = vetor de efeitos aleatórios que representam os valores genéticos aditivos de cada animal;

$pe$  = vetor de efeitos aleatórios de ambiente permanente;

$e$  = vetor de efeitos aleatórios residuais;

$X$ ,  $Z$  e  $W$  = matrizes de incidência respectivas para cada efeito.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Curva de crescimento

Observando-se os resultados das análises dos cinco modelos estudados (Tabela 2), apenas no modelo Richards a convergência não foi atingida para todos os animais ( $C\% = 78,43$ ). Apesar disso, este modelo foi o que obteve maior valor para  $R^2$  (0,9886) e menor valor para DMA (1,0546). Pequena diferença foi encontrada no valor do QMR para os modelos Von Bertalanffy (11,7555), Brody (11,1572) e Richards (11,3849), valores esses, inferiores aos obtidos para o modelo Gompertz (12,4119) e Logístico (17,9104).

Com base nos critérios adotados, o modelo escolhido para estimar a curva de crescimento das fêmeas Santa Inês foi o Brody, pois segundo Sarmiento et al. (2006), a diferença em qualidade de ajuste não supera a dificuldade em atingir convergência. Ainda segundo os autores, essa dificuldade de convergência do modelo Richards se deve possivelmente pela necessidade de estimar um parâmetro a mais em comparação com os outros modelos.

Observa-se na literatura que existe variação na escolha do modelo mais adequado para descrever a curva de crescimento de ovinos da raça Santa Inês. Sarmiento et al. (2006), Afonso et al. (2009) e Ó et al. (2012) encontraram melhores

ajustes nos dados pelo modelo Gompertz. Lôbo et al. (2006) relataram que o modelo Richards descreveu melhor a curva de crescimento em dois rebanhos estudados. Já Silva et al. (2012) obtiveram melhores ajustes nos dados com o modelo Logístico. Essa divergência quanto aos diferentes modelos ajustados é teoricamente compreensível, pois depende do padrão de crescimento dos animais em estudo (SARMENTO, 2006).

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros (A, B, K e M), coeficiente de determinação ( $R^2$ ), quadrado médio do resíduo (QMR), desvio médio absoluto (DMA) e porcentagem de convergência (C%) para os modelos estudados.

Modelo	Parâmetros				$R^2$	QMR	DMA	C%
	A	B	K	M				
Von Bertalanffy	47,5382	0,5414	0,0067	-	0,9815	11,7557	1,6061	100,00
Brody	48,6900	0,9224	0,0044	-	0,9824	11,1572	1,5527	100,00
Gompertz	47,3547	2,1867	0,0079	-	0,9806	12,4119	1,7081	100,00
Logístico	46,9264	6,2105	0,0117	-	0,9725	17,9104	2,1274	100,00
Richards	50,7231	0,8017	0,0049	1,8420	0,9886	11,3849	1,0546	78,43

Não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) de nenhum dos efeitos sobre os parâmetros avaliados através do modelo Brody. Os valores dos parâmetros A, B e K estimados neste estudo foram próximos aos reportados por Lôbo et al. (2006) para o modelo Brody, com dados de fêmeas da raça Santa Inês criadas na EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. No entanto, como mencionado a cima, os autores reportaram que Richards foi o modelo que melhor se ajustou aos dados.

### 3.2. Parâmetros genéticos

De maneira geral, o desempenho médio dos animais para as características em estudo é baixo. O PTCN mensura a capacidade da ovelha em produzir kg de cordeiro ao nascimento, sem considerar a quantidade de animais nascidos (MOHAMMADI et al., 2013) enquanto o PTCD reflete a eficiência reprodutiva e habilidade materna das ovelhas na sobrevivência e crescimento dos cordeiros

durante o período pré-desmame (RASHIDI et al., 2011), sendo a característica de maior importância nos sistemas de produção de carne ovina. As médias para PTCD e RELD (Tabela 3) são relativamente inferiores às reportadas por Lôbo et al. (2012) de  $16,56 \pm 8,07$  kg para PTCD e de  $1,08 \pm 0,36$  kg para RELD, para animais da raça Santa Inês. Essa diferença se deve principalmente pela alta taxa de mortalidade do nascimento ao desmame (34,17%), acarretando em um maior número de ovelhas com PTCD e RELD com valores zero. Lôbo (2010) preconiza a atribuição desse valor para as fêmeas que não desmamaram nenhuma cria, para permitir que aquelas com falhas reprodutivas ou que não criaram adequadamente suas crias sejam penalizadas.

**Tabela 3.** Número de observações (NO), Número de fêmeas (NF), Grupo de Contemporâneos (GC), Média (M), Desvio Padrão (DP) para as características reprodutivas estudadas

Características <sup>1</sup>	NO	NF	GC	M	DP
<b>PTCN (kg)</b>	3981	2113	239	4,13	1,19
<b>PTCD (kg)</b>	3860	2072	233	9,64	7,91
<b>RELN</b>	1282	654	80	0,21	0,05
<b>RELD</b>	1239	639	80	0,51	0,39
<b>PD (kg)</b>	1239	639	80	47,73	1,16

<sup>1</sup> PTCN – Peso total dos cordeiros ao nascer; PTCD – Peso total dos cordeiros ao desmame; REN – Relação de nascimento; RELD – Relação de desmama; PD – Peso estimado da ovelha ao desmame dos cordeiros.

As estimativas de herdabilidade obtidas neste presente estudo (Tabela 4) variaram de 0,00 para PD à 0,25 para RELN. A estimativa de herdabilidade para PD se deve, provavelmente, porque os pesos foram estimados pela curva de crescimento e que a maioria das ovelhas apresentou o primeiro parto em idades avançadas, eliminando-se grande parte da variação existente entre os pesos dos animais. Lôbo et al. (2006) reportaram estimativa de herdabilidade ( $0,08 \pm 0,03$ ) superior a encontrada neste trabalho, porém de baixa magnitude, para peso adulto de dois rebanhos de fêmeas da raça Santa Inês estimados por duas curvas de crescimento de Richards diferentes, um para cada rebanho em estudo. A superioridade da estimativa de herdabilidade para RELN (0,25) em relação à RELD (0,14) sugere que à resposta a seleção para RELN é mais efetiva. Shiotsuki et al.

(2014) também observaram superioridade na estimativa de herdabilidade para RELN ( $0,41 \pm 0,13$ ) comparando-se com RELD ( $0,15 \pm 0,13$ ).

**Tabela 4.** Variâncias genéticas ( $\sigma_a^2$ ), Variâncias de ambiente permanente ( $\sigma_{pe}^2$ ), variâncias residuais ( $\sigma_e^2$ ), variâncias fenotípicas ( $\sigma_p^2$ ) e estimativas de herdabilidade ( $h^2$ ) obtidas em análises multicaracterísticas.

Características <sup>1</sup>	$\sigma_a^2$	$\sigma_{pe}^2$	$\sigma_e^2$	$\sigma_p^2$	$h^2$
<b>PTCN</b>	0,0501	0,1149	0,5290	0,6942	0,07
<b>PTCD</b>	5,6138	0,1353	38,2840	44,0330	0,12
<b>RELN</b>	0,0004	0,0004	0,0009	0,0018	0,25
<b>RELD</b>	0,0183	0,0024	0,1110	0,1318	0,14
<b>PD</b>	0,0012	0,0005	0,2180	0,2198	0,00

<sup>1</sup> PTCN – Peso total dos cordeiros ao nascer; PTCD – Peso total dos cordeiros ao desmame; REN – Relação de nascimento; RELD – Relação de desmama; PD – Peso estimado da ovelha ao desmame dos cordeiros.

Valores próximos de herdabilidade para PTCN (0,07) foram reportados por Mokhtari, Rashidi e Esmailzadeh (2010) de  $0,06 \pm 0,03$  em ovelhas Kermani e por Yavarifard, Ghavi Hossein-Zadeh e Shadparvar (2015) de  $0,06 \pm 0,04$  em ovelhas Mehraban. Todavia, valores superiores foram reportados por Lôbo et al. (2009) de  $0,15 \pm 0,02$  em ovelhas de um rebanho multirracial e por Magalhães et al. (2011) de  $0,22 \pm 0,09$  em ovelhas Somalis Brasileira. Para PTCD as estimativas na literatura variam de  $0,03 \pm 0,05$  (AMOU POSHT-E-MASARI et al., 2013) a  $0,44 \pm 0,12$  (SHIOTSUKI et al., 2014). Nota-se que na literatura existe uma grande variação nas estimativas de herdabilidades para PTCN e PTCD, isso se deve principalmente as diversas raças, efeitos e modelos considerados, além do manejo adotado inerente a cada população dos diversos estudos.

Como o esperado para características reprodutivas, elas sofrem elevada influência de fatores ambientais, sendo a mortalidade dos cordeiros no período pré-desmame o principal entrave para a melhoria a melhoria da eficiência das ovelhas. Segundo Mohammadabadi e Sattayimokhtari (2013) a concentração para o aumento do desempenho reprodutivo das ovelhas deve ser realizada nas práticas de manejo, suplementando os animais na época de reprodução (flushing) e no terço final da gestação.

As maiores estimativas de correlação genética (Tabela 5) foram observadas entre PTCN e RELN (0,55) e entre PTCD e RELD (0,98). Esses resultados eram esperados, considerando que existe certa dependência entre as características e, ainda, sugere que PTCD e RELD são as mesmas características. Por isso, preconiza-se a utilização do PTCD, devido à facilidade na obtenção desta característica. Comportamento semelhante para as correlações entre estas características foram reportadas por Shiotsuki et al. (2014) em ovinos da raça Morada Nova.

**Tabela 5.** Estimativas de correlações genéticas (abaixo da diagonal), correlações fenotípicas (acima da diagonal) entre as características estudadas em análise multicaracterística.

Característica <sup>1</sup>	PTCN	PTCD	RELN	RELD	PD
<b>PTCN</b>		0,15	0,81	0,17	-0,04
<b>PTCD</b>	0,46		0,10	0,75	-0,04
<b>RELN</b>	0,55	0,25		0,15	-0,12
<b>RELD</b>	0,42	0,98	0,25		-0,03
<b>PD</b>	-0,13	-0,30	-0,07	-0,31	

<sup>1</sup> PTCN – Peso total dos cordeiros ao nascer; PTCD – Peso total dos cordeiros ao desmame; REN – Relação de nascimento; RELD – Relação de desmama; PD – Peso estimado da ovelha ao desmame dos cordeiros.

A correlação moderada e negativa entre PD e RELD (-0,31) corrobora a estimativa (-0,25) reportada por Lôbo et al. (2012). Segundo Magalhães et al. (2011) este aspecto é esperado, já que matrizes mais pesadas tendem a ter uma menor eficiência a desmama. Por meio disso, é possível inferir que a seleção para RELD pode ocorrer sem aumento dos pesos das ovelhas.

Por outro lado, as correlações negativas entre PD e PTCN (-0,13) e entre PD e PTCD (-0,30) divergem das estimativas reportada por Lôbo et al. (2012), os quais obtiveram correlação de 0,37 entre PD e PTCN e de 0,30 entre PD e PTCD. Tal fato revela que fêmeas maiores não geram e desmamam cordeiros mais pesados. Uma possível causa para essas divergências seriam a utilização dos pesos das ovelhas estimados por uma curva de crescimento.

De uma forma geral, as correlações fenotípicas entre as características foram de baixa magnitude e mesmo sinal que suas respectivas correlações genéticas,

exceto entre PTCN e RELN (0,81) e entre PTCD e RELD (0,75) que foram altas, indicando que essas respondem ao ambiente no mesmo sentido.

#### **4. CONCLUSÕES**

Os resultados indicam que RELN é passível de seleção e que razoável progresso genético pode ser obtido. No entanto, não se deve desconsiderar o PTCD no processo de seleção, uma vez que RELN não considera a mortalidade dos cordeiros.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, V. A. C.; QUIRINO, C. R.; COSTA, R. L. D. da; SILVA, R. M. C. da. Aplicação de modelos não lineares no ajuste de curvas de crescimento em fêmeas ovinas (*Ovis aries*) da raça Santa Inês criadas na região Norte Fluminense/RJ. **Boletim de Indústria Animal**, v. 66, n. 2, p. 115-120, 2009.

AMOU POSHT-E-MASARI, H.; SHADPARVAR, A. A.; GHAVI HOSSEIN-ZADEH, N.; HADI TAVATORI, M. H. Estimation of genetic parameters for reproductive traits in shall sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 45, n. 5, 1259-63. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-013-0357-8>

BARBOSA NETO, A. C.; OLIVEIRA, S. M. P.; FACÓ, O.; LÔBO, R. N. B. Efeitos genéticos aditivos e não-aditivos em características de crescimento, reprodutivas e habilidade materna em ovinos das raças Santa Inês, Somalis Brasileira, Dorper e Poll Dorset. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 1943-1951, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000900012>>.

BERTALANFFY, L. V. Quantitative laws in metabolism and growth. **Quarterly Review of Biology**, v. 32, p. 217–231, 1957.

BRODY, S. **Bioenergetics and Growth**. New York: Reinhold Publishing Corp, 1945. p. 575-663.

CARVALHO, G. C.; BARBOSA, L. T.; OLIVEIRA, T. M. de; FONSECA, F. E. P.; MUNIZ, E. N.; AZEVEDO, H. C. Estimação de parâmetros genéticos de ovinos da raça Santa Inês utilizando modelos uni e bicaracterística. **Ciência Rural**, v. 44, n. 1, p. 111-116, 2014.

LAIRD, A. K. Dynamics of relative growth. **Growth**, v. 29, p. 249–263, 1965.

LÔBO, R. N. B.; VILLELA, L. C. V.; LOBO, A. M. B. O.; PASSOS, J. R. S.; OLIVEIRA, A. A. Parâmetros genéticos de características estimadas da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1012-1018, 2006.

LÔBO, R. N. B. Seleção para eficiência produtiva de ovelhas visando a produção de carne. **FARMPPOINT**, Piracicaba, 14 set. 2010. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br/radares-tecnicos/melhoramento-genetico/selecao-para-eficiencia-produtiva-de-ovelhas-visando-a-producao-de-carne-65934n.aspx>>. Acesso em: 25 mar. 2015.

LÔBO, A. M. B. O.; LÔBO, R. N. B.; PAIVA, S. R.; OLIVEIRA, S. M. P.; OLIVARDO, F. Genetic parameters for growth, reproductive and maternal traits in a multibreed meat sheep population. **Genetics and Molecular Biology**. São Paulo, v. 32, n. 4, p. 761-770, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-47572009005000080>>.

LÔBO, R. N. B.; JÚNIOR, G. A. F.; LÔBO, A. M. B. O.; FACÓ, O. Genetic (co) variance components for ratio of lamb weight to ewe metabolic weight as an indicator of ewe efficiency. **Livestock Science**, v. 143, n. 2, p. 214-219, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2011.09.014>>.

MAGALHÃES, A. F. B.; LÔBO, R. N. B.; FACÓ, O.; MORAIS, O. R. de.; ALBUQUERQUE, F. H. M. A. R. de.; SARMENTO, J. L. R. Estimativa de parâmetros genéticos para características de habilidade materna em ovinos da raça Somalis Brasileira. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 48., 2011, Belém. **Anais...**, Belém: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2011. 1 CD-ROM

MEXIA, A. A.; MACEDO, F. A. F.; ALCALDE, C. R.; SAKAGUTI, E. S.; MARTINS, E. N.; ZUNDT, M.; YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, R. M. G. Desempenhos reprodutivo e produtivos de ovelhas Santa Inês suplementadas em diferentes fases da gestação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 658-667, 2004.

MEYER, K. WOMBAT—A tool for mixed model analyses in quantitative genetics by restricted maximum likelihood (REML). **Journal of Zhejiang University Science B**, v. 8, n. 11, p. 815-821, 2007.

MOHAMMADI, H., SHAHREBABA, M. M.; SHAHREBABA, H. M. Analysis of genetic relationship between reproductive vs. lamb growth traits in Makooei ewes. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 15, p. 45–53, 2013.

MOHAMMADABADI, M. R.; SATTAYIMOKHTARI, R. Estimation of (co)variance components of ewe productivity traits in Kermani sheep. **Slovak Journal of Animal Sciences**, v. 46, p. 45–51. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17221/8242-CJAS>>.

MOKHTARI, M. S.; RASHIDI, A.; ESMAILIZADEH, A. K. Estimates of phenotypic and genetic parameters for reproductive traits in Kermani sheep. **Small Ruminant Research**, v. 88, p. 27–31

NELDER, J. A. The fitting of a generalization of the logistic curve. **Biometrics**, v. 17, p. 89–110, 1961.

Ó, A. O. do; RÊGO NETO, A. A.; SANTOS, G. V. dos; SARMENTO, J. L. R.; BIAGIOTTI, D.; SOUSA, J. E. R. de. Curva de crescimento de ovinos Santa Inês no Vale do Gurguéia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, p. 912-922, 2012.

OLIVIER, W. J.; SNYMAN, M. A.; OLIVIER, J. J.; VAN WYK, J. B.; ERASMUS, G. J. Direct and correlated responses to selection for total weight of lamb weaned in Merino sheep. **South African Journal of Animal Science**, v. 31, p. 115–121, 2001.

RASHIDI, A.; MOKHTARI, M. S.; ESMAILIZADEH, A. K.; ASADI FOZI, M. Genetic analysis of ewe productivity traits in Moghani sheep. **Small Ruminant Research**, v. 96, p. 11–15, 2011.

RICHARDS, F. J. A flexible growth function for empirical use. **Journal of Experimental Botany**, v. 10, p. 290-300, 1959.

SARMENTO, J. L. R.; REZAZZI, A. J.; SOUZA, W. H.; TORRES, R. A.; BREDA, F. C.; MENEZES, G. R. O. Estudo da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 435-442, 2006.

SAS INSTITUTE Inc. 2008. **SAS/STAT® 9.2. User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SHIOTSUKI, L.; OLIVEIRA, D. P. de; LÔBO, R. N. B.; FACÓ, O. Genetic parameters for growth and reproductive traits of Morada Nova sheep kept by smallholder in semi-arid Brazil. **Small Ruminant Research**, v. 120, n. 2, p. 204-208, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.05.009>>.

SILVA, L. S. A. da; FRAGA, A. B.; SILVA, F. L. da; BEELEN, P. M. G.; SILVA, R. M. O.; TONHATI, H.; BARROS C. C. Growth curve in Santa Inês sheep. **Small Ruminant Research**, v. 105, p. 182-185, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.11.024>>.

SOUZA, G. S. **Introdução aos modelos de regressão linear e não-linear**. Brasília: Serviço de Produção de Informação, 1998. p. 297-342.

VATANKHAH, M.; TALEBI, M. A. Heritability estimates and correlations between production and reproductive traits in Lori–Bakhtiari sheep in Iran. **South African Journal of Animal Science**, v. 38, p. 110–118, 2008.

YAVARIFARD, R.; GHAVI HOSSEIN-ZADEH, N.; SHADPARVAR, A. A. Estimation of genetic parameters for reproductive traits in Mehraban sheep. **Czech Journal of Animal Science**, v. 60, p. 281-288, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17221/8242-CJAS>>.