UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

EDGAR LENIN AGUIRRE RIOFRIO

**Estudo genético quantitativo de uma população
de ovelhas da raça Santa Inês**

Pirassununga - SP
2016

EDGAR LENIN AGUIRRE RIOFRIO

**Estudo genético quantitativo de uma população de ovelhas de raça
Santa Inês**

“Versão corrigida”

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Biociência Animal.

Orientador: Prof. Dr. José Bento Sterman Ferraz.

Pirassununga - SP
2016

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A284e Aguirre Riofrio, Edgar Lenin
Estudo genético quantitativo de uma população de
ovelhas de raça Santa Inês / Edgar Lenin Aguirre
Riofrio; orientador José Bento Sterman Ferraz. --
Pirassununga, 2016.
73 f.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em
Biociência Animal -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo.

1. Ovelha brasileira 2. Herdabilidade 3.
Desenvolvimento ponderal 4. Prolificidade 5. `
Tendência genética I. Ferraz, José Bento, orient.
II. Título

EDGAR LENIN AGUIRRE RIOFRIO

Estudo genético quantitativo de uma população de ovelhas de raça Santa Inês

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Biociência Animal.

Data de aprovação: _05_ / _08_ / _2016_

Banca Examinadora:

José Bento Sterman Ferraz – Presidente da Banca Examinadora
Prof. Dr. da FZEA- Universidade de São Paulo - Orientador(a)

Rachel Santos Bueno Carvalho
Profa. Dra. da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - USP

Ricardo Vieira Ventura
Prof. Dr. da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP

Sarita Bonagurio Gallo
Profa. Dra. da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP

Arlindo Saran Netto
Prof. Dr. Da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP

Ricardo da Fonseca
Prof. Dr. da Universidade Estadual Paulista – UNESP- Dracena

DEDICATÓRIA

Este trabalho é o resultado do esforço e dedicação dos últimos quase três anos, sendo assim essa conquista tem imenso valor em minha vida pessoal e profissional. Dedico este trabalho a minha amada família, a razão para cada dia adquirir forças e prosseguir até alcançar a meta. Também a minha mãe Mariana e meu pai “Alfredito” (*in memoriam*), por ser exemplo de bons costumes.

Dedico aos meus caros alunos de Medicina Veterinária da minha valiosa Universidad Nacional de Loja, Ecuador, pois, por vocês é tudo isto, para melhorar o nível acadêmico e portanto contribuir a uma melhor avaliação e qualidade de ensino da UNL.

AGRADECIMENTOS

A Deus e,

A minha “churonita” Reina del Cisne pela proteção diária.

Ao caro Prof. “Bento” Ferraz, primeiramente por aceitar me orientar, pela grande amizade, por todos os ensinamentos transmitidos, enfim por toda confiança depositada em mim, espero não ter decepcionado, muito obrigado.

A meu amiga e amor da minha vida, “La Negra”, pelo apoio, paciência e a fortaleza em ficar à frente da casa em todo este tempo e aos meus amados filhos: Diego, Anita e Andrés por todo seu amor e apoio.

Ao Programa Alianças para a Educação e Capacitação da Organização de Estados Americanos e a Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras, PAEC-OEA-GCUB 2013, pelo suporte financeiro para a execução de meus estudos no Doutorado.

À Universidade de São Paulo e especialmente à FZEA- campus “Fernando Costa”, Pirassununga, SP, por acolher-me.

Ao Prof. Dr. Joanir Pereira Eler e a sua família, pela grande ajuda acadêmica e amizade recebida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biociência Animal e seus Profs. Dr. Adriano, Heidge, Felipe, Caju e as Professoras Cláudia Lima e Rachel Bueno, por dar-me seus conhecimentos.

À Associação Sergipana dos criadores de caprinos e ovinos ASCCO, pelos dados concedidos.

A Elisângela “Li”, pelo sua amizade, paciência e grandíssima ajuda em todos os momentos, afinal o que seríamos de nós do GMAB sem ela?

Aos amigos do GMAB, Prof. Ricardo Ventura, a Barbara, Gérson, Gerardo, Laís, Yuri, Pâmela, Mikaele, Leydiane, Francisco, Isabela, Mínos, Miguel, Alessandra, que estiveram ao meu lado, sempre dando uma ajuda quando eu precisei dela. Desejo muita saúde e força, tenho certeza que o caminho será de muito sucesso em suas vidas, pois, acredito no potencial de cada um de vocês.

Aos amigos, Aline, Gustavo e Cynthia, Rosita Simba, Carol e Bruno que ajudaram-me nas traduções.

À Universidad Nacional de Loja, Ecuador, pela licença dada para realizar meus estudos.

E a todos que de forma direta e indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!!!

“The future belongs to those who believe in the beauty of their dreams”

Eleanor Roosevelt.

“Given his knowledge. It is a way to achieve immortality”

Dalai Lama.

RESUMO

AGUIRRE RIOFRIO, E.L. **Estudo genético quantitativo de uma população de ovelhas de raça Santa Inês**. 2016. 59 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

É de grande importância estudar o potencial genético da raça Santa Inês, que cada vez mais está ocupando espaço, devido a sua alta resistência e capacidade de adaptação aos diversos ambientes. A informação consistiu de 37.735 dados de pedigree, 11.851 registros fenotípicos de cordeiros que foram usados para o estudo das características de desenvolvimento ponderal e 6.566 registros fenotípicos de 2.211 ovelhas, usados para a avaliação das características de eficiência reprodutiva. O período de análise foi de 12 anos (2003-2014), e as informações pertencentes a 33 rebanhos distribuídos em dez estados brasileiros. O banco de dados foi gerido através do programa Microsoft Visual FoxPro, a significância dos efeitos fixos a incluir nos modelos foi desenvolvida pelo programa estatístico R. Estimação dos componentes de variância, parâmetros e valores genéticos foram obtidos pelo método DFREML, utilizando o Programa MTDFREML em análise unicaracterística empregando o modelo animal. Foram avaliadas dez características ponderais: peso ao nascer (PN), peso ao desmame com 60 dias de idade (PD60), peso aos 180 dias de idade (P180), peso aos 270 dias de idade (P270), ganho diário de peso ao desmame (GPD), ganho diário de peso entre 60 e 180 dias (GPD180), ganho diário de peso entre 180 e 270 dias (GP180-270), ganho diário de peso entre 60 e 270 dias (GPD270), musculosidade da perna (MP) e presença de lã na pele (PL). Sete características reprodutivas: idade ao primeiro parto (IPP), intervalo de partos (IP), sobrevivência dos cordeiros ao desmame (SBV), número de cordeiros vivos ao parto/ovelha (NCP), número de cordeiros ao desmame/ovelha (NCD), peso total dos cordeiros ao parto/ovelha (PTCP) e peso total dos cordeiros ao desmame/ovelha (PTCD). Nas características de peso obteve-se um incremento nos valores dos componentes de variância conforme a idade do animal aumenta, enquanto que o efeito materno e as correlações genéticas direta-materna foram significativas no início e logo declinaram no pós-desmame, a influência do ambiente permanente materno (pe^2) foi de magnitude alta (PN: 0,57, P60: 0,60, P180: 0,54 e GPD60: 0,48), provavelmente pelo sistema extensivo de pastagem que tem as mães, a herdabilidade total nas características avaliadas são de alta magnitude (PN: 0.38, PD60: 0.29, P180: 0.43, P270: 0.49, GPD: 0.48, GPD180: 0.43, GP180-270: 0.43, GPD270: 0.44, PL: 0.28, MP: 0.35), e as estimativas de repetitividade no desempenho das ovelhas (t_m), são de alta intensidade para PN: 0.82, PD60: 0.8, P180: 0.7 e GPD: 0.61. Nas características reprodutivas encontrou-se uma notória variabilidade fenotípica e de ambiente permanente, as herdabilidades diretas foram 0.13, 0.04, 0.01, 0.12, 0.03, 0.16 e 0.18 para IPP, IP, SBV, NCP, NCD, PTCP e PTCD, respectivamente, o efeito do ambiente permanente foi de alta magnitude e variou de 0.79 a 0.97, enquanto que a grande variância ambiental e escassa variância residual das características conduzem a uma repetibilidade alta (entre 0.92 e 0.98). O ganho genético anual apresenta uma tendência irregular e de ligeiro incremento para as características ponderais,

enquanto que as características reprodutivas apresentam uma tendência ligeiramente negativa em todas elas, exceto para IPP e SBV. Os resultados obtidos levam à conclusão que a seleção direta para características pre-desmama, levaram à seleção indireta para habilidade materna e, a seleção massal baseada sobre qualquer característica pós-desmama vai ter um rápido progresso genético, também as mudanças nas condições ambientais dos rebanhos, além da seleção direta para PTCP e PTCD, avaliadas ao primeiro parto, podem ser usadas como critério de seleção para a diminuição do intervalo geracional e a melhora da produtividade das ovelhas Santa Inês.

Palavras-chave: ovelha brasileira, herdabilidade, desenvolvimento ponderal, prolificidade, tendência genética

ABSTRACT

AGUIRRE RIOFRIO, E.L. **Quantitative genetic study of a population Santa Ines sheep breed.** 2016. 59 f. PhD Thesis - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

Studying genetic parameters and genetic changes in the Santa Ines sheep breed is important, as it is the most prevalent breed in Brazil and can adapt to many environments. This study included genetic data obtained from 37,735 pedigree records, of 11,851 performance records of lambs were used for the study of growth traits and 6,566 data of 2,211 registers of ewes were available to evaluate the reproductive traits. These data were collected over a period of 12 years (2003-2014) from 33 flocks in 10 Brazilian States. The database was kept and maintained using Microsoft Visual FoxPro 9.0 and the significance of fixed effects to include into the models was performed for the statistic program R. Variance components, genetic parameters and breeding values were estimated by the implementation of single-trait animal models via DFREML method, using MTDFREML software. Traits for growth as: birth weight (BW), weaning weight at 60 days of age (WW), weight at 180 days of age (W180), weight at 270 days of age (W270), average daily weight gain from birth at weaning (DGW), average daily weight gain from weaning to 6 months (DGWS), average daily weight gain from 6 months to 9 months (DGSN), average daily weight gain from weaning to 9 months (DGWN), the presence of hair in fur (HF) and leg muscularity (LM) were assessed. Reproductive traits of age at first lambing (AFL), lambing interval (LI), survivability (SU), litter size at birth (LSB), litter size at weaned (LSW), total litter weight at birth (TLWB) and total litter weight at weaning (TLWW) were also assessed. Variance components values increased in weight traits when lambs grew with age, while the maternal effect and genetic maternal-direct correlations were firstly significant which faded for post-weaning ages. Maternal permanent environment was of high magnitude (BW: 0.57, WW: 0.60, W180: 0.54 and DGW: 0.48), probably due to specific features involved in extensive livestock production systems where sheep were bred. High values were estimated for total heritability with respect to BW (0.38), WW (0.29), W180 (0.43), W270 (0.49), DGW (0.48), DGWS (0.43), DGSN (0.43), DGWN (0.44), HF (0.28), and LM (0.35), while the estimation of the repeatability of ewe performance was high for BW (0.82), WW (0.8), W180 (0.7) and DGW (0.61). For the reproductive traits, it was found pronounced phenotypic and permanent environment variances. The direct heritability estimates were 0.13, 0.04, 0.01, 0.12, 0.03, 0.16 and 0.18 for AFL, LI, SU, LSB, LSW, TLWB and TLWW, respectively. The estimated fractions of variance due to the permanent environmental effects in any traits were high magnitude (0.79 to 0.97), while the little residual variance that have the traits leading to a higher repeatability (0.92 to 0.98). The genetic trends observed for growth traits analyzed in this study were irregular and of slight increase, while by the reproductive traits has a slightly negative trend in all of them except for AFL and SU. Results obtained in the present study allow the conclusion that direct selection for pre-weaning traits conducted to an indirect selection for maternal ability. At the same time,

mass selection based on post-weaning related traits would have faster results. Also, changes on environmental conditions of the flock, as well as the direct selection for TLWB and TLWW evaluated at first lambing, should be used as selection criteria for aiming reduction the generational interval and general improving the productivity of Santa Ines sheep.

Keywords: Brazilian sheep, heritability, growth traits, prolificacy, genetic trends

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1 - Percentagem de nascimentos ocorridos nos diferentes meses do ano.....	39
Figura 2 - Efeito da idade da ovelha de raça Santa Inês sobre o intervalo de partos.....	41
Figura 3 - Efeito da idade da ovelha de raça Santa Inês sobre o peso ao nascimento dos cordeiros.....	42
Figura 4 - Curva de crescimento de ovinos de raça Santa Inês, até os 270 dias de idade.....	43
Figura 5 - Efeito da idade da ovelha sobre o peso aos 180 dias dos cordeiros Santa Inês.....	45
Figura 6 - Tendência genética para PN, PD60, GPD (efeito materno), P180, P270, GPD270, PL e MP de ovinos de raça Santa Inês.....	53
Figura 7 - Tendência genética para IPP, IP, SBV, NCP, PTCP, NCD e PTCD na população de ovelhas Santa Inês em estudo.....	63

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1 – Raças brasileiras, tendência da população, uso, porte do rebanho, localização geográfica e importância dos produtos	21
Tabela 2 - Estrutura do banco de dados, resumo estatístico e significância das fontes de variação para as características ponderais em animais Santa Inês.....	32
Tabela 3 - Descrição dos efeitos fixos, médias dos quadrados mínimos e erros padrão para as características reprodutivas nas ovelhas Santa Inês.....	36
Tabela 4 - Idade ao primeiro parto e intervalo de partos em ovelhas Santa Inês considerando o efeito <i>Região</i>	38
Tabela 5 - Peso aos 60, 180 e 270 dias de idade, considerando os efeitos: sexo, estação e tipo de parto em ovinos de raça Santa Inês.....	44
Tabela 6 - Estimativas de componentes de (co)variância e parâmetros genéticos de características ponderais nas ovelhas Santa Inês em análise uni-característica.....	48
Tabela 7 - Características estruturais da base de dados e estatística descritiva para as características reprodutivas nas ovelhas Santa Inês.....	56
Tabela 8 - Estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos das características reprodutivas nas ovelhas Santa Inês.....	58

SUMÁRIO

Página

1 INTRODUÇÃO GERAL	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Cenário geral da ovinocultura	18
2.1.1 Cenário da ovinocultura no contexto Internacional e no Brasil	18
2.1.2 Raças ovinas locais no Brasil	19
2.1.3 Raça Santa Inês	21
2.2 Características de crescimento em ovinos brasileiros	233
2.3 Características reprodutivas em ovinos brasileiros	255
2.4 Melhoramento Genético e Estimativa de Parâmetros Genéticos	277
3 MATERIAIS E METODOS	29
3.1 Dados e manejo dos animais	29
3.2 Métodos	31
3.2.1 Características de desenvolvimento ponderal e escores visuais	31
3.2.2 Características reprodutivas	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
4.1 Influência de fatores não genéticos no desempenho de características produtivas e reprodutivas em ovinos Santa Inês.	38
4.1.1 Características reprodutivas	38
4.1.2 Características de desenvolvimento ponderal	42
4.2 Estimação de parâmetros e tendências genéticas nas características de desenvolvimento ponderal em ovelhas Santa Inês	45
4.2.1 Estatística descritiva das características	45
4.2.2 Componentes de variância e parâmetros genéticos	46
4.2.3 Valores genéticos individuais e tendências genéticas	52
4.2 Estimativa de parâmetros e tendências genéticas para características reprodutivas de ovelhas Santa Inês	55
4.3.1 Estatística descritiva e efeitos fixos das características	55
4.3.2 Componentes de variância e parâmetros genéticos	57
4.3.3 Estimação das tendências genéticas	62
5 CONCLUSÕES	65
REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO GERAL

A interação animal-ambiente deve ser considerada como um elemento-chave quando se procura maior eficiência na exploração pecuária, mais ainda se estamos nos trópicos, pois as diferentes respostas do animal à condição edafoclimática de cada região é determinante no sucesso da produção animal. Um dos principais problemas da produção pecuária em nível mundial, é o aumento na produção de carne, leite, lã, etc, provenientes de sistemas de manejo extensivo, que requerem um maior número de unidades animais e áreas de produção mais extensas, e esse aumento na produção não se dá apenas por processos de seleção e melhoramento genético. Prova disso são os dados apresentados pela FAO/OECD/ABARES e expressos por Ferraz (2014), em que o número de ovinos e a produção de carne ovina se encontra em desenvolvimento, pois, no período 1990-2010 o crescimento foi de 21%, estimando-se para o período 2010-2020, um incremento de 32,5%. Países como a China, Austrália, Índia, Irã, Brasil, que possuem grandes superfícies, têm o maior número de animais. No Brasil, de acordo com dados da FAOSTAT (2016), a população de ovinos é de, aproximadamente, 17,3 milhões, tendo como cenário tradicional da ovinocultura as regiões do Nordeste e Sul. No entanto na última década o grande crescimento do rebanho na região do Centro-oeste. Daí a importância em se estudar esta espécie, que cada vez mais está ocupando espaço nas preferências do produtor e consumidor brasileiro.

Na produção animal, um problema comum é que se promovem planos de manejo importados de outras realidades sem considerar nosso próprio material já adaptado a esse ambiente. Nesta realidade, surge a importância do estudo genético quantitativo da ovelha Santa Inês que é uma das raças ovinas brasileiras mais numerosa e portanto precisamos conhecer melhor a raça para saber como trabalhar com ela.

A dificuldade de melhoramento se deve, em parte, à falta de registros de produção. Na maioria dos sistemas de produção animal dos países em desenvolvimento, durante longo período, pouca ou nenhuma atenção foi dada ao controle de dados. Desde a colonização, o trinômio terra-trabalho-capital foi a base da agropecuária. Com a globalização, as estruturas fundiárias começaram a perder espaço para uma nova concepção, baseada na terra-capital-trabalho-profissionalismo. Nessa nova estrutura fundiária, somente a partir do controle de dados é que se pode monitorar constantemente o sistema de produção, identificando os pontos de estrangulamento e, com base nesses pontos, orientar as tomadas de decisão em busca do aumento de produtividade.

Um programa de seleção, quando não é realizado de maneira criteriosa, pode ocasionar a redução da variabilidade genética. Assim, as avaliações de populações de animais para fins pecuários devem ser feitas periodicamente e sempre considerando o ambiente, ainda mais nestes tempos onde o fenômeno da mudança climática é o fator que mais afeta à perda da variabilidade genética, ecossistemas e sistemas de produção de alimentos (FAO, 2015; Veerasamy, et al. 2016). Isso permite detectar diferenças genéticas e identificar animais mais adaptados para seleção, reprodução e conservação de recursos genéticos, conseguindo, por exemplo em ovinos, mais cordeiros por ano, mais animais por área e maior sustentabilidade ambiental.

A peça mais importante na implementação dos programas de melhoramento genético de animais, especialmente nos países em desenvolvimento, é o recurso genético. Se desejamos selecionar os melhores indivíduos de uma população para obter progresso genético, é importante que estejamos aptos a classificar esses indivíduos, fazer estimativas precisas dos valores genéticos, projetar e implementar estratégias de acasalamento e agir com critérios técnicos e sustentáveis neste domínio em cada um dos ambientes em que trabalhamos.

Sendo assim, o objetivo geral neste trabalho foi desenvolver um estudo de genética quantitativa com algumas características de crescimento e reprodução em uma população de ovinos Santa Inês, adquirindo assim a capacidade em lidar com planos de melhoramento genético em diferentes ambientes e espécie animal de interesse pecuário e, como objetivo específico foi a estimativa dos parâmetros genéticos (herdabilidade e tendências genéticas) para determinadas características produtivas e reprodutivas dos ovinos da raça Santa Inês.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cenário geral da ovinocultura

A atividade produtiva da ovinocultura vem passando por transformações estruturais cujos efeitos já começam a ser identificadas (MEDEIROS et al. 2009). Enquanto ainda persistem, em muitas regiões do mundo, processos produtivos tradicionais ou extensivos que mal remuneram o custo de produção, em outras começam a emergir novos modos de produção intensiva do agronegócio, como resposta a um perfil de consumidores que vem se alargando.

Em relação ao desenvolvimento da ovinocapricultura, duas tendências começam a se delinear para o horizonte de médio prazo. De um lado, um crescimento mais acelerado da produção orientado para o novo perfil da demanda que visa a qualidade da carcaça. Nesse caso é de se esperar a incorporação dos novos padrões tecnológicos ligados especialmente ao campo do melhoramento genético (seleção) e nutrição animal. E por outro lado, o próprio efeito de resiliência cultural nos mercados tradicionais deverá abrir espaço para a valorização de atributos ligados à cultura e ao território, podendo constituir-se numa outra opção importante, principalmente para os pequenos produtores de regiões com reconhecida identidade cultural e territorial.

2.1.1 Cenário da ovinocultura no contexto Internacional e no Brasil

A espécie ovina como produtora de carne ocupa posição intermediária em relação às demais, sendo fonte primordial de proteína, lã, couro para habitantes de regiões como a África, Ásia, região dos Andes na América do Sul e Nordeste de Brasil. Segundo os dados apresentados pela FAOSTAT (2016), a produção mundial de carne ovina no ano 2013 foi de aproximadamente 8,6 milhões de toneladas, sendo o mercado internacional abastecido pelos países da Europa, Nova Zelândia e Austrália, onde existem sistemas de

produção e comercialização especializados e de onde são enviadas, ao exterior, carcaças de cordeiros em sua grande maioria (SILVA SOBRINHO et al. 2008).

No contexto mundial, a América é a região com o menor número de cabeças e produção de carne ovina, representando apenas o 7,0% e 5,4% da população mundial, respectivamente (FAOSTAT, 2016), sendo esta produção em sua maioria destinada ao consumo interno, considerada pouco expressiva em quanto comparada às outras regiões do mundo.

O Brasil contribui com o 1,0% da produção mundial de carne ovina e com 21,2% da produção da América, produzindo 85,8 mil toneladas/ano, caracterizado por um consumo per capita de 0,62 kg/ano, enquanto que, o consumo mundial per capita é equivalente a 1,88 kg e em países como Austrália e Nova Zelândia, o consumo atinge em média 12,7 kg anualmente (BRESTER, 2012; FAOSTAT, 2013).

Segundo, Medeiros et al. (2009), nos últimos anos várias oportunidades têm sido apontadas como atraentes para a expansão da ovinocultura no Brasil: aumento do consumo de carne ovina em nível nacional e internacional; aumento da qualidade genética dos rebanhos, buscando produzir carne com baixo teor de gordura; disponibilidade de tecnologias geradas por diversas instituições de pesquisa; maior valorização e demanda de animais (reprodutores) e dos subprodutos (peles) no mercado; etc.

2.1.2 *Raças ovinas locais no Brasil*

Os animais domésticos foram trazidos para América e, por consequência para o Brasil na época da colonização e a partir de então, estas populações evoluíram e adaptaram-se ao longo de séculos às mais diferentes condições ambientais, formando diferentes ecótipos que atualmente são conhecidos como raças locais, crioulas ou naturalizadas. Estes grupos genéticos, passaram por cruzamentos orientados, a partir do século XIX, para formar

rebanhos que atendessem as necessidades da indústria, ocorrendo desta forma uma substituição gradual de ovinos crioulos, por raças exóticas. Estes são exploradas com diferentes graus de tecnologias sob condições de sistemas de criação extensivos e semi-extensivos, de natureza empresarial ou criações de âmbito familiar.

O conceito de raça é definido como grupo de animais dentro de uma espécie que possuem características fenotípicas semelhantes, capaz de serem transmitidos a seus descendentes quando as condições ambientais são semelhantes (LUCHIARI; MOURÃO, 2006; OSORIO, 2005).

Um levantamento feito por Mariante et al. (2009), sobre os recursos genéticos ovinos criados no Brasil, indicaram a presença de 25 raças, das quais, 10 são consideradas locais, podendo apresentar cobertura lanada, deslanada e mista. Destas, 7 estão inscritas no Livro de Registro Genealógico do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento e 3 pertencem a rebanhos de subsistência, com população de pequeno porte (Cabugi, Barriga Negra e Angorá), conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Raças brasileiras, tendência da população, uso, porte do rebanho, localização geográfica e importância dos produtos

Raça	Tendência	Uso	Localização geográfica e porte do rebanho					Importância dos produtos			
			S	SE	NE	CO	N	Carne	Pele	Leite	Lã
Crioula Lanada	a	pc	2	1		2	1	1	1		1
Santa Inês	a	pc	1	2	3	2	1	1	1		
Morada Nova	e	pc	1	1	2	2	1	1	1		
Rabo Largo	e	p			1			1	2		
Bergamácia brasileira	e	pc	1	1	1	1		1	1	1	3
Somális brasileira	e	pc		2	1	1		1	1		
Cariri	a	p			1	2		1	1		
Barriga Negra	d	pc			1			1	1		
Cabugi	e	p			1			1	1		
Angorá	d	p		1				1	1		

Tendência: a= ascendente, e= estável, d= decrescente.

Uso: p= puro, c= cruzamento.

Localização: S= Sul, NE= Nordeste, CO= Centro Oeste, N= Norte.

Porte do rebanho: 1= subsistência, 2= médio, 3= grande.

Importância do produto: 1= máxima, 2= secundária, 3= mínima

FONTE: Vaz et al. 2009.

2.1.3 Raça Santa Inês

Para alguns autores, esta raça tem origem no estado da Bahia a partir de cruzamentos intercorrentes das raças Bergamácia, Crioula, Morada Nova, Somalis e outros ovinos sem

raça definida. Estudos de DNA têm auxiliado na identificação de sua provável origem, comprovando a forte influência da raça Bergamácia (PAIVA et al. 2005).

A Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO, 2016), descrevem fenotipicamente à ovelha Santa Inês:

- a. Aspecto geral** - Animal deslanado, com pêlos curtos e sedosos, de grande porte com média de peso para macho de 80 a 120 Kg e para as fêmeas de 60 a 90 Kg, com excelente qualidade de carne e baixo teor de gordura, pele de altíssima qualidade, rústicos e precoces, adaptável a qualquer sistema de criação e pastagem, e as mais diversas regiões do país. Fêmeas prolíferas e com boa habilidade materna
- b. Cabeça** -Tamanho médio, proporcional ao corpo e mocha. Perfil semi-convexo. Orelha com forma de lança, com inserção firme e ligeiramente acima da linha dos olhos, ligeiramente inclinadas em direção ao comprimento da cabeça, coberta de pelos. Olhos redondos e brilhantes. Chanfro liso com pelos finos. Focinho largo e pigmentado, com fossas nasais dilatadas e bem separadas. Mandíbulas fortes e simétricas.
- c. Pescoço** -De tamanho regular, proporcional ao corpo, bem musculoso e com harmoniosa implantação ao corpo. Mais longo nas fêmeas. Com ou sem brincos.
- d. Corpo** -Grande e comprido. Região dorso-lombar larga e retilínea, tendendo para a horizontabilidade, e com boa cobertura muscular. Peito largo, arredondado e com boa massa muscular. Tórax amplo, largo, profundo e arqueado, com costelas compridas, largas e afastadas. Ventre amplo, profundo e com boa capacidade. Ancas bem separadas musculosas e arredondados. Garupa ampla, comprida, com suave inclinação.

- e. **Membros** -Fortes, bem posicionados e proporcionais ao corpo. Articulações fortes e bom aprumos. Os membros anteriores com paletas corretamente ajustadas à posição oblíqua. Os membros posteriores com coxas largas, compridas e com boa cobertura muscular. Cascos pretos nos animais de pelagem preta. Em animais de outras pelagens admite-se cascos brancos ou com rajas claras.
- f. **Órgãos genitais** -Testículos bem desenvolvidos e simétricos, com circunferência de 30cm a partir da idade de 12 meses. Bolsa escrotal com pele solta e flexível. Prepúcio direcionado cranialmente, que não ultrapasse 45° (quarenta e cinco graus) com a linha ventral. Vulva bem conformada e com desenvolvimento de acordo com a idade da fêmea.

São animais com pelagem chitada, branca, avermelhada, as ovelhas de cor negra estão aumentando e com várias linhagens distintas (Bahia, Sergipe, Ceará). A raça Santa Inês apresenta caracteres no porte, produção de leite, tipo de cabeça, orelhas e vestígios de lâ que são semelhantes da Bergamácia, como a adaptabilidade e conversão de Somalis e a condição de deslanado da raça Morada Nova (OSORIO, 2005). Do ponto de vista populacional, é a raça ovina brasileira que mais cresce atualmente e, por esta razão, não se encontra ameaçada de extinção (VAZ et al. 2009). Entre os atributos da raça Santa Inês, destaca-se a resistência aos parasitas gastrointestinais, habilidade materna, excelente qualidade de pele e bom desenvolvimento ponderal (BUENO et al. 2002; OLIVEIRA, 2014; SOUSA, 1999).

2.2 *Características de crescimento em ovinos brasileiros*

As características produtivas por serem quantitativas refletem os efeitos combinados de grande número de genes, sendo assim influenciadas significativamente por variações ambientais (NIZAMANI; BERGER, 1996). Além disso, essas características são as de

maior valor econômico, razão pela qual são normalmente consideradas essenciais em programas de seleção.

Garnero et al. (2002) afirmaram que o valor econômico de um animal como reprodutor não é determinado por uma característica isolada, mas sim pelo conjunto das características de maior interesse econômico e, se não houver uma escolha adequada do método de seleção e conhecimento dos parâmetros genéticos não haverá sucesso para o progresso genético.

O peso ao nascimento (PN) e a desmama (PD) e portanto o ganho de peso (GPD), têm sido as principais caracteres avaliados até a fase de desmama e são importantes critérios de seleção, que expressam o potencial de crescimento, a sobrevivência dos cordeiros e a habilidade materna de suas mães, uma vez que elas são responsáveis por, aproximadamente, 60% do crescimento do descendente até a fase de desmama (PEREIRA, 1994 apud OLIVEIRA, 2009). Cardoso et al. (2001) afirmaram que, a partir da seleção de fêmeas de maior habilidade materna, torna-se possível o aumento do crescimento pré-desmama.

Estudos sobre estimativas de parâmetros genéticos feitos em ovelhas de raças locais ou naturalizadas brasileiras, são ainda escassos e os resultados encontrados pelos autores, avaliando estimativas obtidas pelos mais diferentes métodos, raças, tipos de manejo e número de animais na amostra, podem ser considerados heterogeneos.

Silva e Araújo (2000) ao estudarem a herdabilidade das ovelhas Santa Inês no Ceará, encontraram valores para PN, P.84 dias e P.112 dias, correspondentes a 0,48; 0,51 e 0,56, respectivamente, com correlação baixa (0,30) entre as características PN e P84 dias. Lôbo et al. (2009) em um rebanho multirracial localizado no Estado de Goiás, estimaram herdabilidades para PN e PD de 0,2 e 0,11, respectivamente, com uma correlação

moderada (0,52) entre as duas características, por outro lado, Barbosa Neto et al. (2010) obtiveram herdabilidades de 0,19 e 0,05 para PN e PD, respectivamente, em ovinos mestiços das raças Santa Inês, Somalis Brasileira, Dorper e Poll Dorset de Goiás. Magalhães, Lôbo e Facó (2013) observaram em ovinos Somalis Brasileira do Ceará herdabilidades de 0,15; 0,12 e 0,07 para PN, PD e GPD, respectivamente, com correlação baixa (0,13) entre PN e PD, enquanto que entre PD e GPD a correlação foi alta (0,94). Paralelamente, Oliveira et al. (2014), determinaram para ovinos naturalizados no sul de Mato-Grosso herdabilidades das características PN, P50 dias, P90 dias (PD), GP0-50, GP50-90 e GPD de 0,26; 0,28; 0,25; 0,23; 0,47 e 0,22, respectivamente, as correlações entre o PN e cada uma das outras características avaliadas foram elevadas. Em outro estudo feito com ovelhas Santa Inês de Sergipe, Carvalho et al. (2014) reportaram herdabilidades diretas para o PN e PD de 0,2 e 0,04, enquanto a herdabilidade aditiva materna foi de 0,41 e 0,2, respectivamente, a correlação entre as duas características foi baixa (0,11). Shiotsuki et al. (2014) estudaram a herdabilidade das ovelhas Morada Nova do Ceará e estimaram para PN, PD e GPD de 0,19; 0,14 e 0,11, respectivamente, sendo as correlações genéticas direta (0,75) e materna (1,0) altas entre as duas características.

O Programa de Melhoramento genético da Raça Santa Inês (PMGSI/USP) da Associação Sergipana dos Criadores da Cabras e Ovinos (ASCCO), no Sumário de Carneiros e Matrizes 2010, apresenta estimativas da herdabilidade direta e materna para PN (0,36 e 0,18), PD60dias (0,28 e 0,10), e estimativas de herdabilidade direta para P180dias (0,23), P270dias (0,24), escore musculosidade da perna (0,19), escore de pelo (0,26) e para peso adulto (0,24).

2.3 Características reprodutivas em ovinos brasileiros

O desempenho reprodutivo de um rebanho, além das taxas de crescimento estão entre os principais componentes responsáveis pelo sucesso de um sistema de produção. A

eficiência reprodutiva está diretamente relacionada a parâmetros como: fertilidade ao parto (FP), número de cordeiros nascidos ao parto (NCP), intervalo entre partos (IEP), à idade ao primeiro parto (IPP), entre outros.

A FP é expressa como fêmeas paridas em relação às fêmeas cobertas, Silva e Araújo (2000), Souza et al. (2000) e Figueiredo et al. (2007), reportaram valores médios de 0,6; 0,85 e 0,69, respectivamente, para animais mestiços Santa Inês e Crioulos. As estimativas de herdabilidade feitas por Figueiredo et al. (2007) oscilaram de 0,013 a 0,0024, sendo os fatores ambientais significativos.

O NCP é um parâmetro que exhibe variação entre e dentro de rebanhos, que pode ser explorada por meio da seleção. Silva e Araújo (2000), Figueiredo et al. (2007), Silva (2014), em ovinos Santa Inês relataram valores de 1,18; 1,94 e 1,36, respectivamente, enquanto que Quesada et al. (2002) reportaram médias de 1,25 a 1,37 cordeiros/parto para ovinos Morada Nova, Santa Inês e mestiços Texel-Santa Inês. As estimativas de herdabilidade feitas por Souza et al. (2000) considerando modelos lineares foi de 0,07 e não lineares foi de 0,13. Estimativas similares foram obtidas por Figueiredo et al. (2007) com o modelo linear (0,0019) e não linear (0,12), entretanto, Quesada et al. (2002) e Silva (2014), obtiveram estimativas de 0,17 e 0,10, respectivamente, utilizando o modelo animal.

O IEP é um dos parâmetros que mais afeta o desempenho reprodutivo das fêmeas ovinas, pois é o resultado da interação de vários fatores, como raça, alimentação, idade ao primeiro parto, tipo de parto e manejo, período de serviço, dentre outros. Simpício et al. (1979), Fernandes Júnior et al. (2007) e Lôbo (2012), encontraram uma média para IEP na raça Somalis Brasileira de 281 ± 10 , 323 ± 142 e 526 ± 88 dias, respectivamente. Para a raça Morada Nova, Quesada et al. (2002) e Shiotsuki et al. (2014), reportaram médias de

284,8±5,2 e 283,4±75,6 dias, respectivamente, enquanto que para a raça Santa Inês, Quesada et al. (2002) e Silva (2014), obtiveram médias de 325±7,7 e 389 dias, respectivamente. Barbosa Neto et al. (2010) e Silva (2014) relatam valores de herdabilidade de baixa magnitude (0,02), enquanto que Shiotsuki et al. (2014) obtiveram uma herdabilidade de 0,00; confirmando desta forma que essa característica é muito influenciada pelo manejo e outros fatores ambientais.

A IPP marca o início da vida reprodutiva da fêmea e revela quase sem dúvida a idade da primeira função fértil (puberdade), a IPP reflete a precocidade do animal para a reprodução (FONSECA, 2006; PEREIRA, 2012). MacManus e Miranda (2003) relatam para a raça Bergamancia Brasileira uma média da IPP de 588,6 dias, enquanto Quesada et al. (2002) trabalhando com as raças Morada Nova, Santa Inês e mestiços Texel-Morada Nova observaram uma média geral da IPP de 550 dias sendo influenciada pelo ano de parição, número de cordeiros nascidos e pelo grupo genético. Na estimação da herdabilidade, os trabalhos feitos por Barbosa Neto et al. (2010) e Silva (2014) em ovelhas mestiças e Santa Inês, encontraram herdabilidade moderada de 0,21 e 0,24, respectivamente, além disso Silva (2014) reporta que, em ovelhas Santa Inês entre as variáveis IPP e NCP existe uma correlação alta (0,96).

2.4 Melhoramento Genético e Estimativa de Parâmetros Genéticos

As primeiras avaliações objetivas para seleção de ovinos iniciaram-se entre o final da década de 80 e o início da de 90, tendo como objetivo a melhoria da produtividade e qualidade de lã (OJEDA, 1999 apud SILVA, 2014). O primeiro trabalho efetivo de melhoramento da raça Santa Inês, teve início em 1990 e foi coordenado pela então EMBRAPA/CNPQ, entretanto o projeto foi encerrado em 1995, por falta de criadores e associações organizadas (MORAIS, 2000 apud SILVA, 2014), logo, em 2004 é a Associação Sergipana dos Criadores de Caprinos e Ovinos que em coordenação com o

GMAB-FZEA-USP, começaram o Programa de Melhoramento Genético da Raça Santa Inês, que se consolidou com a participação de mais associações de outros estados (ASCCO/USP, 2010).

Para credenciar uma população como possuidora de variabilidade genética para uso em programas de melhoramento, torna-se necessário o conhecimento dos parâmetros genéticos. De acordo com Koots et al. (1994), esses parâmetros são inerentes a determinada população e podem mudar com o tempo, devido a mudanças em sua estrutura genética e decisões de manejo. Van der Werf (2006), reporta que a variabilidade genética de uma população é causada pela existência de indivíduos com genótipos diferentes. Espera-se que animais com os melhores fenótipos também tenham os melhores genótipos (o que não é verdadeiro).

O valor genotípico é o valor do genótipo do próprio animal e só se expressa na sua plenitude no próprio animal, esse valor será influenciado, por exemplo, por interações dentro (dominância) e entre (epistasia) pares de alelos específicos que o animal possui. No processo de transmissão do material genético, os descendentes recebem apenas um dos alelos de cada locus (de cada um dos pais), em vez do par de alelos.

3 MATERIAIS E METODOS

3.1 Dados e manejo dos animais

O Banco de dados usados nesta investigação pertence à Associação Sergipana dos Criadores de Caprinos e Ovinos (ASCCO), que o Grupo de Melhoramento Genético Animal da FZEA-USP maneja nele Programa ASCCO/USP. A informação contida no banco de dados consistiu de 37.735 dados de pedigree. Para a avaliação das características ponderais foram usados 11.851 registros fenotípicos de cordeiros descendentes de 411 pais e 5298 mães, enquanto que para o análise das características reprodutivas foram usados 6.566 registros fenotípicos de 2.211 ovelhas descendentes de 377 pais e 1.404 mães. O período de estudo foi sobre um banco de dados de 12 anos (2003-2014) e os dados pertencem a 33 rebanhos distribuídos em 10 Estados brasileiros (Sergipe, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio de Janeiro, e São Paulo) localizados entre 9°S e 26°S de latitude e 40°W e 60°W de longitude.

As seguintes características de desenvolvimento ponderal e escores visuais foram analisadas: peso ao nascer (PN), peso a desmama aos 60 dias de idade (PD60), peso aos 180 dias de idade (P180), peso aos 270 dias de idade (P270), ganho diário de peso até a desmame (GPD), ganho diário de peso entre 60 e 180 dias (GPD180), ganho diário de peso entre 180 e 270 dias (GP180-270), ganho diário de peso entre 60 e 270 dias (GPD270), musculosidade da perna (MP) e presença de lã na pele (PL). A unidade de medida das oito primeiras características ponderais foram numéricas (kg), enquanto que, para MP e PL foram feitas avaliações visuais aos 270 dias de idade, onde para MP o escore foi de 1 a 5 (quanto mais alto o escore, maior massa muscular na coxa tem o animal), enquanto para PL o escore foi de 1 a 6 (quanto mais alto o escore, mais adequado

e ‘curto’ é o pêlo para as condições tropicais). Essas duas características precisam e estão sendo incrementadas no Programa de Melhoramento Genético da Raça Santa Inês (ASCCO/USP, 2011).

As características reprodutivas avaliadas foram: idade ao primeiro parto (IPP), intervalo de partos (IP), número de cordeiros vivos ao parto/ovelha (NCP), número de cordeiros ao desmame/ovelha (NCD), peso total dos cordeiros ao parto/ovelha (PTCP), peso total dos cordeiros ao desmame/ovelha (PTCD) e sobrevivência dos cordeiros até o desmame (SBV). A unidade de medida das seis primeiras características foram numéricas (meses, dias, número de cordeiros e quilos), enquanto que a SBV é uma variável categórica avaliada ao desmame na mãe, onde uma ovelha com o 100% de seus cordeiros viáveis na desmama apresentava valor de 2, com 50% de cordeiros viáveis teve um valor de 1 e zero com 0% de cordeiros viáveis.

Os rebanhos permanecem em campos de pastagem durante todo o ano. Os pastagens nativas têm um importante papel em sua alimentação, especialmente na região Nordeste, também outras espécies de pastos utilizadas são *Brachiaria spp*, *Cynodon spp*, *Cenchrus ciliaris* e *Panicum maximum*, além disso os animais recebem suplementação mineral e protéica, sobretudo na estação seca. A maioria dos rebanhos apresentam um manejo reprodutivo não controlado e mantem os reprodutores e matrizes juntos nas áreas de pastagem durante todo o ano, aproveitando da sem sazonalidade reprodutiva deste animal e ocorrendo portanto, nascimentos ao longo de todo o ano. Os cordeiros dessa população são desmamados aproximadamente aos 60 dias de idade (ASCCO, 2014).

O banco de dados foi manejado através do programa Microsoft Visual FoxPro 9.0. Foram incluídas nesta avaliação os efeitos não genéticos, sexo, ano (2003-2014), estação: seca e chuva (em cada Estado brasileiro), rebanho, região, tipo de parto (simple e

múltiplos) e idade da mãe ao parto nesse fator, as idades variam de 11 meses até 205 meses, de modo que as mães foram agrupados em 10 classes ($A \leq 2$, $B > 2 \leq 3$, $C > 3 \leq 4$, $D > 4 \leq 5$, $E > 5 \leq 6$, $F > 6 \leq 7$, $G > 7 \leq 8$, $H > 8 \leq 9$, $I > 9 \leq 10$, $J > 10$ anos). A análise estatístico: ANOVA, correlação, regressão, foi feito utilizando o Programa R. Registros *outlier* com ± 3 desvios padrão da média para PN, PD, P180, P270, IPP e IP, foram excluídos.

3.2 Métodos

3.2.1 Características de desenvolvimento ponderal e escores visuais.

Primeiramente, realizou-se um análise de variância usando o Programa Estatístico R (R Core Team, 2016) , para identificar os efeitos fixos a incluir no modelo. A idade da mãe foi significativa ($P < 0,05$) apenas para PN, PD60, e GPD e altamente significativa ($P < 0,01$) para P180 e GPD180, enquanto que, a característica PL foi estatisticamente significativa para o efeito sexo e não significativa para o tipo de parto. Com essas exceções, os efeitos foram significativos ($P < 0,05$) nas 10 características em estudo, e portanto, foram incluídos no modelo.

Para a análise, os animais foram agrupados em grupos de contemporâneos (GC), constituídos por animais nascidos e pesados no mesmo rebanho, ano e estação (seca ou chuva). Assim os efeitos fixos utilizados foram GC, sexo e tipo de parto, e como covariáveis a idade da mãe ao parto e idade do cordeiro no dia da pesagem (efeito linear e quadrático). Como efeitos aleatórios, direto do próprio animal, materno, ambiente permanente materno e residual. Se emprego a metodologia dos modelos mistos, usando o modelo animal, específico para cada variável, em análise uni-característica. Na tabela 2 se apresenta a estrutura do banco de dados, o resumo estatístico e a significancia dos efeitos não genéticos para cada uma das características ponderais em estudo.

Tabela 2- Estrutura do banco de dados, resumo estatístico e significância das fontes de variação para as características ponderais em animais Santa Inês

Característica^a	PN	PD60	P180	P270	GPD	GPD180	GP180-270	GPD270	PL	MP
No. registros	11.851	6.708	5.254	3.683	6.933	4.126	2792	3.081	3.228	3.159
No. grupo contemporâneos	255	208	204	176	198	156	141	141	146	145
Resumo estatístico										
Média (kg)	3,64	14,6	31,7	38,5	0,166	0,144	0.093	0,116	5,0 ¹	2,0 ¹
Desvio padrão (kg)	0,84	5,03	10,7	13,7	0,07	0,071	0.068	0,06	---	---
CV%	22,9	34,4	33,9	35,5	41,9	48,9	73.7	50,2	---	---
Efeitos ^b										
Grupos contemporâneos (rebanho-ano-estação)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Tipo de parto	**	**	**	**	**	**	**	**	NS	**
Sexo	**	**	**	**	**	**	**	**	*	**
Idade da ovelha (covariável)	**	**	*	NS	**	*	NS	NS	NS	NS
Idade cordeiro (covariável)		**	**	**	**	**	**	**	**	**

^a PN, peso nascimento; PD60, peso ao desmame, ajustado a 60 dias; P180, peso aos 180 dias; P270, peso aos 270 dias; GPD, ganho de peso ao desmame; GPD180, ganho de peso desmame até 180 dias; GP180-270, ganho de peso 180 até 270 dias; GPD270, ganho de peso desde desmame até 270 dias; PL, presença de lã na pele; MP, muscularidade na perna.

¹ Moda. Eles foram medidas visuais, onde PL: escore 1-6 (enquanto o escore é mais alto, a lã é mais curta e isso ajuda na adaptação ao trópico). MP: escore 1-5 (enquanto o escore é mais alto, o animal tem mais musculo na perna).

^b marca o grau de significância da fonte de variação.

** (P<0.05); *(P<0.01); NS, não significativo

Fonte: Própria autoria

Como foi mais perceptível (Tabela 2: idade da ovelha) a influência materna sobre as características PN, PD60, P180 e GPD, o modelo (1) foi usado, enquanto, para as restantes características, o efeito materno e permanente de ambiente não foram considerados no modelo (2):

$$Y = X\beta + Z_a a + Z_m m + Z_p pe + e \quad (1)$$

$$Y = X\beta + Z_a a + e \quad (2)$$

Em que:

Y = vetor de observações para cada característica

β = vetor dos efeitos fixos, associado com a matriz de incidência X

a = vetor dos efeitos genéticos aditivos diretos, associado com a matriz de incidência Z_a

m = vetor dos efeitos genéticos aditivos maternos, associado com a matriz de incidência Z_m

pe = vetor dos efeitos de ambiente permanente materno, associado com a matriz de incidência Z_p

e = vetor de resíduos aleatórios

As estimativas dos componentes de (co)variância, parâmetros e valores genéticos foram obtidos pelo método de Máxima Verossimilhança Restrita não Derivativa, DFREML (GRASER et al. 1987), utilizando o Programa MTDFREML (BOLDMAN et al. 1995). Cada análise foi reiniciada várias vezes com diferentes valores iniciais, para garantir que os valores das estimativas correspondessem ao máximo absoluto da função de verossimilhança. Quando a estimativa não se alterou, o critério de convergência foi confirmado, considerado quando a variância $(-2 \log L)$ do “simplex” foi inferior a 10^{-9} .

Todos os componentes de (co)variância, como a variância fenotípica (σ_p^2), sendo este a soma da variância genética aditiva direta (σ_a^2), variância aditiva materna (σ_m^2), covariância direta-materna (σ_{am}), variância de ambiente permanente (σ_{pe}^2) e variância residual (σ_e^2), foram derivadas à convergência, e logo, esses foram usados para

obter a herdabilidade aditiva direta (h_a^2), herdabilidade materna (h_m^2) e proporção de ambiente permanente da variância total (pe^2), resultando as mesmas de dividir a σ_a^2 , σ_m^2 ou σ_{pe}^2 respectivamente, para a σ_p^2 . A correlação genética direta-materna (r_{am}) foi calculada como $r_{am} = \sigma_{am} / \sqrt{\sigma_a^2 \times \sigma_m^2}$.

A herdabilidade total (h_T^2) em cada característica foi obtida pela fórmula: $h_T^2 = (\sigma_a^2 + 0,5\sigma_m^2 + 1,5\sigma_{am}) / \sigma_p^2$ (WILLHAM, 1972). O efeito materno total (t_m) foi calculado para determinar a repetibilidade no desempenho das ovelhas (MANDAL et al. 2012; MOHAMMADI et al. 2015), usando a formula: $t_m = \frac{1}{4}h_a^2 + h_m^2 + pe^2 + (mr_{am}h)$, proposta por Notter (1998).

3.2.2 Características reprodutivas

Realizou-se um análise de variância usando o Programa Estatístico R, para identificar os efeitos fixos a incluir nos modelos. Foram analisados os efeitos de tipo de parto (simples, duplo ou triplo), ano de nascimento da ovelha (1992-2011), ano de parto (2003-2014), estação (seca ou chuva), rebanho (33 criadores), número de partos da ovelha (2 até 10), idade da ovelha ao parto (faixa de idade de 2 até >10 anos: 10 níveis) e idade do cordeiro ao desmame apenas para a característica PTCD ($P < 0,001$). A idade da ovelha foi significativa para todas as características, exceto para SBV. Com essas exceções, os efeitos foram significativos ($P < 0,001$) para a maioria das sete características em estudo, e portanto, foram incluídos nos modelos usados para cada uma delas.

Para a análise das características os animais foram agrupados em 4 classes de grupos de contemporâneos (GC), constituídos por ovelhas nascidas no mesmo rebanho, ano e estação para IP, por ovelhas nascidas no mesmo rebanho e ano para IPP, por ovelhas paridas no mesmo rebanho e ano (NCP, NCD, PTCP e SBV) e, por ovelhas paridas no mesmo rebanho, ano e estação para PTCD. Para obter uma análise mais consistente, GC

com menos de três observações ou dados *outliers* foram eliminados. Assim os efeitos fixos utilizados foram GC, ano de parto, tipo de parto e número de partos, e como covariáveis a idade da mãe ao parto e idade do cordeiro no dia do desmame (efeito linear e quadrático). Como efeitos aleatórios, o direto do animal, o ambiente permanente e residual. Utilizou-se a metodologia dos modelos mistos, usando o modelo animal, específico para cada variável, em análise uni-característica.

A significância dos efeitos fixos, a conformação dos GC para cada uma das características em estudo e, as médias dos quadrados mínimos à distintas idades da ovelha ao parto, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Descrição dos efeitos fixos, médias dos quadrados mínimos e erros padrão para as características reprodutivas nas ovelhas Santa Inês.

Efeitos fixos	Características ^a						
	IPP	IP	SBV	NCN	NCD	PTCP	PTCD
Rebanho - ano nascimento ovelha - estação		***					
Rebanho - ano nascimento ovelha	***						
Rebanho – ano de parto			***	***	***	***	
Rebanho – ano de parto - estação							***
Grupos contemporâneos	105	255	132	118	97	140	178
Ano de parto		***					
Tipo de parto	NS	***	***		***	***	***
Número de partos da ovelha		***	**	***	*	***	***
Idade da ovelha ao parto (anos)		***	NS	*	*	**	***
2		233 ^a ± 26	1.13 ± 0.06	1.16 ^b ± 0.02	1.22 ^a ± 0.07	4.77 ^a ± 0.25	18.7 ^{ab} ± 0.36
3		281 ^b ± 7	1.1 ± 0.04	1.19 ^{ab} ± 0.01	1.21 ^a ± 0.02	4.82 ^a ± 0.07	19.9 ^a ± 0.26
4		337 ^c ± 6	1.1 ± 0.04	1.2 ^a ± 0.01	1.19 ^a ± 0.02	4.79 ^a ± 0.06	19.0 ^a ± 0.28
5		362 ^{cd} ± 6.5	1.1 ± 0.05	1.21 ^a ± 0.01	1.2 ^a ± 0.02	4.74 ^{ab} ± 0.06	17.1 ^c ± 0.34
6		402 ^{de} ± 7.5	1.05 ± 0.05	1.18 ^b ± 0.02	1.17 ^b ± 0.02	4.63 ^b ± 0.07	16.6 ^c ± 0.39
7		410 ^{de} ± 10	1.0 ± 0.06	1.17 ^b ± 0.02	1.16 ^b ± 0.03	4.52 ^c ± 0.09	15.7 ^{cd} ± 0.54
8		464 ^f ± 12	1.0 ± 0.08	1.19 ^{ab} ± 0.03	1.19 ^a ± 0.04	4.45 ^c ± 0.12	15.1 ^d ± 0.74
9		458 ^f ± 18	1.1 ± 0.11	1.14 ^c ± 0.05	1.15 ^b ± 0.05	4.4 ^c ± 0.17	14.1 ^e ± 1.06
10		404 ^{ef} ± 27	1.15 ± 0.14	1.16 ^b ± 0.07	1.04 ^c ± 0.08	4.15 ^d ± 0.26	15.3 ^d ± 1.6
>10		463 ^f ± 23	1.22 ± 0.13	1.16 ^b ± 0.05	1.22 ^a ± 0.06	4.5 ^c ± 0.22	13.6 ^e ± 1.03
Idade do cordeiro ao desmame							***

^a IPP, idade ao primeiro parto; IP, intervalo entre partos; SBV, sobrevivência dos cordeiros até o desmame; NCN, número de cordeiros vivos ao parto/ovelha; NCD, número de cordeiros vivos ao desmame/ovelha; PTCP, peso total dos cordeiros ao parto/ovelha; PTCD, peso total dos cordeiros vivos ao desmame/ovelha. NS (não significativa); *(P<0.05); **(P<0.01); *** (P<0.001)

Fonte: Própria autoria

As estimativas dos componentes de (co)variâncias, parâmetros e valores genéticos foram obtidos pelo método DFREML (GRASER et al., 1987), utilizando o programa MTDFREML (BOLDMAN et al., 1995). O modelo usado nas sete características foi o modelo 1.

$$\text{Modelo 1: } Y = X\beta + Z_a a + Z_p pe + e \quad (1)$$

Onde Y é o vetor de observações para cada característica; β é o vetor dos efeitos fixos, associado com a matriz de incidência X ; a representa o vetor dos efeitos genéticos aditivos diretos, associado com a matriz de incidência Z_a ; pe é o vetor dos efeitos de ambiente permanente associado com a matriz de incidência Z_p ; e o vetor de resíduos aleatórios.

Todos os componentes de (co)variância, como a variância fenotípica (σ_p^2), sendo este a soma da variância genética aditiva direta (σ_a^2), variância de ambiente permanente (σ_{pe}^2) e variância residual (σ_e^2), foram derivadas à convergência, e logo, esses foram usados para obter a herdabilidade direta (h_a^2), a proporção de ambiente permanente da variância fenotípica (pe^2) e a proporção residual da variância fenotípica, resultando as mesmas de dividir a σ_{pe}^2 ou σ_e^2 respectivamente, para a σ_p^2 .

O procedimento BLUP foi usado para o cálculo das tendências genéticas e determinar o ganho genético anual alcançado em cada característica. Foram estimadas como o coeficiente de regressão dos valores genéticos aditivos das ovelhas pelos anos de nascimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Influência de fatores não genéticos no desempenho de características produtivas e reprodutivas em ovinos Santa Inês.

4.1.1 Características reprodutivas

No presente estudo, a ovelha Santa Inês manejada extensivamente teve uma idade média ao primeiro parto de $22,0 \pm 1,5$ meses, o que é consistente com o manifestado por Silva et al. (2011) que esta raça tem uma precocidade baixa e que precisa de mais tempo para atingir a maturidade, sendo afetado significativamente ($P < 0,05$) pelos efeitos não genéticos criador e região (tabela 4).

Tabela 4- Idade ao primeiro parto e intervalo de partos em ovelhas Santa Inês considerando o efeito *Região*

Região	Idade ao primeiro parto (meses)	Intervalo entre partos (dias)
RJ	20,3 ^a	434 ^d
GO	20,3 ^a	322 ^b
SP	20,4 ^a	349 ^{bc}
MG	22,0 ^{ab}	345 ^{bc}
SE	22,1 ^{abc}	375 ^{bc}
DF	22,9 ^{bc}	356 ^{bc}
BA	23,2 ^{bc}	385 ^c
PR	23,5 ^{bc}	255 ^a

ES	23,9 ^{bc}	325 ^b
MS	24,2 ^c	347 ^{bc}
Média geral	22,0±1,5	363±160

Mesma letra em cada coluna não são diferentes (P<0,05)

Fonte: Próprio autoria

Segundo Balara et al. (2015), esta ovelha tem uma sazonalidade reprodutiva baixa, com um desempenho reprodutivo (presença deaios) ligeiramente melhor no período chuvoso pelo aumento da disponibilidade e qualidade de forragem, que foi corroborado pela presente pesquisa (Figura 1). Assim, os partos ocorreram durante todo o ano, com uma percentagem um pouco mais elevada nos meses de abril, maio e agosto, demonstrando que as gestações ocorrem com mais frequência nos meses de dezembro e janeiro (Estados do Sul e Centro-oeste) e abril (Estados do Nordeste).

Figura 1- Percentagem de nascimentos ocorridos nos diferentes meses do ano.

Fonte: Própria autoria

Quanto ao intervalo de parto (IP) de um total depurado de 6.282 dados, a média foi de 363±160 dias, parâmetro muito longo diferente ao manifestado por Oliveira et al.

(2014) que a ovelha Santa Inês tem três parições cada dois anos. Contudo, Mwaanga e Janowky (2000), Eloy et al. (2011), Oliveira et al. (2014), indicam que IP aumenta (efeito linear) com a idade de desmame, e acreditamos que precisamente a falta de desmame precoce em sistemas extensivos faz esse longo IP, sendo significativamente influenciado pelos fatores, tais como: ano, região (Tabela 4) e criador. A estação também influenciou (PINHEIRO, 2004), assim, as ovelhas que pariram na estação seca tiveram um intervalo maior de parto (375 dias) e na estação chuvosa mais curta (364 dias), compreensível pela maior disponibilidade de pasto. O tipo de parto também influenciou esta característica, ovelhas com partos simples tiveram um IP de 359 dias e em partos múltiplos de 385 dias. Isso é pelo fato de que a mãe que têm mais crias, a sua condição corporal sofre uma maior diminuição durante a etapa do pós-parto.

Outro fator que influenciou foi a idade da ovelha (Figura 2). Assim, a medida que a idade aumenta também aumenta o IP, sendo esse comportamento progressivo até os 8 anos de idade, após esse período os IP ficam irregulares e com uma grande variação, até em alguns anos os IP são mais curtos. Isso pode ser devido que as ovelhas que ficam mais tempo no rebanho são justamente as “melhores fêmeas”, ou seja aquelas que não tinham problemas reprodutivos.

Figura 2- Efeito da idade da ovelha de raça Santa Inês sobre o intervalo de partos.

Ponto redondo = média; traço vertical = EPM- erro padrão da média

Fonte: Própria autoria

A prolificidade desta população de ovelhas foi de $1,36 \pm 0,14$ cordeiros/parto. Resultados semelhantes aos expressos por Sousa et al. (2003) e Pinheiro (2004) e baixo em comparação com os obtidos por Siqueira e Araujo (1992) em ovelhas suplementadas que foi de 1,57 cordeiros/parto, sendo esse parâmetro afetado ($P < 0,05$) pelos efeitos de rebanho, região, estação (chuva = 1,24; seca = 1,34) e número de partos (primíparas = 1,2; multíparas = 1,4), mostrando que com um melhor manejo e disponibilidade de alimento melhores resultados são alcançados. Enquanto à duração da vida produtiva das fêmeas a média foi de $87,8 \pm 32,8$ meses, com uma média de $3,2 \pm 0,5$ cordeiros/mãe; outro dado obtido nesta pesquisa foi que 79% dos nascimentos foi simples, 20,3% duplos e 0,7%, triplos ou quádruplos, confirmando o manifestado por Barros et al. (2005), que essa raça tem uma baixa taxa de nascimentos múltiplos.

4.1.2 Características de desenvolvimento ponderal

Através da análise de um banco de 11.918 dados o peso ao nascimento dos animais Santa Inês foi de $3,64 \pm 0,84$ kg, valor e efeitos semelhantes aos relatados por Sousa et al. (1999) e Malhado et al. (2008). Esse peso foi afetado ($P < 0,05$) pelo sexo dos cordeiros (machos = 3,75 kg; fêmeas = 3,55 kg), pela época de nascimento (chuva = 3,7 kg; seca = 3,6 kg), pelo tipo de parto (simples = 3,85 kg; múltiplo = 3,33 kg) e, também o rebanho, região, ano e idade da ovelha influenciaram a característica (Figura 3). As ovelhas mais jovens (até um ano de idade) e as mais velhas pariram cordeiros leves e com grande variação, enquanto aos partos de cordeiros mais pesados ocorreram em certos anos em fêmeas com 13 e 15 anos de idade, acreditando que é pelo fato do critério de seleção fenotípica feita pelos criadores para manter no rebanho as “melhores ovelhas”.

Figura 3- Efeito da idade da ovelha de raça Santa Inês sobre o peso ao nascimento dos cordeiros.

Ponto redondo = média; traço vertical = EPM- erro padrão da média

Fonte: Própria autoria

Em um total de 7.627 dados de pesos ajustados aos 60 dias, a média foi de $14,6 \pm 5$ kg e um ganho de peso de 0,175 kg/dia; para 180 dias a média de pesos ajustados foi de $31,7 \pm 10,7$ kg com um ganho de peso diário (60-180 dias) de 0,143 kg e analisando 3.829 dados ajustados aos 270 dias a média foi de $38,5 \pm 13,7$ kg, tendo um aumento de 0,093 kg peso/dia (180-270 dias). Todos esses ganhos de peso concordam com os resultados de Silva et al. (2011), e são mais elevados que os obtidos por Malhado et al. (2008) em cordeiros mestiços (Santa Inês x Texel). Com essas médias de peso alcançada foi elaborado a curva de crescimento (Figura 4), apresentando uma tendência polinomial de segunda ordem com um R^2 bastante alto. Essa curva tem uma ligeira inflexão na fase de 60-180 dias, acreditando que isso está relacionado com a curva de produção dos ovinos leiteiros, porque 75% da produção de leite ocorre nas primeiras 8 semanas após o parto (NEGRÃO et al. 2001; PACHECO e QUIRINO, 2008). Portanto, a queda gradual de ganho de peso possivelmente seja influenciada pelo efeito materno, porque no presente sistema de manejo, o desmame é feito tardiamente, causando uma diminuição na condição corporal da ovelha e um maior IP.

Figura 4- Curva de crescimento de ovinos da raça Santa Inês até os 270 dias de idade.

Fonte: Própria autoria

Na tabela 5 mostra-se que a estação do ano não influenciou no peso depois do desmama, nós acreditamos que o aleitamento cancela esse efeito, entretanto, os efeitos sexo e tipo de parto (SILVA et al. 2011; SOUSA et al. 1999) afetam ($P<0.001$) no desenvolvimento ponderal dos cordeiros pós-nascimento, discordando com Carneiro et al. (2007) que afirmam que o sexo não afeta no desempenho; os efeitos do criador que estão relacionados com o manejo do animal, a região e ano de nascimento que está relacionado com a unidade em determinado lugar e tempo, influenciaram significativamente as características ponderais estudadas.

Tabela 5- Peso aos 60, 180 e 270 dias de idade, considerando os efeitos sexo, estação e tipo de parto, em ovinos de raça Santa Inês.

Efeito	Nível	60 dias (kg)	180 dias (kg)	270 dias (kg)
Sexo***	Macho	14,5± 4,5	36,1± 12,9	44,1± 15,9
	Fêmea	13,6± 5,03	30,1± 10,3	36,1± 12,4
Estação	Chuva	14,2± 4,8**	32,7± 11,9 ^{NS}	38,6± 12,1 ^{NS}
	Seca	13,9± 4,7	32,1± 11,7	38,6± 11,8
Tipo de parto***	Simple	14,2± 4,35	32,3± 11,1	38,9± 13,7
	Múltiple	12,5± 4,5	29,1± 10,9	36,4± 13,6
Média geral		14±4,8	32,4±11,8	38,6±14,2

*** $P<0.001$; ** $P<0.01$; NS não significante

Fonte: Própia autoria

Outro efeito que influencia os pesos após-desmame é a idade da ovelha (Figura 5). A medida que a idade da ovelha aumenta, os pesos dos cordeiros diminui, apresentando uma conduta irregular e com grande variabilidade, acreditando que é devido a processo de seleção fenotípica dito anteriormente e à curva de vida das ovelhas (EL-SAIED et al.

2005). Portanto nesses sistemas de manejo não seria conveniente ter mães com mais de 8 anos de idade ou uma medida de compensação seria a suplementação das crias.

Figura 5- Efeito da idade da ovelha sobre o peso aos 180 dias dos cordeiros Santa Inês.

Ponto redondo = média; traço vertical = EPM- erro padrão da média

Fonte: Própria autoria

Todos esses fatores não genéticos notoriamente afetam o desempenho produtivo e reprodutivo dos ovinos Santa Inês e devem ser incluídos na análise de modelos genéticos e na tomada de decisões técnico-administrativas para um melhor desempenho nos sistemas extensivos desses animais.

4.2 Estimação de parâmetros e tendências genéticas nas características de desenvolvimento ponderal em ovelhas Santa Inês

4.2.1 Estatística descritiva das características

As médias das características avaliadas nessa população foram de $3,64 \pm 0,84$ kg para PN, e para PD, P180, P270, GPD, GPD180, GP180-270 e GPD270 foram de $14,6 \pm 5$ kg, $31,7 \pm 10,7$ kg, $38,5 \pm 13,7$ kg, $0,17 \pm 0,07$ kg, $0,14 \pm 0,07$ kg, $0,09 \pm 0,07$ kg e $0,12 \pm 0,06$ kg,

respectivamente. Enquanto que a moda nas características PL e MP, foi de 5,0 e 2,0, respectivamente (Tabela 2). Estudos feitos em outra população de ovelhas Santa Inês, obtiveram PN semelhantes (CARVALHO et al. 2014). Comparando esses desempenhos com os obtidos em outras raças brasileiras (MAGALHÃES et al. 2013; SHIOTSUKI et al., 2014), e raças “locais” de outras partes do mundo (GHOLIZADEH e GHAFOURI-KESBI 2015; GOWANE et al. 2015; MANDAL et al. 2012; MOHAMMADI et al. 2015; SHOKROLLAHI e BANEH 2012), a raça Santa Inês demonstrou um desempenho ponderal similar ou superior. Enquanto, as características PL (5,0) e MP (2,0), não tendo referências de outras pesquisas executadas, seus valores mais frequentes mostram que essa população de ovelhas tem um valor ótimo na característica PL, mas, ainda se tem que melhorar o processo de avaliação e seleção na característica MP.

4.2.2 Componentes de variância e parâmetros genéticos

Os resultados apresentados na Tabela 6, permitem observar um incremento nos valores dos componentes de (co)variância para as características de peso conforme aumenta a idade do animal. Efeitos similares foi descrito por Jannoune et al. (2015), Magalhães et al. (2013) e Oliveira et al. (2014). Esses resultados indicam que há uma variação genética aditiva entre os animais que vai manifestar-se com a idade, neste caso até 270 dias, potencializando a seleção.

Neste estudo encontrou-se uma σ_{am} positiva que está de acordo com outros trabalhos, como Gholizadeh e Ghafouri-Kesbi, (2015) e Mohammadi et al. (2015). No entanto, é necessário ponderar que outros pesquisadores já descreveram σ_{am} negativas (BOUJENANE et al. 2015; CARVALHO et al. 2014; GOWANE et al. 2015; SHOKROLLAHI e BANEH, 2012). Esses resultados segundo Szwaczkowski et al. (2006), pode ser pela omissão do efeito materno na avaliação, ou pelo sistema de gestão

usado (ELER et al. 1995), ou pela raça (DODENHOFF et al. 1999), ou pela estrutura da base de dados e pedigree usado (MANIATIS e POLLOTT, 2003).

Os resultados obtidos nas análises uni-característica dos parâmetros genéticos, esses são notórios pela presença de informação abundante de mães e filhos com registros, permitindo adequada partição da variância genética (MANIATIS e POLLOTT, 2003). As estimativas de h_a^2 nas características de peso foram entre $0,22 \pm 0,04$ (PN) e $0,49 \pm 0,06$ (P270). Os valores são elevados em relação à herdabilidade obtida em outros estudos para PN: 0,05 a 0,15 (BOUJENANE et al. 2015; GHOLIZADEH et al. 2015; JANNOUNE et al. 2015; MAGALHÃES et al. 2013; MOHAMMADI et al. 2015), e semelhante à obtida por Carvalho et al. (2014) em ovelhas Santa Inês ($0,20 \pm 0,03$), por Hanford et al. (2003) em ovelhas Targhee e Zishiri et al. (2014) em ovelhas de Sul África, com $0,25 \pm 0,04$ nos dois casos.

A h_a^2 para o peso a desmama foi menor do que para PN, depois, apresentou um notório aumento no pós-desmame: PD60 ($0,20 \pm 0,04$), P180 ($0,39 \pm 0,07$) e P270 ($0,49 \pm 0,06$). Nós acreditamos que a notável variação na performance dos animais nessas idades, é pelo efeito genético direto. Esse comportamento foi semelhante, mas não com a mesma magnitude nos trabalhos de Hanford et al. (2003), Magalhães et al. (2013), Mohammadi et al. (2015) e Valerio et al. (2015). Gowane et al. (2015), trabalhando com ovelhas Malpura obtiveram herdabilidades diretas para peso aos 90, 180 e 270 dias de 0,40; 0,50 e 0,37, respectivamente, enquanto que, Shokrollahi e Baneh (2012), estudando ovelhas iranianas obtiveram valores de 0,38 (peso a desmama) e 0,19 (P180), sendo em ambos estudos a correlação direta-materna negativa.

Tabela 6- Estimativas de componentes de (co)variância e parâmetros genéticos de características ponderais nas ovelhas Santa Inês em análise uni-característica

Característ. ^a	Componentes de (co)variância						Parâmetros genéticos					
	σ_a^2	σ_m^2	σ_{pe}^2	σ_e^2	σ_p^2	σ_{am}	h_a^2	h_m^2	pe^2	r_{am}	h_T^2	t_m
PN	0,111	0,071	0,284	0,031	0,497	0,027	$0,22 \pm 0,04$	$0,14 \pm 0,03$	$0,57 \pm 0,03$	0,31	0,38	0,82
PD60	2,68	1,727	8,1	0,89	13,4	0,224	$0,20 \pm 0,04$	$0,13 \pm 0,05$	$0,60 \pm 0,03$	0,10	0,29	0,80
P180	24,6	3,43	33,96	1,25	63,24	0,608	$0,39 \pm 0,07$	$0,05 \pm 0,02$	$0,54 \pm 0,05$	0,066	0,43	0,70
P270	52,6	-	-	53,58	106,18	-	$0,49 \pm 0,06$	-	-	-	0,49	0,12
GPD	0,00119	0,00031	0,00151	0,00013	0,00314	0,0001	$0,38 \pm 0,06$	$0,10 \pm 0,01$	$0,48 \pm 0,05$	0,17	0,48	0,61
GPD180	0,00137	-	-	0,0018	0,00318	-	$0,43 \pm 0,05$	-	-	-	0,43	0,11
GP180-270	0,00137	-	-	0,0018	0,00318	-	$0,43 \pm 0,05$	-	-	-	0,43	0,11
GPD270	0,00088	-	-	0,0011	0,00198	-	$0,44 \pm 0,06$	-	-	-	0,44	0,11
PL	0,368	-	-	0,94	1,307	-	$0,28 \pm 0,05$	-	-	-	0,28	0,07
MP	0,211	-	-	0,39	0,6014	-	$0,35 \pm 0,06$	-	-	-	0,35	0,09

σ_a^2 , variância genética aditiva direta; σ_m^2 , variância genética aditiva materna; σ_{pe}^2 , variância de ambiente permanente materno; σ_e^2 , variância residual; σ_p^2 , variância fenotípica; σ_{am} , (co)variância genética aditiva direta-materna; h_a^2 , herdabilidade direta; h_m^2 , herdabilidade materna; pe^2 , proporção da variância ambiental permanente materna da variância total; r_{am} , correlação entre os efeitos genético aditivos direto e materno; h_T^2 , herdabilidade total; t_m , repetibilidade no desempenho das ovelhas.

^a PN, peso nascimento; PD60, peso ao desmame, ajustado a 60 dias; P180, peso aos 180 dias; P270, peso aos 270 dias; GPD, ganho de peso ao desmame; GPD180, ganho de peso desmame até 180 dias; GP180-270, ganho de peso 180 até 270 dias; GPD270, ganho de peso desde desmame até 270 dias; PL, presença de lã na pele; MP, muscularidade na perna.

Fonte: Própria autoria

A h_a^2 para os ganhos de peso nas distintas idades (GPD, GPD180, GP180-270 e GPD270), apresentaram valores elevados ($0,38 \pm 0,06$ a $0,44 \pm 0,06$). Resultados semelhantes aos encontrados por Gowane et al. (2015) em ovelhas Malpura. Discordando com Mohammadi et al. (2015) que em ovelhas Lori, encontraram valores baixos (0,00 a 0,14), manifestando que essas características estão influenciadas fortemente pelo ambiente. Outros estudos (MAGALHÃES et al. 2013; OLIVEIRA et al. 2014; SHIOTSUKI et al. 2014; TAMIOSO et al. 2013; VALERIO et al. 2015), também encontraram valores entre baixos e moderados para ganhos de peso ao desmama e pós-desmama (0,07 e 0,22). Afirmando que o fenótipo para essas características na ovelha Santa Inês expressa uma maior participação da variância aditiva do animal, e portanto é um bom indicativo para seleção. Tal afirmação também pode-se aplicar para as características PL e MP, que resultaram em h_a^2 moderadamente altos: $0,28 \pm 0,05$ e $0,35 \pm 0,06$, respectivamente. Valores semelhantes foram obtidos por ASSCO/USP (2011), na mesma população para PL (0,26), mas, para MP o valor foi menor (0,19), mostrando que com mais informações há melhora da estimativa.

O efeito materno é importante, especialmente para características de crescimento inicial em ovelhas, tal efeito expresso durante a gestação e lactação, tem impacto decrescente sobre o cordeiro na pós-desmama (GHOLIZADEH et al. 2015; SHIOTSUKI et al. 2014; ZISHIRI et al. 2014). As estimativas de h_m^2 obtidas para PN ($0,14 \pm 0,03$), PD60 ($0,13 \pm 0,05$) e GPD ($0,10 \pm 0,01$), foram significativas, enquanto que para P180, a magnitude foi baixa ($0,05 \pm 0,02$). Resultados semelhantes foram obtidos por Santana et al. (2013), avaliando vários modelos, na mesma população de ovelhas, mas com menor número de dados, também por Mohammadi et al. (2015) em ovelhas Lori e por Tamioso et al. (2013) em ovelhas Suffolk (PN:0,17), por Hanford et al. (2003) e Gowane et al. (2015) para PD: 0,11 e 0,15, respectivamente.

Outros autores (GHOLIZADEH et al. 2015; JANNOUNE et al. 2015; ZISHIRI et al. 2014), encontraram efeito aditivo materno baixo para PN (entre 0,05 e 0,09) e, para PD, valores entre 0,02 (GHOLIZADEH et al. 2015; ZISHIRI et al. 2014) e 0,07 (BOUJENANE et al. 2015). Por outro lado, também tem-se estimativas de alta magnitude (CARVALHO et al. 2014; HANFORD et al. 2003; GOWANE et al. 2015; SHOKROLLAHI e BANEH 2012; VALERIO et al. 2015), pelo que pode-se afirmar que a magnitude da influência materna, vai depender do grupo genético da mãe e, neste caso a raça Santa Inês tem um significativo efeito materno.

A proporção do ambiente permanente materno (pe^2), nas características aonde considera-se o efeito materno foram de alta magnitude (PN: $0,57 \pm 0,03$, P60: $0,60 \pm 0,03$, P180: $0,54 \pm 0,05$ e GPD60: $0,48 \pm 0,05$), provavelmente seja pelo fato do sistema extensivo de pastagem a longo do ano, onde as mães tem que suportar ambientes que mudam durante sua vida produtiva. Por isso a importância de considerar este efeito em populações com sistemas extensivos. Trabalhos feitos sobre populações tratadas em ambientes controlados (BOUJENANE et al. 2015; GOWANE et al. 2015; HANFORD et al. 2003; MANDAL et al. 2012; MOHAMMADI et al. 2015; ZISHIRI et al. 2013, 2014), apresentam estimativas baixas (entre 0,18 e 0,04) em comparação aos nossos resultados.

As estimativas de herdabilidade total (h^2_T) nas características avaliadas apresentaram alta magnitude em todas elas (PN: 0,38; PD60: 0,29; P180: 0,43; P270: 0,49; GPD: 0,48; GPD180: 0,43; GP180-270: 0,43; GPD270: 0,44; PL: 0,28; MP: 0,35), sugerindo que a seleção de massa pode ser aplicado a todas elas. Não se tem informação disponível de estimativas obtidas em outras populações de ovelhas Santa Inês ou raças brasileiras que permitam fazer uma comparação. Herdabilidades obtidas em outros grupos raciais estão entre baixa e moderada: Shokrollahi e Baneh (2012) em ovelhas Arabi (PN: 0,16; PD: 0,13 e P180: 0,14), Gowane et al. (2015) em ovelhas Malpura (PN: 0,21; PD: 0,15; P180:

0,17, P270: 0,11; GPD: 0,15 e GPD180: 0,045), observando que nesses trabalhos a r_{am} foi negativa.

Valerio et al. (2015) em ovelhas Junín tendo em conta no modelo $\sigma_{am}=0$, obtiveram: PN: 0,27; PD: 0,28 e GPD: 0,29. Em outros estudos que não foi considerado no modelo o efeito materno, como o de Mandal et al. (2012) em ovelhas Muzaffarnagari (GPD60: 0,26), Boujenane et al. (2015) em ovelhas D'man (PN:0,11; PD: 0,12). Confirmando a declaração feita por Maniatis e Pollott (2003), que a acurácia do efeito materno e a correlação direta-materna, vai depender do volume de informação de pedigree e, tudo isso vai influenciar na estimativa da h_T^2 .

Valores positivos significativos de correlação genética direta-materna (r_{am}) foram obtidos, com um descenso gradual, conforme o cordeiro foi sendo independente da mãe (PN: 0,31; PD: 0,10; P180: 0,066; GPD: 0,17), podendo indicar que, além de selecionar para essas características, também estará selecionando para habilidade materna. Gholizadeh e Ghafouri-Kesbi (2015), também reportam r_{am} positivas. Correlações negativas de tais características foram obtidas por Carvalho et al. (2014), Gowane et al. (2015), Jannoune et al. (2015), Maniatis e Pollott (2003), Shokrollahi e Baneh (2012), Zishiri et al. (2014).

Um conceito discutido por numerosos autores, é que as correlações negativas, darão como resultado uma superestimação da herdabilidade direta e materna e, uma diminuição na resposta da outra característica. Além disso, grupos de mães com limitada informação de registros e pequeno número de progênie, resultarão em valores de correlação negativos (MANIATIS e POLLOTT, 2003; ZISHIRI et al. 2014).

O parâmetro repetitividade no desempenho das ovelhas (t_m) é o efeito materno total e estima o futuro desempenho da ovelha, esse parâmetro permite identificar e descartar com

maior acurácia as ovelhas menos produtivas e apresenta uma tendência decrescente conforme a idade do animal aumenta. As estimativas de t_m obtidas na população Santa Inês são de alta magnitude para PN: 0,82; PD60: 0,8; P180: 0,7 e GPD: 0,61. Repetitividades obtidas em outras populações de ovinos não são comparáveis pela baixa ou moderada resposta que apresentaram, que pode ser atribuída ao modelo usado ou r_{am} negativo obtido (GOWANE et al. 2015; MANDAL et al. 2012; MOHAMMADI et al. 2015). Para as demais características pós-desmama avaliadas, onde só se inclui o efeito direto, as repetitividades foram significativas (entre 0,07 e 0,12). Estimativas comparáveis foram obtidas por Kushwaha et al. (2009), em ovelhas Chokla para pesos pós-desmama com rangos entre 0,12 e 0,15. Enquanto que, Notter (1998), em ovelhas Suffolk e Polypay obteve estimativas para ganho de peso pós-desmama ligeiramente inferiores (0,05 e 0,06) às obtidas neste estudo.

4.2.3 Valores genéticos individuais e tendências genéticas

A média das estimativas dos valores genéticos por ano de nascimento durante o período de estudo (2003-2014) e a mudança genética produzido em cada uma das características avaliadas, são apresentados a seguir:

Figura 6- Tendência genética para PN, PD60, GPD (efeito materno), P180, P270, GPD270, PL e MP de ovinos de raça Santa Inês.

Fonte: Própria autoria

As médias dos valores genéticos (VG) para PN, mostrou uma tendência genética ligeiramente negativa (-0,001 kg), demonstrando que o processo de melhoria genética nesta população não foi feita diretamente para essa característica. Comportamento semelhante, mas com maior magnitude (-0,005 kg) foi descrito por Gholizadeh e Ghafouri-Kesbi (2015) em ovelhas Baluchi.

No que se refere as médias das estimativas dos VGs para PD60 a tendência é a um incremento médio de 0,04 kg, esse comportamento é irregular com quedas notórias em alguns anos (2004, 2011), o que não permite melhorar o incremento e demonstrando a falta de um permanente processo de seleção. Comparando essa mudança, com a obtida por Gholizadeh e Ghafouri-Kesbi (2015), de apenas 7 g, a ovelha Santa Inês tem uma performance melhor. Ao analisar as médias dos VGs maternos para o ganho de peso ao desmame (GPD) durante os 12 anos do estudo, não houve um incremento genético. Provavelmente seja pelo fato de não estar fazendo seleção das mães nesta etapa, desperdiçando assim o efeito materno sobre essa característica.

As estimativas médias dos VGs para peso dos cordeiros aos 180 e 270 dias, mostram uma mudança genética positiva, com incrementos de 0,094 e 0,26 kg/ano, para as idades de 180 e 270 dias, respectivamente. Sugerindo que o processo de melhoria genética nesta população foi feito diretamente sobre essas características. Tendências obtidas em ovelhas Baluchi por Gholizadeh e Ghafouri-Kesbi (2015), mostram incrementos menores (P180: 0.004 kg e P270: 0,007). O ganho de peso entre o desmame e 270 dias, mostram um incremento positivo ligeiro (0,0006 kg/ano) para as médias das estimativas dos VGs, e que pode ser melhorado com o processo de seleção.

As características: presença de lã (PL) e musculosidade da perna (MP), as médias dos VGs apresentam tendência positiva de melhoramento, sobretudo nestes últimos anos e, de prosseguir assim vai ter uma maior resposta em benefício da produtividade desta raça.

4.3 Estimativa de parâmetros e tendências genéticas para características reprodutivas de ovelhas Santa Inês

4.3.1 Estatística descritiva e efeitos fixos das características

A estatística descritiva das características avaliadas nessa população são apresentadas na Tabela 7. Comparando esses desempenhos com os obtidos em outras raças brasileiras, as observações dos IP, IPP e NCP foram similares às reportadas por Quesada et al. (2002) em ovelhas deslanadas brasileiras. Resultados semelhantes para NCP foram reportados por Balieiro et al. (2008), Pinheiro (2004) em ovelhas Santa Inês, enquanto que Oliveira et al. (2014), obtiveram IP menores, mas analisando um só rebanho. Shiotsuki et al. (2014), estudando animais da raça Morada Nova obtiveram médias para IP inferiores ao do nosso estudo mas para PTCP e PTCD os desempenhos foram superiores em ovinos Santa Inês. A percentagem de SBV dos cordeiros ao desmame considerando o tipo de parto: simples, duplo ou triplo, foram de 69,2%, 47,6% e 38,4%, respectivamente.

Todas as características foram significativamente afetadas ($P < 0.001$) pelos efeitos de rebanho, ano do parto, número de partos e tipo de parto, excluindo os últimos três efeitos na característica IPP. O ano de nascimento da ovelha foi significativo ($P < 0.001$) para IPP e IP, enquanto que o efeito de estação foi significativo para IP e PTCD.

Tabela 7- Características estruturais da base de dados e estatística descritiva para as características reprodutivas nas ovelhas Santa Inês

Item	Característica ^a						
	IPP (meses)	IP (dias)	SBV	NCP (cordeiro)	NCD (cordeiro)	PTCP (kg)	PTCD (kg)
Animais no pedigree	37,056	37,056	37,056	36,476	36,476	36,476	36,476
Nº registros	906	2,948	6,558	6,566	4,506	6,566	4,506
Nº ovelhas	906	1,133	2,211	2,211	2,211	2,211	2,211
Nº mães das ovelhas	703	742	1,403	1,404	1,404	1,404	1,404
Nº pais das ovelhas	246	215	377	377	377	377	377
Média	17.4	307.2	1.32	1.3	1.2	4.7	18.1
Desvio padrão	2.02	88.2	0.92	0.48	0.4	1.7	8.96
CV (%)	11.6	28.7	69.8	37.3	33.5	36.1	49.6
Mínimo - Máximo	9.5 - 20	167 - 549	0 - 2	1 - 4	1 - 3	1 – 17.0	5 – 62.0
Parto simples (%)			69.2				
Parto duplo (%)			47.6				
Parto triplo (%)			38.4				

^a IPP, idade primeiro parto; IP, intervalo de parto; SBV, sobrevivência; NCP, número de cordeiros ao parto; NCD, número de cordeiros a desmama; PTCP, peso total dos cordeiros ao parto; PTCD, peso total dos cordeiros a desmama.

Fonte: Própria autoria

Todas essas significâncias podem ser explicadas pela variação existente na localização, tipo de manejo, alimentação, condições ambientais entre os rebanhos, assim como, pela disponibilidade de pasto que muda de um ano a outro, pela disponibilidade de leite e condição corporal das ovelhas que se altera com o número e tipo de parto afetando tais características. As significâncias concordam com as encontradas em outras raças do mundo (BOUJENANE et al., 2013; NABAVI et al., 2014; YAVARIFARD et al., 2015).

O efeito da idade do cordeiro ao desmame foi significativo ($P < 0.001$) para PTCD (MOHAMMADI et al., 2013; MOKHTARI et al., 2010; RASHIDI et al., 2011). A idade da ovelha ao parto tem um efeito significativo sobre as características em estudo, exceto sobre a SBV, estando de acordo com os resultados demonstrados por Masari et al. (2013), Mohammadi et al. (2015), Nabavi et al. (2014) e Rashidi et al. (2011).

4.3.2 Componentes de variância e parâmetros genéticos

Todas as características foram analisadas considerando-se que a variável dependente segue uma distribuição de Gauss. NCP, PTCP e PTCD tiveram uma distribuição descontínua. Contudo a presunção de uma distribuição normal para essas características na avaliação genética foi justificada em outros trabalhos desenvolvidos (MATOS et al., 1997; KADARMIDEEN et al., 2003; MOHAMMADI et al., 2012; MOHAMMADI et al., 2013), onde eles manifestam que existe pouca diferença entre os parâmetros genéticos estimados pelos modelos probabilístico e linear. Na Tabela 8 são apresentadas as estimativas dos componentes de (co)variância, herdabilidade, proporção do ambiente permanente e residual da variância fenotípica e repetibilidade para cada uma das características.

Tabela 8 - Estimativas dos componentes de variância e parâmetros genéticos das características reprodutivas nas ovelhas Santa Inês

Parâmetros ^b	Características ^a						
	IPP	IP	SBV	NCP	NCD	PTCP	PTCD
σ_a^2	391.55	230.46	0.00675	0.02669	0.00143	0.1299	6.2
σ_{pe}^2	2,407.4	5,627.1	0.5011	0.1859	0.0514	0.6436	26.397
σ_e^2	208.02	500.2	0.00715	0.0045	0.00317	0.0417	0.993
σ_p^2	3,006.97	6,357.76	0.515	0.2171	0.056	0.8152	33.59
$h^2 \pm \text{SE}$	0.13 ± 0.10	0.04 ± 0.017	0.01 ± 0.012	0.12 ± 0.014	0.03 ± 0.014	0.16 ± 0.0147	0.18 ± 0.021
$pe^2 \pm \text{SE}$	0.80 ± 0.10	0.88 ± 0.017	0.97 ± 0.010	0.86 ± 0.015	0.92 ± 0.014	0.79 ± 0.0169	0.79 ± 0.02
e^2	0.069	0.078	0.014	0.02	0.056	0.05	0.03

^a IPP, idade primeiro parto; IP, intervalo de parto; SBV, sobrevivência; NCP, número de cordeiros ao parto; NCD, número de cordeiros a desmama; PTCP, peso total dos cordeiros ao parto; PTCD, peso total dos cordeiros a desmama.

^b σ_a^2 = variância genética aditiva; σ_{pe}^2 = variância de ambiente permanente; σ_e^2 = variância residual; σ_p^2 = variância fenotípica; h^2 = herdabilidade; $pe^2 = \sigma_{pe}^2 / \sigma_p^2$ = proporção do ambiente permanente na variação fenotípica; $e^2 = \sigma_e^2 / \sigma_p^2$ = proporção residual na variação fenotípica.

Fonte: Própria autoria

No presente estudo encontra-se variabilidade fenotípica e de ambiente permanente em todas as características, que logo reflete-se na parte genética. A estimativa da h_a^2 na característica IPP foi de $0,13 \pm 0,10$, valor que concorda com o reportado por Casellas (2015) em ovelhas Ripollese, usando inferência bayesiana (Piecewise Weibull Proportional Hazards model). Destaca-se o estudo feito por Ono (2015), que na mesma população de ovelhas Santa Inês e sem considerar o efeito de ambiente no modelo, obteve herdabilidade moderada ($0,24 \pm 0,05$), mas usando um modelo linear com abordagem bayesiana.

A h_a^2 para o IP foi de $0,04 \pm 0,017$, estimativa semelhante à obtida por Ono (2015) na mesma população, mas fazendo abordagem bayesiana. Valores menores foram obtidos por Shiotsuki et al. (2014) em ovelhas Morada Nova (0,0) e por Zishiri et al. (2013) em ovelhas Dorper (0,01), demonstrando que esse parâmetro tem mais influência dos efeitos ambientais ($pe^2 = 0,88$) que genéticos.

Enquanto que a h_a^2 para a SBV dos cordeiros ao desmame, que é avaliada na ovelha e que representa a habilidade da mãe para cuidar dos cordeiros até o desmame, tem baixa magnitude ($0,01 \pm 0,012$), resultado semelhante ao encontrado por Ono (2015) e por outros autores (CEYHAN et al., 2009; ZISHIRI et al., 2013). A baixa variabilidade genética encontrada nessa característica levou ao entendimento de que o melhoramento da mesma deve estar baseado nas condições ambientais para a sobrevivência das crias (EVERETT-HINCKS et al., 2005). Não obstante Cloete et al. (2009), relataram que estudos prévios sugerem a existência de famílias dentro de uma população que demonstrem maior capacidade de sobrevivência, e portanto, deve ser considerada como um critério de seleção tanto a nível da mãe quanto a do cordeiro.

Número de cordeiros ao parto (NCP) teve uma h_a^2 ($0,12 \pm 0,014$) que foi similar à obtida por outros autores (BOUJENANE et al., 2013; HANFORD et al., 2003;

MOHAMMADI et al., 2012; ONO, 2015; RASHIDI et al., 2011), sendo alta em relação aos estudos de Ceyhan et al. (2009), Masari et al. (2013), Mohammadi et al. (2013), Mokhtari et al. (2010), Nabavi et al. (2014) e Zishiri et al. (2013), que obtiveram valores entre 0,01 e 0,079. No entanto, se identificou estudos com herdabilidades de maior magnitude como os de Mohammadi et al. (2015) e Yavarifard et al. (2015) com 0,17 e 0,16, respectivamente. Todos esses resultados demonstraram que essa característica deve ser considerada como critério de seleção em ovelhas Santa Inês.

A h_a^2 estimada para NCD apresentou valor de $0,03 \pm 0,014$, similar à obtida em outras raças (MASARI et al., 2013; MOHAMMADI et al., 2013; MOKHTARI et al., 2010; ONO, 2015; RASHIDI et al., 2011) e foi baixa quando comparados aos estudos feitos por Boujenane et al. (2013), Ceyhan et al. (2009), Hanford et al. (2003), Mohammadi et al. (2015), Nabavi et al. (2014) e Yavarifard et al. (2015), que encontraram estimativas entre 0,07 a 0,21. NCD apresentou forte influência ambiental ($pe^2 = 0,92$), portanto, melhorando as condições de ambiente materno pós-parto, o animal pode demonstrar sua habilidade materna, podendo desta forma fazer um acurado processo de melhoramento e seleção desta característica. Isso permite o melhoramento da característica SBV, devido à correlação genética positiva ($0,82 \pm 0,26$) encontrada nesta população de ovelhas (ONO, 2015).

O peso total dos cordeiros ao parto (PTCP) mede a capacidade da ovelha de produzir cordeiros pesados ao parto sem considerar o número deles nascidos, a h_a^2 foi de $0,16 \pm 0,014$. Estudos executados em outras populações de ovelhas apresentaram resultados similares (MASARI et al., 2013; MOHAMMADI et al., 2012; NABAVI et al., 2014). Shiotsuki et al. (2014) reportaram herdabilidade de $0,44 \pm 0,12$ para ovelhas Morada Nova. Enquanto que, estimativas baixas (entre 0,0 e 0,10) foram reportadas por Boujenane et al. (2013), Mohammadi et al. (2013, 2015), Mokhtari et al. (2010), Ono

(2015), Rashidi et al. (2011) e Yavarifard et al. (2015). A alta herdabilidade da característica em comparação com outras populações indicam a possibilidade de melhorar a eficiência reprodutiva e produtiva com a redução do intervalo geracional e do incremento das tendências genéticas (MOHAMMADI et al., 2012; NABAVI et al., 2014).

De acordo com Mohammadi et al. (2013) e Yavarifard et al. (2015), o PTCD é uma característica composta de importância econômica e reflete a habilidade materna e reprodutiva da ovelha, assim como a sobrevivência e crescimento dos cordeiros durante o período de pré-desmame. Neste estudo a h_a^2 obtida foi alta ($0,18 \pm 0,021$) em comparação à obtidas por outros autores (BOUJENANE et al., 2013; MASARI et al., 2013; MOHAMMADI et al., 2012; MOHAMMADI et al., 2013, 2015; ONO, 2015; RASHIDI et al., 2011) e semelhante à obtidas por Mokhtari et al. (2010), Nabavi et al. (2014), Shiotsuki et al. (2014) e Yavarifard et al. (2015). Essa alta herdabilidade indica que a seleção baseada em PTCD vai gerar bons resultados no melhoramento da eficiência reprodutiva e produtiva desta população, além da correlação genética positiva que tem com outras características reprodutivas referidas por vários autores.

A proporção do ambiente permanente (pe^2), em todas as características avaliadas resultaram em alta magnitude (entre 0,79 e 0,97), superiores às estimativas de herdabilidade direta obtidas nas características, isso provavelmente seja pelo fato do sistema extensivo de pastagem a longo do ano, além do ambiente de manejo heterogêneo nos distintos rebanhos e Estados brasileiros, onde as ovelhas devem suportar ambientes que muitas vezes mascaram o verdadeiro valor genético do animal. Por isso, a importância de considerar esse efeito em populações de sistemas extensivos. Trabalhos feitos sobre populações tratadas em ambientes controlados (BOUJENANE et al., 2013; MASARI et al., 2013, MOHAMMADI et al., 2012; MOHAMMADI et al., 2013, 2015; MOKHTARI

et al., 2010; RASHIDI et al., 2011; YAVARIFARD et al., 2015), apresentam estimativas baixas (entre 0,23 e 0,0) em comparação aos nossos resultados.

4.3.3 Estimação das tendências genéticas

Avaliou-se a mudança genética anual produzido em cada uma das características reprodutivas durante um período de 24 anos (1990-2014), apresentados na Figura 7.

Figura 7 - Tendência genética para IPP, IP, SBV, NCP, PTCP, NCD e PTCD, na população de ovelhas Santa Inês em estudo

Fonte: Própria autoria

As médias estimadas dos valores genéticos (VG) para as características relacionadas com a prolificidade (NCP, NCD, PTCP e PTCD), mostram uma tendência genética ligeiramente negativa em todas elas, demonstrando que no processo de melhoria genética

desta população, tais características não foram consideradas pelos criadores. Enquanto que o IP apresenta uma tendência positiva (0,05 dias/ano), mostrando uma ampliação anual do intervalo de parição, mas apresenta magnitude baixa de herdabilidade. Portanto, as mudanças no ambiente dos animais permitirá uma acurada seleção daquelas ovelhas com altos VG.

De outro lado a característica IPP mostra uma ligeira melhoria genética, apresentando seus VGs uma tendência média de diminuição da idade ao primeiro parto (-0,012 dias/ano). A característica SBV mostra uma tendência levemente positiva, mas a ter um baixo componente genético direto, mostra que essa evolução deve-se provavelmente a uma melhoria nas condições ambientais dos rebanhos no período de pós-parto ou como resposta a seleção de uma característica correlacionada.

5 CONCLUSÕES

No presente estudo demonstra-se que os fatores não genéticos analisados, notoriamente afetam o desempenho produtivo e reprodutivo dos ovinos Santa Inês e devem ser incluídos na análise de modelos genéticos e na tomada de decisões técnico-administrativas para um melhor desempenho nos sistemas extensivos dessa ovelha.

Esse animal tem uma significativa variância genética que se manifesta com a idade, apresenta um efeito materno significativo e de ambiente permanente bem marcante que não podem ser ignorados nos modelos genéticos. Apresenta valores altos de herdabilidade em todas as características ponderais avaliadas, moderada herdabilidade nas características de prolificidade e idade ao primeiro parto, e baixos valores para intervalo entre partos, sobrevivência e número de cordeiros a desmama. A análise das tendências demonstra um comportamento irregular e de escasso incremento genético, que pode ser, pela variabilidade nos objetivos de seleção e pouca continuidade nos processos de melhoramento.

Portanto a seleção direta para características ponderais pre-desmama, permitirá a seleção indireta para habilidade materna e, dependendo do objetivo econômico-produtivo, a seleção massal baseada sobre qualquer característica ponderal pós-desmama vai ter um rápido progresso genético. Enquanto que para as características reprodutivas avaliadas uma seleção baseada unicamente na performance das ovelhas provavelmente resultará em um lento melhoramento genético. Sugerindo que mudanças nas condições ambientais dos rebanhos, além da seleção direta para PTCP e PTCD, avaliadas ao primeiro parto, podem ser usadas como critério de seleção para a diminuição do intervalo geracional, melhoramento da produtividade e tendências genéticas nesta população.

REFERÊNCIAS

ARCO. **Associação Brasileira de Criadores de Ovinos**, Bagé – RS, Brasil. Disponível em: http://www.arcoovinos.com.br/sitenew/racas_links/santa_ines.htm. Acesso em: 20 agosto 2016.

ASCCO. **Associação Sergipana dos Criadores de Caprinos e Ovinos**. Sergipe, Brasil. Disponível em: <http://www.ascco.com.br>. Acesso em: 02 maio 2014.

Associação Sergipana dos Criadores de Caprinos e Ovinos. ASCCO/USP. **Sumário de carneiros e matrizes da raça Santa Inês 2010**. 26 f. Pirassununga: GMA-FZEA-USP, 2010. Disponível em: <http://www.usp.br/gmab/sumario/sumariocarneiros2010.pdf>. Acesso em: 12 abr.2016

BALARO, A.M. et al. Reproductive performance, metabolic and hormonal profiles of Santa Inês ewes in Winter and summer under tropical conditions. **Trop Anim Health Prod**, Dordrecht, v.47, p.627-631. 2015.

BALIEIRO, J.C. et al. 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. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL. 7, 2008, **Anais...** São Carlos-SP: SBG, 2008.

BARBOSA NETO, A.C. et al. 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**, Viçosa, v.39, n. 9, p. 1943-1951, 2010.

BARROS, N.N. et al. Eficência bioeconômica de cordeiros F1 Dorper x Santa Inês para produção de carne. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 4, p. 825-831. 2005.

BRESTER, GARY. **International lamb profile**. Disponível em: <<http://www.agmrc.org/commodities-products/livestock/lamb/international-lamb-profile/>>. Acesso em: 14 mar. 2016.

BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; VAN VLECK, L.D. **A manual for use MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances (DRAFT)**. Lincoln: Department Agricultural Research Service-USDA, 1995, 120p.

BOUJENANE, I. et al. Estimation of genetic parameters and genetic gains for reproductive traits and body weight of D'man ewes. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 113, p. 40-46, 2013.

_____. Estimation of genetic parameters and maternal effects for body weight at different ages in D'man sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 130, p. 27-35, 2015.

BUENO, M.S. et al. Infección por nematodos en razas de ovejas cárnicas criadas intensivamente en la región del sudeste del Brasil. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 51, p. 273-280, 2002.

CARDOSO, F.F.; CARDELLINO, R.; CAMPOS, L. Componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para caracteres produtivos à desmama de bezerros Angus criados no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 41-48, 2001.

CARNEIRO, P.L. et al. Desenvolvimento ponderal e diversidade fenotípica entre cruzamentos de ovinos Dorper com raças locais. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 42, n. 7, p. 991-998. 2007.

CARVALHO, G.C. et al. Estimação de parâmetros genéticos de ovinos da raça Santa Inês utilizando modelos uni e bicaracterística. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n. 1, p. 111-116, 2014.

CASELLAS, J. Comparison between linear and proportional hazard models for the analysis of age at first lambing in the Ripollesa breed. **Animal**, Cambridge, v. 10, n. 3, p. 365-371, 2015

CEYHAN, A.; SEZENLER, T.; ERDOGAN, I. The estimation of variance components for prolificacy and growth traits of Sakiz sheep. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 122, p. 68-72, 2009.

CLOETE, S.W.; MISZTAL, I.; OLIVIER, J.J. Genetic parameters and trends for lamb survival and birth weight in a Merino flock divergently selected for multiple rearing ability. **J. Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 2196-2208, 2009.

ELER, J.P. et al. Estimation of variances due to direct and maternal effects for growth traits of Nelore cattle. **J. Animal Science**, Champaign, v.73, p. 3253-3258, 1995.

EL-SAIED, U.M. et al. Genetic and Phenotypic parameter estimates of total and partial lifetime traits for dairy ewes. **J. Dairy Sci**, New York, v. 88, n. 9, p. 3265-3272. 2005.

ELOY, A.; SOUZA, P.; SIMPLICIO, A. Atividade ovariana pos-parto em ovelhas Santa Inês sob diferentes manejos de amamentação na região semiárida do Nordeste. **Rev. Bras. Saude Prod. An.**, Salvador, v. 12, n. 4, p. 970-983. 2011.

EVERETT-HINCKS, J.M. et al. The effect of ewe maternal behavior score on lamb and litter survival. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 93, p. 51-61, 2005.

DODENHOFF, J.; VAN VLECK, L.D.; GREGORY, K.E. Estimation of direct, maternal and grand maternal genetic effects for weaning weight in several breeds of beef cattle. **J. Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 840-845, 1999.

FAO. **Directrices voluntarias en apoyo de la integración de la diversidad genética en la planificación nacional de la adaptación al cambio climático**. Roma, p. 1-50, 2015.

FAOSTAT. Disponível em: < <http://faostat3.fao.org/browse/FB/CL/E> >. Acesso em: 14 mar. 2016.

FERNANDES JÚNIOR, G.A. et al. Estimativas de parâmetros reprodutivos de fêmeas da raça Somalis Brasileira. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ. 9., 2007, Sobral. **Anais...** Sobral: UVA, 2007.

FERRAZ, J.B.S. Melhoramento genético de ovinos e apresentação de sumários de reprodutores. In: SIMPÓSIO DE REPRODUÇÃO DE PEQUENOS RUMINANTES, 2014, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: FZEA-USP, 2014.

FIGUEREIDO, C.L. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para fertilidade ao parto e número de cordeiros nascidos ao parto em ovinos da raça Santa Inês. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2007.

FONSECA, J.F. Otimização da eficiência reprodutiva em caprinos e ovinos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO DE CAPRINOS E OVINOS, 1., 2006, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: ENCAPRI, 2006.

GARNERO, A.V. et al. Influência da incorporação de dados de progênie na classificação de touros da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 918-923, 2002.

GHOLIZADEH, M.; GHAFOURI-KESBI, F. Estimation of genetic parameters for growth-related traits and evaluating the results of a 27-year selection program in Baluchi sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 130, p. 8-14, 2015.

GOWANE, G.R. et al. Genetic and phenotypic parameter estimates of live weight and daily gain traits in Malpura sheep using Bayesian approach. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 128, p. 10-18, 2015.

GRASER, H.U. et al. A derivative free approach for estimating variance components in animal model by restricted maximum likelihood. **J. Animal Science**, Champaign, v. 64, p. 1362-1370, 1987.

HANFORD, K.J.; VAN VLECK, L.D.; SNOWDER, G.D. Estimates of genetic parameters and genetic change for reproduction, weight and wool characteristics of Targhee sheep. **J. Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 630-640, 2003.

JANNOUNE, A. et al. Genetic analysis of live weight of Sardi sheep using random regression and multi-trait animal models. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 130, p. 1-7, 2015.

KADARMIDEEN, H.N. et al. Genetic parameters and evaluations from single- and multiple-trait analysis of dairy cow fertility and milk production. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 81, p. 183-195, 2003.

KOOTS, K. R. et al. Analyses of published genetic parameters estimates for beef production trait. 1-Heritability. **Animal Breeding Abstract**, Oxfordshire, v. 62, p.309-338, 1994.

KUSHWAHA, B.P. et al. Direct and maternal (co)variance components and heritability estimates for body weights in Chokla sheep. **J. Animal Breeding and Genetic**, Berlin, v. 126, p. 278-287, 2009.

LÔBO, A.M.B.O. et al. Genetic parameters for growth, reproductive and maternal traits in a multibreed meat sheep population. **Genetics and Molecular Biology**, v. 32, n. 4, p. 761-770, 2009.

LÔBO, R.N.B. Seleção para eficiência produtiva de ovelhas visando a produção de carne. **Jornal Agronegócio**, Minas Gerais, v. 7, n. 80, p. 5, 2012.

LUCHIARI FILHO, A.; MOURÃO, G.B. **Melhoramento, raças e seus cruzamentos na pecuária de corte brasileira**. Pirassununga: Prisma Printer Gráfica e Editora Ltda, p. 27, 2006.

MAcMANUS, C.; MIRANDA, R.M. Estimativas de parâmetros genéticos em ovinos Bergâmacia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 5, p.207-212, 2003.

MAGALHÃES, A.F.C.; LOBO, R.N.; FACÓ, O. Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento em ovinos da raça Somalis Brasileira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.5, p.884-889, 2013.

MALHADO, C. et al. Curva de crescimento em ovinos mestiços Santa Inês x Texel criados no Sudoeste do Estado da Bahia. **Rev. Bras. Saude Prod. An.**, Salvador, v. 9, n. 2, p. 210-218. 2008.

MANDAL, A.; DASS, G.; ROUT, P.K. Model comparisons for estimation of genetic parameters of pre-weaning daily weight gains in Muzaffarnagari sheep: **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 106, p. 118-124, 2012.

MANIATIS, N.; POLLOTT, G.E. The impact of data structure on genetic (co)variance components of early growth in sheep, estimated using an animal model with maternal effects. **J. Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 101-108, 2003.

MARIANTE, A.S. et al. Present status of the conservation of livestock genetic resources in Brazil. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 120, n. 3, p. 204-212, 2009.

MASARI, H.A. et al. Estimation of genetic parameters for reproductive traits in Shall sheep. **Trop. Anim. Health Prod.** Dordrecht, v. 45, p. 1259-1263, 2013.

MATOS, C. et al. Genetic analysis of discrete reproductive traits in sheep using linear and non-linear models. **J. Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 76-87, 1997.

MEDEIROS, J.X. et al. **Gestão e organização no agronegócio da ovinocaprinocultura**. Brasília: Santa Clara Editora, p. 21-32, 2009.

MOHAMMADI, H.; SHAHRBABA, M.M; SHAHRBABA, H. Genetic analysis of ewe productivity traits in Makoei sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 107, p. 105-110, 2012.

MOHAMMADI, K. et al. Phenotypic and genetic parameter estimates for reproductive traits in Zandi sheep. **Trop. Anim. Health Prod.** Dordrecht, v. 45, p. 671-677, 2013.

_____. Genetic parameter estimates for growth and reproductive traits in Lori sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 131, p. 35-42, 2015.

MOKHTARI, M.S.; RASHIDI, A.; ESMAILIZADEH, A.K. Estimates of phenotypic and genetic parameters for reproductive traits in Kermani sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 88, p. 27-31, 2010.

MWAANGA, E.S.; JANOWSKI, T. Anoestrus in dairy cows: causes, prevalence and clinical forms. **Reproduction Domestic Animal**, Berlin, v. 35, n. 24, p. 193-200. 2000.

NABAVI, R. et al. Genetic study of reproductive traits in Iranian native Ghezel sheep using Bayesian approach. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 120, p. 189-195, 2014.

NEGRÃO, J.A.; MARNET, P.; LABUSSIÈRE, J. Effect of milking frequency on oxytocin release and milk production in dairy ewes. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 39, n. 2, p. 181-187. 2001.

NIZAMANI, A.H.; BERGER, P.J. Estimate of genetic trend for yield traits of the registered Jersey population. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 79, n. 3, p. 487-494, 1996.

NOTTER, D.R. Genetic parameters for growth traits in Suffolk and Polypay sheep. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 55, p. 205-213, 1998.

OLIVEIRA, D.P. et al. Parâmetros genéticos para características de desempenho em ovinos naturalizados Sul-Mato-Grossenses. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n. 2, p. 963-972, 2014.

OLIVEIRA, P.A. et al. Desempenho reprodutivo de ovelhas mestiças da raça Santa Inês em *Brachiaria humidicola* e efeito do sexo no ganho de peso de cordeiros. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 66, n. 1, p. 85-92. 2014.

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) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

_____. **Estrutura populacional e tendência genética características de crescimento e adaptação de bovinos da raça Nelore, linhagem Lemgruber**. 2009. 96 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

ONO, R.K. **Parâmetros genéticos para características indicadoras de eficiência reprodutiva e produtiva de ovinos da raça Santa Inês**. 2015. 60 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

OSÓRIO, J.C.; OSÓRIO, M.T. **Zootecnia de Ovinos**. Vol. 1. Pelotas, RS. Editora e Gráfica Universitária, UFPEL, p. 19-50, 2005.

PACHECO, A.; QUIRINO, C.R. Estudo das características de crescimento em ovinos. **Pubvet.**, v. 2, p. 1258-1263. 2008.

PAIVA, S.R. et al. Origin of the main locally adapted sheep breeds of Brazil: a RFLP-PCR molecular analysis. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 54, p. 395-399, 2005.
PEREIRA, J.C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 6. ed. Belo Horizonte, MG. FEPMVZ Editora, p. 132-135-188-189-212, 2012.

PINHEIRO TEIXEIRA, J. **Parâmetros reprodutivos de ovelhas da raça Santa Inês criadas no sertão do Ceara**. 2004. 53 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, Brasil, 2004.

QUESADA, M.; McMANUS, C.; COUTO, F.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.

RASHIDI, A. et al. Genetic analysis of ewe productivity traits in Moghani sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 96, p. 11-15, 2011.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. 2016.

SANTANA, M.L. et al. Genotype by environment interaction and model comparison for growth traits of Santa Ines sheep. **J. Animal Breeding and Genetics**, Berlin, v. 130, p. 394-403, 2013.

SHIOTSUKI, L. et al. Genetic parameters for growth and reproductive traits of Morada Nova sheep kept by smallholder in semi-arid Brazil. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 120, p. 204-208, 2014.

SHOKROLLAHI, B.; BANEH, H. (Co)variance components and genetic parameters for growth traits in Arabi sheep using different animal models. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirao Preto, v. 11, p. 305-314, 2012.

SILVA, F.L.R.; ARAUJO, A.M. Características de reprodução e de crescimento de ovinos mestiços Santa Inês, no Ceará. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1712-1720, 2000.

SILVA, L.S. et al. Growth curve in Santa Inês sheep. **Small Ruminant Research.**, Amsterdam, v. 105, p. 182-185. 2011.

SILVA PATRICIA, K.A. **Estimativas de parâmetros genéticos para características de habilidade materna e reprodutivas em fêmeas da raça Santa Inês**. 2014. 37 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014.

SILVA SOBRINHO, A.G. et al. **Produção de carne ovina**. Jaboticabal-SP: Funep, p. 1-2, 2008.

SIMPLÍCIO, A.A.; NUNES, J.F.; FIGUEIREDO, E.A. Período de gestação e fertilidade de ovinos da raça Somalis Brasileira. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 16., 1979, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1979.

SIQUEIRA, S.C.; ARAUJO NETO, R. Prolificidade de ovinos deslanados Santa Inês, Morada Nova e Barriga Negra em pastagem nativa suplementada nas condições de cerrado de Roraima. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ. 24, 1992, **Anais...** Lavras: SBZ, 1992.

SOUZA, C.E. et al. Estudo das interações entre o desenvolvimento gonadal, produção espermática, concentrações de testosterona e aspectos ligados à puberdade em carneiros de raça Santa Inês ao longo do primeiro ano de vida. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 27, n. 2, p. 199-201. 2003.

SOUSA, W.H. et al. Estimativas de componentes de (co) variância e herdabilidade direta e materna de pesos corporais em ovinos de raça Santa Inês. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1252-1262. 1999.

SOUZA, W. H. et al. Estimativa de componentes de variância e de parâmetros genéticos para características de reprodução por intermédio de modelos lineares e de limiar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2237-2247, 2000.

SZWACZKOWSKI, T. et al. Estimates of maternal genetic and permanent environmental effects in sheep. **Archiv fuer Tierzucht**, Goettingen, v. 49, p. 186-192, 2006.

TAMIOSO, P.R. et al. Estimates of (co)variance components and genetic parameters for growth traits in Suffolk lambs. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 43, p. 2215-2220, 2013.

VALERIO, D.; GUTIÉRREZ, G.; CHÁVEZ, J. Direct and maternal genetic effects on the growth of Junín sheep breed. **Rev. Inv Vet Perú**, Lima, v. 26, n. 1, p. 28-35, 2015.

VAN DER WERF, J. Valores genéticos estimados, DEPs e suas propriedades. Avaliação genética usando o BLUP. In: **Melhoramento animal: uso de novas tecnologias**. Piracicaba: FEALQ-USP, p. 79-126, 2006.

VAZ, L.C.M. et al. Estado da arte da conservação de ovinos no Brasil. In: Delgado, J.V.; Nogales, B.S (Eds), E-CONBIAND. **Biodiversidad Ovina Iberoamericana. Caracterización y uso sustentable**. Madrid, p. 281-282. 2009.

VEERASAMY, S. et al. Impacto of climate change on livestock productivity. **Broadening Horizons**, Roma, Feedipedia, v. 24, p. 1-4. February 2016.

WILLHAM, R.L. The role of maternal effects in animal breeding: III. Biometrical aspects of maternal effects in animals. **J. Animal Science**, Champaign, v. 35, p. 1288, 1972.

YAVARIFARD, R.; GHAVI HOSSEIN-ZADEH, N.; SHADPARVAR, A. Estimation of genetic parameters for reproductive traits in Mehraban sheep. **Czech J. Anim. Sci.**, Prague, v. 60, n. 6, p. 281-288, 2015.

ZISHIRI, O.T. et al. Genetic parameters for growth, reproduction and fitness traits in the South African Dorper sheep breeds. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 112, p. 39-48, 2013.

ZISHIRI, O.T. et al. Genetic parameters for live weight traits in South African terminal sire sheep breeds. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 116, p. 118-125, 2014.