

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS DE SELEÇÃO PARA A CAPRINOCULTURA  
LEITEIRA BRASILEIRA**

**LEONARDO HUNALDO DOS SANTOS**

**FORTALEZA - CE  
AGOSTO/2013**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO PERNAMBUCO**  
**PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS DE SELEÇÃO PARA A CAPRINOCULTURA  
LEITEIRA BRASILEIRA**

**LEONARDO HUNALDO DOS SANTOS**

**Biólogo**

**FORTALEZA - CE**  
**AGOSTO/2013**

**LEONARDO HUNALDO DOS SANTOS**

**AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS DE SELEÇÃO PARA A  
CAPRINOCULTURA LEITEIRA BRASILEIRA**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Nonato Braga Lôbo

**FORTALEZA - CE  
AGOSTO/2013**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- S236a Santos, Leonardo Hinaldo dos.  
Avaliação de programas de seleção para a caprinocultura leiteira brasileira. / Leonardo Hinaldo dos Santos. – 2013.  
70 f. : il. Color., enc. ; 30 cm.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Fortaleza, 2013.  
Área de Concentração: Produção Animal.  
Orientação: Prof. Dr. Raimundo Nonato Braga Lobo.
1. Caprinos leiteiros. 2. Melhoramento genético. 3. Avaliação genética. I. Título.

---

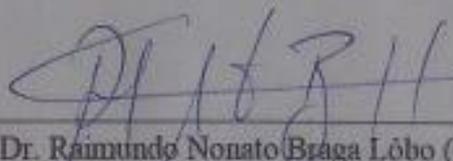
CDD 636.08

LEONARDO HUNALDO DOS SANTOS

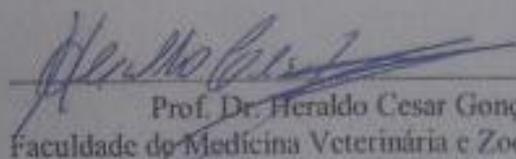
AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS DE SELEÇÃO PARA A  
CAPRINOCULTURA LEITEIRA BRASILEIRA

Tese defendida e aprovada pela comissão examinadora em 09 de agosto de 2013.

Comissão Examinadora:



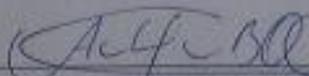
Prof. Dr. Raimundo Nonato Braga Lôbo (Orientador)  
Pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos/Programa de Doutorado integrado em  
Zootecnia – PDIZ/UFC/UFPB/UFRPE



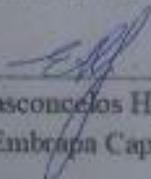
Prof. Dr. Heraldo Cesar Gonçalves  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP



Dr. Olivardo Facó  
Pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos



Dra. Ana Maria Bezerra Oliveira Lôbo  
Pesquisadora da Embrapa Caprinos e Ovinos



Dr. Evandro Vasconcelos Holanda Júnior  
Pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

LEONARDO HUNALDO DOS SANTOS – Nascido em Itaberaba-BA no dia 24 de janeiro de 1983. Professor/Coordenador do curso de Licenciatura em Ciências Naturais/Biologia da Universidade Federal do Maranhão, Campus de Imperatriz. É Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Mestre e Doutorando em Zootecnia com ênfase em Produção Animal no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia (Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal Rural do Pernambuco). Possui experiência em Análise Estatística Aplicada. Atua em projetos de pesquisa nos seguintes temas: Genética, Melhoramento Genético, Estatística, Planejamento Experimental. Possui experiência em Ensino, tendo atuado nos níveis Fundamental, Pré-Vestibular, Técnico e Superior.

“A cada dia que vivo, mais me convenço de que o desperdício da vida está no amor que não damos, nas forças que não usamos, na prudência egoísta que nada arrisca, e que, esquivando-nos do sofrimento, perdemos também a felicidade”.

Carlos Drummond de Andrade

## **DEDICO**

Aos meus pais, Domingos Moura dos Santos e Cleomildes Hunaldo dos Santos, por me apoiar em todos os momentos da minha vida, onde nunca mediram esforços para ajudar seus filhos, tendo papel fundamental na minha formação como homem.

Aos meus irmãos, Emerson Hunaldo dos Santos e Rafael Domingos Hunaldo dos Santos, pela amizade, torcida, incentivo e carinho em toda essa jornada.

À minha esposa Virlane Kelly (Laninha), por compartilhar todos os momentos dessa vitória, apoiando, dando carinho e amor sempre que precisei.

Aos meus queridos e inesquecíveis Tio Zé (In memorium) e meu Primo Dan (In memorium), que mesmo ausentes, se fazem presentes em meus pensamentos.

**SAUDADES!!!**

Aos meus demais familiares, por acreditarem em mim e sempre me apoiarem em todos os momentos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, presença constante em minha vida, por permitir que eu superasse todas as dificuldades encorajando-me, guiando-me e iluminando minha caminhada pela vida com confiança e determinação.

À Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional durante o mestrado e doutorado.

Ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia (PDIZ) pela oportunidade de realização do Curso, bem como, ao Coordenador e à secretária do programa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo apoio financeiro e concessão de bolsa.

À Embrapa Caprinos e Ovinos, por ceder gentilmente o orientador, os outros integrantes da banca de qualificação e de defesa, bem como suas instalações para o desenvolvimento do trabalho experimental.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Raimundo Nonato Braga Lôbo, meus sinceros agradecimentos pela paciência, dedicação, aprendizado, amizade e confiança, durante o curso de doutorado. Por orientar-me de maneira excelente, servindo de exemplo para as minhas futuras orientações. Pela grande ajuda na realização do experimento e no tratamento estatístico dos resultados deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Olivardo Facó, pela presença nas bancas de Qualificação e Defesa de Tese, demonstrando sempre muito conhecimento e disponibilidade para tirar dúvidas.

À Dr<sup>a</sup>. Ana Maria Bezerra Oliveira Lôbo também pela presença nas bancas de Qualificação e Defesa de Tese, fazendo sempre considerações relevantes para o engrandecimento do trabalho.

Ao Prof. Dr. Heraldo Cesar Gonçalves por abrilhantar a minha banca de Defesa de Tese.

Ao Dr. Evandro Vasconcelos Holanda Júnior pela disponibilidade para participar da minha defesa, sendo de grande relevância a sua presença.

À Dr<sup>a</sup>. Ana Clara Rodrigues Cavalcante pela participação na banca de qualificação.

À Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Sônia Maria Pinheiro de Oliveira, pela participação na banca de qualificação.

Aos amigos Cutrim Júnior, William Mochel e Rômulo Augusto, por participação direta e indireta na realização deste trabalho e compartilhado tantos momentos durante este período, mostrando sempre amizade e sinceridade, agradeço por tudo.

A todos meus colegas da Embrapa Caprinos e Ovinos que me ajudaram durante a realização deste trabalho em especial ao meu grande amigo Vilar Melo.

A todos os meus colegas de doutorado, pelos momentos de companhia e alegria vividos em todo este período.

A todos os meus amigos da UFC, perfazendo uma lista muito grande de nomes que contribuíram para minha formação, onde tendo a possibilidade de esquecer algum nome, prefiro não citá-los.

À Universidade Federal do Maranhão (UFMA), por todo apoio e incentivo para a conclusão do Doutorado.

Aos meus alunos da UFMA, pela paciência e companheirismo, durante boa parte do doutorado.

E a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para que eu pudesse realizar este trabalho.

**Muito Obrigado!!!**

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS .....	xi
LISTA DE FIGURAS .....	xiii
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>xiv</b>
RESUMO .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
<b>1- CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>	<b>1</b>
<b>2-REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1- Produção de leite caprino no Brasil.....</b>	<b>3</b>
2.1.1 - Região Nordeste.....	3
2.1.2 - Região Sudeste.....	5
<b>2.2- Melhoramento genético de caprinos leiteiros .....</b>	<b>6</b>
2.2.1- <i>Objetivos e critérios de seleção</i> .....	8
2.2.1.1- <i>Objetivos e critérios de seleção na caprinocultura leiteira</i> .....	11
2.2.2 – <i>Parâmetros genéticos</i> .....	14
2.2.3 – <i>Análise dos ganhos genéticos e econômicos</i> .....	16
<b>3- MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 – Painel de especialistas entre Embrapa Caprinos e Ovinos/Embrapa Gado de Leite.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2 – ZPLAN .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 – Esquemas de seleção .....</b>	<b>20</b>
3.3.1 – <i>Esquema de seleção tradicional (I)</i> .....	20
3.3.1.1- <i>Estrutura populacional e grupos de seleção</i> .....	20
3.3.1.2- <i>Objetivos e critérios de seleção</i> .....	22
3.3.1.3- <i>Parâmetros técnicos e biológicos</i> .....	23
3.3.1.4- <i>Pesos econômicos, parâmetros genéticos e fenotípicos</i> .....	24
3.3.1.5- <i>Parâmetros de investimento e custos</i> .....	25
3.3.2 – <i>Esquema de seleção utilizando teste de progênie (II)</i> .....	26
3.3.2.1- <i>Estrutura populacional e grupos de seleção</i> .....	26
3.3.2.2- <i>Objetivos e critérios de seleção</i> .....	27
3.3.2.3- <i>Parâmetros técnicos e biológicos</i> .....	28

3.3.2.4- Pesos econômicos, parâmetros genéticos e fenotípicos.....	29
3.3.2.5- Parâmetros de investimento e custos.....	31
<b>3.4. Nível de utilização dos reprodutores nos esquemas avaliados .....</b>	<b>31</b>
<b>4- RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1- Esquemas de seleção para caprinos leiteiros: seleção tradicional (TRAD) versus teste de progênie (TPG) .....</b>	<b>32</b>
<b>4.2- Impacto econômico da alteração na porcentagem de utilização de reprodutores do rebanho núcleo no estrato comercial (TRAD) .....</b>	<b>42</b>
<b>4.3- Efeitos da intensidade de utilização dos reprodutores jovens em teste para o esquema com teste de progênie. (TPG).....</b>	<b>42</b>
<b>5- CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES .....</b>	<b>44</b>
<b>6-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>45</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>56</b>
<b>APÊNDICE D.....</b>	<b>57</b>

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
TABELA 01 - Coeficientes e acurácias (rHI) para os objetivos e critérios de seleção para sistemas intensivo e semi-intensivo de criação de caprinos leiteiros.....	13
TABELA 02 - Resposta à seleção (RS), para cada critério adotado nos índices de seleção para sistema intensivo e semi-intensivo de criação de caprinos leiteiros	13
TABELA 03 - Estimativas de herdabilidade ( $h^2$ ) e repetibilidade (t) para produção total de leite (PL), duração da lactação (DL), idade ao primeiro parto (IPP) e intervalo de partos (IP), obtidas em trabalhos realizados com caprinos leiteiros .....	15
TABELA 04 - Correlações genéticas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) para duração da lactação (DL), produção total de leite (PL), idade ao primeiro parto (IPP) e intervalo de partos (IP), obtidas em trabalhos realizados com caprinos leiteiros .....	16
TABELA 05 - Estrutura populacional de caprinos leiteiros no Brasil .....	20
TABELA 06 - Fontes de informação para a seleção nos vários grupos de seleção para uma população sob esquema tradicional de seleção .....	22
TABELA 07 - Parâmetros biológicos e técnicos para uma população de caprinos leiteiros .....	23
TABELA 08 - Valores econômicos (V), médias, desvios-padrão fenotípicos (sp), repetibilidades (r), herdabilidades ( $h^2$ ), correlações genéticas e fenotípicas <sup>1</sup> para as características <sup>2</sup> .....	24
TABELA 09 - Parâmetros de investimento e custos variáveis do programa de melhoramento e tempo médio para sua ocorrência.....	25
TABELA 10 - Custos fixos anuais do programa de melhoramento <sup>1</sup> .....	26
TABELA 11 - Fontes de informação para a seleção nos vários grupos de seleção considerando um teste de progênie de reprodutores jovens .....	28
TABELA 12 - Parâmetros biológicos e técnicos para uma população de caprinos leiteiros submetida a teste de progênie de reprodutores jovens .....	28
TABELA 13 - Valores econômicos (V), médias, desvios-padrão fenotípicos (sp), repetibilidades (r), herdabilidades ( $h^2$ ), correlações genéticas e fenotípicas <sup>1</sup> para as características <sup>2</sup> .....	30
TABELA 14 - Custos variáveis do programa de melhoramento considerando um teste de progênie e o tempo médio para sua ocorrência.....	31
TABELA 15 - Resultados da seleção para os grupos individuais considerando a seleção para características leiteiras e de fertilidade no esquema tradicional de seleção <sup>1</sup> .....	33

TABELA 16 - Resultados da seleção para os grupos individuais para características leiteiras e de fertilidade no esquema utilizando teste de progênie de reprodutores jovens <sup>1</sup> .....	34
TABELA 17 - Resposta genética anual (RG) e lucro genético por cabra (LG) para os esquemas de seleção tradicional e teste de progênie.....	36
TABELA 18 - Lucro genético total, custos e valor presente líquido por cabra para os esquemas tradicional de seleção (TRAD) e para o teste de progênie (TPG) <sup>1</sup> .....	39
TABELA 19 - Impacto econômico da porcentagem de utilização de reprodutores do rebanho núcleo no rebanho comercial (PrRNC <sub>o</sub> ).....	42
TABELA 20 - Impacto econômico da porcentagem de utilização de reprodutores jovens em teste (PrRJN) <sup>1</sup> .....	43

**LISTA DE FIGURAS**

	<b>Página</b>
FIGURA 01 - Objetivos e critérios de seleção para sistemas de criação de caprinos leiteiros.....	12
FIGURA 02 - Fluxo de genes, grupos de seleção (de 1 a 10) e estrutura da população sob esquema tradicional de seleção (RN – Reprodutor núcleo; RC – Reprodutor comercial; MN – Matriz núcleo; MC – Matriz comercial).....	21
FIGURA 03 - Fluxo de genes, grupos de seleção (de 1 a 12) e estrutura da população submetida a teste de progênie de reprodutores jovens (RP – Reprodutor provado; RJ – Reprodutor Jovem; RC – Reprodutor comercial; MN – Matriz núcleo; MC – Matriz comercial) .....	27
FIGURA 04 - Resposta genética anual (R\$), Lucro genético (R\$) e valor presente líquido (R\$) para os esquemas de seleção tradicional e teste de progênie .....	41

# CAPÍTULO I

## AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS DE SELEÇÃO PARA A CAPRINOCULTURA LEITEIRA BRASILEIRA

### RESUMO GERAL

Com o presente trabalho objetivou-se avaliar a viabilidade de um programa nacional de melhoramento genético de caprinos leiteiros. Foram comparados os ganhos genéticos e econômicos para dois esquemas de seleção, sendo um tradicional que representa a situação geral nacional e outro utilizando o teste de progênie, conforme proposto pelo Programa de Melhoramento Genético de Caprinos Leiteiros (CAPRAGENE) coordenado pela Embrapa Caprinos e Ovinos. Em seguida, foi verificado no esquema tradicional de seleção, o impacto econômico da alteração na porcentagem de utilização de reprodutores do rebanho núcleo no estrato comercial. Averiguou-se também os efeitos da intensidade de utilização dos reprodutores jovens em teste para o esquema com teste de progênie. As análises foram realizadas utilizando o ZPLAN, que utiliza um enfoque determinístico para estimar os ganhos genéticos e econômicos para programas de melhoramento genético. O esquema de seleção tradicional, com a seleção de reprodutores do núcleo feita com base em informações reprodutivas e de produção leiteira das mães e a seleção das matrizes feitas com suas próprias informações e de suas mães, não apresentou viabilidade econômica, não cobrindo os custos com a infraestrutura física e humana para manutenção do programa de melhoramento genético. O esquema utilizando testes de progênie de reprodutores jovens apresentou viabilidade, com consideráveis ganhos genéticos para o objetivo de seleção e para as características individuais que compõem este objetivo. Os retornos econômicos do programa superou os custos do mesmo, com um retorno de investimento de cerca de 20%. Neste esquema, a característica de maior impacto econômico foi a produção de leite, seguida pela contagem de células somáticas. O esquema tradicional somente permitiria retornos de investimento do programa de melhoramento com altos níveis (>60%) de uso de reprodutores do núcleo no estrato comercial. É possível que isto não tenha viabilidade prática, principalmente devido ao baixo uso de inseminação artificial no Brasil. A intensidade de utilização dos reprodutores jovens deve estar entre 10% e 15%. Acima desses valores não se constituem ganhos monetários consideráveis ao objetivo de seleção, além da redução do lucro genético de características importantes como produção de leite.

**Palavras-chave:** Avaliação econômica, Ganho e lucro genético, Valor presente líquido

## EVALUATION OF BREEDING PROGRAMS FOR DAIRY GOATS IN BRAZIL

### ABSTRACT

This work aimed to evaluate the feasibility of a national breeding program for dairy goats. The genetic and economic gains for two selection schemes, one traditional that represents the overall Brazilian situation and the other using the progeny test, as proposed by the Breeding Program for Dairy Goats (CAPRAGENE) of Embrapa Goats and Sheep were compared. The economic impact of the use of bucks of the nucleus in commercial was evaluated in the traditional scheme. It was also examined the effects of intensity use of young breeding test for the scheme with progeny testing. Analyses were performed in ZPLAN, which uses a deterministic approach to estimate the genetic and economic gains for breeding programs. The traditional scheme with bucks selected in the nucleus of milk production and reproductive traits from their dams and the selection of does made with the same information for themselves and their dams, had no economic viability, not covering the costs of physical and human infrastructure for maintenance of the breeding program. The scheme using progeny tests of young bucks presented viability, with considerable genetic gains for the selection objective and the individual traits that make up this goal. The economic returns of the program outweigh the costs of the same, with a return on investment of about 20%. In this scheme, the trait of greater economic impact was milk yield followed by somatic cell count. The traditional scheme would only allow investment returns of the breeding program with high levels (>60%) for use of nucleus bucks commercial flocks. It is possible that this has no practical feasibility, principally due to the low use of artificial insemination in Brazil. The amount of use of young bucks should be between 10% and 15%. Major uses not promote substantial monetary gains to the selection objective and reduce the genetic profit the important traits as milk yield.

**Keywords:** economic evaluation, genetic gain and profit, net present value

## 1- CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No cenário agrícola mundial, é notória a evolução da caprinocultura leiteira. Em determinados países, os sistemas de criação, transformação e distribuição encontram-se em estágio avançado de desenvolvimento (GONÇALVES et al., 2008).

No Brasil, esta atividade vem se consolidando como atividade rentável, que não necessita de grandes investimentos e/ou grandes áreas para seu desenvolvimento. Por este motivo, esta é uma das alternativas indicadas para a geração de emprego e renda no campo, especialmente nos programas de fortalecimento da agropecuária familiar, favorecendo assim a diminuição do êxodo rural (DAL MONTE et al., 2010).

No entanto, percebe-se que a produção verificada até o presente momento está aquém da esperada, necessitando de melhorias para obter índices produtivos satisfatórios e condizentes com o potencial do país. Estes avanços podem ser alcançados com o auxílio de programas de melhoramento genético, que têm apresentado resultados satisfatórios em vários setores da produção animal.

Segundo Lôbo e Lôbo (2007), o melhoramento genético promove mudanças nas frequências dos genótipos existentes na população e serve como mola propulsora do desenvolvimento da exploração pecuária.

De acordo com Pimenta Filho et al. (2004), um dos principais fatores que reduzem o sucesso dos programas de melhoramento envolvendo caprinos leiteiros é a baixa porcentagem de criadores que adotam a prática de controle leiteiro no Brasil. No Nordeste, este cenário é ainda mais preocupante e está aquém do mínimo necessário para iniciar qualquer programa de seleção. Assim, é importante que sejam estabelecidos programas de melhoramento genético que possam incrementar a eficiência da produção de caprinos leiteiros no Brasil.

Na execução de um programa de melhoramento genético, é imprescindível a avaliação de sua eficiência, de maneira a verificar esquemas alternativos (Harris et al 1984). Assim, como em qualquer outra atividade, um programa de melhoramento genético apresenta custos para sua execução e é necessário que os mesmos sejam monitorados, de forma que haja benefícios econômicos decorrentes do programa. Para Lôbo et al. (2000a), a eficiência destes programas é medida em função dos lucros que o mesmo proporciona e além disso, torna-se imprescindível aliar avaliações econômicas e genéticas para condução racional e rentável do sistema.

Apesar da grande relevância, ainda são escassos os trabalhos envolvendo análise econômica de programas de melhoramento genético. Desta forma, objetivou-se avaliar a viabilidade de um programa nacional de melhoramento genético de caprinos leiteiros. Para tanto, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- Calcular e comparar os ganhos genéticos e econômicos para dois esquemas de seleção, sendo um tradicional (TRAD) que representa a situação geral nacional e outro utilizando o teste de progênie (TPG), conforme proposto pelo Programa de Melhoramento Genético de Caprinos Leiteiros (CAPRAGENE) coordenado pela Embrapa Caprinos e Ovinos.

- Verificar para o esquema tradicional de seleção o impacto econômico da alteração na porcentagem de utilização de reprodutores do rebanho núcleo no estrato comercial.

- Averiguar os efeitos da intensidade de utilização dos reprodutores jovens em teste para o esquema com teste de progênie.

## **2-REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1- Produção de leite caprino no Brasil**

A partir do final da década de 80, houve um crescimento significativo da produção mundial de leite de cabra, que atingiu 15.128.186 toneladas em 2011. No cenário mundial, o Brasil ocupava a 15ª posição, representando 0,9% da produção mundial, com cerca de 158.000 toneladas (FAO, 2011) e apesar de ser o maior produtor do continente, as condições de criação e desempenho dos rebanhos brasileiros estão aquém do esperado.

A produção de leite caprino no Brasil possui duas bacias leiteiras que merecem destaque: uma na região Nordeste, onde o sistema de produção mais adotado é o extensivo (COSTA et al., 2008), e a outra na região Sudeste, que apresenta sistemas de produção intensivos (GONÇALVES et al., 2008). De acordo com Silva (1998), a produção nas regiões Centro-Oeste e Sul do país ainda é incipiente.

Cerca de 75% da produção total de leite do Brasil são produzidos na região Nordeste, com aproximadamente 90% do efetivo nacional. Já a região Sudeste, que detém 2,4% do efetivo nacional, responde por 17% do leite caprino produzido no Brasil (IBGE, 2010). Entretanto, Menezes et al. (2007) citaram que a produção de leite caprino do Sudeste representa 25% do total produzido no país.

Sistemas intensivos praticados no Sudeste produzem cerca de 2,9 kg de leite/animal/dia (GONÇALVES et al., 2008). Já sistemas menos especializados e com menor nível técnico (sistemas extensivos), produzem menor volume de leite, conforme resultados apresentados por Pimenta Filho et al. (2004) e Barros et al. (2005): 1,38 e 1,36 kg de leite/animal/dia, respectivamente.

#### *2.1.1 - Região Nordeste*

Na região Nordeste, a produção de leite de cabra é explorada de maneira extensiva e semi-intensiva, exceto nas propriedades rurais próximas aos grandes centros urbanos onde predomina o sistema de produção intensivo (GONÇALVES et al., 2008).

De acordo com Lopes (2008), nos últimos anos a caprinocultura leiteira no Brasil, especialmente no Nordeste, tem sido alvo de estudos técnicos e científicos, comprovando a importância desta atividade para a alimentação humana. No entanto, Lôbo et al. (2010) frisaram que existe uma lacuna entre os criadores e os pesquisadores no Brasil, além da ineficiência do processo de transferência de tecnologias neste setor.

Nesta região, destacam-se os estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco, por apresentarem produções satisfatórias em sistemas mais organizados. A produção de leite caprino nestes estados é de 10.945, 6.266 e 5.540 kg/dia, respectivamente. Estes valores representam 27,95%, 16,00% e 14,14% da produção do Nordeste e 18,76%, 10,74% e 9,49% da produção nacional, respectivamente (IBGE, 2006).

Dados mais atuais demonstram que as produções nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte foram, respectivamente, 18.000 e 10.000kg de leite/dia (HOLANDA JR et al., 2008). Estes autores citaram ainda que grande parte desta produção tem como destino programas governamentais, como o da merenda escolar e o de combate à desnutrição infantil na população carente. Gracindo (2010) citou que a produção no Rio Grande do Norte não se alterou desde 2008, mantendo-se em 10.000kg de leite/dia.

O estado da Paraíba é o maior produtor de leite caprino do Brasil e tem mostrado a importância do setor para o desenvolvimento de grande parte do semiárido Nordeste. No entanto, Pimenta Filho et al. (2009) citaram que é necessário melhorar a eficiência produtiva no estado por meio de soluções tecnológicas, desde melhorias nas práticas de manejo até o melhoramento genético.

Neste estado, o sistema de criação mais adotado é o extensivo (83,3%) seguido do semi-extensivo (16,7%), fato que corrobora com o que já foi afirmado para o restante dos estados da região Nordeste (SILVA et al., 2004). A fonte de alimentação mais utilizada provém do ecossistema caatinga que é utilizado de maneira extrativista (COSTA et al., 2008).

O estado do Rio Grande do Norte é o segundo maior produtor de leite de cabra do Brasil (NOBRE e ANDRADE, 2006). Neste estado, a atividade mantém-se em sua maior parte (78,5%) como atividade secundária e apenas 10,7% como atividade principal (PEDROSA et al., 2003). Isso demonstra que a maioria dos produtores ainda desconfia do potencial econômico da atividade.

Nesse estado, verifica-se que o regime de criação mais adotado pelos produtores é o extensivo (PEDROSA et al., 2003). Estes autores citaram ainda que 67,8% das propriedades possuem apenas animais mestiços, 32,2% possuem também animais puros e que quase a metade (42,9%) das propriedades tem funcionários com capacitação na atividade. Por outro lado, Gracindo (2010) observou que a presença de operadores com

instrução na atividade da caprinocultura não ocasionou melhorias no manejo e nos índices produtivos.

Para Cordeiro (2006), ainda é baixa a produção de leite de cabra e seus derivados no Nordeste, apesar da região apresentar um rebanho grande e com potencial. Para a melhoria deste segmento, faz-se necessário o desenvolvimento de programas específicos e a geração de incentivos para se alcançar melhores índices.

### *2.1.2 - Região Sudeste*

Além do Nordeste, a região Sudeste do país destaca-se na produção de leite caprino, onde a maior parte desta produção está concentrada nos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro (HOLANDA JR et al., 2008). Estes autores citaram ainda que a maior parte do leite produzido é destinada às usinas de pasteurização e/ou produção de queijos finos para população de alta renda. Facó et al. (2011) citaram que além destes, destacam-se ainda os estados de São Paulo e Espírito Santo, nesta região, e que na região Sul, o Rio Grande do Sul possui produção relevante.

O sistema mais utilizado na região Sudeste é o intensivo, onde são criados animais puros ou mestiços de raças leiteiras europeias como Saanen, Alpina e Toggenburg. Além disto, a maioria das propriedades realiza manejo adequado e escrituração zootécnica (GONÇALVES et al., 2008).

De acordo com Menezes et al. (2007), na região Sudeste, a produção de caprinos leiteiros é realizada em pequenas e médias propriedades. Holanda Jr et al. (2008) citaram que a produtividade da região é resultado, principalmente, da ação gerencial e do planejamento das ações, sendo que as condições edafoclimáticas da região exercem papel secundário.

Santos Junior et al. (2008) reportaram que no estado do Rio de Janeiro, a produção de leite, bem como de produtos derivados diferenciados, vem consolidando a caprinocultura leiteira no cenário nacional. Além disso, esta atividade tem fixado o produtor rural no campo, evitando o êxodo rural. Estes autores consideraram ainda, que neste estado, a maioria das unidades produtoras possui margem bruta positiva, que demonstram a viabilidade em curto prazo da atividade.

Para aumento da eficiência, é importante considerar a transformação da matéria prima, o leite, em derivados. Para Guimarães (2004), a melhoria no produto final deve-se

à crescente demanda por produtos derivados do leite de cabra, como leite em embalagem longa vida e em pó, queijos, iogurtes, achocolatado, dentre outros.

## **2.2- Melhoramento genético de caprinos leiteiros**

Para que se tenha lucro com a produção animal, devem-se utilizar os recursos genéticos e ambientais de maneira a maximizar o retorno líquido. Para isto, o melhoramento genético animal é componente compulsório, já que seu principal objetivo é selecionar os indivíduos com combinações alélicas (gênicas) favoráveis para as características de interesse econômico.

Estudando vários sistemas de produção de pequenos ruminantes, Kosgey et al. (2006) concluíram que a maioria dos programas para desenvolvimento deste setor falharam devido à falta de ações de melhoramento bem articuladas e exequíveis.

De acordo com Harris et al. (1984), o delineamento de programas de melhoramento genético deve possuir os seguintes passos: (1) Descrição do sistema de produção; (2) Formulação do objetivo deste sistema; (3) Escolha do sistema de acasalamento (animais puros ou cruzados) e raças; (4) Estimativa dos parâmetros de seleção e pesos econômicos; (5) Proposta de um sistema de avaliação animal; (6) Desenvolvimento dos critérios de seleção; (7) Plano de acasalamento dos animais selecionados; (8) Expansão do sistema; (9) Comparação com programas alternativos.

Vários são os trabalhos de pesquisa no Brasil relacionados ao melhoramento genético de caprinos leiteiros (GONÇALVES et al., 2001; PIMENTA FILHO et al., 2004; PIMENTA FILHO et al., 2009; SARMENTO et al., 2010; IRANO et al., 2012; LOPES et al., 2012). Entretanto, poucos são aqueles abordando os programas de melhoramento propriamente ditos (LOBO et al., 2010; FACÓ et al., 2011).

Até 2002, não havia programas de melhoramento genético para caprinos no país, sendo que a importação de animais para utilizar em cruzamentos era a única forma de tentar melhorar os índices produtivos (LÔBO et al. 2010).

Facó et al. (2011) citaram os principais problemas da importação de material genético europeu: altos custos de importação, riscos potenciais à saúde dos animais, objetivos de seleção dos sistemas brasileiro e europeu não correspondentes, possíveis problemas relacionados com a interação genótipo-ambiente, dentre outros. Na África,

Ayalew et al. (2003) também frisaram os problemas decorrentes dos cruzamentos não condizentes com os verdadeiros objetivos de seleção.

Em 2005, foi lançado o Programa Nacional de Melhoramento Genético de Caprinos Leiteiros, coordenado pela Embrapa Caprinos e Ovinos. O programa visa promover o melhoramento genético de caprinos leiteiros no Brasil, por meio da identificação de reprodutores geneticamente superiores. Este possui duas vertentes principais: a estruturação do Arquivo Zootécnico Nacional de Caprinos Leiteiros, com a implantação do Controle Leiteiro Oficial; e, a realização de testes de progênie de machos das principais raças exploradas para produção de leite caprino no Brasil (LÔBO et al., 2010).

Resultados preliminares apresentados por Facó et al. (2011) demonstraram que até agosto de 2010, o banco de dados continha 7.872 controles leiteiros, onde as médias de produção total de leite, produção de leite aos 305 dias de lactação, duração da lactação e produção média diária foram  $768 \pm 16$  kg,  $676 \pm 10$  kg,  $278 \pm 4$  dias e  $2,75 \pm 0,01$  kg/dia, respectivamente. Atualmente, o banco de dados conta com quase 30.000 controles leiteiros. Estes autores ainda verificaram efeitos de rebanho, com diferenças nas médias de produção de leite, justificando o uso dos testes de progênie para os mais diversos ambientes. As cabras Saanen apresentaram maiores produções de leite em relação às Alpinas e mestiças.

Ainda de acordo com Facó et al. (2011), o sucesso do programa depende: (1) da participação dos interessados, considerando as condições favoráveis necessárias à sustentabilidade e à melhoria do poder de negociação dos agricultores ou suas organizações; (2) dos sistemas organizados e confiáveis para a coleta de dados com projeção em longo prazo; (3) da criação de políticas governamentais que subsidiem os produtores de caprinos leiteiros; (4) da projeção de objetivos e critérios de seleção, considerando não apenas as características que respondem às tendências do mercado, mas também as que os produtores julgarem importantes.

Em concordância, Kahi et al. (2004) salientaram a grande importância da colaboração de todos para o que um programa de melhoramento genético de caprinos tenha sucesso, ficando bem clara as funções de cada participante. Como princípio, o produtor precisa entender e concordar com os objetivos do programa e estar totalmente envolvido desde o início.

### *2.2.1- Objetivos e critérios de seleção*

O objetivo do melhoramento é modificar o mérito genético dos animais das gerações futuras, de modo que estes produzam mais eficientemente, quando comparados à geração atual (GROEN et al., 1997). Segundo Cardoso et al. (2004), o termo “eficientemente” é relativo ao objetivo geral ou objetivo de seleção, que é definido como a combinação de características economicamente importantes, de acordo com o sistema de produção.

Hazel (1943) definiu objetivo de seleção como sendo uma função linear dos valores genéticos para cada característica (genótipo agregado), ponderado pela sua importância econômica relativa (peso econômico). De forma mais usual, o objetivo da seleção é definido como uma combinação de características de importância econômica no sistema de produção, sendo que sua determinação é crucial no desenvolvimento de um programa de melhoramento (LÔBO et al., 2000a).

A definição do objetivo de seleção constitui um passo fundamental no desenvolvimento de um programa de melhoramento genético (HARRIS e NEWMAN, 1994), uma vez que ele descreve a expectativa do que deve ser melhorado. Portanto, para o seu estabelecimento, deve-se identificar, na medida do possível, todos os caracteres biológicos que influenciam as receitas e as despesas do sistema de produção.

Deve-se também conhecer os níveis atuais de produtividade média dos animais e estabelecer metas de desempenho futuro para as características a serem selecionadas, comparando-se o desempenho atual com as metas futuras, de acordo com o mercado, e assim identificar às características a serem enfatizadas na seleção. (SHOOK, 2006; TABBAA & AL-ATYAT, 2009).

Em geral, este objetivo inclui as variáveis econômicas tradicionais, tais como as quantidades produzidas de leite, gordura, proteína, carne, ovos, lã, mas também deve incluir outros aspectos funcionais, que embora não aumentem as quantidades de produtos, o seu melhoramento pode ocasionar a diminuição dos custos de produção (GROEN et al., 1997).

Na elaboração de um programa de melhoramento genético, os objetivos de seleção devem ser tidos como primordiais, visto que estes representam todo o norte para o programa. As características a serem incluídas no objetivo de seleção, devem assumir

importância econômica dentro do sistema de produção adotado; sendo assim, são específicos para cada sistema de produção proposto (VERCESI FILHO et al., 2000).

Ponzoni e Newman (1989) utilizaram uma metodologia para estabelecer os objetivos de seleção, como se segue: 1. Especificação do sistema de produção, acasalamento e comercialização; 2. Identificação de todas as fontes de receita e despesa dentro do rebanho - nesta fase, se constrói uma função de lucro, levando-se em conta todas as fontes de receita e despesa dentro da propriedade; 3. Determinação das características biológicas que influenciam a receita e a despesa; 4. Derivação dos pesos econômicos de cada característica da função de lucro.

Os critérios de seleção, por sua vez, são características escolhidas para se alcançar os objetivos de seleção, sendo que estes determinam os critérios. Lôbo et al. (2000a) destacaram que os objetivos de seleção não devem ser determinados pelos critérios de seleção, uma vez que podem ser omitidas características importantes.

Estes critérios são as características utilizadas na predição dos valores genéticos dos animais. Segundo Ponzoni e Newman (1989), algumas características no objetivo da seleção são difíceis ou caras para serem mensuradas e existem outras altamente correlacionadas com elas que podem ser usadas como critério de seleção.

O que muitas vezes ocorre na prática é a dificuldade em definir os critérios de seleção, pois os sistemas de produção animal variam tanto de sistema para sistema quanto de região para região (VERCESI FILHO et al., 2000; MARTINS et al., 2003; KRUPOVA et al., 2008). Estas diferenças são intrínsecas ao manejo aplicado, ou mesmo resultantes da aplicação de novas tecnologias, as quais nem sempre estão acessíveis a todos os criadores.

Como visto anteriormente, a definição dos objetivos de seleção envolve a estimativa dos pesos econômicos (VE) das características em questão, que são definidos como o aumento esperado no lucro anual do rebanho resultante do aumento em uma unidade de uma característica (supondo que as demais sejam mantidas constantes), em decorrência de seleção. Estes são utilizados para medir a importância econômica das características a serem incluídas nos objetivos de seleção.

É importante salientar que pesos econômicos incorretos ou a omissão de características importantes, pode ocasionar perda de eficiência nos programas de melhoramento animal (GROEN et al., 1997).

Estes ponderadores econômicos são necessários na elaboração de índices de seleção (HAZEL, 1943), podendo ser obtidos pela derivada parcial da função de lucro (Receitas - Despesas) com respeito a cada característica e avaliada no valor médio das outras características (MOAV e HILL, 1966). Entretanto, Smith et al. (1986) mostraram que, para evitar contabilizar efeitos de escala de produção, seria preferível obter os pesos econômicos por intermédio da derivada da relação receita/despesas.

Como os objetivos de seleção podem ser definidos como características importantes, que podem ser melhoradas, apresentam valor econômico e estas características podem ser denotadas por  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ , o valor econômico de uma característica representa o retorno econômico adicional relativo ao melhoramento unitário da característica componente do objetivo de seleção (CAMERON, 1997).

Para ilustrar, Lopes et al. (2012) apresentou que seu objetivo de seleção poderia ser:

$$\text{Objetivo de seleção (H)} = a_1 Y_1 + a_2 Y_2 + \dots + a_n Y_n \quad (\text{I})$$

Em que H é o objetivo de seleção;  $a_n$  são ponderadores econômicos do objetivo de seleção; e,  $Y_n$  são as características de importância econômica. O objetivo de seleção pode ser escrito em notação matricial como  $\mathbf{a}'\mathbf{Y}$  e é denotado por  $\mathbf{H}$ . Por exemplo, se “produção de leite (PL)” e “duração da lactação (DL)” podem ser melhorados e apresentam valores econômicos iguais a 5 e 2, respectivamente, então o objetivo de seleção seria:

$$H = 5xPL + 2xDL \quad (\text{II})$$

O passo seguinte é a construção de um índice, de forma a listar um conjunto de características que influenciam o objetivo e determinar a importância relativa de cada uma delas (MAGHSOUDI et al., 2009; TABBAA & AL-ATIYAT, 2009).

Ainda de acordo com Cameron (1997), o critério de seleção pode ser escrito em notação matricial como  $\mathbf{b}'\mathbf{X}$  e é denotado por  $\mathbf{I}$  (índice). Por exemplo, se “idade ao primeiro parto (IPP)”, “intervalo de partos (IP)” e “período de gestação (PG)” são características mensuradas para fins de seleção, mas não necessariamente apresentam valores econômicos, então os animais são selecionados com base em:

$$I = b_1 xIPP + b_2 xIP + b_3 xPG$$

Onde: b representa os coeficientes para a estimação dos valores genéticos.

### 2.2.1.1- Objetivos e critérios de seleção na caprinocultura leiteira

Vários são os trabalhos que têm sido desenvolvidos com espécies domésticas a respeito dos objetivos e critérios de seleção, como em bovinos de corte (GARNERO et al., 2001; ORTIZ PEÑA et al., 2001; MUNIZ et al., 2005; JORGE JR et al., 2006; JORGE JR et al., 2007), bovinos de leite (MADALENA, 2000; VERCESI FILHO et al., 2000; MARTINS et al., 2003; CARDOSO et al., 2004; BUENO et al., 2004), bovinos de dupla aptidão (LÔBO et al., 2000a), ovinos de corte (LÔBO et al., 2011), bubalinos leiteiros (SENO et al., 2007) e caprinos leiteiros (TABBAA & AL-ATIYAT, 2009; LOPES et al., 2012).

Cardoso et al. (2004) citaram que em sistemas de produção de leite com base em rebanhos comerciais, a principal fonte de receita é a venda do leite, além da venda dos bezerras, do excedente de novilhas para reposição e de vacas descartadas para abate. Da mesma forma pode-se considerar para as cabras de leite, onde a venda de cabritos, cabras excedentes e cabras descartadas fazem parte das receitas do sistema.

Nos países onde existe o pagamento diferenciado do leite pela qualidade, o objetivo de seleção inclui a produção de gordura e proteína. Na França, Barillet (2007) mencionou que a melhoria da qualidade do leite é o primeiro objetivo de seleção na produção de leite de caprinos e ovinos, isto pelo fato de haver um pagamento diferenciado de acordo com as características lácteas.

No Brasil, poucas empresas realizam pagamento diferenciado pela qualidade do leite caprino. Nestes casos, existem padrões mínimos a serem atendidos, tanto em relação à composição, quanto aos aspectos de sanidade que, caso não sejam atendidos, ocasionam penalizações no valor pago ao produtor (Painel de especialistas, 2011).

Cardoso et al. (2004) estudando bovinos leiteiros citaram que alguns laticínios interessados na aquisição de matéria-prima de melhor qualidade, já realizam algum tipo de pagamento diferenciado pelo teor de gordura, proteína e/ou sólidos totais.

Além das características de produção de leite, outros caracteres que influenciam a eficiência econômica de um sistema de produção de leite pela diminuição dos custos de produção são: a idade ao primeiro parto, cuja diminuição resulta na redução dos custos de criação de cabras, podendo, ainda, resultar em maior vida útil; a vida útil, que determina a taxa de reposição de um rebanho e, portanto os custos com aquisição de cabras de reposição.

Trabalhos envolvendo objetivos e critérios de seleção em caprinos leiteiros no Brasil ainda são escassos na literatura nacional, dando destaque ao trabalho realizado por Lopes et al. (2012), que avaliaram objetivos e critérios de seleção para dois sistemas de criação de caprinos leiteiros no Brasil.

Para estes autores, em programas de melhoramento genético de caprinos leiteiros, a quantidade de leite produzido (kg/animal/dia) está presente no objetivo de seleção, uma vez que pode ser melhorada e apresenta valor econômico. Da mesma forma, é possível utilizar a quantidade de leite produzido (kg/animal/dia) como critério de seleção, por ser, também, uma característica mensurada para fins de seleção.

As características incluídas no objetivo de seleção para caprinos não são necessariamente as mesmas a serem selecionadas (critério de seleção), conforme apresentado na Figura 01.

<b>Objetivos de seleção</b>	<b>Critérios</b>
<b>Atual</b>	
Produção de leite	Quantidade de leite (kg), duração da lactação (dias), idade ao primeiro parto (dias) e intervalo de partos (dias)
Precocidade	Idade ao primeiro parto (dias) e intervalo de partos (dias)
<b>Futuro</b>	
Sólidos totais	Extrato seco total (g/100g), proteína (g/100g) e gordura (g/100g)
Resistência a mastite	Contagem de células somáticas (n°/ml)

FIGURA 01 - Objetivos e critérios de seleção para sistemas de criação de caprinos leiteiros

Fonte: Lopes et al. (2012)

Nem todos os sistemas de criação de caprinos leiteiros selecionam os animais para os mesmos critérios (VIEIRA et al., 2008; VIEIRA et al., 2009; AHUYA et al., 2009). Para facilitar a seleção dos melhores animais com base na escolha de critérios de seleção, Lopes et al. (2012) avaliaram oito índices de seleção (Tabela 01), os quais devem ser utilizados com base no tipo de sistema de criação realizado na propriedade, bem como as demandas do mercado consumidor.

Em seu estudo, as estimativas da acurácia dos índices de seleção apresentaram altos valores (Tabela 02). A acurácia representa a correlação existente entre o índice e o objetivo de seleção e apresenta valor máximo para correlação positiva igual a 1. Estes resultados denotaram confiabilidade quanto à utilização destes índices.

TABELA 01 - Coeficientes e acurácias (rHI) para os objetivos e critérios de seleção para sistemas intensivo e semi-intensivo de criação de caprinos leiteiros

Sistema	Índice	Critérios						r <sub>HI</sub>
		PL	DL	IPP	IP	CCS	EST	
Intensivo	I	10,03	7,24					0,93
	II	9,24	6,87	1,07				0,91
	III	6,28	7,22	-1,46	-0,73			0,92
	IV	3,40	7,84	-2,28	-1,49	-17,18	46,96	0,94
Semi-intensivo	V	9,93	7,18					0,92
	VI	9,15	6,81	1,03				0,90
	VII	6,22	7,16	-1,47	-0,73			0,92
	VIII	3,37	7,81	-2,27	-1,47	-16,97	46,22	0,94

PL: Produção de leite; DL: Duração da Lactação; IPP: Idade ao primeiro parto; IP: Intervalo de partos; CCS: Contagem de células somáticas; EST: Extrato seco total.

Fonte: Lopes et al. (2012).

Ainda no trabalho de Lopes et al. (2012), pode-se observar a resposta à seleção predita para cada característica por meio dos índices de seleção propostos (Tabela 02). Observaram-se valores médios de R\$25,51; R\$16,20; R\$-13,34; R\$-10,16; R\$-0,11 e R\$20,98 por geração, para produção de leite, duração da lactação, idade ao primeiro parto, intervalo de partos, contagem de células somáticas e extrato seco total, respectivamente.

TABELA 02 - Resposta à seleção (RS), para cada critério adotado nos índices de seleção para sistema intensivo e semi-intensivo de criação de caprinos leiteiros

Sistema	Índice	Características					
		PL	DL	IPP	IP	CCS	EST
Intensivo	I	26,11	16,29				
	II	25,40	16,30	-11,62			
	III	24,91	18,59	-17,17	-12,74		
	IV	25,63	13,64	-11,23	-7,58	-0,11	20,98
Semi-intensivo	V	26,10	16,28				
	VI	25,39	16,29	-11,63			
	VII	24,90	18,58	-17,17	-12,74		
	VIII	25,62	13,64	-11,24	-7,57	-0,11	20,97

PL: Produção de leite; DL: Duração da Lactação; IPP: Idade ao primeiro parto; IP: Intervalo de partos; CCS: Contagem de células somáticas; EST: Extrato seco total. Fonte: Lopes et al. (2012).

Para PL e DL, todos os índices apresentaram resposta à seleção positiva. No entanto, os índices IV e VIII apresentaram valores mais baixos que os demais para DL.

Vale destacar a grande redução que a utilização dos índices III e VII ocasionaria na idade ao primeiro parto e no intervalo de partos. Os índices IV e VIII também possuem valores negativos para estas características, no entanto, estes valores possuem menor

magnitude quando comparados aos índices citados anteriormente. Os índices II e VI também apresentaram valores negativos para IPP.

Na Jordânia, o sistema de criação mais utilizado na criação de caprinos pela maioria dos criadores é o extensivo (TABBAA e AL-ATIYAT, 2009), assim como acontece no Brasil. Estes criadores dão mais importância a seleção subjetiva que a seleção objetiva (GAVIGAN e PARKER, 1997). Na produção leiteira, os produtores deste país consideraram a produção total de leite como o critério de seleção mais importante e em segundo lugar, características não produtivas como disposição de tetas e profundidade de úbere na composição dos objetivos de seleção (TOZER e STOKES, 2002).

Tabbaa e Al-Atiyat (2009) sugeriram que estes criadores deveriam utilizar critérios de seleção mais objetivos ao invés de subjetivos, de maneira a melhorar a eficiência produtiva. Os mesmos autores consideraram que seriam necessárias estratégias de extensão para promover o uso destes objetivos de seleção por parte dos produtores.

### *2.2.2 – Parâmetros genéticos*

No delineamento do programa de melhoramento e na sua avaliação, além de definir os objetivos e critérios de seleção, é necessário conhecer os parâmetros genéticos para as características presentes, pois estes permitirão definir as estratégias a serem adotadas. Segundo Yokoo et al. (2007), a disponibilidade de estimativas de componentes de (co)variâncias e herdabilidades acuradas são essenciais para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético animal.

É importante conhecer os parâmetros genéticos e fenotípicos dos critérios de seleção, pois estes são necessários para estimar suas respostas diretas e correlacionadas, além de servir para elaboração dos índices de seleção, bem como predizer o valor genético dos animais (GUNSKI et al., 2001).

Estes parâmetros genéticos são característicos de cada população e podem sofrer alterações, em consequência de seleção, mudanças no manejo, métodos e modelos de estimação.

A utilização de metodologias que possam estimar os parâmetros genéticos e predizer os valores genéticos dos animais de forma mais acurada pode contribuir para o incremento dos ganhos obtidos com a seleção (BREDA et al., 2006).

Os parâmetros genéticos mais importantes para a avaliação das estratégias de seleção são: herdabilidade, repetibilidade e correlação genética. A herdabilidade representa a fração da variação fenotípica que é devida ao efeito médio dos genes. Assim, é estimada pela razão entre as variâncias genética aditiva e fenotípica.

Segundo Falconer e Mackay (1996), a herdabilidade é utilizada para avaliar a confiança do valor fenotípico como indicador do valor genético. Os autores também relataram a importância de compreender que a herdabilidade é propriedade de um caráter para toda população.

Repetibilidade é o teto máximo da herdabilidade, pois além de levar em conta o efeito aditivo médio dos genes, considera também o efeito de ambiente permanente, sendo estimada pela razão entre a soma destes dois efeitos e a variância fenotípica (LOPES, 2005). Esta mede a proporção das diferenças de produção que é atribuída a causas permanentes.

Na tabela 03 podem ser observados alguns valores para herdabilidade e repetibilidade em caprinos leiteiros verificados na literatura.

TABELA 03 - Estimativas de herdabilidade ( $h^2$ ) e repetibilidade ( $t$ ) para produção total de leite (PL), duração da lactação (DL), idade ao primeiro parto (IPP) e intervalo de partos (IP), obtidas em trabalhos realizados com caprinos leiteiros

Característica	Herdabilidade	Repetibilidade	Referência
PL	0,19	0,43	Sarmento et al. (2006)
DL	0,07	-	Soares Filho et al. (2001)
	-	0,03	Lôbo e Silva (2005)
IPP	0,21	-	Lôbo e Silva (2005)
IP	0,06	0,06	Lôbo e Silva (2005)

Uma vez que o valor econômico de um animal é influenciado por várias características, deve-se considerar nos programas de seleção, tanto as mudanças nas características que compõem os objetivos de seleção quanto às mudanças correlacionadas que podem ocorrer com outras características.

A magnitude e a direção das respostas correlacionadas dependem da correlação genética entre as características, que representa a associação entre as mesmas em relação ao efeito aditivo médio dos genes que influenciam a expressão.

Quando a correlação é alta e positiva, à medida que se altera uma característica, a outra também se altera, na mesma direção e magnitude. Já correlação fenotípica representa a associação direta entre duas características, possuindo dois componentes, um

genético e outro de ambiente. Valores de correlações genética e fenotípica para características produtivas e reprodutivas em caprinos leiteiros são apresentados na Tabela 04. No entanto, por falta de informações com caprinos leiteiros, a correlação genética entre PL e IPP que obtida de bovinos leiteiros em Vercesi Filho et al. (2007).

TABELA 04 - Correlações genéticas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) para duração da lactação (DL), produção total de leite (PL), idade ao primeiro parto (IPP) e intervalo de partos (IP), obtidas em trabalhos realizados com caprinos leiteiros

	PL	DL	IPP	IP
PL		0,66	0,05	0,35
DL	0,75		-0,24	-0,001
IPP	-0,14	-0,09		0,64
IP	-0,17	-0,07	0,07	

Fonte: McManus et al. (2003), Lôbo e Silva, (2005), Vercesi Filho et al. (2007), Montaldo et al. (2010) e Lopes et al. (2012).

Vários trabalhos sobre parâmetros genéticos envolvendo caprinos leiteiros (GONÇALVES et al., 2001; PIMENTA FILHO et al., 2004; PIMENTA FILHO et al., 2009) discutiram os diferentes métodos de seleção e apontaram que o mais indicado é o teste de progênie. Esse fato deve-se aos baixos a moderados valores de herdabilidade verificados para as mais diversas características produtivas e reprodutivas.

### 2.2.3 – Análise dos ganhos genéticos e econômicos

O principal objetivo do melhoramento genético é selecionar os indivíduos com combinações alélicas (gênicas) favoráveis para as características de interesse econômico, para que estes produzam a próxima geração em sistemas de acasalamentos otimizados.

No entanto, deve ser levada em consideração a rentabilidade do programa de melhoramento, onde o mesmo pode ser considerado eficiente quando maximiza o lucro do investimento (LÔBO et al., 2000a). Neste contexto, é necessária uma análise econômica pautada em critérios de desempenho produtivo e financeiro da atividade (GONÇALVES et al., 2008). Assim, torna-se imprescindível realizar avaliações econômicas e genéticas nos programas de melhoramento, para que se possa produzir mais e de maneira eficiente.

Estas avaliações dependem exclusivamente da resposta genética anual, do lucro genético por matriz e do valor presente líquido para o objetivo de seleção. A resposta genética anual representa a estimativa da tendência para cada característica no período considerado, ou seja, o quanto esta pode ser melhorada por meio do esquema de seleção

proposto. Esta resposta também é calculada para o conjunto de características analisadas (objetivo de seleção).

O lucro genético por matriz é a estimativa para os possíveis ganhos econômicos em decorrência da resposta genética anual para cada característica e para o objetivo de seleção. Por sua vez, o valor presente líquido, componente mais importante da avaliação, representa o lucro por matriz e pode ser obtido pela diferença entre o lucro genético total para o objetivo de seleção em relação aos custos totais do programa.

Em concordância, Kahi et al. (2004) acrescentaram que é necessário maximizar o lucro ao invés de ganho genético, pois, mesmo que um programa apresente grandes perspectivas de melhorias em suas características, os custos totais podem ser maiores, causando prejuízo ao programa.

Para avaliar programas de seleção, quanto aos seus ganhos genéticos e econômicos, merece destaque o software ZPLAN. Este tem sido utilizado no auxílio a programas de melhoramento de várias espécies, como em gado leiteiro (HARDER et al., 2004; KONIG et al., 2009; CHEN et al., 2011), bovinos de dupla aptidão (LÔBO et al., 2000a e b), bovinos de corte (GRASER et al., 1994), ovinos (KOMINAKIS et al., 1997) e suínos (LEMKE et al., 2006; ROESSLER et al., 2009; HEROLD et al., 2010). No entanto, ainda não existem trabalhos envolvendo caprinos leiteiros.

O ZPLAN foi desenvolvido visando otimizar estratégias de seleção no melhoramento animal. A partir da estrutura populacional, objetivos e critérios de seleção, coeficientes técnicos, biológicos e econômicos fornecidos pelo profissional, o programa calcula a intensidade de seleção, ganho genético anual, ganho genético para cada característica, resposta genética total na população, expressões descontadas, custos e lucro do programa de seleção, segundo descrição de Nitter et al. (1994).

O número de expressões descontadas referem-se às reduções decorrentes da seleção de múltiplas características em um programa de seleção a longo prazo. Logo torna-se necessário estabelecer o valor presente líquido para cada característica, pois esta só se expressará em um dado momento futuro.

Dois tipos de lucro são calculados: o lucro genético (o lucro obtido com o melhoramento genético dos animais durante o período de investimento) e o lucro do

programa de seleção, ou valor presente líquido do mesmo, obtido subtraindo do lucro genético o custo do programa (LÔBO et al., 2000a e b).

É necessário especificar os objetivos e seus respectivos pesos econômicos, e os critérios de seleção a serem considerados. Ainda devem ser incluídas informações inerentes às características que formam estes objetivos, como, seus valores médios e desvios padrão, e os parâmetros genéticos (herdabilidade, repetibilidade e matriz de correlações genéticas).

### **3- MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 – Painel de especialistas entre Embrapa Caprinos e Ovinos/Embrapa Gado de Leite**

Como informações práticas referentes à produção de caprinos leiteiros no Brasil são escassas na forma de publicação, promoveu-se um painel de especialistas para discutir este tema. O mesmo ocorreu no dia 30/03/2011 via videoconferência entre duas Unidades da Embrapa, a Caprinos e Ovinos situada em Sobral-CE e a Gado de Leite situada em Juiz de Fora – MG. Este teve por finalidade, discutir questões referentes à caprinocultura leiteira e reuniu pesquisadores, técnicos, criadores e produtores de caprinos leiteiros, abordando informações sobre a estrutura de população, o mercado, os sistemas de produção e a seleção em caprinos leiteiros. As discussões serviram para subsidiar as análises referentes a este estudo, as quais serão destacadas ao longo do texto.

#### **3.2 – ZPLAN**

As avaliações econômicas e genéticas foram realizadas utilizando o software ZPLAN Versão 2008 (WILLAM et al., 2008). A primeira versão do programa foi escrita por Karras (1984) e desenvolvido por Niebel, como descrito por Niebel e Fewson (1988). Foi baseado em Niebel (1974) e no método de fluxo de genes descrito por Hill (1974), Elsen e Mocquot (1974) e Brascamp (1978). A presente versão contém mudanças como a inclusão de efeitos maternos e as mudanças na construção da matriz do fluxo de genes para permitir a seleção de linhas em esquemas de cruzamento.

O programa requer parâmetros biológicos e técnicos a fim de determinar a matriz de transmissão do fluxo de genes e estruturação da população. É necessário também adicionar os custos com a seleção, os custos variáveis, e os custos fixos para predição das respostas econômicas.

O mesmo também determina o critério de seleção que otimiza o valor presente líquido do programa de melhoramento, inclusive para população dividida em estratos, além de estimar os ganhos genéticos, receitas e lucro decorrentes da seleção por meio de enfoque determinístico, utilizando a teoria dos índices de seleção e a metodologia do fluxo de genes descontado. A seguir serão descritos os dois esquemas de seleção testados.

### 3.3 – Esquemas de seleção

Dois esquemas de seleção foram considerados: um tradicional, que buscou retratar a realidade atual geral do sistema de produção de caprinos no Brasil (I) e outro considerando a utilização de testes de progênie, conforme proposto pelo Programa de Melhoramento Genético de Caprinos Leiteiros (CAPRAGENE) (II).

#### 3.3.1 – Esquema de seleção tradicional (I)

##### 3.3.1.1- Estrutura populacional e grupos de seleção

As informações que possibilitaram especificar a estrutura de população estão apresentadas na Tabela 05.

TABELA 05 - Estrutura populacional de caprinos leiteiros no Brasil

<b>Informações</b>	<b>Valor</b>	<b>Fonte</b>
Intervalo de partos no rebanho Núcleo	350,4 dias. Corresponde a taxa de parição anual de 1,04	Vieira et al. (2009)
Intervalo de partos no rebanho Comercial	292 dias. Corresponde a taxa de parição anual de 1,25	Sarmento et al. (2003)
Matrizes registradas por ano no rebanho núcleo	10.000	Painel de Especialistas (2011)
Taxa de parição média	1,15	Vieira et al. (2009) Sarmento et al. (2003)
Número total de matrizes	600.000	
Matrizes no rebanho núcleo	40.000	
Matrizes no rebanho comercial	560.000	Painel de Especialistas (2011)
Número de cabras por reprodutor em monta natural	40	

A população total foi estimada em 600.000 animais, sendo formada por animais com especificidade para produção de leite, ou seja, considerando-se a população total de caprinos brasileira e excluindo animais de corte, de dupla aptidão e sem especialização (PAINEL DE ESPECIALISTAS, 2011). Neste painel de especialista, considerou-se que a estrutura de população de caprinos leiteiros do Brasil apresenta apenas os rebanhos núcleo e comercial, sem a definição clara de um estrato multiplicador.

Considerou-se que o rebanho núcleo seria composto por animais puros e registrados. Assim, de acordo com técnicos da associação de registro de caprinos presentes no painel de especialistas, cerca de 10.000 animais são registrados por ano no rebanho núcleo, de forma que se estimou em 40.000 o número de animais no núcleo de

seleção. Desta maneira, os 560.000 restantes formaram o estrato comercial considerado neste estudo.

Neste esquema tradicional, foram considerados dez grupos de seleção, correspondentes ao fluxo de genes entre os diferentes grupos de reprodutores e matrizes, nos dois estratos da população (FIGURA 02).

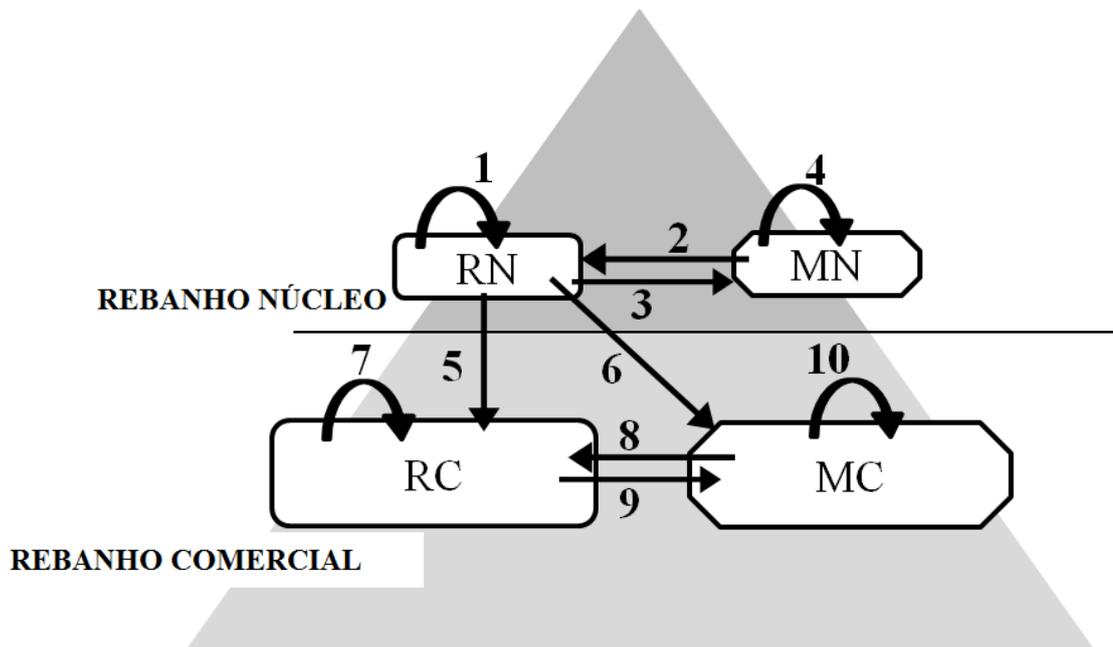


FIGURA 02 - Fluxo de genes, grupos de seleção (de 1 a 10) e estrutura da população sob esquema tradicional de seleção (RN – Reprodutor núcleo; RC – Reprodutor comercial; MN – Matriz núcleo; MC – Matriz comercial)

No rebanho núcleo encontram-se os animais “melhoradores” que são selecionados para características de produção e reprodução. Considerou-se que os reprodutores deste estrato são utilizados em monta natural, não havendo a adoção de inseminação artificial (IA). Neste rebanho, o fluxo de genes ocorre entre e dentro de cada grupo (grupos de seleção 1 a 4). Por exemplo, o passo 1 corresponde aos genes provenientes dos pais dos reprodutores do núcleo, enquanto o passo 2 corresponde s genes provenientes das mães destes reprodutores, e assim por diante.

No rebanho comercial, o fluxo de genes ocorre dos reprodutores do rebanho núcleo para os reprodutores e matrizes do rebanho comercial (grupos 5 e 6, respectivamente), porém, não ocorre o sentido inverso. Este fluxo ocorre ainda, entre e dentro de cada grupo de seleção (7 a 10). Não considerou-se a passagem direta de genes de matrizes do núcleo para o estrato comercial.

### 3.3.1.2- Objetivos e critérios de seleção

Para simular o sistema de produção de leite utilizou-se o objetivo de seleção descrito no estudo de Lopes et al. (2012). Este objetivo incluiu as seguintes características: produção de leite (PL) em kg, duração da lactação (DL) em dias, idade ao primeiro parto (IPP) em dias e intervalo de parto (IP) em dias.

Estas mesmas características foram consideradas também como critério de seleção. Em todos os passos a seleção foi realizada com base no melhor índice para os critérios considerados. O número de parentes com registros nos vários grupos de seleção foi baseado nos parâmetros da população, tais como, taxas de parição e a sobrevivência, dentre outros. Estes parâmetros serão apresentados adiante. A seleção realizada no rebanho núcleo envolveu as características PL, DL, IPP e IP (TABELA 06). Desta forma, foram propostos dois índices:

1. Seleção dos reprodutores do rebanho núcleo (grupos 1, 3, 5 e 6);
2. Seleção das matrizes do rebanho núcleo (grupos 2 e 4).

TABELA 06 - Fontes de informação para a seleção nos vários grupos de seleção para uma população sob esquema tradicional de seleção

<b>Grupos de seleção<sup>1</sup></b>	<b>Fonte de informações</b>	<b>Nº de animais</b>	<b>Nº de lactações</b>	<b>Características<sup>2</sup></b>
Reprodutores do rebanho núcleo (grupos 1, 3, 5 e 6)	Mãe	1	1	PL, DL, IPP e IP
Matrizes do rebanho núcleo (grupos 2 e 4)	Indivíduo	1	1	PL, DL, IPP e IP
	Mãe	1	1	PL, DL, IPP e IP

<sup>1</sup>Grupos de seleção definidos no texto. <sup>2</sup>PL, DL, IPP e IP = Produção de leite, Duração da lactação, Idade ao primeiro parto e Intervalo de partos, respectivamente.

É importante ressaltar que na avaliação dos ganhos genéticos e econômicos para uma população que está sob um programa de melhoramento, somente é considerada a seleção praticada nos estratos superiores, como o núcleo neste caso. Isto ocorre porque os benefícios são compartilhados por todos os estratos.

A seleção praticada no estrato comercial não se difunde para toda a população, a não ser que seja um sistema aberto, onde animais do comercial possam ser incorporados ao rebanho núcleo, o que não é o caso avaliado neste estudo. Assim, a seleção praticada no estrato comercial para os grupos 7, 8, 9 e 10 não influenciaria o objetivo da seleção.

Como o ZPLAN exige que sejam considerados todos os grupos de seleção para a definição do fluxo de genes total, mesmo que algum não contribua para o melhoramento, foram desenvolvidos índices não correlacionados com o objetivo de seleção proposto.

### 3.3.1.3- Parâmetros técnicos e biológicos

Os parâmetros técnicos e biológicos utilizados neste estudo estão descritos conforme Tabela 07. Para construir a matriz de transmissão foram necessárias informações como: estimativas das taxas de sobrevivência, idade ao primeiro parto, intervalo de partos e vida produtiva para cada grupo de seleção avaliado. Outras informações foram necessárias para o cálculo das proporções dos animais selecionados e da intensidade de seleção. Todas estas informações foram obtidas a partir de diversas fontes de informação, detalhadas a seguir.

TABELA 07 - Parâmetros biológicos e técnicos para uma população de caprinos leiteiros

	<b>Vida útil (anos)</b>
Reprodutores no Núcleo	7,0
Reprodutores no Comercial	6,0
Matrizes no Núcleo	8,0
Matrizes no Comercial	6,0
	<b>Idade ao nascimento do primeiro filho (anos)</b>
Reprodutores no Núcleo	1,5
Reprodutores no Comercial	2,5
Matrizes no Núcleo	1,0
Matrizes no Comercial	1,0
	<b>Sobrevivência e reprodução</b>
Taxa de sobrevivência até idade reprodutiva no Núcleo (%)	96,00
Taxa de sobrevivência até idade reprodutiva no Comercial (%)	93,00
Intervalo de partos no Núcleo (anos)	0,80
Intervalo de partos no Comercial (anos)	0,90
Taxa de parição no Núcleo (%)	87,00
Taxa de parição no Comercial (%)	85,00
Prolificidade	1,49
Matrizes jovens disponíveis a seleção (%)	87,00
Número de fêmeas por macho no dois estratos	40,00

Fonte: Sarmento et al. (2003); Gonçalves et al. (2008); Vieira et al. (2009); Sarmento et al. (2010); Painel de Especialistas, (2011).

Os valores médios apresentados para vida útil dos reprodutores e matrizes dos rebanhos núcleo e comercial, bem como, a idade de nascimento do primeiro filho dos reprodutores nos rebanhos núcleo e comercial, e o número de fêmeas por macho nos rebanhos núcleo e comercial foram obtidos das discussões do painel de especialistas realizado (PAINEL DE ESPECIALISTAS, 2011). A partir do estudo de Gonçalves et al.

(2008) foram extraídas as informações: idade de nascimento do primeiro filho das matrizes nos rebanhos núcleo e comercial, taxa de parição no núcleo, taxa de parição no comercial e número de matrizes jovens disponíveis à seleção.

A taxa de sobrevivência até a idade reprodutiva no núcleo e no comercial, e o intervalo de partos no núcleo foram obtidos em Vieira et al. (2009). Sarmiento et al. (2003) observaram um intervalo de partos no rebanho comercial igual a 0,9 anos. Já a prolificidade utilizada foi a reportada por Sarmiento et al. (2010).

#### 3.3.1.4- Pesos econômicos, parâmetros genéticos e fenotípicos

Os valores econômicos utilizados neste estudo para a mudança unitária em cada característica foram obtidos de Lopes et al. (2012) e estão descritos na Tabela 08. Ressalta-se que os autores ponderaram os valores pelo número de cabras (100) utilizadas para estimar os pesos. Os valores médios e seus respectivos desvios-padrão para as características foram obtidos de Irano et al (2012), exceto para o intervalo de partos (IP), que foi relatado por Lôbo e Silva (2005).

TABELA 08 - Valores econômicos (V), médias, desvios-padrão fenotípicos (sp), repetibilidades (r), herdabilidades (h<sup>2</sup>), correlações genéticas e fenotípicas<sup>1</sup> para as características<sup>2</sup>

	V(R\$)	Média	sp	r	h <sup>2</sup>	Correlações Genéticas e Fenotípicas			
						PL	DL	IPP	IP
<b>PL</b>	0,038	768,00	351,67	0,36	0,19	-	0,660	0,050	0,350
<b>DL</b>	0,026	676,00	73,20	0,43	0,07	0,760	-	-0,240	-0,001
<b>IPP</b>	0,001	376,89	80,57		0,21	-0,140	-0,090	-	0,640
<b>IP</b>	0,009	312,06	148,68	0,06	0,06	-0,170	-0,070	0,070	-

<sup>1</sup>Correlações genéticas e fenotípicas acima e abaixo da diagonal, respectivamente. <sup>2</sup>PL, DL, IPP e IP = Produção de leite em kg, Duração da lactação em dias, Idade ao primeiro parto em dias, Intervalo de partos em dias, respectivamente.

As herdabilidades e repetibilidades para produção de leite (PL) e intervalo de partos (IP) foram obtidas respectivamente de Sarmiento et al. (2006) e Lôbo e Silva (2005). Neste último, foi verificado ainda o valor de repetibilidade para duração da lactação (DL) e herdabilidade para a idade ao primeiro parto. A herdabilidade para DL foi observada em Soares Filho et al. (2001). Dos estudos de Bélichon et al. (1999), McManus et al. (2003), Lôbo e Silva (2005), Vercesi Filho et al. (2007), Montaldo et al. (2010), Rupp et al. (2011) e Lopes et al. (2012) foram obtidas maior parte das correlações genéticas e fenotípicas. Por falta de estimativas com caprinos leiteiros, o valor para a correlação genética entre PL e IPP utilizada foi obtida em bovinos leiteiros.

### 3.3.1.5- Parâmetros de investimento e custos

Com relação aos parâmetros de investimento e custos variáveis, considerou-se um período de investimento de 20 anos (TABELA 09). As taxas de desconto (%) para receitas e despesas foram obtidas a partir da média anual para as taxas aplicadas pelo Banco Central do Brasil no ano de 2012.

TABELA 09 - Parâmetros de investimento e custos variáveis do programa de melhoramento e tempo médio para sua ocorrência

<b>Parâmetros de investimento</b>		
Período de investimento (anos)		20
Taxa de desconto para receitas (%)		08
Taxa de desconto para custos (%)		06
<b>Custos variáveis</b>	(R\$)	Ocorrência (Anos)
Matriz (registro, pedigree)	36,15	1,50
Controle leiteiro por cabra a cada 45 dias	13,00	-
Mensuração de produção de leite por lactação	88,11	1,84
Mensuração da duração de lactação	2,00	1,84
Mensuração da idade ao primeiro parto	1,00	1,00
Mensuração do intervalo de partos	1,00	1,80

Os custos variáveis são referentes ao registro genealógico e controle de pedigree das matrizes do rebanho núcleo, bem como as mensurações de produção de leite, duração da lactação, idade ao primeiro parto e intervalo de partos das mesmas (TABELA 09). Para calcular o custo para mensurar a produção de leite considerou-se uma lactação com 305 dias, com controles realizados a cada 45 dias, sendo o custo de um controle igual a R\$13,00 ( $305/45 \times 13,00 = 88,11$ ). Estas informações foram obtidas junto à Associação dos Criadores de Caprinos e Ovinos do Estado de Minas Gerais (ACCOMIG, MSc. Maria Pia Guimarães, comunicação pessoal).

Quanto aos custos fixos de um programa de melhoramento genético considerou-se uma empresa de prestação de serviços constituída por um gerente (Administrador de empresas), uma secretária, três digitadores e quatro técnicos de nível superior para atender a uma população de 40.000 cabras (TABELA 10). Adicionou-se ainda, despesas referentes ao processamento dos dados (10% dos salários), viagens (30% dos salários) e comunicação/outras despesas (10% dos salários).

Em relação ao salário base do gerente considerou-se o piso para Administrador (CRA-BA), no ano em questão. Para secretária e digitadores utilizou-se o valor do salário mínimo no valor de R\$678,00 vigente a partir de 01/01/2013

(<http://www2.planalto.gov.br>). Para os técnicos o salário base considerado foi o salário mínimo estabelecido para o Médico Veterinário (Lei 4.950 – 22/04/66).

O tempo médio para que os custos fixos ocorressem foi considerado como sendo a idade média ao nascimento da primeira progênie dos reprodutores e matrizes dos rebanhos núcleo e comercial (1,5 anos).

TABELA 10 - Custos fixos anuais do programa de melhoramento<sup>1</sup>

<b>Elementos de custo</b>	<b>Valor Mensal (R\$)</b>	<b>Valor Total (R\$)</b>
Gerente	6.610,50	79.326,00
Secretária	678,00	8.136,00
Digitador (3)	2.034,00	24.408,00
Técnicos (4)	16.272,00	195.264,00
Processamento de Dados (10% dos salários)	2.559,45	30.713,40
Viagens (30% dos salários)	7.678,35	92.140,20
Comunicação e outras Despesas (10% dos salários)	2.559,45	30.713,40
<b>Total</b>	<b>38.391,75</b>	<b>460.701,00</b>

### 3.3.2 – Esquema de seleção utilizando teste de progênie (II)

#### 3.3.2.1- Estrutura populacional e grupos de seleção

Para este esquema, foi considerada a mesma estrutura de população descrita na Tabela 05, acrescentando-se apenas o número de serviços por concepção (NSC) = 1,18, verificado por Brito et al. (2008), uma vez que aqui se considerou o uso de inseminação artificial. Considerou-se o uso desta biotecnologia reprodutiva em 50 e 10% das matrizes dos rebanhos núcleo e comercial, respectivamente.

Foram considerados doze grupos de seleção correspondentes ao fluxo de genes neste esquema (FIGURA 03). Neste esquema também não foi considerada a passagem direta de genes de matrizes do núcleo para o comercial, nem fluxo ascendente do comercial para o núcleo. O passo de seleção 1 corresponde a passagem de genes dos reprodutores provados como pais dos reprodutores jovens, enquanto ao 2 refere-se aos genes das matrizes do núcleo, mães destes reprodutores. É importante ressaltar que os reprodutores provados são reprodutores jovens que foram selecionados após o teste de progênie. Assim, estes animais são avaliados sob dois passos de seleção. O rebanho comercial somente recebe genes via reprodutores do núcleo (grupos 6, 7, 9 e 10).

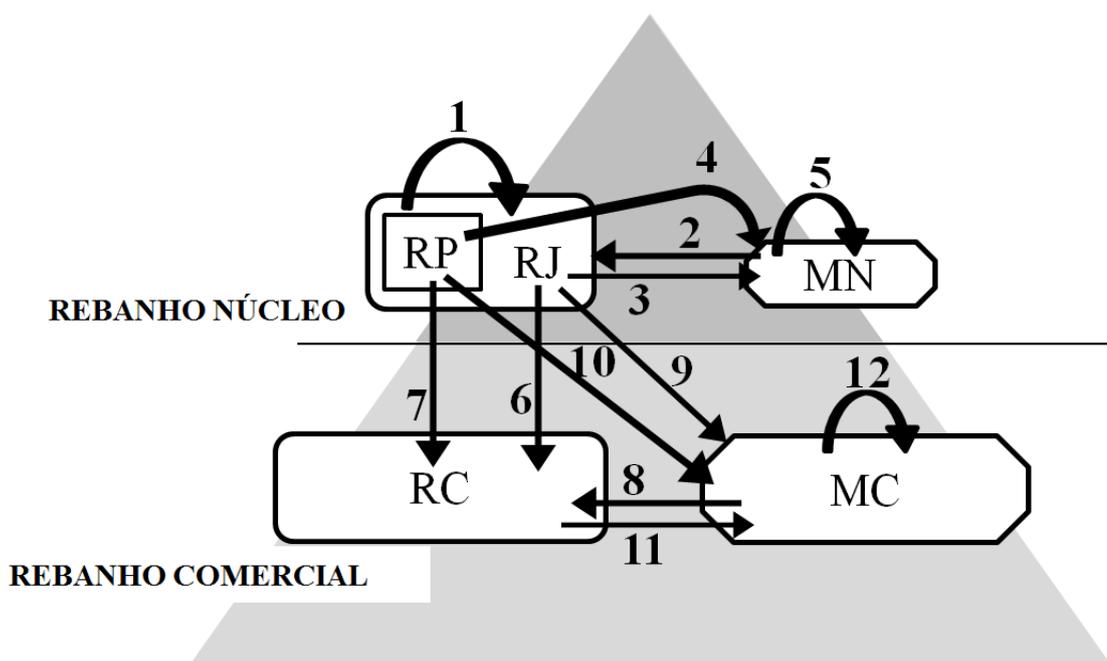


FIGURA 03 - Fluxo de genes, grupos de seleção (de 1 a 12) e estrutura da população submetida a teste de progênie de reprodutores jovens (RP – Reprodutor provado; RJ – Reprodutor Jovem; RC – Reprodutor comercial; MN – Matriz núcleo; MC – Matriz comercial)

### 3.2.3.2- Objetivos e critérios de seleção

Para este esquema, foram considerados os seguintes objetivos de seleção: produção de leite em kg (PL), duração da lactação em dias (DL), idade ao primeiro parto em dias (IPP), intervalo de parto em dias (IP), contagem de células somáticas (CCS/ml) e sólidos totais em g/100g (ST). Este objetivo foi o mesmo proposto por Lopes et al (2012), para uma possível situação futura. As características que compuseram os critérios de seleção foram as mesmas dos objetivos, sendo os sólidos totais representados pelo estrato seco total (EST; g/100g), gordura (GORD; g/100g) e proteína (PROT; g/100g).

Da mesma forma que no esquema tradicional, a seleção foi realizada com base no melhor índice para os critérios considerados. O número de parentes com registros nos vários grupos de seleção foi baseado nos parâmetros da população, tais como, taxas de parição e de sobrevivência, dentre outros. A seleção realizada no rebanho núcleo envolveu as características PL, DL, IPP, IP, CCS, EST, GORD e PROT (TABELA 11). Desta forma, foram propostos dois índices:

1. Seleção dos reprodutores do rebanho núcleo (grupos 1, 3, 4, 6, 7, 9 e 10);
2. Seleção das matrizes do rebanho núcleo (grupos 2 e 5).

Como definido anteriormente, a seleção praticada no setor comercial não influenciaria o objetivo da seleção e foi desconsiderada (grupos 8, 11 e 12).

TABELA 11 - Fontes de informação para a seleção nos vários grupos de seleção considerando um teste de progênie de reprodutores jovens

Grupos de seleção <sup>1</sup>	Fonte de informações	Nº de animais	Nº de lactações	Características <sup>2</sup>
Reprodutores Núcleo (grupos 1, 3, 4, 6, 7, 9 e 10)	Mãe	1	1	PL, DL, IPP, IP, CCS, EST, GORD e PROT
	Mãe do Pai + Mãe da Mãe	1+1	2	PL, DL, IPP, IP, CCS, EST, GORD e PROT
	Filhas	30	1	PL, DL, IPP, CCS, EST, GORD e PROT
Matrizes do rebanho Núcleo (grupos 2 e 5)	Indivíduo	1	1	PL, DL, IPP, IP, CCS, EST, GORD e PROT
	Mãe	1	2	GORD e PROT

<sup>1</sup>Grupos de seleção definidos no texto. <sup>2</sup>PL, DL, IPP, IP, CCS, EST, GORD e PROT = Produção de leite, Duração da lactação, Idade ao primeiro parto, Intervalo de partos, Contagem de células somáticas, Extrato seco total, Gordura e Proteína, respectivamente.

### 3.3.2.3- Parâmetros técnicos e biológicos

Utilizaram-se os mesmos parâmetros técnicos e biológicos já apresentados na Tabela 07. Ressalta-se que as informações constantes nesta tabela para reprodutores do núcleo referem-se aqui para os reprodutores jovens e provados. Foram adicionadas informações necessárias a este esquema (TABELA 12). O número de serviços por concepção (NSC) foi aquele reportado por Brito et al. (2008) e o número de filhas por reprodutor jovem em teste foi citado como meta por Facó et al. (2011). As demais informações foram obtidas do painel (PAINEL DE ESPECIALISTAS, 2011).

TABELA 12 - Parâmetros biológicos e técnicos para uma população de caprinos leiteiros submetida a teste de progênie de reprodutores jovens

	<b>Vida útil (anos)</b>
Reprodutores jovens	4
Reprodutores provados	5
	<b>Idade ao nascimento do primeiro filho (anos)</b>
Reprodutores jovens	1,5
Reprodutores provados	4
	<b>Valor</b>
Porcentagem de uso de IA no núcleo	50
Porcentagem de uso de IA no comercial	10
Número de doses de sêmen por reprodutor/ano	1.200
Número de serviços por concepção (NSC)	1,18
Número de filhas por reprodutor jovem em teste	40

#### 3.3.2.4- Pesos econômicos, parâmetros genéticos e fenotípicos

Os valores econômicos para a mudança unitária em cada característica (Lopes et al., 2012) e seus parâmetros genéticos e fenotípicos (LÔBO & SILVA, 2005; SARMENTO et al., 2006; QUEIROGA et al., 2007; BRITO et al., 2008; GARCIA-PENICHE et al., 2012; IRANO et al., 2012) estão apresentados na Tabela 13.

Dos estudos de Bélichon et al. (1999), McManus et al. (2003), Lôbo e Silva (2005), Rupp et al. (2011) e Lopes et al. (2012) foram obtidas as correlações genéticas e fenotípicas para as características avaliadas. As correlações que não foram encontradas na literatura para caprinos foram completadas com informações de bovinos leiteiros presentes em Harder et al. (2004). Quando não se encontrou nenhum valor na literatura, nem para caprinos nem para bovinos, considerou-se como nula a correlação.

TABELA 13 - Valores econômicos (V), médias, desvios-padrão fenotípicos (sp), repetibilidades (r), herdabilidades (h<sup>2</sup>), correlações genéticas e fenotípicas<sup>1</sup> para as características<sup>2</sup>

	V(R\$)	Média	sp	r	h <sup>2</sup>	Correlações Genéticas e Fenotípicas							
						PL	DL	IPP	IP	CCS	EST	PROT	GORD
<b>PL</b>	0,038	768,00	351,67	0,36	0,19	-	0,660	0,050	0,350	0,120	0,000	-0,380	-0,159
<b>DL</b>	0,026	676,00	73,20	0,43	0,07	0,760	-	-0,240	-0,001	-0,010	-0,001	-0,001	-0,001
<b>IPP</b>	0,001	376,89	80,57		0,21	-0,140	-0,090	-	0,640	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>IP</b>	0,009	312,06	148,68	0,06	0,06	-0,170	-0,070	0,070	-	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>CCS</b>	-0,024	1.340.000	700	-	0,24	0,000	0,050	0,000	0,000	-	0,000	-0,130	-0,200
<b>EST</b>	0,019	11,4	2,36	0,18	0,16	0,000	-0,010	0,000	0,000	0,010	-	0,400	0,600
<b>PROT</b>	-	3,1	0,44	0,63	0,54	-0,284	-0,005	0,000	0,000	0,010	0,500	-	0,010
<b>GORD</b>	-	3,7	0,78	0,60	0,52	-0,177	-0,005	0,000	0,000	0,010	0,700	0,010	-

<sup>1</sup>Correlações genéticas e fenotípicas acima e abaixo da diagonal, respectivamente. <sup>2</sup>PL, DL, IPP, IP, CCS, EST, PROT e GORD = Produção de leite, Duração da lactação, Idade ao primeiro parto, Intervalo de partos, Contagem de células somáticas, Extrato seco total, Proteína e Gordura, respectivamente.

### 3.3.2.5- Parâmetros de investimento e custos

Além dos parâmetros de investimento e custos variáveis descritas na Tabela 08, outras informações necessárias ao teste de progênie podem ser observados na Tabela 14.

TABELA 14 - Custos variáveis do programa de melhoramento considerando um teste de progênie e o tempo médio para sua ocorrência

<b>Custos variáveis</b>	<b>(R\$)</b>	<b>Ocorrência (Anos)</b>
Mensuração da qualidade do leite por lactação	19,66	1,84
Dose de sêmen	4,70	0,80
Estocagem da dose de sêmen	0,50	0,80
Coleta anual de sêmen dos reprodutores provados	3.000,00	3,50
Coleta de sêmen em bodes jovens	700,00	1,00

Fonte: Embrapa; ACCOMIG/Caprileite.

Os custos fixos de um programa de melhoramento utilizando a estratégia de teste de progênie foram os mesmos que aqueles utilizados no esquema tradicional de seleção (TABELA 10), com exceção do tempo médio para que os custos ocorram que neste esquema foi considerado 2 anos. Este valor representa a idade média ao nascimento da primeira progênie dos reprodutores jovens, provados e do rebanho comercial das matrizes dos rebanhos núcleo e comercial (TABELAS 09 e 14).

### 3.4. Nível de utilização dos reprodutores nos esquemas avaliados

Avaliou-se o impacto da utilização de 10% a 60% dos reprodutores oriundos dos rebanhos núcleo para o rebanho comercial no esquema de seleção tradicional. Para o esquema de teste de progênie de reprodutores jovens, avaliaram-se os níveis de 10%, 15% e 20% de uso destes reprodutores.

## 4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1- Esquemas de seleção para caprinos leiteiros: seleção tradicional (TRAD) versus teste de progênie (TPG)

Os valores referentes ao número de animais testados, a proporção de animais selecionados, a intensidade de seleção, a acurácia, o intervalo de geração, o desvio-padrão para o valor genético agregado, o ganho genético para o objetivo de seleção e para as características consideradas, o número de expressões descontadas, bem como, o lucro genético total e o parcial por característica para os diferentes passos ou grupos de seleção considerados no esquema tradicional de seleção (TRAD) e no esquema de teste de progênie (TPG) estão especificados nas Tabelas 15 e 16, respectivamente. Estas respostas estão em função dos índices de seleção otimizados pelo programa (Apêndices A, B, C e D).

As diferenças ou variações observadas entre os grupos (TABELAS 15 e 16) são explicadas pelos diferentes parâmetros, pelos índices e pela época de seleção. Assim, grupos que utilizaram os mesmos parâmetros demonstraram resultados iguais, exceto para expressões descontadas e lucro genético que variaram em função do diferente momento em que a seleção ocorre nos grupos (Lobo et al., 2000 a e b).

O número de animais testados depende de vários parâmetros, como exemplo: o número de animais disponíveis para seleção no grupo 1 do esquema tradicional ( $RN > RN$ ) é igual ao produto: número de matrizes x porcentagem de matrizes no núcleo x taxa de parição x prolificidade x razão de sexo x sobrevivência x (1 - taxa de descarte) =  $600.000 \times 0,07 \times 0,87 \times 1,49 \times 0,5 \times 0,96 \times (1 - 0,1) = 23.520$ .

No esquema tradicional de seleção, as acurácias relacionadas à seleção de matrizes dos grupos de seleção 2 e 4 foram maiores (0,827) do que aquelas referentes aos reprodutores dos grupos 1, 3, 5 e 8 (0,409) conforme Tabela 15. Esta menor acurácia da seleção de reprodutores é esperada, uma vez que as características consideradas para estes são mensuradas apenas nas fêmeas, de forma que a seleção destes animais é feita de forma indireta. Este aspecto é importante se considerarmos que o fluxo de genes direto do núcleo para o comercial é oriundo dos reprodutores e a seleção destes possui menor acurácia do que a seleção das matrizes.

TABELA 15 - Resultados da seleção para os grupos individuais considerando a seleção para características leiteiras e de fertilidade no esquema tradicional de seleção<sup>1</sup>

	Grupos de Seleção <sup>2</sup>					
	1	2	3	4	5	8
	RN>RN	MN>RN	RN>MN	MN>MN	RN>RC	RN>MC
Animais testados	23.520	22.736	23.520	22.736	23.403	23.403
Animais selecionados	150	5.250	150	5.250	15	2.325
Proporção de animais selecionados	0,06	0,231	0,06	0,231	0,001	0,099
Intensidade de seleção (i)	2,81	1,32	2,81	1,32	2,45	1,66
Acurácia	0,409	0,827	0,409	0,827	0,409	0,409
Intervalo de geração	4,81	4,15	4,81	4,15	4,81	4,81
Desvio-padrão para o valor genético agregado	0,506	0,549	0,524	0,563	0,186	0,536
Ganho genético anual para o objetivo de seleção (R\$)	2,10	2,31	2,10	2,31	0,00	0,00
Ganho genético anual para PL (kg)	52,59	57,81	52,59	57,81	45,88	31,04
Ganho genético anual para DL (dias)	2,10	2,33	2,10	2,33	1,83	1,24
Ganho genético anual para IPP (dias)	2,39	2,52	2,39	2,52	2,09	1,41
Ganho genético anual para IP (dias)	4,79	5,18	4,79	5,18	4,18	2,83
Número de expressões descontadas para PL, DL	0,058	0,063	0,060	0,065	0,021	0,062
Número de expressões descontadas para IPP, IP	0,041	0,044	0,043	0,047	0,016	0,049
Lucro total por grupo de seleção (R\$)	0,582	0,598	0,603	0,614	0,187	0,365
Lucro para PL (R\$)	0,554	0,569	0,573	0,584	0,177	0,346
Lucro para DL (R\$)	0,015	0,016	0,016	0,016	0,005	0,010
Lucro para IPP (R\$)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,002	0,003
Lucro para IP (R\$)	0,008	0,008	0,009	0,009	0,003	0,006

<sup>1</sup>PL, DL, IPP e IP = Produção de leite, Duração da lactação, Idade ao primeiro parto e Intervalo de partos, respectivamente. <sup>2</sup>RN, RC, MN e MC = Reprodutor núcleo, Reprodutor comercial, Matriz núcleo e Matriz comercial, respectivamente.

TABELA 16 - Resultados da seleção para os grupos individuais para características leiteiras e de fertilidade no esquema utilizando teste de progênie de reprodutores jovens<sup>1</sup>

	Grupos de Seleção <sup>3</sup>								
	1	2	3	4	5	6	7	9	10
	RP>RN	MN>RN	RJ>MN	RP>MN	MN>MN	RJ>RC	RP>RC	RJ>MC	RP>MC
Animais testados	23.520	22.736	23.520	23.520	22.736	23.520	23.286	23.520	23.286
Animais selecionados	233	5.250	158	233	5.250	158	23.250	158	23.250
Proporção de animais selecionados	0,01	0,231	0,007	0,01	0,231	0,007	0,998	0,007	0,998
Intensidade de seleção (i)	2,66	1,32	2,79	2,66	1,32	2,79	0,026	2,79	0,026
Acurácia	0,651	0,585	0,651	0,651	0,585	0,651	0,651	0,651	0,651
Intervalo de geração	6,15	4,15	3,10	6,16	4,19	3,10	6,16	3,10	6,16
Desvio-padrão para o valor genético agregado	2,488	3,150	0,195	1,178	1,740	0,000	0,000	5,151	0,449
Ganho genético para o objetivo de seleção (R\$) <sup>2</sup>	2,744	1,823	5,734	2,744	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ganho genético para PL (kg) <sup>2</sup>	46,848	15,903	97,600	46,925	15,896	97,596	-0,478	97,596	-0,478
Ganho genético para DL (dias) <sup>2</sup>	4,333	1,102	8,798	4,333	1,102	8,798	-0,041	8,798	0,041
Ganho genético para IPP (dias) <sup>2</sup>	1,789	1,966	3,873	1,789	1,966	3,873	-0,018	3,873	-0,018
Ganho genético para IP (dias) <sup>2</sup>	5,942	3,634	12,323	5,942	3,634	12,323	-0,063	12,323	-0,063
Ganho genético para CCS <sup>2</sup>	-36,615	-47,797	-69,915	-36,615	-47,797	-69,915	-0,333	-69,915	-0,333
Ganho genético para EST (%) <sup>2</sup>	-0,002	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	0,000	-0,004	0,000
Nº de expressões descontadas para PL, DL	0,257	0,326	0,020	0,122	0,180	0,000	0,000	0,533	0,046
Nº de expressões descontadas para IPP, IP	0,188	0,245	0,014	0,082	0,127	0,000	0,000	0,436	0,038
Lucro total por grupo de seleção (R\$)	4,311	2,428	0,355	2,038	1,340	0,000	0,000	9,379	-0,008
Lucro para PL (R\$)	2,798	0,810	0,230	1,325	0,447	0,000	0,000	6,074	-0,005
Lucro para DL (R\$)	0,174	0,039	0,014	0,082	0,022	0,000	0,000	0,378	0,000
Lucro para IPP (R\$)	0,020	0,019	0,002	0,009	0,010	0,000	0,000	0,048	0,000
Lucro para IP (R\$)	0,059	0,030	0,005	0,026	0,015	0,000	0,000	0,143	0,000
Lucro para CCS (R\$)	1,260	1,531	0,104	0,597	0,846	0,000	0,000	2,736	-0,002
Lucro para EST (R\$)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

<sup>1</sup>PL, DL, IPP, IP, CCS e EST = produção de leite, duração da lactação, idade ao primeiro parto, intervalo de partos, contagem de células somáticas e extrato seco total, respectivamente. <sup>2</sup>Os ganhos genéticos são anuais. <sup>3</sup>RP, RN, RJ, RC, MN e MC = Reprodutor provado, Reprodutor núcleo, Reprodutor jovem, Reprodutor comercial, Matriz núcleo e Matriz comercial, respectivamente.

Quando se considerou o teste de progênie, a acurácia da seleção para reprodutores aumentou (0,651), como era de se esperar, já a relacionada com a seleção de matrizes diminuiu (0,585). Ressalta-se que a acurácia está relacionada com o número de informações e características contidas nos índices de seleção.

Nos dois esquemas de seleção, o número de expressões descontadas para as características relacionadas à produção de leite (PL e DL) foram maiores em relação às características reprodutivas (IPP e IP), em todos os grupos, visto que as características de produção de leite se expressam mais tardiamente na vida do animal, sendo portanto, mais descontada. Apesar de IP ser mais tardia que PL, a mesma foi analisada em conjunto com IPP e por isso, apresentou menor valor. Lobo et al. (2000a) enfatizaram que o número de expressões descontadas faz parte do cálculo do lucro genético de cada característica e que para isso, é calculado o produto da mudança genética, do valor econômico e do número de expressões descontadas.

A seleção de matrizes (Grupos 2 e 4) gerou maiores ganhos genéticos anuais e lucros totais para o objetivo de seleção de reprodutores no esquema tradicional (TABELA 15). O inverso foi observado no esquema de teste de progênie. A acurácia dos grupos apresentou relação direta com os ganhos e lucros genéticos. Conforme comentado anteriormente, a seleção indireta de machos no tradicional justifica estes resultados. No caso, do TPG, a seleção dos reprodutores ocorre em dois passos, visto que os reprodutores provados foram submetidos à seleção quando jovens, provocando um aumento da acurácia e dos ganhos advindos destes animais.

As respostas genéticas estimadas para o objetivo de seleção nos esquemas tradicional e testes de progênie foram obtidas dividindo a resposta por geração pelo intervalo médio de gerações. Os lucros totais (população de 600.000 cabras) foram estimados como sendo a soma do lucro genético por cabra de cada um dos grupos de seleção subtraindo-se os custos (TABELA 17).

A resposta genética anual para o objetivo de seleção no esquema tradicional (R\$ 2,20) foi inferior àquela estimada para o esquema de teste de progênie (R\$ 2,56). O mesmo ocorreu com o lucro genético por cabra, onde TPG mostrou-se bem mais lucrativo (R\$19,85) do que o TRAD (R\$ 2,95). O maior ganho genético obtido para o objetivo de seleção no TPG deve-se às correlações genéticas das características PL e DL com a característica sólidos totais (Tabela 13).

Como no TRAD estas características não são consideradas, é possível aumentar a ênfase de seleção exclusivamente para leite fluido (PL). Isto é reforçado observando-se que a resposta genética para produção de leite em TRAD (55,03 kg/ano) foi superior à verificada em TPG (39,90 kg/ano), porém, quando se considerou o lucro genético por cabra para esta característica, TPG apresentou maiores lucros (R\$ 11,68) do que TRAD (R\$ 2,80).

TABELA 17 - Resposta genética anual (RG) e lucro genético por cabra (LG) para os esquemas de seleção tradicional e teste de progênie

Característica/critério	Tradicional		Teste de progênie	
	RG	LG (R\$)	RG	LG (R\$)
Objetivo da seleção	R\$ 2,20	2,950	R\$ 2,56	19,845
Produção de Leite	55,03 kg	2,804	39,90 kg	11,680
Duração da lactação	2,21 dias	0,078	3,48 dias	0,710
Idade ao primeiro parto	2,45 dias	0,023	1,85 dias	0,108
Intervalo de partos	4,97 dias	0,042	5,32 dias	0,277
Contagem de células somáticas	-	-	-37,94	7,070
Extrato seco total (%)	-	-	-0,002	0,000

Os valores aqui verificados para PL superaram as tendências genéticas observadas por Lôbo e Silva (2005) para cabras Anglonubianas (1,05 kg/ano) e Saanen (0,65 kg/ano) e Ribeiro et al. (2000) que estimaram em 0,73 kg/ano para cabras Saanen. Por sua vez, Tholon et al. (2001) estimaram valores próximos de zero e Gonçalves et al. (2002) relataram valores negativos (-0,8109 kg/ano), indicando que na prática, a seleção para produção de leite no Brasil está aquém do esperado.

Quando comparados com sistemas de produção de leite caprino na França, os valores aqui estimados (55,03 e 39,90 kg/ano) também foram superiores à resposta genética descrita por Montaldo e Manfredi (2002) para cabras Saanen (13,00 kg/ano), mesmo sabendo que este valor (2,5%) é considerado satisfatório, estando de acordo com o proposto (1 a 3% ao ano) por Smith (1985). É importante ressaltar que os valores estimados neste estudo, referem-se a uma simulação determinística, que não prever variações, assumindo-se condições constantes, o que justifica as diferenças com relações aos valores verificados em situações reais. Entretanto, é possível avaliar a tendência e demonstrar a possibilidade de ganhos expressivos.

A produção de leite (kg) representou cerca de 95 e 60% do lucro genético por cabra para o objetivo de seleção para TRAD e TPG, respectivamente (TABELA 17). Este resultado já era esperado, visto que esta característica é a principal em qualquer sistema de produção de leite caprino no Brasil e tem elevado peso econômico (TABELA 08).

Para bovinos leiteiros, Balaine et al. (1981), Harder et al. (2004) e Kahi et al. (2004) também verificaram maiores lucros genético relacionados com a produção de leite. Em contraste, Lôbo et al. (2000a) observaram a produção de leite como sendo a segunda na ordem de importância, atrás da diminuição do peso da vaca adulta. Os autores consideraram um esquema de seleção para dupla aptidão utilizando a raça Guzerá como modelo. Ressalta-se que no presente trabalho não foi considerado o tamanho dos animais no objetivo de seleção, como no estudo de Lôbo et al. (2000a). É sabido que animais maiores podem ser menos eficientes, apresentando maiores custos com manutenção, o que poderia onerar o sistema de produção.

Em relação à duração da lactação (DL), a resposta genética anual e o lucro genético por cabra apresentaram valores positivos para TRAD (2,21 dias/ano e R\$ 0,078) e TPG (3,48 dias/ano e R\$ 0,710). Apesar de menor resposta genética anual, o lucro por cabra foi maior em TRAD, ao contrário do que ocorreu com PL. Lôbo e Silva (2005) relataram em 0,55 dias/ano a tendência genética na raça Anglonubiana ( $P < 0,0001$ ) e atentaram para a reduzida eficiência seletiva realizada no rebanho estudado.

A duração da lactação também possui relação linear com a característica intervalo de parto. Para cada dia na duração da lactação o intervalo de parto aumenta em 0,59 dias (SARMENTO et al., 2003). Desta forma, a seleção de cabras com maiores períodos lactantes refletirá em menor pressão de seleção e ganho genético anual (PIMENTA FILHO et al., 2004).

Apesar dos esquemas aumentarem a idade ao primeiro parto em 2,45 dias e 3,48 dias nos esquemas tradicional e teste de progênie, respectivamente, os lucros por cabra apresentados foram positivos e iguais a 0,023 e 0,108 para TRAD e TPG, simultaneamente. Estes resultados podem estar relacionados com as correlações genéticas negativas entre estas características e a produção de leite (Tabela 08).

Da mesma forma, Lôbo e Silva (2005) relataram tendência genética positiva (1,78 dia/ano) para IPP em cabras Anglonubianas e ausência de tendência para a raça Saanen. Os autores apontaram a ineficiência do processo seletivo no rebanho estudado como principal causa para o resultado indesejado.

A resposta genética anual para os intervalos de partos (IP) também apresentaram valores positivos e iguais a 4,97 e 5,32 dias/ano para TRAD e TPG, respectivamente

(TABELA 17). Neste sentido, a seleção agiria aumentando o intervalo de partos, o que geralmente não é interessante do ponto de vista produtivo. Logo, os ganhos genéticos por cabra também foram positivos (0,042 e 0,277) para TRAD e TPG, simultaneamente. Este fato pode ser explicado pela considerável correlação genética negativa (-0,44) entre IP e PL, bem como, pelo baixo valor econômico para característica em questão (TABELA 17).

Geralmente, os criadores manejam seus animais para que os mesmos estejam o maior tempo possível em lactação. Isto promove aumento do IP, o que justifica o peso econômico positivo para esta característica.

No esquema de seleção com teste de progênie (TPG), consideraram-se ainda as características, contagem de células somáticas (CCS) e extrato seco total (EST), que apresentaram valores negativos para os ganhos genéticos -37,94 e -0,002, respectivamente (TABELA 17).

O aumento na contagem de células somáticas pode ser ocasionado por mastites e ocasionar reduções na produção de leite e alterações em sua composição (ANDRADE et al., 2001). A redução na CCS promoveu um alto lucro genético (R\$7,07). Este valor conferiu a esta característica o segundo lugar em importância na composição do objetivo de seleção, ficando atrás apenas da produção de leite. Estes resultados podem estar relacionados com seu peso econômico negativo (TABELA 13), onde a seleção agiria na redução da característica.

Estudando caprinos, De Cremoux et al. (1999) observaram que lactações com CCS superior a 1.600.000 cel/ml produziram 21,2% menos leite do que animais com contagem inferior a 200.000 cel/ml. Foi observada ainda uma queda nas quantidades de gordura e proteína produzidas.

O lucro genético por cabra para EST não apresentou valor representativo (TABELA 17), o que não condiz com seu peso econômico (TABELA 13). Uma possível causa seja a correlação nula entre esta característica e a produção de leite, uma vez que não foi verificada estimativa na literatura para este parâmetro. Quando se considerou uma correlação positiva (0,20) entre EST e PL, a primeira passou a apresentar lucro.

No Brasil praticamente não existe pagamento diferenciado pela qualidade do leite, como ocorre em outros países. Na França, a seleção realizada não visa o aumento da

produção de leite e sim de seus componentes, principalmente proteína e gordura (BARILLET, 2007).

Os custos fixos, variáveis e totais, os lucros genéticos e o valor presente para os esquemas tradicional (TRAD) e para o teste de progênie (TPG) foram avaliados para um período de investimento de 20 anos (TABELA 18).

Lôbo et al. (2000a) salientaram que o ZPLAN considera apenas os custos referentes à seleção dos animais (incluindo mensurações) e com o processo de coleta, processamento e uso do sêmen (no caso do TPG), não incluindo outros custos como propaganda, exposições, alimentação especial, dentre outros. Obviamente que os custos variáveis no TPG foram maiores que no TRAD, por conta da inclusão de gastos com mensuração da qualidade do leite, custo da dose e estocagem de sêmen, coleta anual de reprodutores provados e jovens, além de um aumento em 2% dos salários (passando a 12%) para processamento dos dados e comunicação.

TABELA 18 - Lucro genético total, custos e valor presente líquido por cabra para os esquemas tradicional de seleção (TRAD) e para o teste de progênie (TPG)<sup>1</sup>

Item	Tradicional	Teste de progênie
	R\$	R\$
Custos fixos	2,50	2,50
Custos variáveis	5,80	11,20
Custos totais	8,30	13,70
Lucro genético total	2,95	19,85
Valor presente líquido	-5,35	6,14

<sup>1</sup>Intervalo de geração = 4,48 e 5,38 anos para o esquema tradicional e para o teste de progênie, respectivamente.

O valor presente líquido foi obtido subtraindo-se os custos integrais do lucro genético total. O esquema tradicional apresentou valor presente líquido negativo (R\$ - 5,35), ou seja, mesmo tendo apresentado um lucro genético total positivo, o esquema não conseguiu cobrir os custos para sua execução (TABELA 18). Este resultado pode estar relacionado aos baixos a moderados valores de herdabilidade (TABELA 08), uma vez que o sucesso da seleção massal depende diretamente de altos valores desse parâmetro. Se os pesos econômicos para as características fossem maiores, talvez TRAD deixasse de dar prejuízo. De qualquer forma, é importante considerar que este esquema não justificaria a manutenção da estrutura física e humana para execução de um programa de melhoramento animal.

Por sua vez, o esquema que realizou teste de progênie de reprodutores jovens (TPG) apresentou valor presente líquido positivo (R\$ 6,14). Este valor representa cerca

de 20% de resposta genética para o objetivo de seleção (valor presente líquido por cabra/lucro genético total por cabra). Este retorno de investimento, demonstra que o programa de melhoramento utilizando testes de progênie nos reprodutores caprinos jovens é viável.

Lobo et al (2000a) verificaram retornos de investimento de cerca de 235% para bovinos de dupla aptidão. Entretanto, Hill (1971), no Reino Unido, também para bovinos, observou que tanto a seleção para corte dentro do rebanho leiteiro quanto a seleção dentro de raças de corte usadas como fonte de touros para cruzamentos promoveram retorno do investimento em torno de 15%. Nitter et al. (1994) avaliando um esquema de seleção de bovinos para corte na Austrália, reportaram retornos de investimento do programa de melhoramento de cerca de 20%.

Konig et al. (2009) relataram resposta genética para o objetivo de seleção igual a 48%, enquanto que Harder et al. (2004) e Chen et al. (2011) verificaram respostas genéticas de 57 e 54% respectivamente, para o mesmo objetivo. Resultado superior (70%) foi verificado por Lôbo et al. (2000a), avaliando rebanhos bovinos de dupla aptidão no Brasil, com maior ênfase para a produção de leite. Os trabalhos citados consideraram o uso de touros provados em testes de progênie.

Ao observar a Figura 04, fica ainda mais evidente a superioridade de TPG em relação a TRAD. Percebe-se que o fator preponderante para que houvesse esta diferença entre os esquemas foi o lucro genético total, pois praticamente não houve diferença entre as respostas genéticas anuais para o objetivo de seleção.

De acordo com Lôbo et al. (2000a), este lucro genético total expressa-se pelo valor monetário das mudanças genéticas verificadas nos animais selecionados durante o período de investimento. Ao observar a Tabela 16, percebe-se que os lucros por grupo de seleção em TPG foram muito superiores aos verificados em TRAD (TABELA 15). Os grupos de seleção de TPG que apresentaram maiores ganhos genéticos foram RP>RN e RJ>MC. Considerar a contagem de células somáticas na seleção também favoreceu ao crescimento do lucro genético total de TPG, tendo em vista seus altos valores para o lucro dentro dos grupos de seleção.

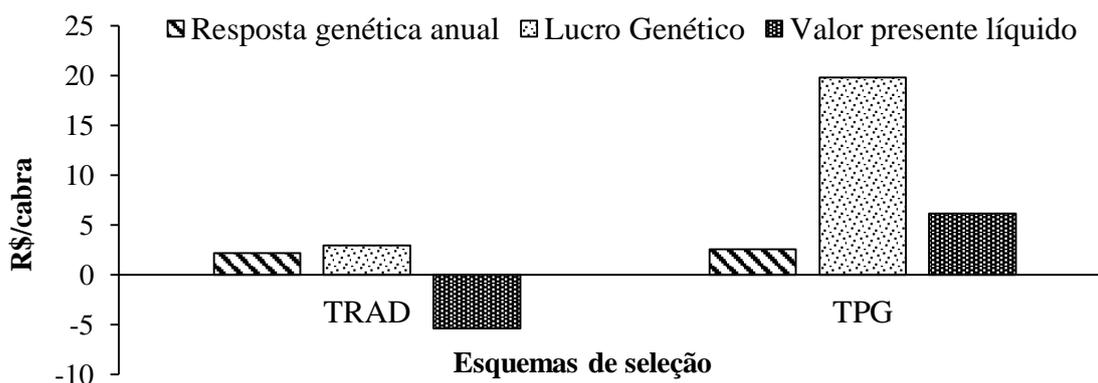


FIGURA 04 - Resposta genética anual (R\$), Lucro genético (R\$) e valor presente líquido (R\$) para os esquemas de seleção tradicional e teste de progênie

Avaliações de programas de melhoramento de caprinos leiteiros ainda são escassas na literatura. No entanto, Facó et al. (2011) apresentaram alguns resultados preliminares do Programa de Melhoramento Genético de Caprinos Leiteiros (CAPRAGENE). Neste programa, a seleção dos reprodutores é realizada com base em teste de progênie e tem apresentando resultados satisfatórios até o momento.

Chen et al. (2011) frisaram que além de aumentar a precisão de seleção, o uso de testes de progênie também tende a aumentar o intervalo de gerações. Em concordância, no presente estudo o intervalo de gerações passou de 4,48 para 5,38 (TABELA 18). Em compensação, houve um acréscimo considerável no valor presente líquido, justificando o uso destes testes. Barros et al. (2011) que reportaram um intervalo próximo ao aqui verificado (5,28 anos), já Lima et al. (2007), ao estudar caprinos nativos no Brasil relataram valor igual a 3,01 anos. Valor ainda menor (2,3 anos) foi citado por León et al. (2005). Vale ressaltar que, o presente estudo trata-se de uma simulação, podendo na prática apresentar diferentes resultados.

Gonçalves et al. (2001) acrescentaram que o uso de testes de progênie e inseminação artificial em caprinos podem possibilitar ganhos genéticos ainda maiores que os observados em bovinos, devido ao seu menor intervalo de gerações que possibilita aumentar a pressão de seleção. Lôbo et al. (2000a) salientaram a importância da inseminação artificial na propagação dos genes dos animais melhoradores para toda a população comercial.

#### 4.2- Impacto econômico da alteração na porcentagem de utilização de reprodutores do rebanho núcleo no estrato comercial (TRAD)

No esquema tradicional (TRAD) foi verificado ainda, o impacto econômico do aumento no uso de reprodutores do núcleo no rebanho comercial (TABELA 19). É possível observar que esse aumento promoveria melhorias no valor presente líquido do objetivo de seleção e das características individuais, passando a dar lucros a partir de 60% de utilização. De forma geral, os lucros genéticos para as características triplicaram no intervalo analisado, no entanto, em magnitude, a característica PL se sobressaiu em relação às demais. Ainda em relação à PL, percebe-se que o maior aumento ocorreu entre 10 e 20%. Esta avaliação permitiu observar que o esquema tradicional apresenta baixa viabilidade, uma vez que na prática, seria inviável a utilização de mais de 60% de reprodutores do núcleo no rebanho comercial.

TABELA 19 - Impacto econômico da porcentagem de utilização de reprodutores do rebanho núcleo no rebanho comercial (PrRNCo)

PrRNCo	Objetivo de Seleção (R\$)	Valor presente líquido por cabra (R\$)	Lucro genético por cabra (R\$)			
			PL	DL	IPP	IP
10%	2,20	-5,36	2,80	0,08	0,02	0,04
20%	2,20	-3,89	4,20	0,12	0,04	0,06
30%	2,20	-2,55	5,47	0,15	0,05	0,08
40%	2,20	-1,32	6,64	0,19	0,06	0,10
50%	2,20	-0,21	7,70	0,22	0,06	0,12
60%	2,20	0,81	8,67	0,24	0,07	0,13

<sup>1</sup>PL, DL, IPP e IP = Produção de leite, Duração da lactação, Idade ao primeiro parto e Intervalo de partos, respectivamente. Custos fixos = R\$8,31.

#### 4.3- Efeitos da intensidade de utilização dos reprodutores jovens em teste para o esquema com teste de progênie. (TPG)

Diferente do esquema tradicional, o aumento do uso de reprodutores jovens entre 10% e 20% promoveu pequeno aumento no ganho genético monetário por ano para o objetivo de seleção (TABELA 20). Já o valor presente líquido por cabra apresentou inicialmente um pequeno aumento quando a utilização dos reprodutores jovens atingiu 15% e em seguida sofreu uma leve diminuição ao atingir 20%. Por sua vez, os custos por cabra sofreram pequena redução.

Logo, os fatos que mais chamaram a atenção foi a redução e o aumento nos lucros genéticos das características PL e CCS, respectivamente. Em termos práticos, não seria interessante promover este aumento na utilização de bodes jovens, pois as alterações ocasionadas no valor presente líquido por cabra foram pequenas. É óbvio que o aumento

do uso de reprodutores jovens implica em redução no uso de bodes provados, o que justifica apenas a utilização entre 10% e 15% dos animais em teste.

TABELA 20 - Impacto econômico da porcentagem de utilização de reprodutores jovens em teste (PrRJN)<sup>1</sup>

PrRJN	Objetivo de Seleção (R\$)	Valor presente líquido por cabra (R\$)	Custos por cabra (R\$)	Lucro genético por cabra (R\$)					
				PL	DL	IPP	IP	CCS	EST
10%	2,56	6,14	13,70	11,68	0,71	0,11	0,28	7,07	0,00
15%	2,64	6,23	13,60	11,07	0,67	0,10	0,26	7,72	0,00
20%	2,72	6,20	13,50	10,51	0,64	0,10	0,25	8,12	0,00

<sup>1</sup>PL, DL, IPP, IP, CCS e EST = produção de leite, duração da lactação, idade ao primeiro parto, intervalo de partos, contagem de células somáticas e extrato seco total, respectivamente.

É importante lembrar que os resultados aqui obtidos são aplicáveis apenas aos esquemas de seleção considerados, podendo apresentar diferenças quando os parâmetros econômicos e zootécnicos forem diferentes. Assim, torna-se imprescindível avaliar uma maior gama de esquemas, levando em conta as condições específicas de cada região. Para tanto, é necessário obter parâmetros específicos a cada situação avaliada.

Antes da implantação de grandes programas de melhoramento, devem-se realizar estudos piloto para verificar a viabilidade econômica dos mesmos. Durante todas as fases de estabelecimento, as necessidades e os interesses dos produtores, bem como, a sustentabilidade do sistema devem ser levados em consideração.

## 5- CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

O esquema de seleção tradicional, com a seleção de reprodutores do núcleo feita com base em informações reprodutivas e de produção leiteira de suas mães e a seleção das matrizes feitas com estas mesmas informações para elas mesmas e suas mães, não apresenta viabilidade econômica, não cobrindo os custos com a infraestrutura física e humana para manutenção do programa de melhoramento genético.

O esquema utilizando testes de progênie de reprodutores jovens apresenta viabilidade, com consideráveis ganhos genéticos para o objetivo de seleção e para as características individuais que compõem este objetivo. Os retornos econômicos do programa superam os custos do mesmo, com um retorno de investimento de cerca de 20%. Neste esquema, a característica de maior impacto econômico foi a produção de leite, seguida pela contagem de células somáticas.

O esquema tradicional somente permitiria retornos de investimento do programa de melhoramento com altos níveis (>60%) de uso de reprodutores do núcleo no estrato comercial. É possível que isto não tenha viabilidade prática, principalmente devido ao baixo uso de inseminação artificial no Brasil.

A intensidade de uso dos reprodutores jovens deve estar entre 10% e 15%. Maiores usos não promovem ganhos monetários consideráveis ao objetivo de seleção e reduzem o lucro genético de características importantes como produção de leite.

## 6-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCOMIG, **Associação dos Criadores de Caprinos e Ovinos do Estado de Minas Gerais**, Belo Horizonte -MG, à Avenida Amazonas, 6020 – Parque da Gameleira, CEP-30510-000. Comunicação pessoal de Maria Pia Guimarães, Superintendente técnica de controle leiteiro oficial.

AHUYA, C.O. et al. Performance of Toggenburg dairy goats in smallholder production systems of the eastern highlands of Kenya. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.83, p.7-13, 2009.

ANDRADE, P.V.D. et al. Contagem de células somáticas em leite de cabra. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** 53(3):396-400, 2001.

AYALEW, W. et al. Crossbreds did not generate more net benefits than indigenous goats in Ethiopian Smallholdings. **Agricultural Systems**, 76:1137-1156, 2003.

BALAINÉ, D.S.; PEARSON, R.E.; MILLER, R.H. Profit functions in dairy cattle and effect of measures of efficiency and prices. **J. Dairy Sci.**, v.64, n.1, p.87-95, 1981.

BARILLET, F.; Genetic improvement for dairy production in sheep and goats. **Small Ruminant Research**. 70, 60–75, 2007.

BARROS, E.A. et al. Estrutura populacional e variabilidade genética da raça caprina Marota. **Arch. zootec.** [online]. vol.60, n.231, pp. 543-552, 2011.

BARROS, N. N.; SILVA, F. L. R.; ROGERIO, M. C. P. Efeito do genótipo sobre a produção e a composição do leite de cabras mestiças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, vol.34, n.4, p. 1366-1370, 2005.

BELICHON, S.; MANFREDI, M.; PIACÈRE, A. Genetic parameters of dairy traits in the Alpine and Saanen goat breeds. **Genet. Sel. Evol.** 30, 529–534, 1999.

BOICHARD, D. et al. Genetic parameters for first lactation dairy traits in the Alpine and Saanen goat breeds. **Genet. Sel. Evol.** 21, 201–215, 1989.

BRASCAMP, E.W. (1978): **Methods on economic optimization of animal breeding plans**. Rapport B-134, University Wageningen, 1978.

BREDA, F.C. et al. Estimação de parâmetros genéticos para produção de leite de cabras da raça Alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.396-404, 2006.

BRITO, R.L.L. et al. Parâmetros reprodutivos de cabras mestiças Anglonubiana x Saanen infectadas e não infectadas com o vírus da artrite-encefalite caprina, **V Congresso Nordestino de Produção Animal, In: V Congresso Nordestino de Produção Animal**, 24 a 27/11/2008, Aracajú-SE, 2008.

BUENO, V.F.F. et al. Influência da temperatura de armazenamento e do sistema de utilização do tanque de expansão sobre a qualidade microbiológica do leite cru. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 18, n.124, p. 62-67, 2004.

- CAMERON, N. D. **Selection indices and prediction of genetics merit in animal breeding**. In: Appendix. New York: Cab International, p. 175, 1997.
- CARDOSO, V. L. et al. Objetivos de Seleção e Valores Econômicos de Características de Importância Econômica para um Sistema de Produção de Leite a Pasto na Região Sudeste. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.320-327, 2004.
- CHEN, J. et al. Evaluation of Breeding Programs Combining Genomic Information in Chinese Holstein, **Agricultural Sciences in China**, 10(12): 1949-1957, 2011.
- CORDEIRO, P. R. C. Mercado do leite de cabra e de seus derivados. **Revista CFMV**. Brasília/DF – Ano XII – Nº 39, 2006.
- COSTA, R. G.; ALMEIDA, C. C.; PIMENTA FILHO, E. C.; Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região Semi-árida do estado da Paraíba. Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, p. 195-205, 2008.
- DAL MONTE, H. L. B. et al. Mensuração dos custos e avaliação de rendas em sistemas de produção de leite caprino nos Cariris Paraibanos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa-MG, v.39, n.11, p. 2535-2544, 2010.
- DE CREMOUX, R., MÉNARD, J. L., BAUDRY, C. Incidence des inflammations de la mamelle sur la production et la composition du lait chez la chèvre. **In: International Symposium on the Milking of Small Ruminants, Athens. Proceedings Wageningen: Wageningen Press, 1999**. Milking and milk products of dairy sheep and goats: p.157-163, 1999.
- ELSEN, J. M., MOCQUOT, J. C.: Méthode de prevision de l'évolution du niveau génétique d'une population soumise à une opération de sélection et dont les générations se chevauchent. **Bull. tech. Dépt. Génét. Anim.** 17, INRA, 30-54, 1974.
- FACÓ, O. et al. Breeding plan for commercial dairy goat production systems in southern Brazil. **Small Ruminant Research**, v. 98, p. 164-169, 2011.
- FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4<sup>a</sup> ed. New York: Longman Scientific and Technical, 1996. 464p.
- FAO – Food and Agricultural Organization. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 30 mar. 2012.
- GARCIA-PENICHE, T. B. et al. Breed differences over time and heritability estimates for production and reproduction traits of dairy goats in the United States, **Journal of Dairy Science**, v.95, p.2707-2717, 2012.
- GARNERO, A. V. et al. Comparação entre alguns critérios de seleção para crescimento na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 03, p. 714-718, 2001.
- GAVIGAN, R. G., PARKER, W. J. Sheep breeding objectives and selection criteria of Wairarapa and Tararua sheep farmers. In: **Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production**, VOL. 57, PP. 33-36, 1997.

- GONÇALVES, H. C.; SILVA, M. A.; WECHSLER, F. S. Parâmetros e tendência genética da produção de leite de cabra no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2204-2208, 2002.
- GONÇALVES, H. C. et al. Fatores genéticos e de meio na produção de leite de caprinos leiteiros. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. 30: 719-29, 2001.
- GONÇALVES, L. A. et al. Avaliação de sistemas de produção de caprinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa-MG, v.37, n.2, p. 366-376, 2008.
- GRACINDO, A. P. A. C. **Qualidade do leite caprino em função da adoção de práticas higiênicas em ordenha**. Mossoró. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Produção animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró-RN, 70 f. 2010.
- GRASER, H. U., NITTER, G., BARWICK, S. A., Evaluation of advanced industry breeding schemes for Australian beef cattle. II. Selection on combinations of growth, reproduction and carcass criteria. **Aust. J. Agric. Res.**, 45:1657-1669, 1994.
- GROEN, A. F.; STEINE, T.; COLLEAU, J. J. Economic values in dairy cattle breeding, with special reference to functional traits. Report of an EAAP-working group. **Livestock Production Science**, v.49, p.1-21, 1997.
- GUIMARÃES, V. P. **Curva de lactação, efeitos ambientais e genéticos sobre o desempenho produtivo de cabras leiteiras**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 87 f, 2004.
- GUNSKI, R. J. et al. Idade ao primeiro parto, período de gestação e peso ao nascimento na raça Nelore. **Ciência Agrônômica**, v.32, n.1/2, p.46-52, 2001.
- HARDER, B. et al. Investigations on breeding plans for organic dairy cattle. **Arch. Tierzucht, Dummerdorf**, 47 (2): 129-139, 2004.
- HARRIS, D. L.; NEWMAN, S. Breeding for profit synergism between genetic improvement and livestock production (a review). **Journal of Animal Science**, v.72, p.2178-2200, 1994.
- HARRIS, D. L.; STEWART, T. S.; ARBOLEDA, C. R. Animal breeding programs: a systematic approach to their design. **AAT-NC-8.ARS**, USDA, Peoria, IL, 1984, 14p.
- HAZEL, L. N. 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, 28:476-490.
- HEROLD, P. et al. Breeding and supply chain systems incorporating local pig breeds for small-scale pig producers in Northwest Vietnam. **Livest. Sci.** 129, 63-72, 2010.
- HILL, W.G. Investment appraisal for national breeding programmes. **Anim. Prod.**, v.13, p.37-50, 1971.
- HILL, W.G.: Prediction and evaluation of response to selection with overlapping generations. **Anim. Prod.**, 18, 117-139, 1974.

HOLANDA JUNIOR, E.V. et al. Custo de produção de leite de cabra na região nordeste. **ZOOTEC.** 26 a 30 de maio de 2008, João Pessoa, PB – UFPB/ABZ, 2008.

IBGE. **Censo Agropecuário do Brasil.** 2006. Disponível em <  
<http://ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm> >  
Acesso em 20/04/2012.

IRANO, N. et al. Parâmetros Genéticos Para a Produção de leite em caprinos das Raças Saanen e Alpina. **Rev. Ciênc. Agron.** [online], vol.43, n.2, pp 376-381, 2012.

JORGE JR, J.; CARDOSO, V. L.; ALBUQUERQUE, L. G. Objetivos de seleção e valores econômicos em sistemas de produção de gado de corte no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1549-1558, 2007.

JORGE JÚNIOR, J.; CARDOSO, V. L.; ALBUQUERQUE, L. G. Modelo bioeconômico para cálculo de custos e receitas em sistemas de produção de gado de corte visando à obtenção de valores econômicos de características produtivas e reprodutivas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2187-2196, 2006.

KAHI, A. K.; NITTER, G.; GALL, C. F. Developing breeding schemes for pasture based dairy production systems in Kenya: II. Evaluation of alternative objectives and schemes using a two-tier open nucleus and young bull system, **Livestock Production Science**, Volume 88, Issues 1–2, 179-192, June, 2004.

KARRAS, K.: **ZPLAN. EDV - Programm zur Optimierung der Zuchtplanung bei landwirtschaftlichen Nutztieren.** Institut für Tierhaltung und Tierzüchtung, Universität Hohenheim, 1984.

KOMINAKIS, A. et al. Evaluation of the efficiency of alternative selection schemes and breeding objectives in dairy sheep of Greece. **Animal Science**, 64: 453-461, 1997.

KÖNIG, S.; SIMIANER, H.; WILLAM, A. Economic evaluation of genomic breeding programs, **Journal of Dairy Science**, Vol. 92, No. 1, 2009.

KOSGEY, I. S. et al. Successes and failures of small ruminant breeding programmes in the tropics: a review. **Small Ruminant Research**, 61, 13-28, 2006.

KRUPOVA, Z. et al. Methods for calculating economic weights of important traits in sheep. **Slovak Journal of Animal Science**, Slovak Republic, v.41, n.1, p.24-29, 2008.

LEMKE, U. et al. Evaluation of smallholder pig production systems in North Vietnam: Pig production management and pig performances. **Livestock Science**, 105 (1): 229-243, 2006.

LEÓN, J. M. et al. Demographic analysis of the Granadina goat as a base for the development of its scheme of selection. **Arch. Zootec.**, 54: 311-315, 2005.

LIMA, P. J. S. et al. Gestão genética de raças caprinas no estado da Paraíba. **Arch. Zootec.**, 56: 623-626, 2007.

- LÔBO, R. N. B., PENNA, V. M., MADALENA, F. E.; Avaliação de um esquema de seleção para bovinos zebus de dupla aptidão. **Rev. bras. zootec.**, 29(5):1349-1360, 2000a.
- LÔBO, R. N. B.; MADALENA, F. E.; PENNA, V. M.; Avaliação de Esquemas de Seleção Alternativos parágrafo Bovinos zebuínos de Dupla Aptidão. **Rev. Bras. Zootec.** [online], vol.29, n.5, pp 1361-1370, 2000b.
- LÔBO, R. N. B.; SILVA, F. L. R. Parâmetros genéticos para características de interesse econômico em cabras das raças Saanen e Anglo-nubiana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 01, p. 104-110, 2005.
- LÔBO, R. N.; LÔBO, A. M. Melhoramento genético como ferramenta para o crescimento e o desenvolvimento da ovinocultura de corte. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.31, n.2, p.247-253. 2007.
- LÔBO, R. N. B. et al. Brazilian goat breeding programs. **Small Rumin. Res.** 89, 149–154, 2010.
- LÔBO, R. N. B. et al. Economic values for production traits of Morada Nova meat sheep in a pasture based production system in semi-arid Brazil, **Small Ruminant Research**, 96 (2011) 93–100, 2011.
- LOPES, F. B. et al. Breeding goals and selection criteria for intensive and semi-intensive dairy goat system in Brazil. **Small Ruminant Research**, 106 (2-3) , pp. 110-117, 2012.
- LOPES, F. C. **Perfil produtivo e sanitário da caprinocultura leiteira na microrregião de Mossoró-RN.** Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA, 2008.
- LOPES, P. S. **Teoria do Melhoramento Animal.** Belo Horizonte, MG, FEPMVZ- Editora, 2005. 118 p.
- MADALENA, F. E. Valores econômicos para a seleção de gordura e proteína do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.678-684, 2000.
- MAGHSOUDI, A.; TORSHIZI, R. V.; JAHANSHAHI, A. S. Estimates of (co)variance components for productive and composite reproductive traits in Iranian Cashmere goats. **Livestock Science**, Amsterdam, v.126, p.162-167, 2009.
- MARTINS, G.A. et al. Objetivos econômicos da seleção de bovinos de leite para fazenda demonstrativa na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.02, p.304-314, 2003.
- MCMANUS, C. et al. Fatores que influenciam os parâmetros das curvas de lactação em cabras no distrito federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1614-1623, 2003.
- MENEZES, J. J. L.; GONÇALVES, H. C.; RIBEIRO, M. S. Desempenho e medidas biométricas de caprinos de diferentes grupos raciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.635-642, 2007.

- MOAV, R.; HILL, W. G. Specialized sire and dam lines. IV. Selection within lines. **Animal Production.**, 8:375-390, 1966.
- MONTALDO, H. H., MANFREDI, E.; Organisation of selection programmes for dairy goats. In: **Proc. 7th WCGALP**, Montpellier, pp. 1–35, 2002.
- MONTALDO, H.H. et al. Short communication: Genetic and environmental relationships between milk yield and kidding interval in dairy goats. **Journal of Dairy Science**, Vol.93 (1), pp.370-372, 2010.
- MUNIZ, C.A.S.D. et al. Dois critérios de seleção na pré-desmama em bovinos da raça Gir. 2. Efeito na classificação dos animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.816-826, 2005.
- NIEBEL, E., FEWSON, D. Population sector models: cattle breeding programs. In: KORVER, S., ARENDONK, J. A. M. (Eds.) Modeling of livestock production systems. **Dordrecht: Kluwer Academic Publishers**. p.182-191, 1988.
- NIEBEL, E.: **Methodik der Zuchtplanung für die Reinzucht beim Rind bei Optimierung nach Zuchtfortschritt und Züchtungsgewinn**. Thesis, Institut für Tierhaltung und Tierzüchtung, Universität Hohenheim, 1974.
- NITTER, G., GRASER, H. U., BARWICK, S. A. Cost-benefit analysis of increased intensity of recording in the Australian national beef recording schemes. In: **WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION**, 5, 1994, Guelph. Proceedings...Guelph, WCGALP, v.18, p.205-208, 1994.
- NOBRE, F. V.; ANDRADE, J. D. Panorama da produção de leite caprino no Rio Grande do Norte. In: LIMA, G. F. DA C. et al. (Org.). **Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte**. 1 ed. Natal, RN: EMATER-RN / EMPARN / Embrapa Caprinos, p. 9-36, 2006.
- ORTIZ PEÑA, C. D.; QUEIROZ, S. A.; FRIES, L. A. Comparações entre critérios de seleção de precocidade sexual e a associação destes com características de crescimento em bovinos Nelore. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 93-100, 2001.
- PAINEL DE ESPECIALISTAS - Realizado em 30/03/2011, envolvendo pesquisadores, técnicos, criadores e produtores de caprinos leiteiros, com a participação das Embrapas Caprinos e Ovinos e Gado de leite.
- PEDROSA, K. Y. F. et al. Aspectos epidemiológicos e sanitários das criações de caprinos na Zona Noroeste do Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 16, n. 1, p. 17-21, 2003.
- PIMENTA FILHO, E. C.; SARMENTO, J. L. R.; RIBEIRO, M. N.; Efeitos genéticos e ambientais que afetam a produção de leite e duração da lactação de cabras mestiças no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n.6, pp. 1426-1431, 2004.
- PIMENTA FILHO, E.C. et al. Correlações entre pluviosidade e características produtivas em Caprinos no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1785-1789, 2009.

- PINHEIRO, R.R. et al. Aspectos epidemiológicos da caprinocultura cearense. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 5, p. 534-43, 2000.
- PONZONI, R.W.; NEWMAN, S. Developing breeding objectives for Australian beef cattle production. **Animal Production**, v.49, p.35-47, 1989.
- QUEIROGA, R. C. R. E. et al. Influência do manejo do rebanho, das condições higiênicas da ordenha e da fase de lactação na composição química do leite de cabras Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, 2007.
- RIBEIRO, A. C. et al. Genetic and phenotypic parameters estimates of production traits and genetic trend of milk yield of Saanen goats in Southeast of Brazil. **Ars Veterinaria**, London, v.16, n.3, p.198-203, 2000.
- ROESSLER, R. et al. Modelling of a recording scheme for market-oriented smallholder pig producers in Northwest Vietnam. **Livest Sci**, 123, 241-248, 2009.
- RUPP, R.; et al. Genetic parameters for milk somatic cell score and relationship with production and udder type traits in dairy Alpine and Saanen primiparous goats. **J. Dairy Sci**, Vol. 94 n. 7, 2011.
- SANTOS JUNIOR, E. et al. Characteristics of the dairy goat primary sector at the Rio de Janeiro State, Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.37, n.4, pp. 773-781, 2008.
- SARMENTO, J. L. R.; PIMENTA FILHO, E. C.; RIBEIRO, M. N. Fatores genéticos e de ambiente sobre o intervalo de partos leiteiras no semi-árido Nordeste. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 875-879, 2003.
- SARMENTO, J. L. R. et al. Avaliação genética de caprinos da raça Alpina utilizando-se a produção de leite no dia do controle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.35, n.º.2, p.443-451, 2006.
- SARMENTO, J.L.R.; PIMENTA FILHO, E.S.; ABREU, U.G.P., Prolificidade de caprinos mestiços leiteiros no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1471-1476, 2010.
- SENO, L. O.; CARDOSO, V. L.; TONHATI, H. Valores econômicos para as características de produção de leite de búfalas no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 2016-2022, 2007.
- SHOOK, G. E. Major advances in determining appropriate selection goals. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.89, p.1349-1361, 2006.
- SILVA, M. M. C.; et al. Avaliação do padrão de fermentação de silagens elaboradas com espécies forrageiras do estrato herbáceo da Caatinga Nordestina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 33: 87-96, 2004.
- SILVA, R.R. **Agribusiness da caprinocultura de leite no Brasil**. Salvador: Bureau, 74p. 1998.

- SMITH, C. Rates of genetic change in farm livestock. **Research Development Agricultural**, v.1, n.2, p.79-85, 1985.
- SMITH, C., JAMES, J. W., BRASCAMP, E. W. On the derivation of economic weights in livestock improvement. **Animal Production**, 43:545-551, 1986.
- SOARES FILHO, G.; MCMANUS, C.; MARIANTE, A. S. Fatores genéticos e ambientais que influenciam algumas características de reprodução e produção de leite em cabras no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.53-59, 2001.
- TABBAA, M. J. & AL-ATIYAT, R. Breeding objectives, selection criteria and factors influencing them for goat breeds in Jordan. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.84, p.8–15, 2009.
- THOLON, P. et al. Estudo genético quantitativo da produção de leite em caprinos da raça Saanen. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.9, p.1-5, 2001.
- TOZER, P.R., STOKES, J.R., Producer Breeding objectives and optimum sire selection. **Journal of Dairy Science**. 85, 3518–3525, 2002.
- VERCESI FILHO, A. E. et al. Pesos econômicos para seleção de gado de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2000, vol. 29, nº. 1, pp. 145-152.
- VIEIRA, D. B. B. et al. Economical analysis of systems of production of goat milk in Rio de Janeiro State. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v.57, n.219, p.377-380, 2008.
- VIEIRA, R. A. M. et al. Dairy goat husbandry amongst the household agriculture: herd and economic indexes from a case study in Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.1, p. 203-213. 2009.
- WILLAM, A., C. et al. Optimization of progeny testing schemes when functional traits play an important role in the total merit index. **Livest. Prod. Sci.** 77: 217–225 2002.
- WILLAM, A; et al. **ZPLAN - Manual for a PC-Program to Optimize Livestock Selection Schemes. Manual Version 2008**. University of Hohenheim. 34p. 2008.
- YOKOO, M.J.I. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1761-8, 2007.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A

Índice de seleção referente aos grupos 1, 3, 5 e 6 (TABELA 06) do esquema tradicional<sup>1</sup>

<b>Características</b>	<b>Valor genético</b>	<b>Resposta (%)</b>	<b>Resposta/Característica</b>
PL	0,000500	98,74	124,73
DL	-0,000712	6,02	10,90
IPP	-0,000036	-2,76	-23,18
IP	0,000039	-2,00	-18,82

<b>Parâmetros</b>	<b>Valor</b>
Variância do índice	0,0295
Variância do valor genético	0,2066
Desvio padrão do índice	0,1717
Desvio padrão valor genético	0,4546
Acurácia	0,1427
Correlação índice/valor genético	0,3778

<sup>1</sup>Características: PL, DL, IPP e IP = Produção de leite, duração da lactação, Idade ao primeiro parto e intervalo de partos, respectivamente.

## APÊNDICE B

Índice de seleção referente aos grupos 2 e 4 (TABELA 06) do esquema tradicional<sup>1</sup>

Fonte	Características	Valor genético	
Mãe	PL	0,001042	
	DL	-0,001473	
	IPP	-0,000073	
	IP	0,000084	
Indivíduo	PL	0,000220	
	DL	0,000300	
	IPP	<0,000100	
	IP	<0,000100	
Fonte	Características	Resposta (%)	Resposta/Característica
Indivíduo	PL	98,71	253,80
	DL	6,08	22,41
	IPP	-2,77	-46,49
	IP	-2,02	-37,79
Parâmetros	Valor		
Variância do índice	0,1514		
Variância do valor genético	0,2556		
Desvio padrão do índice	0,3891		
Desvio padrão valor genético	0,5056		
Acurácia	0,5921		
Correlação índice/valor genético	0,7695		

<sup>1</sup>Características: PL, DL, IPP e IP = Produção de leite, duração da lactação, Idade ao primeiro parto e intervalo de partos, respectivamente.

## APÊNDICE C

Índice de seleção referente aos grupos 1, 3, 4, 6, 7, 9 e 10 (TABELA 11) do esquema que utilizou teste de progênie<sup>1</sup>

Fonte	Características	Valor genético	
Mãe	PL	0,0012	
	DL	-0,0026	
	IPP	0,0001	
	IP	0,0005	
	CCS	-0,0010	
	EST	0,0054	
	PROT	0,3831	
	GORD	0,0194	
Mãe de reprodutor	PL	0,0006	
	DL	-0,0014	
	IPP	0,0001	
	IP	0,0002	
	CCS	-0,0005	
	EST	0,0028	
	PROT	0,2024	
	GORD	-0,0008	
Mãe de matriz	PL	0,0004	
	DL	-0,0006	
	IPP	0,0001	
	IP	0,0002	
	CCS	-0,0004	
	EST	0,0030	
	PROT	0,0051	
	GORD	0,0156	
Progênie	PL	0,0011	
	DL	-0,0033	
	IPP	0,0002	
	IP	0,0005	
	CCS	-0,0013	
	EST	0,0074	
	PROT	0,5090	
	GORD	-0,0337	
Fonte	Características	Resposta (%)	Resposta/Característica
Indivíduo	PL	66,1300	105,2400
	DL	4,3900	10,0000
	IPP	-2,0800	-20,4700
	IP	-0,5900	-6,5000
	CCS	32,1600	-81,4100
	EST	-0,0013	-0,0040
	PROT	<0,0001	-0,0574
	GORD	<0,0001	-0,0403
Parâmetros	Valor		
Variância do índice	2,0173		
Variância do valor genético	5,0464		
Desvio padrão do índice	1,4203		
Desvio padrão valor genético	2,2464		
Acurácia	0,3997		
Correlação índice/valor genético	0,6323		

<sup>1</sup>Características: PL, DL, IPP, IP, CCS, EST, PROT, GORD = Produção de leite, duração da lactação, Idade ao primeiro parto, intervalo de partos, contagem de células somáticas, porcentagem de proteína e porcentagem de gordura, respectivamente.

## APÊNDICE D

Índice de seleção referente aos grupos 2 e 5 (TABELA 11) do esquema que utilizou teste de progênie<sup>1</sup>

Fonte	Características	Valor genético	
Indivíduo	PL	0,0035	
	DL	-0,0083	
	IPP	-0,0007	
	IP	0,0006	
	CCS	-0,0016	
	EST	0,0068	
	PROT	0,5489	
	GORD	0,0348	
Mãe	PL	0,0019	
	DL	-0,0041	
	IPP	-0,0001	
	IP	0,0005	
	CCS	-0,0010	
	EST	0,0069	
	PROT	0,1289	
	GORD	0,0351	
Fonte	Características	Resposta (%)	Resposta/Característica
Indivíduo	PL	30,4153	42,9331
	DL	1,7824	3,6065
	IPP	-1,4427	-12,2656
	IP	-0,4608	-4,3678
	CCS	69,7092	-156,5247
	EST	-0,0034	-0,0094
	PROT	<0,0001	-0,0099
	GORD	<0,0001	0,0094
Parâmetros	Valor		
Variância do índice	2,0763		
Variância do valor genético	6,5978		
Desvio padrão do índice	1,4409		
Desvio padrão valor genético	2,5686		
Acurácia	0,3147		
Correlação índice/valor genético	0,5610		

<sup>1</sup>Características: PL, DL, IPP, IP, CCS, EST, PROT, GORD = Produção de leite, duração da lactação, Idade ao primeiro parto, intervalo de partos, contagem de células somáticas, porcentagem de proteína e porcentagem de gordura, respectivamente.