



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ANÁLISE DA ESTRUTURA GENÉTICA, DA BIOMETRIA E DA VIABILIDADE
POPULACIONAL DA RAÇA BOVINA CRIOULA LAGEANA**

TOMAZ GELSON PEZZINI

TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

**BRASÍLIA/DF
NOVEMBRO DE 2010**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ANÁLISE DA ESTRUTURA GENÉTICA, DA BIOMETRIA E DA VIABILIDADE
POPULACIONAL DA RAÇA BOVINA CRIOLA LAGEANA**

TOMAZ GELSON PEZZINI

ORIENTADOR: ARTHUR DA SILVA MARIANTE

TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

PUBLICAÇÃO: 38D/2010

**BRASÍLIA/DF
NOVEMBRO DE 2010**

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

PEZZINI, T. G. **Análise da estrutura genética, da biometria e da viabilidade populacional da raça bovina Crioula Lageana**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2010, 93p. Tese de Doutorado.

Documento formal, autorizando reprodução desta tese de doutorado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor e seu orientador reservam pra si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor ou do seu orientador. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

PEZZINI, Tomaz Gelson. **Análise da estrutura genética, da biometria e da viabilidade populacional da raça bovina Crioula Lageana**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2010. 93p. Tese (Doutorado em Ciências Animais) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2010.

1. *Bos taurus*. 2. Genética populacional. 3. Avaliação morfométrica. 4. Conservação de recursos genéticos animais. 5. Risco de extinção. I. Mariante, A. da S. II. Ph.D.

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ANÁLISE DA ESTRUTURA GENÉTICA, DA BIOMETRIA E DA VIABILIDADE
POPULACIONAL DA RAÇA BOVINA CRIOLA LAGEANA**

TOMAZ GELSON PEZZINI

**TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ANIMAIS,
COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À
OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS
ANIMAIS.**

APROVADA POR:

**Arthur da Silva Mariante, Ph.D. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia).
(ORIENTADOR)**

Concepta McManus Pimentel, Ph.D. (Universidade de Brasília – UnB).

Samuel Rezende Paiva, Dr. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia).

**João Cruz Reis Filho, Dr. (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).
(EXAMINADOR EXTERNO)**

**Edison Martins, Dr. (Associação Brasileira de Criadores da Raça Crioula Lageana).
(EXAMINADOR EXTERNO)**

BRASÍLIA/DF, 12 de NOVEMBRO de 2010

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Arthur da Silva Mariante, pelos ensinamentos, orientação, companheirismo e amizade durante todo o curso e pela colaboração na organização e revisão desta tese de doutorado.

Ao Dr. Edison Martins e à Dr^a. Vera Maria Villamil Martins pelo auxílio na coleta de dados morfométricos dos animais e pelo fornecimento dos dados de registro genealógico da Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Crioula Lageana (ABCCL).

À Dr^a. Concepta McManus Pimentel pela atenção durante todo o curso e apoio na realização da análise estatística.

Ao Dr. Samuel Rezende Paiva pelas sugestões técnicas durante participação na banca examinadora de qualificação e na defesa desta tese.

Ao Dr. João Cruz Reis Filho pela amizade e auxílio técnico no estudo de estrutura da genética populacional do rebanho Crioulo Lageano desta tese.

Ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento pela flexibilização do horário de trabalho a fim de oportunizar a realização do curso de doutorado.

À Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia pelo conhecimento adquirido e orientação deste estudo.

À Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília - UnB pelos ensinamentos no decorrer do curso.

Aos meus pais, Gelso Pezzini e Marlize Maria Pezzini, meu irmão, Tales Giovani Pezzini, e minha irmã, Thaís Marlize Pezzini pelo constante apoio durante o decorrer dos estudos.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigado.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABELAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
CAPITULO 1	
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Problemática e Relevância	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo geral	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	
2.1. Origem da Espécie Bovina e das Raças Brasileiras	4
2.2. Conservação de Recursos Genéticos Animais	6
2.3. A Introdução dos Bovinos no Continente Americano	7
2.4. Formação Histórica da Raça Crioula Lageana	7
2.5. Estrutura Genética de Populações	10
2.6. Características Biométricas	12
2.7. Análise de Viabilidade Populacional	14
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
CAPITULO 2 - Avaliação da estrutura genética da população da raça bovina Crioula Lageana	
1. RESUMO	23
2. ABSTRACT	24
3. INTRODUÇÃO	25
4. MATERIAL E MÉTODOS	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6. CONCLUSÕES	43
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
CAPITULO 3 - Avaliação dos dados biométricos da raça bovina Crioula Lageana	
1. RESUMO	47
2. ABSTRACT	48
3. INTRODUÇÃO	49
4. MATERIAL E MÉTODOS	51
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
6. CONCLUSÕES	62
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
CAPITULO 4 - Avaliação da viabilidade populacional da raça bovina Crioula Lageana	

1. RESUMO	67
2. ABSTRACT	68
3. INTRODUÇÃO	69
4. MATERIAL E MÉTODOS	72
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
6. CONCLUSÕES	86
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
CAPITULO 5	
CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
ANEXOS	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
Capítulo 1	
Figura 1.1	Raças Bovinas Naturalizadas Brasileiras: (A) Curraleira, (B) Crioula Lageana, (C) Pantaneira, (D) Caracu, (E) Junqueira e (F) Mocha Nacional. 5
Figura 1.2	Touro da raça Crioula Lageana em exposição nacional de animais. 9
Capítulo 2	
Figura 2.1	Estrutura do pedigree dos animais da raça bovina Crioula Lageana e nível de identificação dos ancestrais até a quinta geração. 32
Figura 2.2	Número de ancestrais da raça bovina Crioula Lageana que explicam 50% da variabilidade genética do rebanho. 38
Figura 2.3	Índice de conservação genética (ICG) da raça bovina Crioula Lageana em relação ao número de animais. 39
Capítulo 3	
Figura 3.1	Análises canônicas dos animais da raça bovina Crioula Lageana em relação à região de origem do Planalto Catarinense. 57
Figura 3.2	Dendrograma baseado na distância euclidiana entre animais em relação à região de origem do Planalto Catarinense usando medidas morfométricas. 58
Figura 3.3	Médias canônicas das medidas morfométricas da raça bovina Crioula Lageana. 59
Capítulo 4	
Figura 4.1	Tamanho populacional estimado da raça bovina Crioula Lageana no decorrer de 500 anos. 77
Figura 4.2	Taxa de crescimento determinística da raça bovina Crioula Lageana em relação a percentagem de mortalidade de animais até um ano de idade. 79
Figura 4.3	Heterozigose esperada (H_e) da população da raça bovina Crioula Lageana ao longo de 500 anos. 80
Figura 4.4	Estimativa de crescimento populacional dos fundadores da raça bovina Crioula Lageana em uma capacidade de suporte da área (k) igual a 5.000 animais. 84

ÍNDICE DE TABELAS

Tabelas	Página
Capítulo 2	
Tabela 2.1	Número de gerações, incremento de endogamia (ΔF) e tamanho efetivo populacional (N_e), para cada tipo de geração nos animais da raça bovina Crioula Lageana
	34
Tabela 2.2	Resumo dos parâmetros populacionais dos animais da raça bovina Crioula Lageana
	36
Tabela 2.3	Intervalo de gerações (IG) e desvio padrão dos animais da raça bovina Crioula Lageana
	40
Tabela 2.4	Estatísticas F de Wright dos animais da raça bovina Crioula Lageana em relação à região de origem do Planalto Catarinense
	41
Capítulo 3	
Tabela 3.1	Resumo da análise de variância das medidas morfométricas da raça bovina Crioula Lageana
	53
Tabela 3.2	Médias mínimas (em centímetros) das medidas morfométricas da raça bovina Crioula Lageana em relação ao sexo
	54
Tabela 3.3	Médias mínimas (em centímetros) das medidas morfométricas da raça bovina Crioula Lageana em relação a idade
	54
Tabela 3.4	Análise discriminante e número de animais (n) da raça bovina Crioula Lageana em relação à região de origem do Planalto Catarinense
	56
Tabela 3.5	Correlações de Pearson entre as medidas corporais dos animais da raça bovina Crioula Lageana (n=346)
	60
Capítulo 4	
Tabela 4.1	Estrutura populacional da raça bovina Crioula Lageana do Planalto Catarinense distribuída por sexo e faixa etária (n=1.408)
	82
Tabela 4.2	Análise da Viabilidade Populacional da raça bovina Crioula Lageana do Planalto Catarinense, a partir de sua formação, em 12 cenários distintos
	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Abreviatura

ΔF	Incremento de endogamia
% Mort	Porcentagem de mortalidade de animais até um ano de idade
% Machos	Porcentagem de machos sobre o número de fêmeas em acasalamento
ABCCL	Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Crioula Lageana
AC	Altura de cernelha
AG	Altura de garupa
AR	Coefficiente médio de parentesco
CC	Comprimento de corpo
CV	Coefficiente de variação
CG	Comprimento de garupa
Det.r	Taxa de crescimento determinística
DP	Desvio padrão
F	Coefficiente de endogamia
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
<i>fa</i>	Número efetivo de fundadores
<i>fe</i>	Número efetivo de ancestrais
F_{st}	Correlação dos genes da subpopulação em relação aos genes da população total
F_{is}	Correlação dos genes de um indivíduo em relação aos genes de sua subpopulação
F_{it}	Correlação dos genes de um indivíduo em relação aos genes da população total
He	Heterozigose esperada
ICG	Índice de conservação genética
IG	Intervalo de gerações
IP	Índice de integridade do pedigree
K	Capacidade de suporte da área
LG	Largura de garupa
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
n	Número de animais
Ne	Tamanho efetivo populacional
P (ext.)	Probabilidade de extinção
PT	Perímetro torácico
Ret	Número de machos retirados da população anualmente
SAS [®]	Statistical Analysis System

ANÁLISE DA ESTRUTURA GENÉTICA, DA BIOMETRIA E DA VIABILIDADE POPULACIONAL DA RAÇA BOVINA CRIOULA LAGEANA

Tomaz Gelson Pezzini¹ e Arthur da Silva Mariante²

¹Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Animais. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília. Brasília/DF. tomaz.pezzini@agricultura.gov.br. ²Doutor em Genética e Melhoramento. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília/DF. mariante@cenargen.embrapa.br.

RESUMO

A raça bovina Crioula Lageana, uma raça naturalizada brasileira, é descendente dos animais trazidos pelos colonizadores portugueses a partir do século XVI. A partir daí, a população cresceu extensivamente até a introdução das raças comerciais no final do século XIX. Atualmente, somente 1.408 animais permanecem na região do Planalto Catarinense. Com o objetivo de avaliar as características fenotípicas, genéticas e o risco de extinção desta raça foram realizados três estudos. O primeiro analisou a estrutura genética da população, por meio de dados de registro de 1.638 animais, fornecidos pela Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Crioula Lageana, coletados entre os anos de 1970 e 2008. Os resultados indicam que apesar do reduzido número de animais e do desenvolvimento populacional a partir de uma estreita base genética, a população apresenta baixos níveis de endogamia, baixa diferenciação genética e tamanho efetivo populacional adequado para conservação da raça. O segundo estudo avaliou os dados morfométricos de 346 animais, classificando-os de acordo com a idade, sexo e região de origem no Planalto Catarinense. Os resultados indicaram acentuado dimorfismo sexual, terminação tardia, baixa diferenciação entre as regiões e altas correlações entre as medidas morfométricas. O terceiro estudo analisou a interferência de parâmetros demográficos, ambientais e genéticos na viabilidade populacional da raça Crioula Lageana ao longo de 500 anos, por meio da simulação de 128 cenários hipotéticos. Os resultados mostraram que a população não apresenta risco aparente de extinção, em consequência da alta diversidade genética, elevada taxa de crescimento populacional e adequada estrutura demográfica. O conhecimento e a aplicação das informações geradas neste estudo pelos criadores da raça poderão auxiliar na conservação deste valioso recurso genético.

Palavras Chave: *Bos taurus*, genética populacional, avaliação morfométrica, conservação de recursos genéticos animais, risco de extinção.

ANALYSIS OF GENETIC STRUCTURE, BIOMETRIC AND POPULATION VIABILITY OF THE CRIOLLO LAGEANO CATTLE BREED

ABSTRACT

The Criollo Lageano cattle breed is a naturalized Brazilian breed that descends from animals brought by the Portuguese settlers in the 16th century. Since then, the population increased in numbers, until the introduction of commercial breeds at the end of the 19th century. Currently, only 1,408 animals remain on the Plateau of Santa Catarina State. Three studies were undertaken to evaluate phenotypic and genetic parameters of this breed, as well as its risk of extinction. The first one examined the genetic structure of the population, using data of 1,638 animals, supplied by the Criollo Lageano Cattle Breeders Association, collected between 1970 and 2008. The results indicate that despite the small number of animals and the population development from a narrow genetic base, the population presents low levels of inbreeding, low genetic differentiation and an effective population size suitable for conservation of the breed. The second study assessed the morphometric data of 346 individuals, taking into consideration age, sex and region of origin in the Plateau of Santa Catarina State. The results showed marked sexual dimorphism, late termination, low differentiation between regions and high correlations between the morphometric measurements. The third study analyzed the interference of demographic, environmental and genetic factors on the viability of Criollo Lageano cattle population over 500 years, through 128 hypothetical scenarios. The results showed that the population has no apparent risk of extinction as a consequence of its high genetic diversity, high rate of growth and appropriate demographic structure. The knowledge of the results obtained in this study and their utilization by the breeders of the Criollo Lageano cattle may help in the conservation of this valuable genetic resource.

Keywords: *Bos taurus*, population genetics, morphometric assessment, conservation of animal genetic resources, risk of extinction.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O Brasil possui diversas raças de animais domésticos que se desenvolveram a partir de raças trazidas pelos colonizadores portugueses e espanhóis, durante a ocupação territorial do novo continente. Ao longo desses quase cinco séculos, estas raças foram submetidas à seleção natural em determinados ambientes, a ponto de apresentarem características específicas de adaptação a tais condições. A partir do final do século XIX e início do século XX, passaram a ser importadas raças exóticas, selecionadas em regiões de clima temperado. Embora mais produtivas estas raças exóticas não possuem as características de adaptação, resistência a doenças e a parasitas encontradas nas raças consideradas “naturalizadas”. Pouco a pouco, através de cruzamentos absorventes, as raças exóticas foram substituindo as raças naturalizadas, fazendo com que estas últimas estejam hoje ameaçadas de extinção (MARIANTE et al., 2009).

Muitas têm sido as iniciativas visando a conservação de raças ou populações de animais domésticos ameaçadas de extinção. No Brasil, as atividades de conservação de recursos genéticos animais estão sendo desenvolvidas por diversos centros de pesquisa, universidades, empresas estaduais de pesquisa, bem como produtores privados. Os programas de conservação de recursos genéticos animais vêm sendo realizado através de Núcleos de Conservação, onde os animais são mantidos no habitat onde se desenvolveram e foram submetidos à seleção natural (*in situ*) e mediante o armazenamento de sêmen e embriões (*ex situ*).

Dentre os Núcleos de Conservação, destaca-se o da raça Crioula Lageana, que foi uma das primeiras a serem incluídas no Programa Brasileiro de Conservação de Recursos Genéticos Animais, criado no período de 1983 e coordenado pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. A partir da criação deste Programa, a Embrapa, em parceria com Universidades e outros centros de pesquisa, passaram a desenvolver estudos fenotípicos e genéticos a fim de conhecer a diversidade genética das raças naturalizadas brasileiras e auxiliar na padronização racial destes animais.

Em 2004, um passo importante foi dado para o reconhecimento do valor genético dessa raça bovina, com a criação de uma associação promocional denominada Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Crioula Lageana - ABCCL. Quatro anos depois, a raça bovina Crioula Lageana foi reconhecida pelo Ministério da Agricultura,

Pecuária e Abastecimento – MAPA, por meio da Portaria 1.048, publicada em outubro de 2008, e a partir desta data, a referida associação passou a ter o direito de realizar os registros genealógicos da raça. Essa decisão beneficiou os criadores da raça e foi um passo importantíssimo para afastá-la do perigo de extinção. Segundo informações do Serviço de Registro Genealógico da ABCCL, a população atual ultrapassa 1.400 animais, criados em propriedades rurais do Planalto Catarinense.

1. Problemática e Relevância

O estudo das características genéticas e fenotípicas da raça bovina Crioula Lageana justifica-se pelo fato desta raça possuir características únicas de adaptação a região mais fria do Brasil, situada no Planalto Catarinense. Este fator foi decisivo para inclusão da raça no Programa Brasileiro de Conservação de Recursos Genéticos Animais. Adicionalmente, Mariante & Trovo (1989) relataram que, no final da década de 80, a população desses animais encontrava-se reduzida a um efetivo que não ultrapassava 500 exemplares, sendo que mais de 80% da população pertencia a um só criador.

A conservação da diversidade genética crioula torna-se de extrema importância para que se promova o acesso a genes desejáveis e complexos gênicos que possam contribuir para o estoque futuro de alimentos (MARIANTE & CAVALCANTE, 2006). Entretanto, a falta de informações sobre as populações está entre os principais entraves no desenvolvimento de programas de melhoramento e conservação de recursos genéticos animais. A caracterização genética e fenotípica de raças naturalizadas poderão oferecer informações valiosas para a tomada de decisões adequadas, visando a melhoria e desenvolvimento de programas de melhoramento genético e de conservação.

Desta forma, em virtude da raça Crioula Lageana ser a única raça bovina naturalizada do Programa Brasileiro de Conservação de Recursos Genéticos Animais adaptada ao clima subtropical e em virtude da necessidade de se obter mais informações fenotípicas e genéticas para uma melhor gestão deste importante patrimônio genético é que se decidiu realizar este estudo.

2. Objetivos

2.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo é o de gerar informações técnico-científicas para promover uma melhor gestão dos recursos genéticos da raça bovina Crioula Lageana a fim de contribuir para uma eficiente conservação da raça.

2.2. Objetivos específicos

- Analisar a estrutura genética da população da raça bovina Crioula Lageana.
- Avaliar os dados biométricos da raça bovina Crioula Lageana.
- Promover a análise da viabilidade populacional de animais da raça bovina Crioula Lageana no Planalto Catarinense.

REVISÃO DE LITERATURA

1. Origem da Espécie Bovina e das Raças Brasileiras

A origem histórica e formação da espécie bovina ainda é um tema bastante contraditório. Atualmente, existem três hipóteses sobre a origem destes animais. A primeira delas, denominada de monofilética, sugere que todos os bovinos domésticos tiveram um único ancestral, o Uro Europeu (*Bos taurus primigenius*). A segunda hipótese, denominada de difilética, sugere que nossos bovinos domésticos se originaram de duas formas, o Uro europeu (*Bos taurus primigenius*) e o Uro de chifres curtos (*Bos taurus brachycerus*). A terceira hipótese, denominada polifilética, sugere que os bovinos domésticos se originaram de cinco ou mais formas primitivas, agrupando as raças bovinas contemporâneas de acordo com características zoológicas e osteológicas (MARTINS et al., 2009).

De acordo com a hipótese monofilética, o Uro europeu, também chamado de Arouque, seria o ancestral único de todos os bovinos domésticos, tanto das raças taurinas como das raças zebuínas. Os auroques possuíam uma grande distribuição geográfica, tendo sido encontrados fósseis em sítios distantes como a Inglaterra e a China, o que ocasionou a formação de subespécies e raças geograficamente distintas (EGITO, 2007).

Acredita-se que a formação da espécie bovina tenha ocorrido na Ásia, sendo a sua expansão realizada em tempos distintos. Num primeiro momento, houve irradiação dos animais em sua forma selvagem na medida em que ocorria o degelo glacial e, depois, já domesticados, no curso dos movimentos migratórios do Homem após o neolítico. O *Bos primigenius*, considerado o precursor da espécie, espalhou-se a partir da Ásia para o continente africano, originando o *Bos primigenius opisthonomus* e para a Europa, dando origem ao *Bos primigenius primigenius*. A forma que permaneceu na origem foi a *Bos primigenius nomadicus*. A separação de populações do Uro Europeu gerou uma considerável variabilidade morfofuncional dos bovinos observada nos dias de hoje (VENERONI, 2007).

De acordo com a hipótese polifilética, os bovinos que chegaram às Américas possivelmente descendem dos antigos bovinos hamíticos (*Bos taurus hamiticus*), os quais teriam sido domesticados por volta de 4.000 anos a.C., no Egito. Por serem oriundos do norte da África, estes animais adquiriram uma característica marcante que era a de possuir chifres longos. Com o passar dos anos, estes animais foram sendo introduzidos no sul da Espanha e espalharam-se por toda a Península Ibérica. Assim, os seguidores desta teoria acreditam que

algumas das raças existentes em Portugal e Espanha, que no passado formavam um só país, possuem ancestrais nestes bovinos (PRIMO, 2004).

A evolução dos animais domésticos e sua expansão foram moldadas pelo homem ao longo das gerações, devido à sua rota migratória e o estabelecimento do ser humano nas mais diversas regiões. Os bovinos ibéricos tiveram sua origem em três troncos diferentes: o batavio (*Bos taurus batavicus*) é o provável ancestral das raças Barrosã e Turina. Já o aquitânico (*Bos taurus aquitanicus*), deu origem às raças Galega, Arouquesa, Alentejana, Mertolenga, Algarvia, Minhota, enquanto o ibérico (*Bos taurus ibericus*) originou as raças Mirandesa e Brava (SERRANO et al., 2004). No Brasil, o *Bos taurus ibericus* originou as raças Curraleira, Crioula Lageana e Pantaneira, enquanto que *Bos taurus aquitanicus* deu origem às raças Caracu, Junqueira e Mocha Nacional (PRIMO, 2000).

Como no período do descobrimento não existiam bovinos no Brasil, supõe-se que os bovinos ibéricos existentes na atualidade formavam um ancestral comum com os bovinos crioulos das Américas (McMANUS et al., 2010a). Assim, raças como a Retinta, Berrenda, Blanca Cacereña e Negra Andaluza, existentes na Península Ibérica nos dias de hoje, podem ser descendentes dos mesmos ancestrais que contribuíram na formação racial dos bovinos naturalizados brasileiros (Figura 1.1).

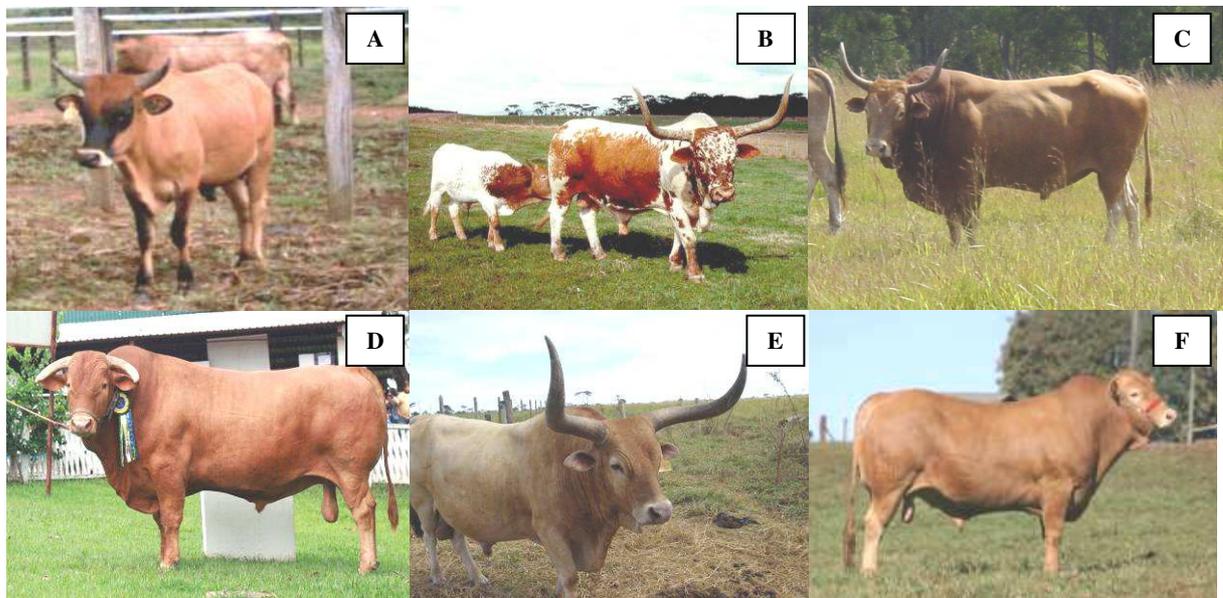


Figura 1.1 – Raças Bovinas Naturalizadas Brasileiras: (A) Curraleira, (B) Crioula Lageana, (C) Pantaneira, (D) Caracu, (E) Junqueira e (F) Mocha Nacional (Fonte: EGITO, 2007).

2. Conservação de Recursos Genéticos Animais

Programas mundiais de conservação de recursos genéticos animais têm sido desenvolvidos baseados na preocupação da perda da diversidade genética devido à extinção de raças e populações. Levantamentos realizados pela Organização para Agricultura e Alimentação das Nações Unidas - FAO mencionam que nos últimos seis anos 62 raças se extinguíram, o que significa a perda de quase uma raça doméstica por mês. Preocupada com esta situação, essa mesma organização internacional decidiu iniciar um levantamento em nível mundial sobre a situação das principais espécies de animais domésticos, o que foi realizado com o auxílio de várias instituições e de diversos países (entre os quais o Brasil). Este esforço culminou com a publicação de um relatório mundial denominado “Situação Mundial dos Recursos Genéticos Animais”, o qual informa que, de um total de 7.616 raças de animais de criação, cerca de 20% estão ameaçadas de extinção (FAO, 2007a).

Esse relatório mundial foi baseado em 169 Relatórios Nacionais que descrevem o estado atual da biodiversidade pecuária, relatando as tendências do setor e suas implicações para a conservação dos recursos genéticos animais, como a capacitação humana existente, as estratégias, a legislação e o uso das biotecnologias nos diferentes países. Esse documento relata ainda que para a região composta pela América Latina e o Caribe foram informadas 148 raças bovinas locais, sendo que dessas, 19 já se extinguíram. Segundo a FAO, grande parte dos recursos genéticos animais em risco de extinção, encontra-se nos países em desenvolvimento. Como os programas de conservação latino-americanos apresentam grande instabilidade, devido à falta de financiamento e políticas públicas, das 449 raças listadas para os países latino-americanos, apenas 124 possuem dados sobre suas populações, sendo que dessas, 43 estão em risco de extinção (FAO, 2007b).

Nas últimas décadas do século 20, foi constatado que o uso e a preservação dos recursos genéticos animais são inseparáveis (BARKER, 1994). Houve uma conscientização da importância das raças domésticas na biodiversidade mundial devido aos genes e combinações gênicas que estes possuem e que podem ser úteis na agropecuária no futuro. Hanotte & Jianlin (2005) também relataram que a situação é particularmente preocupante nos países em desenvolvimento onde as mudanças nos sistemas de produção levaram à substituição ou absorção, por cruzamento, das raças nativas e, com isto, concluem que a documentação da diversidade dos recursos genéticos animais é urgente, assim como a adoção de estratégias para sua conservação sustentável.

3. A Introdução dos Bovinos no Continente Americano

A trajetória dos bovinos para o continente americano iniciou por volta do ano 1493, na segunda viagem de Colombo. Esses animais chegaram primeiramente à ilha então conhecida como Espanhola, onde hoje se localizam a República Dominicana e o Haiti. A maioria destes animais saiu da cidade de Sevilha, principal porto de embarque para o Novo Mundo. Da Ilha Espanhola, os animais disseminaram-se com sucesso, sendo que 40 anos depois já se encontravam em todos os países da América do Sul. Além de raças espanholas, as primeiras a adentrarem o Novo Mundo, o Brasil foi o único país do continente americano que recebeu raças de origem portuguesa, sendo que a primeira introdução ocorreu 34 anos após o descobrimento do Brasil, acompanhando o início da colonização (MARTINS et al., 2009).

A introdução de bovinos na América do Sul esteve diretamente associada ao avanço das frentes colonizadoras em direção ao interior do continente. Pelos portos do oceano Atlântico, onde hoje se localizam os estados de São Paulo, Bahia e Pernambuco, adentrou o gado português. O gado espanhol adentrou pelo Rio da Prata, que mais tarde, chegou ao Brasil pelas fronteiras com o Uruguai, Argentina e Paraguai. Os bovinos desembarcados em São Vicente, onde agora se situa a região de Santos/SP, foram irradiados para os campos sulinos, Goiás e Vale do São Francisco, chegando posteriormente até o Piauí e ao Ceará. Já os bovinos que desembarcaram em Pernambuco e na Bahia emigraram para os sertões nordestinos, norte de Minas e oeste da Bahia, aonde posteriormente encontraram os rebanhos originários de São Vicente (PRIMO, 2004).

Os três núcleos – São Vicente, ao sul; Salvador, ao centro; Recife, ao norte – constituíram-se nas zonas importadoras de gado de origem portuguesa, que se reproduzia livremente, sem a interferência do homem. A seleção natural destes rebanhos em ambientes totalmente distintos e a miscigenação dos animais trazidos deu origem a diferentes raças. No Nordeste do país, cresceu o gado Curraleiro, Sertanejo ou Pé Duro, que migrou para Minas Gerais e Goiás. No sudeste desenvolveu-se o Junqueira e o Franqueiro, além das raças Caracu e Mocho Nacional. No Sul, formou-se o Crioulo Lageano e, no Pantanal, o gado Pantaneiro (MARIANTE & CAVALCANTE, 2006).

4. Formação Histórica da Raça Crioula Lageana

O termo “Crioulo” tem grande importância histórica para as Américas e foi importante na organização social do Brasil colônia, sendo utilizado tanto para definir a

procedência dos indivíduos como na determinação racial dos mesmos. Por muitos anos, e até nos dias de hoje, ele é utilizado no sentido pejorativo, o que pode de alguma forma explicar o preconceito em relação àqueles chamados de “crioulos”, inclusive as raças bovinas. O termo Crioulo designa diversos adjetivos e substantivos, e pode ser compreendido e utilizado de diversas maneiras dependendo do contexto em que é aplicado. De maneira geral, o termo faz referência a algo que é local e que foi criado ali, além de que denota mestiçagem, ou seja, mistura de raças, culturas, linguagens e costumes (VEIGA, 2007).

A introdução de bovinos no Rio Grande do Sul foi realizada pelos jesuítas com o propósito de abastecer os povos das missões. Com a invasão das Missões jesuíticas pelos Bandeirantes (Luso-brasileiros), grande parte do rebanho foi levado para a região de Franca no estado de São Paulo, e assim surgiu a denominação do gado Franqueiro. Acredita-se que muitos desses animais tenham se perdido das tropas e muitos deles tenham se embrenhado nas matas do Planalto Catarinense, formando rebanhos.

Quando se iniciou a colonização dos campos da Serra Catarinense, os colonizadores trouxeram consigo o gado Franqueiro, que cruzou com os bovinos crioulos da região e essa miscigenação deu origem à raça Crioula Lageana (Mariante & Cavalcante, 2006). Esses animais espalharam-se pelas vacarias do sul (Serra Catarinense e Terceiro Planalto Paranaense), onde sofreram miscigenação e seleção natural por um período de quase 400 anos. As condições inóspitas do Planalto Catarinense, com invernos rigorosos e nevascas, a baixa disponibilidade de alimento, os predadores e as condições de abandono nas vastas extensões de campo, resultaram na formação de uma raça naturalizada extremamente adaptada às condições ambientais da região (PRIMO, 2000).

Durante longo tempo, os bovinos da raça Crioula Lageana foram a sustentação da bovinocultura da região do Planalto Catarinense, adquirindo características únicas de adaptação aos nichos ecológicos onde se desenvolveram. A partir do final do século passado, esses bovinos foram cruzados com animais de raças europeias e zebuínas. Admite-se que os bons resultados obtidos com os cruzamentos favoreceram as importações de reprodutores de outras raças, causando o desaparecimento quase total dos bovinos Crioulos (MARIANTE & CAVALCANTE, 2006). No final da década de 80, Mariante & Trovo (1989), relataram que a população desses animais encontrava-se reduzida a um efetivo que não ultrapassava 500 exemplares, e mais de 80% da população pertencia a um só criador.

Em 1983, a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, incluiu essa raça em seu Programa de Conservação e Uso de Recursos Genéticos Animais e passou a desenvolver estudos genéticos e fenotípicos com estes animais. Em 2004, um passo importante foi dado

para o reconhecimento do valor genético dessa raça bovina, com a criação da Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Crioula Lageana - ABCCL. Quatro anos depois, a raça bovina Crioula Lageana foi reconhecida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Essa decisão beneficiou os criadores da raça e foi um passo importantíssimo para afastá-la do perigo de extinção. Atualmente, a raça possui uma população que ultrapassa 1.400 animais criados em estabelecimentos rurais da região do Planalto Catarinense. Na Figura 1.2 observa-se a participação de um exemplar da raça em uma exposição nacional de animais.



Figura 1.2 – Touro da raça Crioula Lageana em exposição nacional de animais.

Apesar dos avanços ocorridos no desenvolvimento populacional da raça Crioula Lageana, nesta última década, o conhecimento de seus parâmetros genéticos e fenotípicos é fundamental para um eficiente programa de conservação. Estas informações são também importantes na identificação de nichos de mercado que agreguem valor a esse recurso genético. Neste sentido, as informações sobre a estrutura genética populacional, as características biométricas e a viabilidade da raça no Planalto Catarinense são importantes para que este objetivo seja atingido.

5. Estrutura Genética de Populações

Uma população, do ponto de vista genético, é um conjunto de genes que se formam ao longo do tempo sob influência de quatro processos evolutivos: a seleção natural, a deriva gênica, a mutação e a migração. O conhecimento da composição genética de populações é imprescindível para o estudo da evolução de uma raça ou espécie. No entanto, a falta de informações sobre as populações está entre os principais entraves no desenvolvimento de programas de conservação de recursos genéticos animais (RODRIGUES, 2009).

Apesar dos recentes avanços das técnicas de genética molecular, os estudos de avaliação da estrutura genética de populações com base em informações de pedigree continuam sendo relevantes. As informações de *pedigree* para os estudos populacionais têm como vantagens o baixo custo e a simplicidade de obtenção, quando comparada ao uso de marcadores moleculares (CARNEIRO et al., 2009). Nos últimos anos, diversos estudos para avaliar a estrutura genética populacional de raças bovinas têm sido realizados no Brasil e América do Sul. Estes estudos, mediante informações de dados de pedigree, podem mostrar importantes circunstâncias que afetam o histórico genético dessas populações (FARIA et al., 2001; FARIA et al., 2002; VERCESI FILHO et al., 2002; FARIA et al., 2004; CAROLINO & GAMA, 2008; MARTINEZ et al., 2008).

Entre os parâmetros avaliados no estudo da estrutura genética de populações, o índice de integridade de pedigree (IP) é o mais importante, pois indica a quantidade de ascendentes conhecidos em cada geração na população estudada. Através deste parâmetro, é possível identificar a percentagem de pais, avós, bisavós e tataravós conhecidos de cada animal ou da média da população. Essa informação se faz importante porque todos os parâmetros a serem estimados para o conhecimento da genética populacional de um rebanho são consequência dessa estrutura, sendo que quanto mais completo for o pedigree, mais precisas serão essas estimativas (GOYACHE et al., 2003).

Outro parâmetro importante é o tamanho efetivo populacional (N_e), o qual representa a quantidade de animais de ambos os sexos que contribuem para a variabilidade genética em uma população dita “ideal”. Em uma população ideal, o número de machos e fêmeas em reprodução é idêntico, os acasalamentos ocorrem ao acaso e não ocorre sobreposição de gerações. O N_e de uma população é um parâmetro chave na conservação genética, devido a sua relação inversa com o aumento da endogamia (FRANKHAM, 1995). A consequência direta de elevados índices de endogamia em uma população é a redução do desempenho fenotípico e da viabilidade populacional, fenômeno este conhecido como

depressão endogâmica (REIS FILHO, 2006). Para a prevenção da depressão endogâmica em bovinos, um tamanho efetivo de 50 animais é suficiente para populações em programas de conservação (FAO, 1998).

O coeficiente de endogamia (F) é a probabilidade que dois indivíduos têm de possuir alelos idênticos pelo fato de terem um ascendente em comum (BOICHARD et al., 1997). O principal efeito genético da endogamia é aumentar a homozigose e o consequente aparecimento, na forma homozigota, de vários genes recessivos indesejáveis, reduzindo a fertilidade e a sobrevivência dos animais (POGGIAN, 2008). Além disso, a endogamia promove redução na capacidade adaptativa das raças e espécies, diminuindo sua capacidade de responder às adversidades de ambientes em gerações futuras (NAVARRO, 2008). Já o coeficiente de relação médio (AR), mede a probabilidade de um alelo escolhido ao acaso na população pertencer a um determinado indivíduo (LAAT, 2001). O AR apresenta um valor maior à medida que se produz mais descendente, e pode ser utilizado como alternativa ao coeficiente de endogamia (GUTIÉRREZ & GOYACHE, 2005). Em programas de conservação, através do conhecimento do F e do AR de uma população, é possível orientar os planos de acasalamentos dos animais, visando à união de indivíduos menos aparentados possíveis.

Outro parâmetro importante na avaliação da estrutura genética de populações é a identificação do número efetivo de fundadores e ancestrais. Os animais fundadores são aqueles que formaram a população base do rebanho, enquanto que o número efetivo de fundadores (f_e) é o número de animais cuja contribuição genética produziria a mesma variabilidade genética encontrada na população atual. Os ancestrais são aqueles animais (fundadores ou não) cuja contribuição genética tenha sido marcante, através de seu alto número de descendentes na população, enquanto que o número efetivo de ancestrais (f_a) representa o número mínimo de animais necessários para explicar a diversidade genética da população (BOICHARD et al., 1997).

A avaliação da estrutura genética de uma população também é influenciada pelo índice de conservação genética (ICG) e pelo intervalo de gerações (IG). O ICG é um parâmetro que estima o número efetivo médio de fundadores presente no pedigree de um animal. Este índice também é usado como uma forma alternativa de avaliar indiretamente a taxa de endogamia de um rebanho, quando não se tem informações da maioria de seus progenitores (ALDERSON & BODÓ, 1992). Já o IG pode ser definido como a média da idade de um animal reprodutor quando nascem seus descendentes, ou seja, é a idade média dos pais ao nascimento de seus filhos. Para este parâmetro, são considerados apenas os filhos

que deixaram descendentes. O cálculo do IG é realizado através de quatro vias: pai-filho, ou seja, a idade do pai ao nascimento do filho, pai-filha, mãe-filho e mãe-filha (LIMA, 2005).

O conhecimento da variabilidade genética é outro parâmetro de destaque na avaliação da estrutura genética de populações. As estatísticas F de Wright medem a diversidade genética existente na população estudada, baseada em informações de parentesco dos animais (AZOR et al., 2008). Para isto, são estimados três coeficientes de endogamia: O F_{st} , o qual indica a correlação entre os genes da subpopulação em relação aos genes da população total, o F_{is} , o qual indica a correlação dos genes de um indivíduo em relação aos genes de sua subpopulação, e o F_{it} , o qual indica a correlação dos genes de um indivíduo em relação aos genes da população total (MUNIZ et al., 2008).

Na raça Crioula Lageana, diversos trabalhos com marcadores moleculares relataram uma alta diversidade genética. Spritze et al. (2003), ao realizar a caracterização genética desta raça utilizando marcadores moleculares RAPD, observaram que não houve perda da diversidade genética ao longo das gerações. Serrano et al. (2004) ao avaliarem a diversidade genética e a estrutura da população de cinco raças bovinas naturalizadas brasileiras, verificaram que a raça Crioula Lageana pode ser considerada uma entidade genética distinta, comprovando assim, a unicidade de sua população. Rangel et al. (2004) verificaram que os animais da raça Crioula Lageana formaram um grupo independente dos demais animais testados demonstrando a importância de novas pesquisas com esta raça. Egito et al., (2007) verificaram que esta raça possui uma maior riqueza alélica quando comparada a raças especializadas e a raças zebuínas. Portanto, um estudo da estrutura genética da população da raça Crioula Lageana poderá confirmar a diversidade genética encontrada nos trabalhos com marcadores moleculares acima descritos para esta raça.

6. Características Biométricas

O conhecimento das características morfométricas de uma raça é importante para estabelecer parâmetros de referências para esta população, sendo fundamental para o planejamento de programas de conservação e para uso posterior em programas de melhoramento animal (RIBEIRO et al., 2004). São escassos os estudos publicados referentes as dimensões corporais e suas relações com características produtivas em raças naturalizadas brasileiras (BIANCHINI et al., 2006; LANDIM et al., 2007; McMANUS et al., 2010b; CARNEIRO et al., 2010). Para programas de conservação de recursos genéticos animais, a caracterização fenotípica constitui uma das principais etapas deste processo, pois além de

servir de base para os processos de seleção dos animais, serve como estratégia para a preservação de raças e espécies que porventura estejam ameaçadas de extinção (McMANUS et al., 2001).

Medidas morfométricas associadas ao tamanho adequado para bovinos de corte vêm sendo discutidas há pelo menos 150 anos, com contínuas mudanças de conceito de animal ideal, passando de bovinos grandes, com terminação tardia, para tipos mais leves, com terminação rápida em idades precoces (KLOSTERMAN, 1972). No entanto, nos últimos anos, tem-se dado atenção especial ao estudo do tamanho corporal adequado para bovinos de corte, devido aos requisitos de produção e manutenção que influenciam o grau de maturidade fisiológica e o retorno econômico do negócio (ROCHA et al., 2003).

Neste sentido, diversos estudos têm mostrado que algumas medidas esqueléticas lineares dos animais devem ser avaliadas em conjunto com o perímetro torácico para obtenção de dados mais confiáveis (BOURDON & BRINKS, 1986; LISBOA & FERNANDES, 1987; BAKER et al., 1988; HAGGER & HOFER, 1991; NORTHCUTT et al., 1992; NORTHCUTT & WILSON, 1993; VARGAS et al., 1998, LUCHIARI FILHO, 2000; VARGAS (2000) e YOKOO et al., 2007).

Segundo Prajapati et al. (1991), as medidas corporais lineares variam em função do crescimento esquelético, atingindo um limiar à maturidade, enquanto que a circunferência torácica varia geralmente em função do crescimento muscular. Northcutt et al. (1992), sugerem que mensurações corporais lineares, como altura e comprimento, são mais precisas na determinação do tamanho do animal do que o perímetro torácico, uma vez que este e a gordura subcutânea podem sofrer flutuações periódicas em função do estado nutricional.

Hagger & Hofer (1991) destacaram que as medidas corporais lineares são de interesse em programas de seleção, devido à facilidade de tomá-las em larga escala e ao fato de não oscilarem dentro de determinado período de tempo. No entanto, os mesmos autores citam que as elevadas correlações existentes entre medidas esqueléticas levam à conclusão de que não existe necessidade de tomar várias dessas medidas em programas de melhoramento genético. Devido a alta correlação com as demais medidas morfométricas, aliada a facilidade de medição, diversos estudos têm apontado a altura de garupa como a medida esquelética mais adequada para ser utilizada em programas de seleção para tamanho esquelético em bovinos de corte (LIMA et al., 1989; PEIXOTO, 1989; LISBOA & FERNANDES, 1987; BAKER et al., 1988; NORTHCUTT et al., 1992; NORTHCUTT & WILSON, 1993; WINKLER, 1993; VARGAS et al., 1998 e YOKOO et al., 2007).

Em relação à raça Crioula Lageana, são raros os estudos publicados na literatura sobre seus parâmetros produtivos. Cardoso (2006), ao avaliar o perímetro escrotal de touros da raça Crioula Lageana, constatou que os machos atingiram a maturidade sexual aos 24 meses, sendo semelhante à idade em que raças comerciais precoces chegam a maturidade sexual. Bianchini et al. (2006) ao avaliarem as medidas corporais associadas à adaptação ao calor de raças bovinas naturalizadas, verificaram que a raça Crioula Lageana possui maior espessura de pêlo, sugerindo uma maior resistência a baixas temperaturas quando comparada às demais raças em seu estudo. Giacomini (2006), ao avaliar a idade à puberdade de fêmeas Crioulas Lageanas mantidas em pastagem cultivada, verificou que estas estavam aptas à reprodução aos 15 meses de idade, sugerindo serem fêmeas sexualmente precoces. No entanto, um estudo para avaliar as características morfométricas da raça Crioula Lageana associados a parâmetros produtivos ainda não foi realizado. Assim, é de grande importância a viabilização deste estudo para a conservação desta raça.

7. Análise de Viabilidade Populacional:

Com o contínuo processo de degradação dos ambientes naturais, surgiu a necessidade de se realizar estimativas cientificamente confiáveis sobre a sobrevivência de populações isoladas. Este tipo de demanda, associado ao interesse recente pelo processo da extinção de espécies animais, levou ao surgimento da análise de viabilidade populacional (SOULÉ, 1987).

A Análise de Viabilidade Populacional (AVP) surgiu na década de 80 nos Estados Unidos e teve origem no trabalho de Shaffer (1981) que introduziu o conceito de ‘população viável mínima’ e uso de modelagens que incorporavam flutuações ambientais, demográficas, genéticas e catástrofes naturais. Desde então as AVPs têm se desenvolvido bastante, com aplicações em diversos estudos biológicos, como a estimação do tamanho populacional, taxas de sobrevivência e taxas de migração, bem como estudos ambientais, como estimação da capacidade de suporte, disponibilidade de recursos forrageiros e a ocorrência de eventos catastróficos (BESSINGER & WESTPHAL, 1998).

Este método consiste em uma ferramenta de modelagem que pode ser utilizada para prever o tamanho de uma população no futuro ou as chances futuras de extinção de uma população de acordo com parâmetros populacionais estimados no presente. Além disso, a AVP também pode ser utilizada para indicar a estratégia de manejo mais recomendada para a

redução da probabilidade de extinção de uma população e avaliar o efeito de diferentes variáveis sobre a persistência de populações pequenas (COULSON et al., 2001).

A partir da década de 90, com a ampliação da utilização de microcomputadores de alto desempenho foi desenvolvida uma série de programas que calculam a AVP, como o VORTEX e o GAAPS, ou modelos matriciais, tais como o INMAT e o RAMAS Metapop. Por conta disso, e da demanda cada vez mais crescente de estimativas acuradas das chances de extinção de populações locais de espécies ameaçadas, a técnica de AVP tornou-se cada vez mais utilizada (LACY, 1993).

Estudos de viabilidade populacional são desenvolvidos com ajuda de métodos de análises quantitativas, e visam avaliar ameaças potenciais e riscos de declínio e extinção de populações, bem como suas possibilidades de recuperação (AKÇAKAYA & SJOGREN-GULVE, 2000). Para isto, o tamanho populacional é um dos principais fatores que determinam o risco de extinção (BRITO & FERNANDEZ, 2000).

Muitos estudos de AVP foram publicados em diferentes espécies animais e seus métodos têm gerado reações distintas (SOULÉ, 1987; BOYCE, 1992; NUNNEY & CAMPBELL, 1993; LINDENMAYER et al., 1993; CAUGHLEY, 1994). Esta metodologia, criada inicialmente para estudar a viabilidade de populações silvestres, passou recentemente a ser utilizada também para avaliar o risco de extinção de raças domésticas, com a publicação do estudo realizado por Armstrong et al. em 2006. Naquele estudo, os autores concluíram que probabilidade de extinção da população da raça bovina Crioula Uruguaia foi remota para os próximos 100 anos, incluindo os cenários mais pessimistas simulados pelo software de avaliação da viabilidade populacional. No entanto, ainda são escassos os estudos referentes à análise de viabilidade populacional em bovinos (REIST-MARTI et al., 2003; BENNEWITZ & MEUWISSEN, 2005; BENNEWITZ et al., 2006; RAED & ATIYAT, 2009).

Na América Latina, muitas raças de animais domésticos estão em risco de extinção, principalmente devido ao processo de introgressão genética de raças comerciais. Pequenas populações são instáveis, uma vez que estão mais expostas às flutuações aleatórias de fatores que podem levar à extinção, como a estocasticidade demográfica, as variações ambientais, as catástrofes e a deriva genética. A combinação dessas forças aleatórias desestabiliza pequenas populações, podendo levá-las à extinção (SHAFFER, 1981). No Brasil, a população de animais da raça Crioula Lageana conta com um reduzido efetivo populacional, e está localizada em apenas uma região do país. Assim, é de grande importância a viabilização deste estudo para estimar a probabilidade de extinção desta raça.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKÇAKAYA, H.R.; SJOGREN-GULVE, P. Population viability analysis in conservation planning: An overview. **Ecological Bulletins**, v.48, p.9-21, 2000.

ALDERSON, L., BODO, I. **Genetic conservation of domestic livestock**. Ed. CAB International: Wallingford. 1992. 282p.

ARMSTRONG, E.; POSTIGLIONI, A.; GONZÁLEZ, S. Population Viability Analysis of the Uruguayan Creole Cattle Genetic Reserve. **Animal Genetic Resources Information**, v.38, p.19-33, 2006.

AZOR, P.J.; CERVANTES, I.; VALERA, M.; ARRANZ, J.J.; MEDINA, C.; GUTIÉRREZ, J.P.; GOYACHE F.; MUÑOZ, A.; MOLINA, A. Análisis preliminar de la estructura genética del Merino: Situación de las estirpes tradicionales mediante análisis genealógico y molecular. **Información Técnica Económica Agraria**, v.104, p.295-302, 2008.

BAKER, J.F.; STEWART, T.S.; LONG, C.R.; CARTWRIGHT, T.C. Multiple regression and principal components analysis of puberty and growth in cattle. **Journal of Animal Science**, v.66, p.2147-2158, 1988.

BARKER, J.S.F. A global protocol for determining genetic distances among domestic livestock breeds. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 5., 1994, Guelph. **Anais...** Guelph, Canada; World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, p.501-508, 1994.

BENNEWITZ, J.; MEUWISSEN, T.H.E.; Estimation of extinction probabilities of five German cattle breeds by population viability analysis. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.2949-2961, 2005.

BENNEWITZ, J.; KANTANENB, J.; TAPIOB, I.; HUA LIB, M.; KALMA, E.; VILKKIB, J.; AMMOOV, I.; IVANOVAD, Z.; KISELYOVAE, T.; POPOVF, R.; MEUWISSEN, T. Estimation of breed contributions to present and future genetic diversity of 44 North Eurasian cattle breeds using core set diversity measures. **Genetics Selection Evolution**, v.38, p.201-220, 2006.

BESSINGER, S.R.; WESTPHAL, M.I. On the use of demographic models of population viability in endangered species management. **Journal of Wildlife Management**, v.62, p.821-841, 1998.

BIANCHINI, E.; McMANUS, C.; LUCCI, C.M.; FERNANDES, M.C.B.; PRESCOTT, E.; MARIANTE, A. da S.; EGITO, A. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1413-1448, 2006.

BOICHARD, D.; Maignel, L.; VERRIER, E. The value of using probabilities of gene origin to measure genetic variability in a population. **Genetics Selection Evolution**, v.29, p.5-23, 1997.

BOURDON, R.M.; BRINKS, J.S. Scrotal circumference in yearling Hereford bulls: Adjustment factors, heritabilities and genetic, environmental and phenotypic relationship with growth traits. **Journal of Animal Science**, v.62, p.958-967, 1986.

BOYCE, M.S. Population viability analysis. **Annual Review of Ecology and Systematics**. v.23, p.481-506, 1992.

BRITO, D.; FERNANDEZ, F.A.S. Dealing with extinction is forever: understanding the risks faced by small populations. **Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science**, v.52, p.161-170, 2000.

CARDOSO, Cristina Perito. **Biometria testicular em touros da raça Crioula Lageana**. Lages: Centro de Ciências Agroveterinárias da Univeridade do Estado de Santa Catarina, 2006. 72p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agroveterinárias da Univeridade do Estado de Santa Catarina, 2006.

CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; MARTINS FILHO, R.; CARNEIRO, A.P.S.; TORRES, R.A.; SILVA, F.F. A raça Indubrasil no nordeste brasileiro: melhoramento e estrutura populacional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2327-2334, 2009.

CARNEIRO, H.; LOUVANDINI, H.; PAIVA, S.R.; MACEDO, F.; MERNIES, B.; McMANUS, C. Morphological characterization of sheep breeds in Brazil, Uruguay and Colombia. **Small Ruminant Research**, v.94, p.58-65, 2010.

CAROLINO, N.; GAMA, L.T. Indicators of genetic erosion in an endangered population: The Alentejana cattle breed in Portugal. **Journal of Animal Science**, v.86, p.47-56, 2008.

CAUGHLEY, G. Directions in conservation biology. **Journal of Animal Ecology**, v.63, p.215-244, 1994.

COULSON, T; MACE, G.M.; HUDSON, E.; POSSINGHAM, H. The use and abuse of population viability analysis. **Trends in Ecology & Evolution**, v.16, p.219-221, 2001.

EGITO, Andréa Alves. **Diversidade genética, ancestralidade individual e miscigenação nas raças bovinas no Brasil com base em microsatélites e haplótipos de DNA mitocondrial: Subsídios para a conservação**. Brasília: Instituto de Biologia da Universidade de Brasília, 2007. 246p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia da Universidade de Brasília, 2007.

EGITO, A.A.; PAIVA, S.R.; ALBUQUERQUE, M.S.M.; MARIANTE, A. da S.; ALMEIDA, L.D.; CASTRO, S.R.; GRATTAPAGLIA, D. Microsatellite based genetic diversity and relationships among ten creole and commercial cattle breeds raised in Brazil. **BMC Genetics**, v.8, p.1-14, 2007.

FARIA, F.J.C.; VERCESI FILHO, A.E.; MADALENA, F.E.; JOSAHKIAN, L.A. Parâmetros populacionais do rebanho Gir Mocho registrado no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1984-1988, 2001.

FARIA, F.J.C.; VERCESI FILHO, A.E.; MADALENA, F.E.; JOSAHKIAN, L.A. Estrutura populacional da raça Nelore Mocho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, p.501-509, 2002.

FARIA, F.J.C.; VERCESI FILHO, A.E.; MADALENA, F.E.; JOSAHKIAN, L.A. Estrutura Genética da Raça Sindi no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.852-857, 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Secondary Guidelines for Development of National Farm Animal Genetic Resource Management Plans: Management of small populations at risk**. Roma: Ed. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. 1998. 215p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture - First draft**. Ed. Barbara Rischkowsky & Dafydd Pilling: Roma, 2007a. 449p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO [2007b]. **Report of the international technical conference on animal genetic resources for food and agriculture**. Disponível em <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/genetics/documents/Interlaken/Final_Report_en.pdf> Acesso em: 28/03/2009.

FRANKHAM, R. Conservation genetics. **Annual Review of Genetics**, v.29, p.305-327, 1995.

GIACOMINI, Karyna. **Puberdade em novilhas da raça Crioula Lageana**. Lages: Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, 2006. 85p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, 2006.

GOYACHE, F.; GUTIÉRREZ, J.P.; FERNÁNDEZ, I.; GÓMEZ, E.; ALVAREZ, I.; DÍEZ, J.; ROYO, L.J. Using pedigree information to monitor genetic variability of endangered populations: the Xalda sheep breed of Asturias as an example. **Journal Animal Breeding Genetics**, v.120, p.95-105, 2003.

GUTIÉRREZ, J.P.; GOYACHE, F. A note on ENDOG: a computer program for analyzing pedigree information. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.122, p.172-176, 2005.

HAGGER, C.; HOFER, A. Phenotypic and genetic relationships between wither height, heart girth and milk yield in the Swiss Braunvieh and Simmental breeds. **Livestock Production Science**, v.28, p.265-271, 1991.

HANOTTE, O.; JIANLIN, H. [2005]. **Genetic characterization of livestock populations and its use in conservation decision-making**. Disponível em: <http://www.fao.org/biotech/docs/hanotte.pdf>. Acesso em: 15/12/2009.

KLOSTERMAN, E.W. Beef cattle size for maximum efficiency. **Journal of Animal Science**, v.34, p.875-80, 1972.

LAAT, Daiane Marieli. **Contribuição genética de fundadores e ancestrais na raça Campolina**. Belo Horizonte: Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de

Minas Gerais, 2001. 41p. Dissertação (Mestrado em Genética) - Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, 2001.

LACY, R.C. VORTEX: A computer simulation model for Population Viability Analysis. **Wildlife Research**. v.20, p.45-65, 1993.

LANDIM, A.V.; MARIANTE, A. da S.; McMANUS, C.; GUGEL, R.; PAIVA, S.R. Características quantitativas da carcaça, medidas morfométricas e suas correlações em diferentes genótipos de ovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, p.665-676, 2007.

LIMA, F.P.; BONILHA NETO, L.M.; RAZOOK, A.G.; PACOLA, L.J.; FIGUEIREDO, L.A.; PEIXOTO, A.M. Parâmetros genéticos em características morfológicas de bovinos Nelore. **Boletim de Indústria Animal**, v.46, p.249-257, 1989.

LIMA, Petrônio Jacques de Souza. **Caracterização demográfica e estado de conservação dos rebanhos caprinos nativos no Estado da Paraíba**. Areia: Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, 2005, 62p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, 2005.

LINDENMAYER, D.B.; LACY, R.C.; THOMAS, V.C.; CLARK, T.W. Predictions of the impacts of changes in population size and environmental variability on Leadbeater's possum, (*Gymnobelideus leadbeateri*) McCoy (Marsupialia : Petauridae) using population viability analysis: an application of the computer program VORTEX. **Wildlife Research**, v.20, p.67-86, 1993.

LISBOA, S.R.; FERNANDES, L.C.O. Efeito do tamanho corporal na fertilidade da primeira e segunda estação de monta, e na produtividade de fêmeas cruza Charolês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.16, p.204-214, 1987.

LUCHIARI FILHO. **A Pecuária da carne bovina**. Ed. São Paulo: São Paulo, 2000. 135p.

MARIANTE, A. da S.; TROVO, J.B. de F. The Brazilian genetic resources conservation programme. **Brazilian Journal of Genetics**, v.12, p.241-256, 1989.

MARIANTE, A. da S.; CAVALCANTE, N. **Animais do Descobrimento: raças domésticas da história do Brasil**. Ed. Embrapa: Brasília, 2006. 274p.

MARIANTE, A. da S.; ALBUQUERQUE, M.S.M; EGITO, A.A; McMANUS, C.; LOPES, M.A.; PAIVA, S.R. Present status of the conservation of livestock genetic resources in Brazil. **Livestock Science**, v.120, p.204-212, 2009.

MARTINEZ, R.A.; GARCIA, D.; GALLEGRO, J.L.; ONOFRE, G.; PEREZ, J.; CANON, J. Genetic variability in Colombian Creole cattle populations estimated by pedigree information. **Journal of Animal Science**, v.86, p.545-552, 2008.

MARTINS, V.V.; VEIGA, T.F.; MARTINS, E.; QUADROS, S.; CARDOSO, C.; RIBEIRO, J. **Raça Crioula Lageana – O esteio de ontem, o labor de hoje e a oportunidade de amanhã**. Ed. ABCCL: Lages. 2009. 98p.

McMANUS, C.; MISERANI, M.G.; SANTOS, S.A.; MARIANTE, A. da S.; SILVA, J.A.; ABREU, U.G.P.; MAZZA, M.C.; SERENO, J.R.B. Índices corporais do cavalo pantaneiro. In: XXXVIII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.559-560, 2001.

McMANUS, C.; PAIVA, R.P.; ARAÚJO, R.O. Genetics and breeding of sheep in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.236-246, 2010a.

McMANUS, C.; PAIVA, S.R.; SILVA, A.V.R.; MURATA, L.S.; LOUVANDINI, H.; CUBILLOS, G.P.B.; CASTRO, G.; MARTINEZ, R.A.; DELLACASA, M.S.L.; PEREZ, E.P. Phenotypic characterization of naturalized swine breeds in Brazil, Uruguay and Colombia. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.53, p.583-591, 2010b.

MUNIZ, J.A.; CAMARGO, M.S.; FERREIRA, D.F.; VEIGA, R.D.; Métodos de estimação do coeficiente de endogamia em uma população diplóide com alelos múltiplos. **Ciências e Agrotecnologia**, v.32, p.93-102, 2008.

NAVARRO, Isabel Cervantes. **Estructura genética del caballo de pura raza Árabe Español y su influencia en razas derivadas: aplicación de nuevas metodologías en el cálculo del tamaño efectivo**. Madri: Universidad Complutense de Madrid, 2008. 181p. Tese (Doutorado em Produção Animal) Universidad Complutense de Madrid, 2008.

NORTHCUTT, S.L.; WILSON, D.E. Genetic parameters estimates and expected progeny differences for mature size in Angus cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1148-1453, 1993.

NORTHCUTT, S.L.; WILSON, D.E.; WILLHAM, R.L. Adjusting weight for body condition score in Angus cows. **Journal of Animal Science**. v.70, p.1342-1345, 1992.

NUNNEY, L.; CAMPBELL, K.A. Assessing minimum viable population size: demography meets population genetics. **Trends in Ecology & Evolution**. v.8, p.234-239, 1993.

PEIXOTO, A.M. Parâmetros genéticos em características morfológicas de bovinos Nelore. **Boletim de Indústria Animal**. v.46, p.249-257, 1989.

POGGIAN, Cecília Fonseca. **Variabilidade genética e endogamia na população Guzerá sob seleção para produção de leite**. Juiz de Fora. Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008. 60p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008.

PRAJAPATI, K.B.; RADADIA, N.S.; TAJANE, K.R. Relationship between different measures of body size in Mehsana buffaloes. **Indian Journal of Animal Science**, v.61, p.88-90, 1991.

PRIMO, A.T. The discovery of Brazil and the introduction of domestic animals. In: GLOBAL CONFERENCE ON CONSERVATION OF DOMESTIC ANIMAL GENETIC RESOURCE, 5. 2000, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. (CD-ROM).

PRIMO, A.T. **América: conquista e colonização**. Ed. Movimento: Porto Alegre, 2004, 183p.

RAED, M.; ATIYAT, A.L. Extinction probabilities of Jordan indigenous cattle using population viability analysis. **Livestock Science**, v.123, p.121-128, 2009.

RANGEL, P.N.; ZUCCHI, M.I.; FERREIRA, M.E. Similaridade genética entre raças bovinas brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.97-100, 2004.

REIS FILHO, João Cruz. **Endogamia na raça Gir**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 61p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, 2006.

REIST-MARTI, S.B.; SIMIANER, H.; GIBSON, J.; HANOTTE; O., REGE, J.E.O. Weitzman's approach and conservation of breed diversity: an application to African cattle breeds. **Conservation Biology**, v.17, p.1299–1311, 2003.

RIBEIRO, M.N.; SILVA, J.V.; PIMENTA FILHO, E.C.; SERENO, J.R.B; Caracterización fenotípica de la raza caprina Azul en el Nordeste brasileño. **Animal Genetic Resources Information**, v.34, p.51-56, 2004.

ROCHA, E.D.; ANDRADE, V.J.; EUCLIDES FILHO, K.; NOGUEIRA, E.; FIGUEIREDO, G.R. Tamanho de vacas Nelore adultas e seus efeitos no sistema de produção de gado de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, p.474-479, 2003.

RODRIGUES, Daliane da Silva. **Estrutura populacional de um rebanho Morada Nova variedade branca no Estado do Ceará**. Fortaleza: Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, 2009. 45p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, 2009.

SHAFFER, M.L. Minimum population sizes for species conservation. **Bioscience**, v.1, p.131-134, 1981.

SERRANO, G.M.S.; EGITO, A.A.; McMANUS, C.; MARIANTE, A. da S. Genetic diversity and population structure of Brazilian native bovine breeds. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.543-549, 2004.

SOULÉ, M.E. **Viable Populations for Conservation**. Ed. Cambridge University Press: Cambridge, 1987. 123p.

SPRITZE, A.; EGITO, A.A.; MARIANTE, A. da S.; McMANUS, C. Caracterização genética da raça bovina Crioula Lageana por marcadores moleculares RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1157-1164, 2003.

VARGAS, Carlos. **Estimation of phenotypic and genetic relationship among hip height and productive performance in Brahman cattle**. Gainesville: 2000. 144p. Universidade da Flórida, 2000. 133p. Tese (Doutor em Filosofia) – Universidade da Flórida, 2000.

VARGAS, C.A.; ELZO, M.A.; CHASE JR, C.C.; CHENOWETH, P.J.; OLSON, T.A. Estimation of genetic parameters for scrotal circumference, age at puberty in heifers, and hip height in Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2536-2541, 1998.

VEIGA, Thiago. Filipe. **A raça Crioula Lageana: sua história e percepções para o seu futuro.** Lages: Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, 2007. 162p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, 2007.

VENERONI, Giseli Batista. **Associação da região centromérica do cromossomo 14 com espessura de gordura em bovinos da raça Canchim.** São Carlos: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, 2007. 70p. Dissertação (Mestrado em Genética e Evolução) - Universidade Federal de São Carlos, 2007.

VERCESI FILHO, A.E.; FARIA, F.J.C.; MADALENA, F.E.; JOSAHKIAN, L.A. Estrutura populacional do rebanho Tabapuã registrado no Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, p.609-617, 2002.

WINKLER, R. **Tamanho corporal e suas relações com algumas características reprodutivas em fêmeas adultas da raça Guzerá.** Belo Horizonte: Faculdade de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. 1993. 116p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 1993.

YOKOO, M.J.I.; ALBUQUERQUE, L.G.; LÔBO, R.B.; SAINZ, R.D.; CARNEIRO JÚNIOR, J.M.; BEZERRA, L.A.F.; ARAUJO, F.R.C. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1761-1768, 2007.

CAPITULO 2

AValiação DA ESTRUTURA GENÉTICA DA POPULAÇÃO DA RAÇA BOVINA CRIOULA LAGEANA

RESUMO

Este estudo tem como objetivo caracterizar a estrutura populacional da raça bovina Crioula Lageana, uma raça naturalizada brasileira. Dados de registro de 1.638 animais, pertencentes à Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Crioula Lageana foram coletados entre os anos de 1970 e 2008 e analisados por meio do programa Endog 4.6. Os resultados encontrados indicam informações de pedigree até a quinta geração, sendo que 44,87% dos pais e 40,42% das mães são conhecidos na presente geração. O tamanho efetivo populacional (N_e) variou de 72,53 nas gerações completas a 143,90 nas gerações máximas, estando acima do valor considerado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação para a manutenção da máxima variabilidade genética ao longo das gerações. Os valores médios de coeficiente de endogamia (F) e coeficiente de relação médio (AR) encontrados foram de 0,34% e 0,91%. O número efetivo de fundadores (f_e) e de ancestrais (f_a) foram de 29 e 28 animais respectivamente, sendo que apenas 10 ancestrais foram responsáveis por 50% da variabilidade genética de toda população. O índice de conservação genética (ICG) médio encontrado foi de 1,95 onde mais de 60% da população apresenta em sua formação genes de apenas dois fundadores. O intervalo de gerações (IG) foi de 5,84 para linha paterna e 7,70 para linha materna, indicando um baixo tempo de permanência de reprodutores machos no rebanho. As estatísticas F de Wright indicam uma pequena distância genética das subpopulação em relação à população total ($F_{st}= 0,0015$), entre indivíduos em relação à sua subpopulação ($F_{is}=-0,0027$) e entre indivíduos em relação à população total ($F_{it}=-0,0012$). A análise da estrutura genética da população da raça bovina Crioula Lageana indica que, apesar do reduzido número de animais conhecidos no pedigree e do desenvolvimento da população em estreita base genética, a população estudada apresenta baixos níveis de endogamia, baixa diferenciação genética entre as subpopulações e tamanho efetivo populacional adequado para uma eficiente conservação da raça.

Palavras Chave: Conservação de recursos genéticos animais, análise de pedigree, diversidade genética, endogamia, raças naturalizadas brasileiras.

ANALYSIS OF THE GENETIC POPULATION STRUCTURE OF THE CRIOLLO LAGEANO CATTLE BREED

ABSTRACT

This study aims to characterize the population structure of Criollo Lageano cattle, a naturalized Brazilian breed. Data from 1,638 animals from the database of the Brazilian Association of Criollo Lageano Cattle Breeders – ABCCL, collected between 1970 and 2008, was analyzed using ENDOG v. 4.6. The results of this study indicate that pedigree information is in the fifth generation, and that only 44.87% of the animals had a known sire, while 40.42% have a known dam. Effective population size (N_e) ranged from 72.53 in complete generations to 143.90 in maximum generations, which is above the minimum value considered by the Food and Agriculture Organization of the United Nations to guarantee maintenance of maximum genetic variability over generations. The values of F and AR found in this study were 0.34% and 0.91%, respectively, with positive results for conservation of animal genetic resources. The effective number of founders (f_e) and ancestors (f_a) in this study were 29 and 28 animals, respectively, and only ten ancestors were responsible for 50% of the genetic variability of the whole population. The average generation interval was 5.84 in the paternal line and 7.70 in the maternal line, indicating the short time that breeding animals spent in the herd. Wright's F statistics indicate a small genetic distance between subsets in relation to the total population ($F_{st}=0.0015$), between individuals with respect to their subpopulation ($F_{is}=-0.0027$) and between individuals in relation to the total population ($F_{it}=-0.0012$). This indicates a low genetic differentiation in the population studied. Analysis of population genetic structure of Criollo Lageano cattle indicates that, despite the small number of animals with known data and the considerable loss of genetic variability by the constant use of a few sires, the population showed good genetic management, low inbreeding, low genetic differentiation among subpopulations and effective population size adequate to preserve the breed.

Keywords: Conservation of animal genetic resources, pedigree analysis, genetic diversity, inbreeding, Brazilian naturalized breeds.

INTRODUÇÃO

Programas mundiais de conservação de recursos genéticos animais têm sido desenvolvidos baseados na preocupação da perda da diversidade genética devido à extinção de raças e populações. Levantamentos realizados pela Organização para Agricultura e Alimentação das Nações Unidas - FAO mencionam que nos últimos seis anos 62 raças se extinguíram, o que significa a perda de quase uma raça doméstica por mês. Preocupada com esta situação, essa mesma organização internacional decidiu iniciar um levantamento no âmbito mundial sobre a situação das principais espécies de animais domésticos, o que foi realizado com o auxílio de várias instituições e de diversos países (entre os quais o Brasil). Este esforço culminou com a publicação de um relatório mundial denominado “Situação Mundial dos Recursos Genéticos Animais”, o qual informa que, de um total de 7.616 raças de animais de criação, cerca de 20% estão ameaçadas de extinção (FAO, 2007).

A falta de informações sobre as populações está entre os principais entraves ao desenvolvimento de programas de melhoramento e conservação de recursos genéticos animais. A caracterização genética de raças naturalizadas poderão oferecer informações valiosas para tomada de decisões adequadas para a melhoria e desenvolvimento de programas de melhoramento e de conservação. Apesar dos recentes avanços das técnicas de genética molecular, os estudos de pedigree continuam sendo de extrema relevância. A informação de pedigree para os estudos populacionais tem a vantagem do baixo custo e simplicidade de obtenção, quando comparada ao uso de marcadores moleculares (CARNEIRO et al., 2009).

A estrutura genética de populações, mediante informações de pedigree, podem clarear importantes circunstâncias que afetam o histórico genético das populações. Neste sentido, inúmeros estudos para avaliar o intervalo de gerações, endogamia, tamanho efetivo entre outros parâmetros populacionais têm sido realizados em bovinos a fim de fornecer subsídios para programas de melhoramento ou de conservação (FARIA et al., 2001; FARIA et al., 2002; VERCESI FILHO et al., 2002a e 2002b; FARIA et al., 2004; CLEVELAND et al., 2005; REIS FILHO, 2006; CAROLINO & GAMA, 2008; MARTINEZ et al., 2008).

Em estudo recente, Mariante et al. (2009) relataram a situação da conservação de recursos genéticos animais no Brasil e destacaram que a raça bovina Crioula Lageana é a única entre as raças naturalizadas brasileiras adaptada à região mais fria do país, situada no Planalto Catarinense. Durante longo tempo, os bovinos desta raça foram a sustentação da bovinocultura daquela região, adquirindo características únicas de adaptação aos nichos ecológicos onde se desenvolveram. A partir do final do século XIX, esses bovinos foram

cruzados com animais de raças europeias e zebuínas, causando o desaparecimento quase total dos bovinos Crioulos (MARIANTE & CAVALCANTE, 2006).

No final da década de 80, Mariante & Trovo (1989), relataram que a população desses animais encontrava-se reduzida a um efetivo que não ultrapassava 500 exemplares, sendo que mais de 80% da população pertencia a um só criador. Segundo informações do Serviço de Registro Genealógico da Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Crioula Lageana - ABBCL, com a criação da associação de criadores da raça em 2003 e com o reconhecimento oficial da raça pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em 2008, a população atual no Planalto Catarinense supera 1.400 animais, criados em estabelecimentos rurais da região.

O conhecimento das informações da estrutura populacional da raça Crioula Lageana é indispensável, pois fornece as bases para a compreensão de como ocorreu a evolução dos parâmetros genéticos dessa população até os dias de hoje, auxiliando na melhoria da gestão dos programas de conservação e no uso sustentável deste recurso genético. Neste sentido, este estudo tem como objetivo caracterizar a estrutura populacional da raça bovina Crioula Lageana a fim de avaliar a diversidade genética encontrada nesta importante raça naturalizada brasileira.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido a partir de dados populacionais de bovinos da raça Crioula Lageana, oriundos do Planalto Catarinense, localizado na porção central do Estado de Santa Catarina, entre os paralelos 26° 10' e 28° 40' de latitude sul e os meridianos 49° 10' e 51° 50' de longitude oeste. A altitude dessa região oscila entre 700 e 1.800 metros acima do nível do mar, com gradiente altitudinal declinando no sentido leste-oeste. O clima, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfb (temperado úmido sem estiagem) caracterizado por invernos frios com grande incidência de geadas e verões brandos. A temperatura média anual é de 15,7°C, sendo que no mês mais quente a temperatura média é de 24,8° e no mês mais frio é de 6,6°C, com ocorrência de temperaturas inferiores a 0°C. A umidade relativa média varia entre 78 e 80% e a precipitação anual média gira em torno de 1.300 a 1.500 mm. A vegetação é constituída por florestas de araucárias intercaladas com campos limpos de pastagens naturais.

O banco de dados utilizado para este estudo foi fornecido pela ABCCL e contém informações de 1.638 animais, coletadas entre os anos de 1970 e 2008, oriundos das regiões de Coxilha Rica, Campos de Curitibanos e Campos de Caçador, localizadas no Planalto Catarinense. Deste banco de dados, foram obtidos o número de registro, a data de nascimento, o sexo, o número registro do pai, o número de registro da mãe e a região de origem dos animais. O banco de dados foi totalmente revisado e avaliado sob a orientação da ABCCL. A análise dos dados da estrutura genética da população da raça bovina Crioula Lageana foi realizada por meio do programa ENDOG v.4.6, de acordo com a metodologia descrita por Gutiérrez & Goyache (2005), e foram calculados os seguintes parâmetros:

- Índice de integridade do pedigree: Quantidade de ascendentes conhecidos em cada geração de um determinado indivíduo ou de uma população. O índice de integridade do pedigree (IP) foi calculado baseado nas informações de registro dos animais e informou a percentagem de ascendentes até a quinta geração da população estudada.
- Coeficiente de endogamia: Probabilidade que dois indivíduos têm de possuir alelos idênticos pelo fato de terem um ascendente comum. O coeficiente de endogamia (F) foi calculado pela seguinte fórmula:

$$F_x = \frac{1}{2} \sum \left(\frac{1}{2} \right)^n (1 + F_A)$$

Onde: F_x = coeficiente de endogamia do indivíduo x; n = número de gerações intercaladas que ligam os dois pais ao ancestral comum; e F_A = coeficiente de endogamia de cada ancestral comum.

- Incremento de endogamia: Variação da endogamia média de uma geração para outra. O incremento de endogamia (ΔF) calculado para cada geração foi obtido utilizando a fórmula clássica:

$$\Delta F = \frac{F_t - F_{t-1}}{1 - F_{t-1}}$$

Onde: F_t e F_{t-1} são a endogamia média na $t^{\text{ésima}}$ geração ($i=1, \dots, t$).

- Tamanho efetivo populacional: Quantidade de animais de ambos os sexos que contribuem para a variabilidade genética encontrada em uma população. O tamanho efetivo da população (N_e) foi calculado pela fórmula:

$$N_e = \frac{1}{2\Delta F}$$

Além disso, pode-se calcular três valores adicionais de N_e pelo cálculo do coeficiente de regressão (b) do coeficiente de endogamia individual sobre: i) o número de gerações completas, ii) o número máximo de gerações e iii) o número equivalente de gerações completas. Considerando o coeficiente de regressão correspondente ao incremento de endogamia entre duas gerações ($F_n - F_{n-1} = b$) e, conseqüentemente, tem-se:

$$N_e = \frac{1}{2b}$$

- Coeficiente de relação médio: Probabilidade de um alelo escolhido ao acaso na população pertencer a um determinado indivíduo. Para a obtenção dos coeficientes de

relação média (AR), utilizou-se de um algoritmo para obter um vetor \mathbf{c}' , em que cada elemento corresponde ao AR do respectivo animal, definido como:

$$\mathbf{c}' = (\mathbf{1}/n) \mathbf{1}' \mathbf{A} \quad [1]$$

Onde: \mathbf{A} é a matriz de numeradores dos coeficientes de parentesco de Wright (NRM) de tamanho $n \times n$, e $\mathbf{1}$ é um vetor de um, de ordem $1 \times n$, sendo n o número de animais. A NRM pode ser obtida a partir de uma matriz \mathbf{P} , em que p_{ij} é igual a 1, se j é pai de i e 0, caso contrário, a qual identifica os pais dos animais. Dessa forma:

$$\mathbf{A} = (\mathbf{I} - \frac{1}{2} \mathbf{P})^{-1} \mathbf{D} (\mathbf{I} - \frac{1}{2} \mathbf{P}')^{-1} \quad [2]$$

Onde: \mathbf{D} é uma matriz diagonal, com os elementos da diagonal não nulos, os quais são obtidos por: $d_{ii} = 1$, se nenhum dos pais é conhecido; $d_{ii} = \frac{3}{4}$, se um dos pais é conhecido; e $d_{ii} = \frac{1}{2}$, se ambos os pais são conhecidos.

A partir de [2], tem-se que: $\mathbf{A} (\mathbf{I} - \frac{1}{2} \mathbf{P}') = (\mathbf{I} - \frac{1}{2} \mathbf{P})^{-1} \mathbf{D}$. Pré-multiplicando ambos os lados de por $(\mathbf{1}/n) \mathbf{1}'$, obtém-se: $(\mathbf{1}/n) \mathbf{1}' \mathbf{A} (\mathbf{I} - \frac{1}{2} \mathbf{P}') = (\mathbf{1}/n) \mathbf{1}' (\mathbf{I} - \frac{1}{2} \mathbf{P})^{-1} \mathbf{D}$ e usando [1], tem-se: $\mathbf{c}' (\mathbf{I} - \frac{1}{2} \mathbf{P}') = (\mathbf{1}/n) \mathbf{1}' (\mathbf{I} - \frac{1}{2} \mathbf{P})^{-1} \mathbf{D}$. Multiplicando \mathbf{c}' dentro dos parênteses e isolando \mathbf{c}' , obtém-se: $\mathbf{c}' = (\mathbf{1}/n) \mathbf{1}' (\mathbf{I} - \frac{1}{2} \mathbf{P})^{-1} \mathbf{D} + \frac{1}{2} \mathbf{c}' \mathbf{P}'$

- Número efetivo de fundadores: Número de animais responsáveis pela diversidade genética da população atual. O número efetivo de fundadores (fe) foi calculado por:

$$fe = \frac{1}{\sum_{k=1}^f q_k^2}$$

Onde: q_k é a probabilidade de o gene ser originado do fundador k , ou alternativamente, q_k é o CR do fundador k .

- Número efetivo de ancestrais: Número mínimo de animais (fundadores ou não) necessário para se explicar o total diversidade genética de uma população. O número efetivo de ancestrais (fa) foi calculado de maneira similar ao número efetivo de fundadores:

$$fa = \frac{1}{\sum_{j=1}^a q_j^2}$$

Onde: q_j é a contribuição marginal de um ancestral j (não necessariamente fundador), ou seja, a contribuição genética de ancestral que não é explicada por um ancestral escolhido anteriormente.

- Índice de conservação genética: Número efetivo de fundadores presentes no pedigree de um determinado animal ao longo das gerações. O índice de conservação genética foi calculado pela fórmula.

$$CGI = \frac{1}{\sum p_i^2}$$

Onde: p_i é a proporção de genes do fundador i do pedigree do animal.

- Intervalo de gerações: Idade média dos pais ao nascimento de seus filhos. Para o cálculo deste parâmetro, foram considerados apenas os filhos que deixaram descendentes. O intervalo de gerações (IG) foi calculado pelas quatro vias (pai-filho, pai-filha, mãe-filho e mãe-filha) utilizando a data de nascimento de cada animal e de seus pais.
- Estatísticas F de Wright: Estimativa da variabilidade genética da população. Foi estimada pelos coeficientes F_{st} (correlação entre os genes da subpopulação em relação aos genes da população total), F_{is} (correlação dos genes de um indivíduo em relação aos genes de sua subpopulação) e F_{it} (correlação dos genes de um indivíduo em relação aos genes da população total), calculados pelas seguintes fórmulas:

$$F_{St} = \frac{\tilde{f} - \bar{f}}{1 - \bar{f}} = \frac{\bar{D}}{1 - \bar{f}} \quad F_{is} = \frac{F - \bar{f}}{1 - \bar{f}} \quad F_{it} = \frac{F - \tilde{f}}{1 - \tilde{f}}$$

Onde: \tilde{f} e F são respectivamente o coeficiente de parentesco e o coeficiente de endogamia para a metapopulação e, \bar{F} , o parentesco médio dentro de subpopulação. O parametro \bar{D} provém do calculo da distância mínima de Nei. (NEI, 1987).

Através destes parâmetros foi calculada a variação genética existente na população de animais da raça Crioula Lageana oriundos das regiões de Coxilha Rica (n=223), Campos de Curitibanos (n=1.359) e Campos de Caçador do Planalto Catarinense (n=56).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2.1 encontra-se a estrutura do pedigree do rebanho estudado, indicando a quantidade de animais conhecidos em cada geração. Observa-se que dos 1.638 animais incluídos neste estudo, menos da metade apresentaram pai e mãe identificados na presente geração (44,87% possuem pai conhecido e 40,42% possuem mãe conhecida).

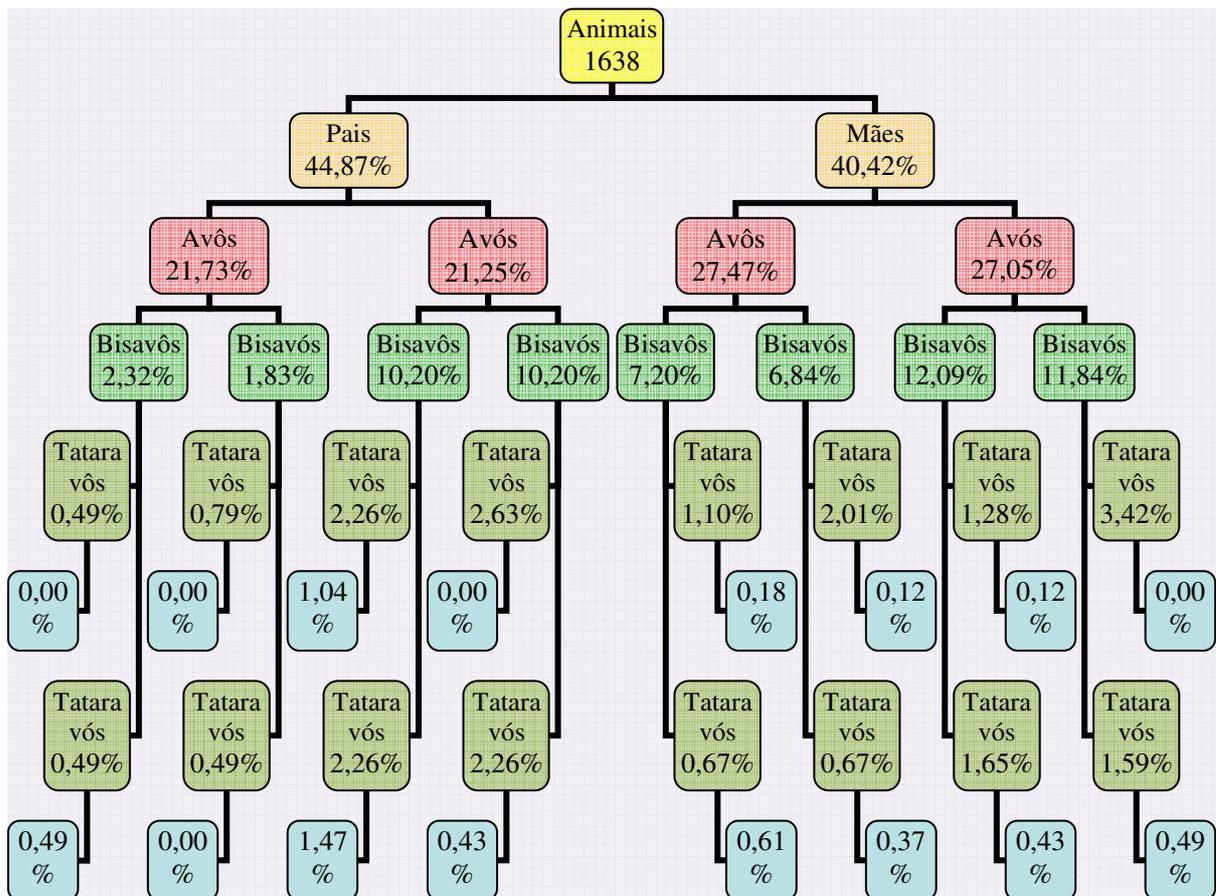


Figura 2.1 - Estrutura do pedigree dos animais da raça bovina Crioula Lageana e nível de identificação dos ancestrais até a quinta geração.

O baixo número de pais conhecidos na presente geração pode ser explicado pelo fato de os fundadores do rebanho, os quais representam quase 20% dos animais incluídos no banco de dados, não possuírem pai e mãe conhecidos, já que foram obtidos das matas do Planalto Catarinense na década de 70. Outro fator importante é que somente a partir do ano de 2003, com a criação da Associação Brasileira de Criadores da Raça Crioula Lageana – ABCCL foi possível uma melhor gestão dos dados de registro genealógico dos animais da raça, dando continuidade ao trabalho realizado pela Embrapa Recursos Genéticos e

Biotecnologia que, desde 1983, incluiu esta raça em seu Programa de Conservação e Uso de Recursos Genéticos Animais.

Quando os resultados deste estudo foram comparados com os de outras raças em programas de conservação, verificou-se que a quantidade de ancestrais conhecidos dessa população é semelhante. Gutiérrez et al. (2003), ao estudarem a integridade do pedigree de oito raças bovinas autóctones da Espanha, identificaram valores de 49 e 63% de pais e mães conhecidos, respectivamente, para raça Bruna dels Pirineus; 59 e 58% de pais e mães conhecidos para a raça Asturiana de los Valles, e 60 e 57% de pais e mães conhecidos para a raça Morucha. Em caprinos, Barros (2009), ao estudar a raça Marota, identificou os ancestrais apenas até a terceira geração, com um percentual baixo de pais e mães conhecidos na população estudada. Rodrigues (2009), ao trabalhar com ovinos da raça Morada Nova variedade branca, identificou informações de pedigree conhecidos até a quinta geração, com maior número de animais conhecidos até a terceira geração e perdas consideráveis de informações na quarta e quinta gerações.

Estes resultados refletem a dificuldade de conhecimento de grande parte de dados genealógicos na maioria das raças em programas de conservação. A integridade do pedigree é uma ferramenta muito importante para avaliação da estrutura genética populacional, pois todos os parâmetros estimados são consequência dessa estrutura, sendo que quanto mais completo for o pedigree, mais precisas serão as demais estimativas. Desta forma, assim como ocorre com a maioria das raças naturalizadas, é necessário mais esforços para se aumentar o conhecimento da genealogia da população da raça Crioula Lageana. Com a criação da associação de criadores da raça em 2003 e a consequente regularização da genealogia dos animais, espera-se que a integridade do pedigree da raça aumente nos próximos anos.

Na Tabela 2.1, verifica-se o tamanho efetivo populacional da raça bovina Crioula Lageana. Neste estudo, o valor variou de 72,53 quando foram consideradas somente gerações completas, ou seja, somente aquelas em que todos os ancestrais são conhecidos, até valores de 143,90 nas gerações máximas, ou seja, quando foram consideradas no cálculo todas as gerações onde tenha pelo menos um ancestral conhecido. Este resultado está acima do mínimo recomendado pela FAO, que é de 50 animais para que se garanta a manutenção da máxima variabilidade genética ao longo das gerações. Mesmo com uma população pequena de 1.638 animais, observa-se um valor alto de N_e na população da raça Crioula Lageana quando comparada a raças bovinas de populações maiores.

Tabela 2.1 - Número de gerações, incremento de endogamia (ΔF) e tamanho efetivo populacional (N_e), para cada tipo de geração nos animais da raça bovina Crioula Lageana

Tipos de gerações	Nº de gerações	ΔF (%)	N_e
Completas ¹	0,52	0,69	72,53
Maximas ²	1,11	0,35	143,90
Equivalentes ³	0,77	0,57	87,95

¹ Geração mais distante em que todos os ancestrais são conhecidos.

² Número de gerações que separa o indivíduo do seu ancestral mais remoto.

³ Somatório dos termos $(1/2)^n$ de todos os ancestrais conhecidos, em que n é o número de gerações que separa o indivíduo de cada ancestral conhecido.

Vercesi Filho et al. (2002b), ao estudarem dados de registro de mais de 46 mil bovinos da raça Indubrasil, verificaram um N_e de 45,75 para a população estudada. Faria et al. (2001) ao estudarem dados de registro de quase 30 mil animais da raça Gir Mocha, encontraram um valor de N_e de 39,50. Vercesi Filho et al. (2002a), ao estudarem dados de registro de mais de 122 mil bovinos da raça Tabapuã, verificaram um N_e de 55.

No entanto, apesar do N_e estar dentro de uma faixa segura quanto ao risco de extinção, os criadores da raça Crioula Lageana devem estar atentos em relação ao uso de poucos reprodutores em seus rebanhos. Segundo o Serviço de Registro Genealógico da ABCCL, observa-se uma grande diferença entre a quantidade de machos e fêmeas registrados no período avaliado, sendo 1.455 fêmeas e somente 183 machos. Se continuar esta tendência, o N_e da população poderá diminuir num futuro breve, já que para a estimação deste parâmetro é considerado uma população ideal, onde o mesmo número de machos e fêmeas se acasalariam aleatoriamente. Faria et al., 2001, ao trabalhar com bovinos da raça Sindí, encontraram valores de N_e diminuindo de 501 no período de 1979-1983 para 19 entre os anos de 1994-1998. O mesmo autor, atribuiu esta queda do N_e em seu estudo ao aumento na diferença no número de machos e fêmeas em reprodução. Desta forma, é importante que a ABCCL oriente os criadores a destinar um maior percentual de machos da população para a reprodução.

Os valores de N_e no presente estudo oscilaram concomitantemente com o incremento de endogamia (ΔF) da população. (Tabela 2.1). Observa-se que os valores de ΔF variaram de 0,35%, nas gerações em que foram considerados todos os ancestrais até o parente mais distante (gerações máximas), a valores de ΔF de 0,69%, quando foram consideradas as gerações nos quais todos ancestrais, tanto paternos quanto maternos, são conhecidos em cada geração (gerações completas). Desta forma verificou-se que, quanto menor o número de

ancestrais conhecidos, menor a probabilidade de ser detectado um aumento de endogamia, exatamente pela ausência das informações de parentesco. Tal fato justifica o menor valor de ΔF encontrado nas gerações completas. Por outro lado, quanto maior for o número de ancestrais conhecidos, maior será a probabilidade de se obter elevadas taxas de endogamia.

No entanto, o baixo valor do incremento de endogamia encontrado na raça Crioula Lageana pode estar associado à ausência de informações completas de parentesco, já que apenas 44,87% e 40,42% dos animais da presente geração apresentavam pai e mãe conhecidos respectivamente. A falta de informações do pedigree fica clara quando se avalia o número de gerações, disposto na Tabela 3.1. Nota-se que, mesmo nas gerações máximas, o número de gerações conhecidas é de apenas 1,11. Isto significa que o ancestral mais remoto da média da população é seu próprio pai ou mãe. Desta forma, é imprescindível que se promova esforços junto aos criadores para se conhecer a genealogia da população da raça Crioula Lageana.

O coeficiente de endogamia (F) da população da raça Crioula Lageana foi de 0,34. Da mesma forma que observado para o N_e , verificou-se que, mesmo com uma população pequena, de 1.638 animais, observa-se um valor baixo de F desta população, mesmo quando comparada a raças bovinas de populações maiores.

Em estudos com rebanhos da raça Guzerá, Peixoto et al. (2006) estimaram valores de endogamia de 4%. Na raça Gir, Reis Filho (2006) ao trabalhar com quase 28 mil animais, encontrou um coeficiente de endogamia de 3%. Já Faria (2002), ao trabalhar com diversas raças zebuínas, relataram uma endogamia de 0,98% para raça Nelore Mocha em uma população de 132 mil animais; 1,75% para raça Guzerá em uma população de 118 mil animais e 3,06% para raça Gir Mocha numa população de 28 mil animais.

No entanto, o valor de F da população da raça Crioula Lageana pode estar subestimado, em consequência da falta de conhecimento da genealogia completa da população. Desta forma, apesar deste estudo mostrar um baixo índice de endogamia, é necessário que os criadores da raça se preocupem com este índice nas próximas gerações, já que este resultado pode ser consequência da falta de informações completas do pedigree. Com a crescente regularização da genealogia dos animais, espera-se que o coeficiente de endogamia da população apresente um acréscimo.

Através do conhecimento do coeficiente de endogamia é possível exercer uma melhor orientação aos criadores em relação aos planos de acasalamentos dos animais, visando à união de indivíduos menos aparentados possíveis. A utilização do programa Endog pela Associação Brasileira de Criadores da Raça Crioula Lageana poderá ser uma ferramenta

importante para a prestação de serviços aos criadores da raça. Por meio deste software, é possível saber o coeficiente de endogamia de cada animal, além de estimar o F do acasalamento proposto pelo criador.

Outro parâmetro que tende a aumentar com o conhecimento da genealogia dos animais é o coeficiente de relação médio (AR) da população. Este índice pode ser utilizado como alternativa ao coeficiente de endogamia, porque leva em consideração em seu cálculo a percentagem do pedigree completo originado de um fundador.

Neste estudo, o coeficiente de relação médio foi de 0,91%. Este resultado está de acordo com o encontrado por outros autores trabalhando com raças em programas de conservação. Gutiérrez et al. (2003) ao estudarem oito raças bovinas autóctones da Espanha, encontraram médias de AR que variam de 0,10% à 0,73% para as raças Avileña-Negra Iberica, Asturiana de los Valles, Morucha, Bruna dels Pirineus, Asturiana de La Montana e Alistana Sanabresa, e médias de AR de 1,58% e 1,70% para as raças Pirenaica e Sayaguesa, respectivamente.

Por meio do programa Endog, também é possível saber o coeficiente de relação médio de cada animal. Este dado pode ser utilizado como alternativa ou complemento a informação do coeficiente de endogamia dos animais, quando não se tem o valor de F ou quando a acurácia de F é baixa. Desta forma, além de orientar os criadores quanto ao uso de reprodutores menos aparentados com a população, estar-se-ia contribuindo também para a conservação deste recurso genético.

Quando se deseja descrever a estrutura de uma população após um reduzido número de gerações, os parâmetros derivados da probabilidade de origem dos genes podem ser úteis (BOICHARD et al., 1997). Na Tabela 2.2, verifica-se o número efetivo de fundadores (f_e) e o número efetivo de ancestrais (f_a) neste estudo.

Tabela 2.2 – Resumo dos parâmetros populacionais dos animais da raça bovina Crioula Lageana

Parâmetros Populacionais	Valores
População analisada	1.638
População Base (um ou mais pais conhecidos)	986
População de referência (ambos os pais conhecidos)	652
Número de ancestrais que contribuem na população de referência	198
Número efetivo de fundadores	29
Número efetivo de ancestrais	28
Número de ancestrais que explica 50% da variabilidade genética	10

Observa-se que o valor de *fe* e *fa* foi quase o mesmo, apresentando valores de 29 e 28, respectivamente. Quando esse tipo situação ocorre, significa que os animais que contribuíram para formação da raça continuam atuando de maneira efetiva no rebanho atual, sendo que apenas um animal, além dos considerados efetivamente fundadores, não estaria contribuindo de forma efetiva para a composição genética do rebanho.

Apesar de estes parâmetros serem menos sensíveis ao nível de conhecimento do pedigree que o coeficiente de endogamia, este resultado poderia estar superestimado, já que para o cálculo deste índice torna-se necessário a informação de parentesco dos animais. De acordo com Gutierrez et al. (2003), em uma população onde a genealogia é pouco conhecida, os animais com ancestrais desconhecidos tornam-se automaticamente fundadores. Por essa razão, os resultados deste estudo estão de acordo com os encontrados por Barros (2009) e por Rodrigues (2009) que, ao estudarem pequenos ruminantes em programas de conservação, também encontraram valores muito próximos de *fe* e *fa* em seus estudos.

Quando ocorre um aumento na diferença entre o número efetivo de fundadores e o número efetivo de ancestrais pode ocorrer a existência de efeito “gargalo” na população. Vercesi Filho et al. (2002b), ao estudarem a raça bovina Indubrasil, encontraram valores de *fe* de 181 animais e *fa* de 107 animais; Reis Filho (2006), ao estudar a raça bovina Gir, encontrou valores de *fe* de 146 animais e *fa* de 75 animais e Poggian (2008) ao estudar a raça bovina Guzerá verificou valores de *fe* e *fa* de 318 e 101 animais respectivamente, demonstrando que menos da um terço do número efetivo de fundadores continuavam contribuindo na população estudada, aumentando o chamado efeito “gargalo”.

O efeito gargalo, o qual pode ocasionar perdas de variabilidade genética na população ao longo das gerações em consequência do uso desbalanceado de indivíduos para reprodução, é mais frequente em populações com um histórico de pedigree conhecido. Por esta razão, em populações em programas de conservação, como é o caso deste estudo, este efeito é menos observado.

Na Figura 2.2 observa-se que o número de ancestrais que explicam 50% da variabilidade genética da população da raça Crioula Lageana concentra-se em somente 10 animais. De acordo com informações do banco de dados da ABCCL, o número de animais formadores da população atual é de 291 animais. Estes animais não apresentavam genealogia conhecida e foram os primeiros animais registrados. Deste total, 198 animais são ancestrais. Desta forma, metade da variabilidade genética presente na população provém de apenas 5% dos ancestrais. Assim, a população atual se desenvolveu a partir de uma estreita base genética,

medida que pode ter contribuído para uma perda de material genético no decorrer das gerações.

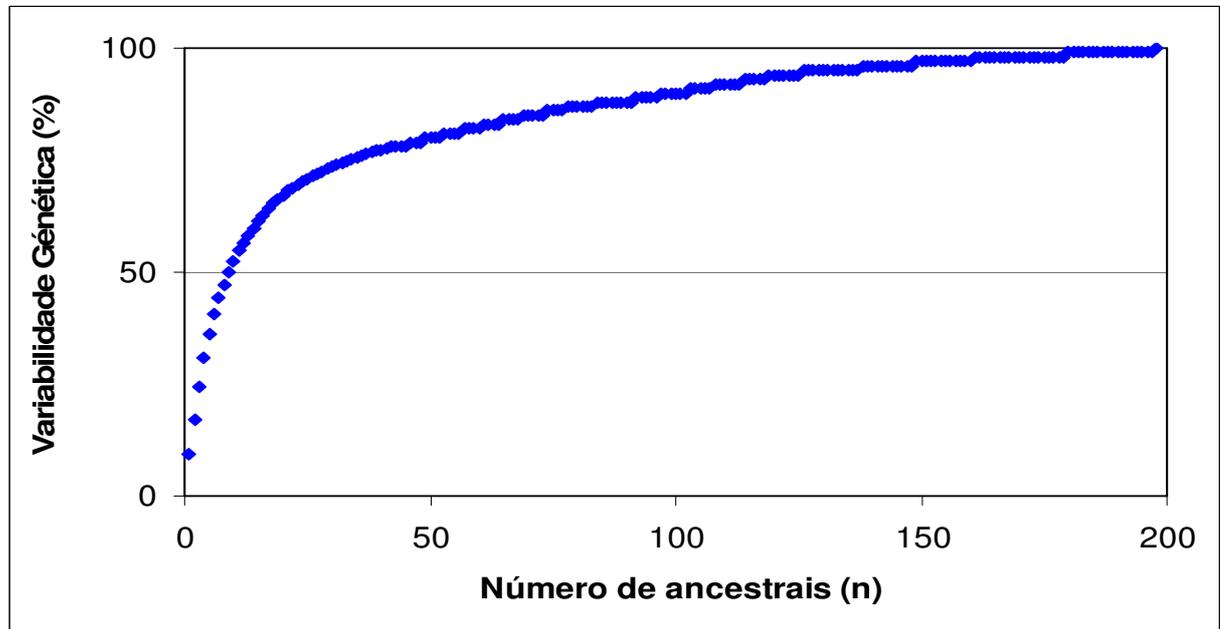


Figura 2.2 - Número de ancestrais da raça bovina Crioula Lageana que explicam 50% da variabilidade genética do rebanho.

Poggian (2008) e Reis Filho (2006) também concluíram que menos de 1% dos ancestrais explicavam 50% da variabilidade genética em seus respectivos estudos. Esses resultados confirmam como o uso constante de determinados indivíduos reprodutores pode contribuir para uma considerável redução na diversidade genética de uma população.

Através do conhecimento dos animais que mais contribuíram com seus genes para a população, é possível exercer uma melhor gestão desta informação para aumentar a variabilidade genética do rebanho. O programa Endog informa quais são os 10 ancestrais que explicaram 50% da variabilidade genética na população da raça Crioula Lageana. Desta forma, a Associação Brasileira de Criadores da Raça Crioula Lageana poderá, na medida do possível, orientar os criadores a substituir estes animais por outros nos acasalamentos.

O índice de conservação genética (ICG) encontrado para a população da raça bovina Crioula Lageana variou de 1 à 10,24. A média de ICG encontrada para esta população foi de 1,95. Verifica-se que 994 animais apresentam um ICG abaixo de dois (Figura 2.3). Isto significa que mais de 60% da população apresentou em sua formação genes de apenas dois fundadores. No entanto, este estudo mostra que existem animais com seis, sete e até dez fundadores em sua composição genética. De acordo com Alderson & Bodó (1992), como o objetivo de um programa de conservação é reter todos os alelos oriundos da população base, o

ideal seria que o indivíduo recebesse igualmente as contribuições de todos os ancestrais fundadores da população.

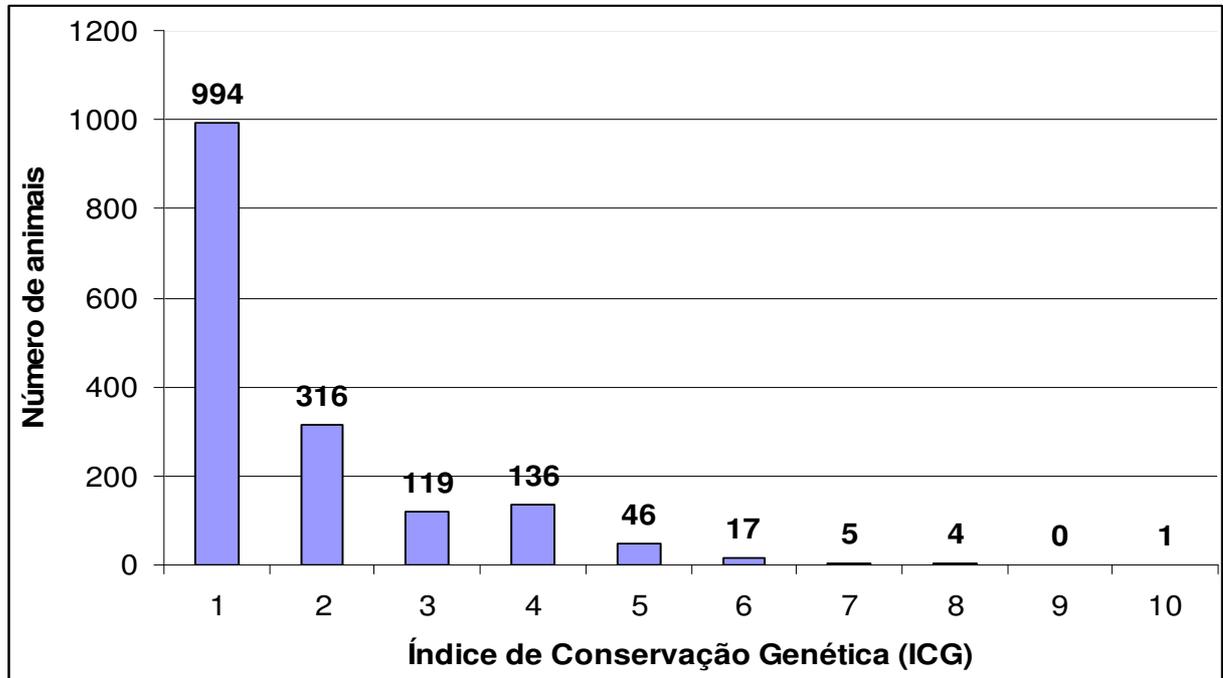


Figura 2.3 - Índice de conservação genética (ICG) da raça bovina Crioula Lageana em relação ao número de animais.

Outros autores, ao trabalharem com animais em programas de conservação, encontraram valores mais baixos de ICG quando comparados aos deste estudo. Almeida (2007), ao trabalhar com caprinos da raça Marota, encontrou valores de ICG que variaram de 2,0 a 4,0. Também estudando a raça Marota, Barros (2009) encontrou valores que variaram de 1,0 até 2,6.

O índice de Conservação Genética é uma informação valiosa para a manutenção da maior variabilidade genética da população. Da mesma forma que os parâmetros citados anteriormente, o programa Endog informa quais foram os animais que apresentaram maior ICG na população da raça Crioula Lageana. Assim, a ABCCL poderá usar esta informação para orientar os criadores da raça a utilizar os animais que tem em seu pedigree um maior número de fundadores.

O uso do intervalo de gerações (IG) na análise da estrutura genética de populações é importante, uma vez que as perdas de variabilidade genética ocorrem de geração em geração. Na Tabela 2.3, pode ser observado que o IG médio da população de animais da raça Crioula Lageana foi de 6,41 anos. O valor médio do IG encontrado para a linha pai foi de

5,84 anos. Para a linha mãe, a média foi de 7,70 anos. Na linha pai, o intervalo de gerações foi menor, devido à substituição de machos reprodutores na população ocorrer com mais frequência do que a substituição de fêmeas, já que segundo a ABCCL, as fêmeas da raça Crioula Lageana apresentam alta longevidade reprodutiva, ficando por mais tempo no rebanho para contribuir com seus genes. Outro fator que poderia justificar um menor valor de IG na linha pai é o eventual uso de inseminação artificial nesta população.

Tabela 2.3 - Intervalo de gerações (IG) e desvio padrão dos animais da raça bovina Crioula Lageana

Via	Média (anos)	Desvio padrão
Pai-Filho	5,88	0,43
Pai-Filha	5,80	0,21
Mãe-Filho	8,70	0,72
Mãe-Filha	6,71	0,25
Total	6,41	0,16

Poggian (2008), ao trabalhar com bovinos da raça Guzerá, encontrou valor médio de IG na linha materna de 7,28, enquanto que Reis Filho (2006), ao estudar bovinos da raça Gir, encontrou valor médio de IG de 7,93 nesta mesma linha de transmissão genética. Vercesi Filho et al. (2002a), ao estudarem a raça bovina Tabapuã, encontraram média de IG para linha materna de 7,10 anos. Em relação à linha paterna, Razook et al. (1993), ao trabalharem com populações que usam inseminação artificial, encontraram valores médios de IG na linha pai-filho de 3,66 e de 3,74 anos para os rebanhos da raça Nelore e Guzerá, respectivamente. Faria et al. (2001), ao estudarem a raça Gir Mocha, encontraram uma média de IG de 4,50 anos.

Em programas de conservação genética, como o número de animais disponíveis é baixo, procura-se estender pelo maior tempo possível a permanência e o uso de animais na reprodução. Nesse tipo de situação, intervalos de gerações mais longos são esperados já que quanto maior for o tempo de permanência de um determinado reprodutor no rebanho, maior será a sua contribuição genética para a população. Por outro lado, em programas de melhoramento genético, a diminuição dos intervalos entre gerações são preferíveis, pois intervalos muito grandes promovem menores ganhos genéticos anuais para características selecionadas, resultando em perdas econômicas.

Apesar de a raça Crioula Lageana estar vinculada a um programa de conservação de recursos genéticos animais, a maioria dos criadores da raça tem como única fonte de renda a venda destes animais para a reprodução e abate. Assim, é natural que parte

destes criadores tenham interesse em promover algum tipo de seleção para as características de maior rentabilidade econômica em seus animais. Por esta razão, observa-se na Tabela 2.3 uma diferença entre os valores da linha mãe-filho para a linha mãe-filha. Este fato poderia ser justificado pela opção dos criadores em manter por mais tempo no rebanho aquelas fêmeas que geraram machos para reprodução, gerando mais renda para o criador, já que a venda de touros tem maior valor agregado que a de fêmeas para reprodução.

A variação genética existente na população da raça Crioula Lageana das regiões de Coxilha Rica (n=223), Campos de Curitibanos (n=1.359) e Campos de Caçador (n=56) do Planalto Catarinense, foi avaliada através do cálculo da estatística F de Wright (Tabela 2.4). Nesse estudo, observou-se que existe uma baixa diferenciação genética entre os animais da raça Crioula Lageana das três regiões do Planalto Catarinense, com valores de $F_{st}=0,0015$, de $F_{is}=-0,0027$ e de $F_{it}=-0,00012$

Tabela 2.4 - Estatísticas F de Wright dos animais da raça bovina Crioula Lageana em relação à região de origem no Planalto Catarinense

Estatísticas F de Wright	Valores
F_{st} - correlação entre os genes da subpopulação em relação aos genes da população total	0,0015
F_{is} - correlação dos genes de um indivíduo em relação aos genes de sua subpopulação	- 0,0027
F_{it} - correlação dos genes de um indivíduo em relação aos genes da população total	- 0,0012

Neste estudo, o valor de F_{st} encontrado está próximo a zero. Como o valor deste parâmetro varia de zero até um, o resultado deste estudo indica que ocorreu uma mínima diferenciação entre as subpopulações. Já o resultado de F_{is} encontrado está abaixo de zero, indicando que ocorreu uma maior frequência de acasalamentos entre indivíduos não aparentados, o que pode ter contribuído para o aumento no número de indivíduos heterozigotos. O resultado negativo de F_{it} deste estudo indica maior número de heterozigotos na população da raça Crioula Lageana.

Sastre (2003), ao estudar bovinos Casanare, uma raça bovina crioula da Colômbia, encontrou valores de $F_{st}=0,0330$ e $F_{is}=0,0690$. Faria (2002), ao estudar a estrutura genética de raças zebuínas no Brasil, encontrou pouca diferenciação genética nos animais da raça Gir, com valores de $F_{st}=0,0028$ e de $F_{is}=0,0201$, e nos animais da raça Gir Mocho, com valores de $F_{st}=0,0155$ e de $F_{is}=0,0154$. Este mesmo autor observou ainda naquele estudo, pequena variação genética na população da raça Indubrasil, com valores de $F_{st}=0,0045$ e de $F_{is}=0,0299$ e na população da raça Nelore Mocha, com valores de $F_{st}=0,0056$ e de $F_{is}=0,0045$.

No entanto, a baixa diferenciação genética encontrada na população da raça Crioula Lageana poderá estar subestimada, já que para o cálculo deste parâmetro utilizou-se o

coeficiente de endogamia estimado para esta população, o qual foi baseado em informações de uma genealogia pouco conhecida. Desta forma, com a crescente regularização do registro genealógico dos animais da raça, um novo estudo deverá ser realizado dentro de alguns anos para confirmar os resultados aqui obtidos.

CONCLUSÕES

A análise da estrutura genética da população da raça bovina Crioula Lageana indica que, apesar do reduzido número de dados de animais conhecidos e da perda considerável de variabilidade genética pelo desenvolvimento da população em estreita base genética, a população estudada apresenta baixos níveis de endogamia, baixa diferenciação genética entre as subpopulações e um tamanho efetivo populacional acima do recomendado pela FAO para a manutenção da máxima variabilidade genética ao longo das gerações.

Com a recente criação da associação de criadores da raça e a consequente regularização da genealogia dos animais, um novo estudo deverá ser realizado dentro de alguns anos a fim de confirmar os resultados aqui obtidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDERSON, L., BODO, I. **Genetic conservation of domestic livestock**. Ed. CAB International: Wallingford, 1992, 282p.
- ALMEIDA, Marcos Jacob de Oliveira. **Caracterização de caprinos da raça Marota no Brasil**. Areia: Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, 2007, 150p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, 2007.
- BARROS, Eulália Alves. **Estrutura populacional e variabilidade genética do núcleo de conservação da raça Marota no Piauí**. Recife: Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009. 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009.
- BOICHARD, D.; MAIGNEL, L.; VERRIER, E. The value of using probabilities of gene origin to measure genetic variability in a population. **Genetics Selection Evolution**, v.29, p.5-23, 1997.
- CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; MARTINS FILHO, R.; CARNEIRO, A.P.S.; TORRES, R.A.; SILVA, F.F. A raça Indubrasil no nordeste brasileiro: melhoramento e estrutura populacional. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, p.2327-2334, 2009.
- CAROLINO, N.; GAMA, L.T. Indicators of genetic erosion in an endangered population: The Alentejana cattle breed in Portugal. **Journal of Animal Science**. v.86, p.47-56, 2008.
- CLEVELAND, M.A.; BLACKBURN, H.D.; ENNS, R.M.; GARRICK, D.J. Changes in inbreeding of U.S. Herefords during the twentieth century. **Journal of Animal Science**, v.83, p.992-1001, 2005.
- FARIA, F.J.C.; VERCESI FILHO, A.E.; MADALENA, F.E.; JOSAHKIAN, L.A. Parâmetros populacionais do rebanho Gir Mocho registrado no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1984-1988, 2001.
- FARIA, F.J.C.; VERCESI FILHO, A.E.; MADALENA, F.E.; JOSAHKIAN, L.A. Estrutura populacional da raça Nelore Mocho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, p.501-509, 2002.
- FARIA, Fabio José Carvalho. **Estrutura genética das populações zebuínas brasileiras registradas**. Belo Horizonte: Faculdade de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. 2002. 177p. Tese (Doutorado em Melhoramento Animal) – Faculdade de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.
- FARIA, F.J.C.; VERCESI FILHO, A.E.; MADALENA, F.E.; JOSAHKIAN, L.A. Estrutura Genética da Raça Sindí no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.852-857, 2004.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture - First draft**. Ed. Barbara Rischkowsky & Dafydd Pilling: Roma, 2007, 449p.

GUTIÉRREZ, J.P.; ALTARRIBA, J.; DIAZ, C., QUINTANILLA, R.; CAÑÓN, J.; PIEDRAFITA, J. Pedigree analysis of eight Spanish beef cattle breeds. **Genetics Selection Evolution**, v.35, p.43-63, 2003.

GUTIÉRREZ, J.P.; GOYACHE, F. A note on ENDOG: a computer program for analyzing pedigree information. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.122, p.172-176, 2005.

MARIANTE, A. da S.; TROVO, J.B. de F. The Brazilian genetic resources conservation programme. **Brazilian Journal of Genetics**, v.12, p.241-256, 1989.

MARIANTE, A. da S.; CAVALCANTE, N. **Animais do Descobrimento: raças domésticas da história do Brasil**. Ed. Embrapa: Brasília, 2006, 274p.

MARIANTE, A. da S.; ALBUQUERQUE, M.S.M; EGITO, A.A; McMANUS, C.; LOPES; PAIVA, S.R. Present status of the conservation of livestock genetic resources in Brazil. **Livestock Science**, v.120, p.204-212, 2009.

MARTINEZ, R.A.; GARCIA, D.; GALLEGRO, J.L.; ONOFRE, G.; PEREZ, J.; CANON, J. Genetic variability in Colombian Creole cattle populations estimated by pedigree information. **Journal of Animal Science**, v.86, p.545-552, 2008.

NEI, M. **Molecular Evolutionary Genetics**. Ed. Columbia University Press: New York, 1987, 512p.

PEIXOTO, M.G.C.D.;VERNEQUE, R.S.; TEODORO, R.L.; PENNA, V.M.; MARTINEZ, M.L. Genetic trend for milk yield in Guzerat herds participating in progeny testing and MOET nucleus schemes. **Genetics and Molecular Research**, v.5, p.454-465, 2006.

POGGIAN, Cecilia Fonseca. **Variabilidade genética e endogamia na população Guzerá sob seleção para produção de leite**. Juiz de Fora: Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008. 60p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008.

RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; BONILHA NETO, L.M.; TROVO, J.B.F.; PACKER, I.U.; PACOLA, L.J.; CANDIDO, J.G. Intensidades de seleção e repostas diretas e correlacionadas em 10 anos de progênes de bovinos das raças Nelore e Guzerá selecionadas para peso pós desmame. **Boletim de Indústria Animal**, v.50, p.147-63, 1993.

REIS FILHO, João Cruz. **Endogamia na raça Gir**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 61p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, 2006.

RODRIGUES, Daliane da Silva. **Estrutura populacional de um rebanho Morada Nova variedade branca no Estado do Ceará**. Fortaleza: Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, 2009. 45p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, 2009.

SASTRE, Héctor Julio. **Descripción, situación actual y estrategias de conservación de la raza bovina colombiana criolla Casanare**. Córdoba: Universidade de Córdoba, 2003. 261p. Tese (Doutorado em Veterinária) – Universidade de Córdoba, 2003.

VERCESI FILHO, A.E.; FARIA, F. J. C.; MADALENA, F. E.; JOSAHKIAN, L.A. Estrutura populacional do rebanho Tabapuã registrado no Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, p.609-617, 2002a.

VERCESI FILHO, A.E.; FARIA F.J.C.; MADALENA, F.E.; JOSANKIAN, L.A. Estrutura populacional do rebanho Indubrasil registrado no Brasil. **Archivos Latinoamericano de Produção Animal**, v.10, p.86-92. 2002b.

CAPITULO 3

AVALIAÇÃO DOS DADOS MORFOMÉTRICOS DA RAÇA BOVINA CRIOULA LAGEANA

RESUMO

Este estudo teve como objetivo realizar a avaliação morfométrica de animais adultos da raça bovina Crioula Lageana a fim de contribuir para a caracterização desta raça naturalizada brasileira. Os dados de biometria corporal foram coletados de 346 animais oriundos de três regiões do Planalto Catarinense. Foram mensurados o comprimento de corpo, a altura de cernelha, o perímetro torácico, a altura de garupa, a largura de garupa e o comprimento de garupa. As medidas morfométricas foram avaliadas em relação à idade, sexo e região de origem. Os dados foram submetidos à análise estatística simples e multivariada, por meio do programa Statistical Analysis System - SAS[®]. Todas as mensurações, com exceção de altura de garupa, apresentaram diferenças estatísticas entre machos e fêmeas, demonstrando o dimorfismo sexual presente nessa raça. Em relação a idade, a altura de garupa variou até animais de 3 à 5 anos; a largura de garupa e perímetro torácico variaram até animais de 7 à 9 anos; a altura de cernelha e o comprimento de garupa variaram até animais de 9 à 11 anos e o comprimento do corpo variou em animais com mais de 11 anos. A análise de agrupamentos, baseada nas informações morfométricas dos animais, mostrou pequena distância entre os animais de Campos de Curitiba com os animais de Coxilha Rica e Campos de Caçador. A análise discriminante mostrou que altos valores de comprimento de corpo, altura de cernelha e comprimento de garupa estão associados a baixos valores de altura de garupa e largura de garupa nos animais. As medidas lineares que tiveram maior correlação foram perímetro torácico, largura de garupa e comprimento de garupa, com valores acima de 0,80. A análise das medidas corporais da raça bovina Crioula Lageana indicam que os animais apresentam dimorfismo sexual, baixa diferenciação entre regiões do Planalto Catarinense e que os animais apresentam terminação tardia, sugerindo aos criadores que não selecionem os animais para precocidade, mas que unam esforços para inclusão da raça em sistemas produtivos de valor agregado, como a certificação de Indicação Geográfica de sua carne.

Palavras Chave: Conservação de recursos genéticos animais, caracterização fenotípica, biometria corporal, medidas lineares.

EVALUATION OF MORPHOMETRIC DATA OF CRIOLLO LAGEANO CATTLE

ABSTRACT

The objective of this study was a morphometric evaluation of adult individuals of the Criollo Lageano cattle to contribute to the characterization of this naturalized Brazilian breed. Body measurements were collected from 346 animals from three different regions of the Plateau of Santa Catarina State. The following measurements were taken: body length, height at withers, thoracic girth, rump height, rump width and rump length. The morphometric measurements were evaluated in terms of age, gender and region of origin. The data underwent simple and multivariate statistical analyses using the Statistical Analysis System - SAS[®]. All measurements, except for rump height, showed a statistical difference between males and females, demonstrating the sexual dimorphism present in this breed. In relation to age, it was observed that rump height varied until animals between 3 and 5 years of age; while rump width and thoracic girth varied until animals between 7 and 9 years. Height at withers and rump length stabilized in animals between 9 and 11 years, and the last trait to stabilize was body length, which only stop growing in animals above 11 years of age. The cluster analysis, based on morphometric information of this breed, showed a small distance between animals from the region of Campos de Curitibanos when compared to animals from the regions of Coxilha Rica and Campos de Caçador. The discriminant analysis identified that an increase in body length, height at withers and rump length were associated with a decrease in rump height and rump width. The linear measurements that presented the greatest correlation were thoracic girth, rump width and rump length, with values above 0.80. The analysis of body measurements indicated that the Criollo Lageano cattle breed show sexual dimorphism, low differentiation between regions in the Plateau of Santa Catarina State and late finishing, suggesting that farmers do not select the animals for early termination, but that they should join forces for the inclusion of this breed in productive systems with added values, like the certification of Protected Designation of Origin of its meat.

Keywords: Conservation of animal genetic resources, morphometric assessment, linear measurements, body biometrics.

INTRODUÇÃO

O conhecimento das características morfométricas de uma raça é fundamental para o estabelecimento de parâmetros de referências para esta população, sendo importantes para o planejamento de programas de conservação, bem como para uso posterior em programas de melhoramento animal (RIBEIRO et al., 2004). A falta de conhecimento sobre as características fenotípicas de uma raça dificultam a identificação de nichos de mercado para valorização desses recursos. Esta é uma das razões pela qual a caracterização fenotípica é um dos pontos mais importantes em qualquer programa de conservação. (CHACÓN et al., 2008).

Ao relatarem a situação da conservação de recursos genéticos animais no Brasil, Mariante et al. (2009) destacaram que a raça bovina Crioula Lageana é, dentre as raças naturalizadas, a única adaptada à região sul do Brasil, incluída no Programa Brasileiro de Conservação de Recursos Genéticos. Esta raça possui características únicas de adaptação à região mais fria do Brasil, situada no Planalto Catarinense. Mariante & Trovo (1989), relataram que, no final da década de 80, a população desses animais encontrava-se reduzida a um efetivo que não ultrapassava 500 exemplares sendo que mais de 80% da população pertencia a um só criador. Atualmente, com a criação da Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Crioula Lageana em 2003 e com o reconhecimento desta como raça pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em 2008, a população atual supera 1.400 animais criados em estabelecimentos rurais da região.

São escassos os estudos referentes às dimensões corporais e suas relações com características produtivas de raças naturalizadas brasileiras (BIANCHINI et al., 2006; LANDIM et al., 2007; McMANUS et al., 2010; CARNEIRO et al., 2010). Para programas de conservação de recursos genéticos animais, a caracterização fenotípica constitui uma das principais etapas do processo, pois além de servir de base para os processos de seleção dos animais, serve como estratégia para a preservação de raças em perigo de extinção (McMANUS et al., 2001).

O uso de análises multivariadas para estudos de caracterização fenotípica, por meio de variáveis morfológicas, mostra-se bastante eficaz para medir a variação existente dentro de uma população, já que permite identificar a existência de subpopulações dentro de uma raça, uma vez que considera todas as variáveis simultaneamente (TRAORÉ et al., 2008). Como ferramentas para o desenvolvimento dessas metodologias, são empregadas técnicas como a análise de componentes principais, análise de agrupamentos, análise discriminante,

entre outras, que permitem a redução de dados ou simplificação estrutural, a ordenação, o agrupamento e a investigação da dependência entre as variáveis (MINGOTI, 2005).

A avaliação das medidas corporais de animais em programas de conservação é importante pois as mesmas são indispensáveis na avaliação do crescimento e desenvolvimento corporal. Além disto, podem fornecer informações suplementares que são úteis para determinação de tendências genéticas e fenotípicas do crescimento dos animais ao longo dos anos (ALMEIDA, 2007).

O estudo de caracterização fenotípica apresenta-se como principal ferramenta para a compreensão das formas como as raças se desenvolveram e são criadas, das características que as diferenciam e de sua importância, tanto econômica, quanto social e cultural, para as comunidades que as criam (NASCIMENTO, 2010). Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar as medidas corporais da raça bovina Crioula Lageana em diferentes idades nas três regiões do Planalto Catarinense, a fim de estabelecer os padrões de variação destas medidas, contribuindo para a caracterização fenotípica da raça.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Planalto Catarinense, localizado na porção central do Estado de Santa Catarina, entre os paralelos 26° 10' e 28° 40' de latitude sul e os meridianos 49° 10' e 51° 50' de longitude oeste. A altitude desta região oscila entre 700 e 1.800 metros acima do nível do mar. O clima, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfb (temperado úmido sem estiagem) caracterizado por invernos frios com grande incidência de geadas e verões brandos. A temperatura média anual é de 15,7°C, sendo que no mês mais quente a temperatura média é de 24,8° e no inverno a temperatura média é de 6,6°C, com ocorrência de temperaturas inferiores a 0°C. A umidade relativa média varia entre 78 e 80%. A precipitação anual média gira em torno de 1.300 a 1.500 mm. A vegetação é constituída de florestas de araucárias, intercalados com campos limpos de pastagens naturais.

Foram mensurados 346 animais de agosto a dezembro de 2008 em propriedades rurais localizadas em três regiões do Planalto Catarinense: Coxilha Rica, Campos de Curitibanos e Campos de Caçador. Nas três regiões, os animais estavam submetidos a condições de manejo idênticas, sob regime extensivo de criação, no qual alimentavam-se exclusivamente de pastagem nativa. As seis medidas morfométricas, em centímetros, obtidas por meio de régua graduada ou fita métrica, são descritas a seguir:

- Comprimento de corpo (CC): Medida entre a articulação escápulo-umeral até a tuberosidade coxal do ílio.
- Altura de cernelha (AC): Distância do solo até o ponto mais alto da cernelha.
- Perímetro torácico (PT): Medida da caixa torácica do animal realizado entre a parte caudal à escápula, o esterno e os processos espinhais das vértebras torácicas.
- Altura de garupa (AG): Distância entre o solo e o ponto mais alto da garupa.
- Largura de garupa (LG): Distância entre as duas tuberosidades coxais.
- Comprimento de garupa (CG): Distância entre a tuberosidade coxal do ílio até a tuberosidade isquiática.

Os animais foram avaliados de acordo com os seguintes parâmetros:

- Sexo: Machos (n=50) e Fêmeas (n=296).
- Idade: Os animais foram distribuídos em seis faixas etárias:

- Faixa 1: animais entre 2 e 3 anos (n=50).
 - Faixa 2: animais entre 3 e 5 anos (n=55).
 - Faixa 3: animais entre 5 e 7 anos (n=73).
 - Faixa 4: animais entre 7 e 9 anos (n=63).
 - Faixa 5: animais entre 9 e 11 anos (n=56).
 - Faixa 6: animais acima de 11 anos (n=49).
-
- Origem: Foram mensurados animais de três regiões do Planalto Catarinense:
 - Região 1 - Coxilha Rica (n=118).
 - Região 2 - Campos de Curitibanos (n=203).
 - Região 3 - Campos de Caçador (n=25).

As medidas morfométricas foram avaliadas usando análise estatística simples (médias mínimas e coeficiente de variação), análise de variância, correlações simples entre as características e análise de componentes principais usando PROC, GLM, CORR, e PRIMCOMP por meio do programa Statistical Analysis System - SAS[®].

Após a standardização, os dados foram submetidos a análise estatística multivariada pela metodologia de análise de agrupamentos, análise discriminantes e análise de variáveis canônicas através dos procedimentos de CLUSTER, TREE, DISCRIM, STEPDISC e CANCECORR usando o SAS[®], de acordo com Sneath & Sokal (1973), a fim de ordenar os animais em grupos pelo grau de similaridade e verificar a capacidade discriminatória das características originais na formação destes grupos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise da variância das medidas morfométricas da raça bovina Crioula Lageana mostrou que todas as características mensuradas variaram em função da idade (Tabela 3.1). O coeficiente de variação oscilou de 4,69 a 7,59, indicando uma baixa variação individual entre os animais deste estudo. A região de origem dos animais no Planalto Catarinense não apresentou interação com a idade e nem com sexo em todas as medidas morfométricas, mostrando que a combinação destes fatores não foi significativa para influenciar as medidas de altura de cernelha, altura de garupa e comprimento de garupa dos animais. No entanto, houve interação entre sexo e idade para todas as características morfométricas avaliadas, demonstrando diferença significativa entre machos e fêmeas, em cada faixa etária, para todas as medidas mensuradas neste estudo. Estes resultados indicam que os machos da raça Crioula Lageana são em geral maiores que as fêmeas, e que os animais mais velhos são maiores, mesmo em idades avançadas.

Tabela 3.1 – Resumo da análise de variância das medidas morfométricas da raça bovina Crioula Lageana

	<i>CC</i>	<i>AC</i>	<i>PT</i>	<i>AG</i>	<i>LG</i>	<i>CG</i>
Sexo	*	NS	*	NS	NS	*
Idade	***	***	***	***	***	***
Região	***	NS	***	*	***	*
Sexo*Idade	***	*	***	***	***	***
Sexo*Região	*	NS	*	NS	***	NS
Idade*Região	***	NS	*	NS	*	NS
Médias mínimas	145,9	126,2	178,4	131,6	47,4	48,2
Coeficiente de Variação	6,32	6,77	5,89	4,69	7,59	6,35

CC=Comprimento de Corpo, AC=Altura de Cernelha, PT=Perímetro Torácico, AG=Altura de Garupa, LG=Largura de Garupa e CG=Comprimento de Garupa. NS=Não Significativo, *P<0,05, *** P<0,001.

Com exceção da medida de altura de garupa, todas as medidas morfométricas apresentaram diferenças estatísticas entre machos e fêmeas em relação ao sexo (Tabela 3.2). Este resultado está de acordo com Bianchini et al. (2006) que, ao estudarem bovinos de raças naturalizadas, também observaram que não ocorreram diferenças significativas entre os sexos em todas as medidas biométricas. Já Martinez et al. (1998), ao estudarem bovinos da raça Crioulo Argentino, Abreu et al. (2005), ao trabalharem com bovinos da raça Pantaneira e Mahecha et al. (2002), ao estudarem bovinos da raça Lucerna, observaram diferenças estatísticas em todas as medidas lineares em relação ao sexo.

Tabela 3.2 - Médias mínimas (em centímetros) das medidas morfométricas de bovinos da raça Crioula Lageana em relação ao sexo

<i>Sexo</i>	<i>CC</i>	<i>AC</i>	<i>PT</i>	<i>AG</i>	<i>LG</i>	<i>CG</i>
Machos (n=50)	149,3 ^a	129,9 ^a	185,9 ^a	132,8 ^a	46,4 ^b	49,4 ^a
Fêmeas (n=246)	145,3 ^b	125,5 ^b	177,1 ^b	131,4 ^a	47,5 ^a	48,0 ^b

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. CC=Comprimento de Corpo, AC=Altura de Cernelha, PT=Perímetro Torácico, AG=Altura de Garupa, LG=Largura de Garupa e CG=Comprimento de Garupa.

Os resultados deste estudo mostraram que os animais da raça Crioula Lageana apresentaram dimorfismo sexual. O fato de machos e fêmeas serem visivelmente diferentes é comum em animais de produção, em virtude de que os machos apresentam características sexuais secundárias que imprimem maior vigor físico e maiores medidas de altura e comprimento em relação às fêmeas (McMANUS et al., 2005).

A medida de altura de garupa não apresentou variação em relação ao sexo. Esse resultado deve ser melhor investigado para que se possa determinar se é uma característica inerente à raça ou se foi resultante de erros de aferição de medidas. Neste estudo, a largura de garupa foi maior nas fêmeas do que nos machos, em virtude da anatomia pélvica da vaca apresentar maior abertura para possibilitar a passagem do bezerro ao nascer.

Na Tabela 3.3 é apresentado o resultado das avaliações morfométricas dos animais da raça Crioula Lageana em relação à idade. Observa-se nesse estudo que todas as medidas lineares variaram em função da idade.

Tabela 3.3 - Médias mínimas (em centímetros) das medidas morfométricas de bovinos da raça Crioula Lageana em relação a idade

<i>Idade</i>	<i>CC</i>	<i>AC</i>	<i>PT</i>	<i>AG</i>	<i>LG</i>	<i>CG</i>
2 a 3 anos (n=50)	131,4 ^c	118,8 ^c	158,0 ^c	125,3 ^c	39,5 ^c	43,1 ^d
3 a 5 anos (n=55)	143,9 ^d	125,1 ^b	177,9 ^b	133,3 ^{ba}	47,4 ^b	47,9 ^c
5 a 7 anos (n=73)	145,9 ^{dc}	125,4 ^b	178,2 ^b	131,2 ^b	46,7 ^b	47,8 ^c
7 a 9 anos (n=63)	147,4 ^c	127,1 ^{ba}	183,0 ^a	132,1 ^{ba}	49,2 ^a	49,0 ^b
9 a 11 anos (n=56)	151,0 ^b	130,2 ^a	185,2 ^a	133,8 ^a	50,3 ^a	50,2 ^a
Acima de 11 anos (n=49)	155,2 ^a	129,9 ^a	185,9 ^a	133,7 ^a	50,3 ^a	51,0 ^a

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. CC=Comprimento de Corpo, AC=Altura de Cernelha, PT=Perímetro Torácico, AG=Altura de Garupa, LG=Largura de Garupa e CG=Comprimento de Garupa.

A variação das medidas morfométricas em função da idade está de acordo com a maioria dos autores que trabalharam com bovinos encontrados na literatura (PACHECO et al., 2008; SCARAPATI et al., 1996; ABREU et al., 2005; LÔBO et al., 2002; MAHECHA et

al., 2002 e MARTINEZ et al., 1998). Entretanto, são escassos os trabalhos referentes às dimensões corporais e suas relações com a idade em raças naturalizadas no Brasil.

Em raças comerciais, Pacheco et al. (2008), ao estudar a influência da idade nas medidas corporais de bovinos da raça Guzerá, verificaram que a AC e a AG variaram até animais com 36 meses, enquanto que o PT variou até animais com 48 meses de idade. Northcutt et al. (1992), ao estudarem vacas da raça Angus, verificaram que a AG apresentou variação em animais entre três e quatro anos de idade. Chacur et al. (2006), ao estudarem dados morfométricos em bovinos da raça Canchim, verificaram diferença estatística para a AC entre animais de 14 meses até os 48 meses de idade. Lôbo et al. (2002), ao estudarem bovinos da raça Nelore, verificaram diferenças estatísticas nas medidas de CC e AG somente até os 24 meses de idade.

Neste estudo, observou-se que as medidas corporais da raça bovina Crioula Lageana apresentaram diferença estatística em idades diferentes. A altura de garupa variou até animais de 3 a 5 anos. A largura de garupa e perímetro torácico variou até animais de 7 a 9 anos. A altura de cernelha e o comprimento de garupa variaram até animais de 9 a 11 anos e o comprimento do corpo variou em animais com mais de 11 anos.

Diferente do ocorrido para as raças comerciais, as quais foram submetidas à seleção artificial para características produtivas, a seleção natural e a adaptação ao Planalto Catarinense são as únicas responsáveis pelas dimensões corporais da raça Crioula Lageana, já que esta população não foi objeto de processos seletivos artificiais. Por esta razão, os animais dessa raça apresentaram variação em suas medidas morfométricas até idades mais avançadas, sugerindo serem animais tardios.

Ao estudarem medidas morfométricas em bovinos crioulas de outros países, diversos autores também verificaram que as mesmas eram tardias. Assim, Mahecha et al. (2002), ao estudarem bovinos crioulos da raça Lucerna na Colômbia, verificaram diferença estatística para o CC e a AC em animais até os 7 anos de idade; Arboleda (1979), ao trabalhar com bovinos colombianos naturalizados da raça Blanco Orejinegro, verificou que estes animais apresentaram diferenças significativas de CC e AC em animais acima de 4 anos de idade; enquanto que Dineur & Thys (1986), ao trabalharem com bovinos da raça Kapsinki na África, também verificaram que animais com mais de 4 anos continuavam a apresentar variação nas medidas de CC e AC.

A constatação de que os animais da raça Crioula Lageana são tardios deve servir de estímulo aos criadores da raça para que unam esforços no sentido de buscar a inserção desta raça em sistemas produtivos com agregação de valor à carne, ao invés de

selecionar os animais em relação à precocidade. Durante séculos de seleção natural, a raça Crioula Lageana adquiriu características próprias que a identificam com a região, o que torna evidente seu potencial para o requerimento da certificação de Indicação Geográfica de sua carne. Desta forma, a agregação de valor proporcionada por este novo nicho de mercado contribuirá decididamente para o desenvolvimento sócio-econômico dos criadores e da região, além de promover, indiretamente, a conservação deste recurso genético brasileiro.

A fim de avaliar a influência da região de origem dos animais da raça Crioula Lageana em relação às medidas lineares obtidas neste estudo, foi realizada a análise estatística multivariada dos dados. Diversos autores têm usado esta técnica como ferramenta para verificar as relações existentes entre animais de produção, agrupando-os de acordo com as variáveis mensuradas (CASTANHEIRA et al., 2010b; CARNEIRO et al., 2010; McMANUS et al., 2009; TORRES FILHO et al., 2005; PIRES et al., 2002).

A análise multivariada discriminante foi realizada neste estudo para avaliar se a classificação original dos grupos está embasada nas características morfométricas dos animais. Esta técnica consiste em encontrar funções que possam explicar as diferenças entre as populações de tal modo que seja minimizada a probabilidade de classificação incorreta. Observa-se que a análise discriminante dos dados promoveu uma nova classificação dos animais, onde se verificou que, em média, 50% dos animais haviam sido classificados originalmente de forma correta (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 - Análise discriminante e número de animais (n) da raça Crioula Lageana em relação à região de origem do Planalto Catarinense

<i>Origem</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>Total</i>
1 (n=118)	53,38% (63)	22,04% (26)	24,58% (29)	100%
2 (n=203)	23,15% (47)	50,25% (102)	26,60% (54)	100%
3 (n=25)	20,00% (5)	28,00% (7)	52,00% (13)	100%
Total	33,33% (115)	38,84% (135)	27,83% (96)	100%

Origem 1: Região de Coxilha Rica; Origem 2: Região de Campos de Curitibaanos e Origem 3: Região de Campos de Caçador.

Castanheira et al. (2010a), ao estudarem características de adaptação ao calor em eqüinos, obtiveram um percentual de acerto de mais de 70% na classificação original dos grupos quando compararam distintas raças. Neste estudo, como o parâmetro para a nova classificação dos grupos foi a origem dos animais, o valor encontrado, próximo a 50% dentro do grupo original, indica que não existiu uma grande variação morfométrica entre os animais da raça Crioula Lageana em relação à região de origem no Planalto Catarinense, sendo que a

probabilidade de acerto ou de erro na classificação dentro de uma ou de outra região foi semelhante.

A análise discriminante canônica, baseada nas características morfométricas dos animais da raça Crioula Lageana, mostrou pequena divergência entre indivíduos nas três regiões de origem no Planalto Catarinense, mostrando maior sobreposição entre os animais da região de Coxilha Rica e os animais da região de Campos de Caçador (Figura 3.1).

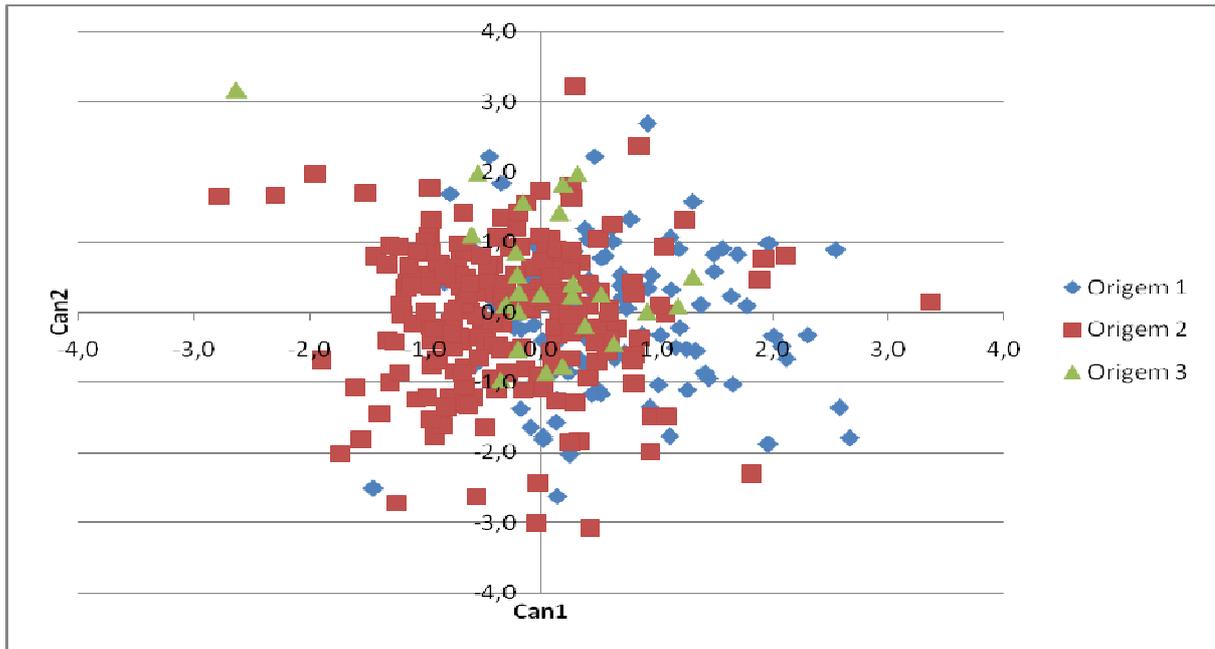


Figura 3.1 - Análises canônicas dos animais da raça bovina Crioula Lageana em relação à região de origem do Planalto Catarinense.
 Origem 1: Região de Coxilha Rica (n=118); Origem 2: Região de Campos de Curitiba (n=203) e Origem 3: Região de Campos de Caçador (n=25).

Carneiro et al. (2010), ao avaliar medidas morfométricas de ovinos no Brasil, Uruguai e Colômbia por meio de análises canônicas, verificaram clara sobreposição de dados entre os indivíduos da raça Santa Inês com os indivíduos da raça Suffolk, sugerindo que os mesmos estariam agrupados, por apresentarem características morfométricas semelhantes.

Nos animais da raça Crioula Lageana este resultado era esperado, já que os animais foram submetidos as mesmas condições de ambiente e manejo alimentar no Planalto Catarinense. Adicionalmente, ao avaliarmos a estrutura genética populacional da raça bovina Crioula Lageana no capítulo 2 desta tese, concluímos que a diferenciação genética entre os animais das três regiões de origem deste estudo são mínimas, não havendo formação de diferentes subpopulações nesta raça.

No entanto, a fim de quantificar uma possível distância existente entre os animais das regiões do Planalto Catarinense, baseado na variação das medidas morfométricas dos animais, foi realizada neste estudo a aplicação de um método hierárquico, o qual busca a máxima homogeneidade entre os indivíduos no grupo e a máxima heterogeneidade entre os grupos, na qual os resultados são apresentados sob a forma de um dendrograma. Esta análise de agrupamentos, baseada na distância euclidiana, foi capaz de separar os animais nos três grupos de origem, no qual os animais da região de Campos de Curitibanos são os que apresentaram maior distância dos animais das outras duas regiões do Planalto Catarinense (Figura 3.2).

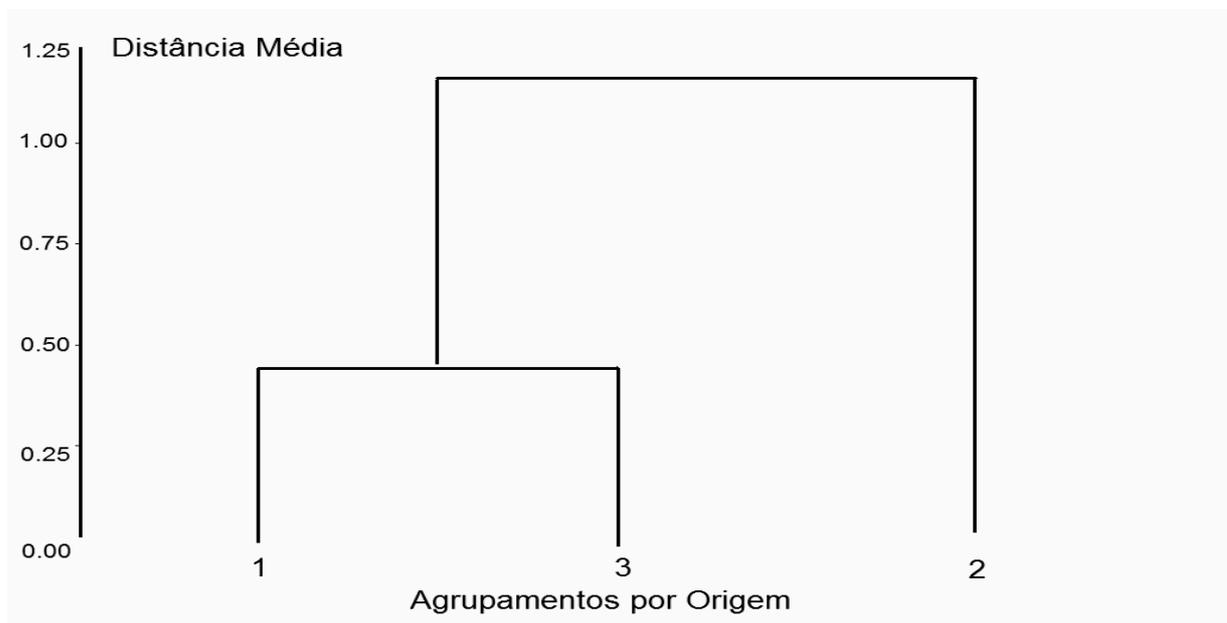


Figura 3.2 - Dendrograma baseado na distância euclidiana entre animais em relação à subregiões de origem do Planalto Catarinense usando medidas morfométricas. Origem 1 – Região de Coxilha Rica (n=118); Origem 2 – Região de Campos de Curitibanos (n=203) e Origem 3 – Região de Campos de Caçador (n=25).

Como o cálculo deste parâmetro é baseado nas medidas morfométricas dos animais, esta diferença pode ser consequência da baixa percentagem de machos (33% da população total) e da alta percentagem de animais jovens até 5 anos (99% da população total) na região de Campos de Curitibanos, gerando em média uma população de menores medidas morfométricas para esta região quando comparada a população das regiões de Coxilha Rica e Campos de Caçador.

Com base nesta informação de que existe diferenças morfométricas nos animais entre os grupos de origem, foi analisada a influência de cada medida morfométrica na discriminação ou separação dos grupos nos animais da raça Crioula Lageana (Figura 3.3).

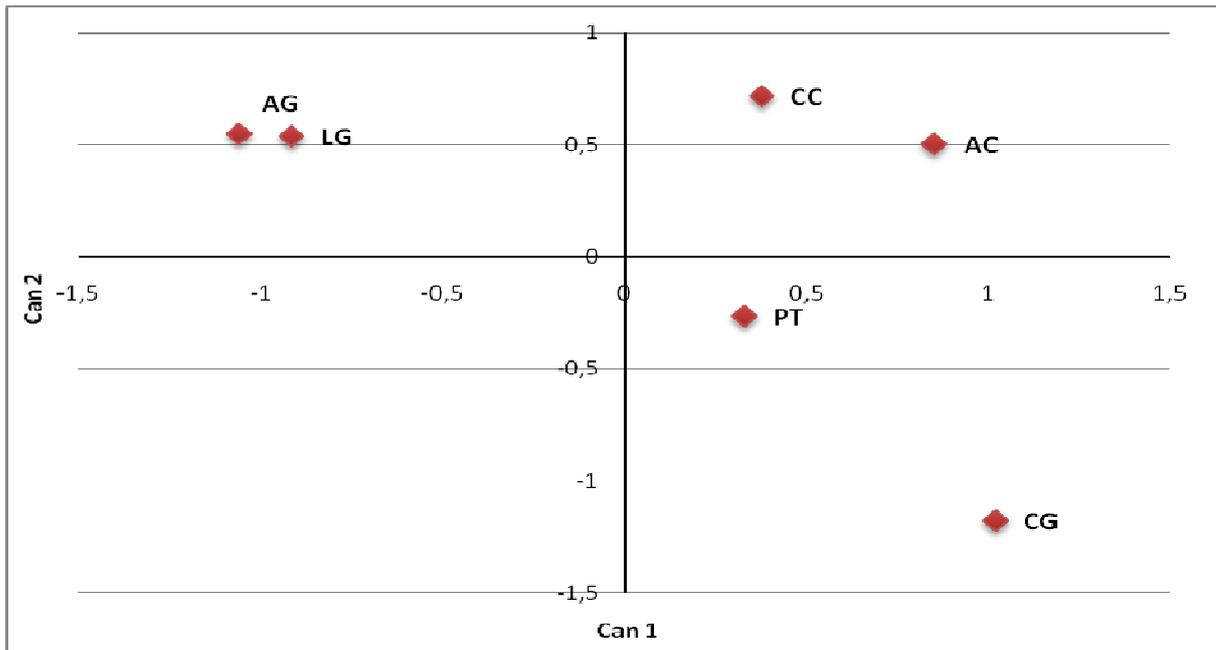


Figura 3.3 - Médias canônicas das medidas morfométricas da raça bovina Crioula Lageana. CC=Comprimento de Corpo, AC=Altura de Cernelha, PT=Perímetro Torácico, AG=Altura de Garupa, LG=Largura de Garupa e CG=Comprimento de Garupa.

Observa-se que o primeiro autovalor (can 1) indicou que altos valores de comprimento de corpo (CC) altura de cernelha (AC) e comprimento de garupa (CG), foram acompanhados de baixas medidas de altura de garupa (AG) e largura de garupa (LG). O segundo autovalor (can 2) indicou um subgrupo de animais com altos valores de AG, LG, CC e AC, mas baixos valores de CG. Os dois primeiros autovalores explicaram 96% de toda variação entre as características mensuradas.

McManus et al. (2009), ao estudarem tolerância ao calor de ovinos naturalizados brasileiros, verificaram que o decréscimo na temperatura da pele e nos batimentos cardíacos estavam acompanhados de um aumento no número de eritrócitos e na concentração de hemoglobina sanguínea. Ao estudarem a influência de medidas morfométricas em suínos naturalizados do Brasil, Uruguai e Colômbia, McManus et al. (2010), concluíram que um animal grande para comprimento de corpo era também grande para mais nove medidas morfométricas, exceto para distância dorso external, a qual era baixa nestes animais.

Neste estudo, a medida de perímetro torácico apresentou pequena capacidade discriminatória entre os animais. Em virtude de o perímetro torácico ser altamente relacionado ao manejo alimentar. Este resultado sugere que a influência do local de origem dos animais não foi determinante para a separação dos grupos, demonstrando uma uniformidade de clima e vegetação em todo o Planalto Catarinense, já que os animais se alimentam unicamente de

pastagem natural. Segundo Prajapati et al. (1991), o perímetro torácico é altamente correlacionado com o peso corporal, acompanhando suas flutuações periódicas devido a influências ambientais.

No entanto, verificou-se que a maioria das medidas morfométricas da raça apresentam uma interrelação entre si na separação dos animais em grupos distintos. Para verificar a interrelação entre as medidas morfométricas da raça Crioula Lageana, independente de sua capacidade discriminatória, foram avaliadas as correlações de Pearson. Todas as características morfométricas avaliadas apresentaram correlações altas e significativas entre si, variando de 0,50 a 0,83 (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 - Correlações de Pearson entre as medidas corporais dos animais da raça bovina Crioula Lageana (n=346)

<i>Medidas Morfométricas</i>	<i>AC</i>	<i>PT</i>	<i>AG</i>	<i>LG</i>	<i>CG</i>
Comprimento de corpo (CC)	0,50	0,77	0,65	0,79	0,78
Altura de cernelha (AC)		0,54	0,63	0,51	0,55
Perímetro torácico (PT)			0,66	0,83	0,80
Altura de garupa (AG)				0,67	0,68
Largura de garupa (LG)					0,83
Comprimento de garupa (CG)					

Diversos autores trabalhando com bovinos, encontraram alta correlação entre as medidas corporais (LÔBO et al., 2002; HAGGER & HOFER, 1991; PRAJAPATI et al., 1991; MAHECHA et al., 2002 e BAKER et al., 1988). Para Winkler (1993), as elevadas correlações existentes entre medidas esqueléticas levam à conclusão de que não existe necessidade de tomar várias medidas esqueléticas em programas de melhoramento genético.

Neste estudo, as correlações entre as medidas de perímetro torácico (PT), largura de garupa (LG) e comprimento de garupa (CG) dos animais da raça Crioula Lageana apresentaram valores acima de 0,80. Segundo Yokoo et al. (2007), quando a correlação entre duas características estiver acima de 0,80, uma delas poderá ser desconsiderada para seleção de animais para as duas características. Em virtude da alta correlação com as demais medidas deste estudo, aliada a facilidade de medição, sugere-se o comprimento de garupa como a medida mais indicada aos criadores para avaliar o tamanho corporal dos animais em seus rebanhos.

A altura de cernelha (AC) foi à medida que apresentou menor correlação com as demais características neste estudo. Lima et al. (1989), ao estudarem características morfológicas na raça Nelore, também verificaram que a altura de cernelha tem baixa

correlação com o perímetro torácico e largura de garupa, indicando que possivelmente os genes que controlam o crescimento destas características não sejam os mesmos. No entanto, a correlação da altura de cernelha com as demais características morfométricas deste estudo não é baixa, sendo apenas menor do que a correlação existente entre as demais medidas mensuradas.

Neste estudo, não foram avaliados os pesos dos animais. No entanto, diversos autores encontraram em seus estudos valores de correlação positiva entre medidas morfométricas e peso corporal em bovinos (RAZOOK et al., 1993; FERNANDES et al., 1996; SCARPATI et al., 1996; CYRILLO et al., 2000; SANTANA et al., 2001 e ROCHA et al., 2003). De acordo com os autores acima mencionados, ao se escolher os animais mais altos, mais compridos, de maior garupa e de maior perímetro torácico, certamente se estará selecionando os animais mais pesados na população.

Desta forma, um novo estudo, associando as características morfométricas dos animais da raça Crioula Lageana com o peso corporal, poderia ser realizado a fim de confirmar a correlação deste parâmetro com as medidas morfométricas. Como a maioria dos criadores não possui balança para pesagem de bovinos, a informação da correlação entre o peso corporal e medidas morfométricas da raça Crioula Lageana seria de grande auxílio aos criadores para a estimação do peso dos animais usando apenas a aferição de uma determinada medida.

CONCLUSÕES

A seleção natural e a adaptação ao ambiente do Planalto Catarinense durante séculos favoreceu o aparecimento do dimorfismo sexual presente na raça Crioula Lageana. Por não terem sido objeto de seleção artificial para características produtivas, os animais da raça bovina Crioula Lageana são mais tardios do que os animais de raças comerciais.

As medidas esqueléticas da raça bovina Crioula Lageana têm altas correlações entre si, não havendo necessidade de tomar várias medidas ao mesmo tempo para avaliar o tamanho corporal destes animais. Dentre estas medidas, sugere-se o comprimento de garupa como a melhor medida a ser utilizada, devido à facilidade de medição e à maior correlação com as demais medidas realizadas neste estudo.

A constatação de que os animais da raça Crioula Lageana são tardios deve servir de estímulo aos criadores da raça para que unam esforços no sentido de buscar a inserção desta raça em sistemas produtivos de valor agregado, como a certificação de Indicação Geográfica da carne destes animais, ao invés de selecionar os animais para precocidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, U.G.P.; SANTOS, S.A.; SERENO, J.R.B.; COMASTRI FILHO, J.A.; RAVANELLI, M.S. Caracterización morfológica de los bovinos Pantaneiros del núcleo de conservación in situ de Nhumirim. **Archivos de Zootecnia**, v.54, p.211-216, 2005.
- ALMEIDA, Marcos Jacob de Oliveira. **Caracterização de caprinos da raça Marota no Brasil**. Areia: Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, 2007, 150p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, 2007.
- ARBOLEDA, A. Correlaciones entre pesos vivos y medidas corporales del Blanco Orejinegro a diferentes edades. **Revista Facultad Nacional de Agronomía**. v.32, p.27-42, 1979.
- BAKER, J.F.; STEWART, T.S.; LONG, C.R.; CARTWRIGHT, T.C. Multiple regression and principal components analysis of puberty and growth in cattle. **Journal of Animal Science**, v.66, p.2147-2158, 1988.
- BIANCHINI, E.; McMANUS, C.; LUCCI, C.M., FERNANDES, M.C.B.; PRESCOTT, E.; MARIANTE, A. da S.; EGITO, A. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1413-1448, 2006.
- CARNEIRO, H.; LOUVANDINI, H.; PAIVA, S.R.; MACEDO, F.; MERNIES, B.; McMANUS, C. Morphological characterization of sheep breeds in Brazil, Uruguay and Colombia. **Small Ruminant Research**, v.94, p.58-65, 2010.
- CASTANHEIRA, M.; PAIVA, S.R.; LOUVANDINI, H.; LANDIM, A.; FIORAVANTI, M.C.; PALUDO, G.R.; DALLAGO, B.S.; McMANUS, C. Multivariate analysis for characteristics of heat tolerance in horses in Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, v.42, p.185-191, 2010a.
- CASTANHEIRA, M.; PAIVA, S.R.; LOUVANDINI, H.; LANDIM, A.; FIORAVANTI, M.C.; DALLAGO, B.S.; CORREA, P.S.; McMANUS, C. Use of heat tolerance traits in discriminating between groups of sheep in central Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, v.42, p.1821-1828, 2010b.
- CHACON, E.; MACEDO, F.; McMANUS, C.; PAIVA, S.R.; VELÁZQUEZ, F.; PINEDA, E. Índices zoométricos de uma amostra de Cabras Crioulas Cubanas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 7., 2008, São Carlos. **Anais...** São Paulo: Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, 2008.
- CHACUR, M.G.M.; ARAÚJO, M.C.; KRONKA, S. Características seminais, corpóreas e anatômicas do aparelho reprodutor de reprodutores da raça Canchim aos 14 e 48 meses de idade. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v.9, p.21-27, 2006.
- CYRILLO, J.N.S.G.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; NETO, L.M.B.; RUGGIERI, A.C.; TONHATI, H. Efeitos da seleção para peso pós-desmame sobre medidas corporais e

perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho (SP). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.403-412, 2000.

DINEUR B. ; THYS E. Les Kapsiki: Race taurine de l'extreme nord Camerounais: Introduction et barymetrie. **Revue d'Élevage et de Medecine Veterinaire des Pays Tropicaux**, v.39, p.435-442, 1986.

FERNANDES, A.; MAGNABOSCO, C.U.; OJALA, M. Estimativas de parâmetros genéticos e ambientes de medidas corporais e peso em bovinos da raça Brahman nos trópicos. In: XXXIII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.136-138, 1996.

HAGGER, C.; HOFER, A. Phenotypic and genetic relationships between wither height, heart girth and milk yield in the Swiss Braunvieh and Simmental breeds. **Livestock Production Science**, v.28, p.265-271, 1991.

LANDIM, A.V.; MARIANTE, A. da S.; McMANUS, C.; GUGEL, R.; PAIVA, S.R. Características quantitativas da carcaça, medidas morfométricas e suas correlações em diferentes genótipos de ovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, p.665-676, 2007.

LIMA, F.P.; BONILHA NETO, L.M.; RAZOOK, A.G.; PACOLA, L.J.; FIGUEIREDO, L.A. de; PEIXOTO, A.M. Parâmetros genéticos em características morfológicas de bovinos Nelore. **Boletim de Indústria Animal**, v.46, p.249-257, 1989.

LÔBO, R.N.B.; MARTINS, J.A.M.; MALHADO, C.H.M.; MARTINS FILHO, R.; MOURA, A.A.A. Correlações entre características de crescimento, abate e medidas corporais em tourinhos da raça Nelore. **Revista Ciência Agronômica**, v.33, p.5-12, 2002.

MAHECHA, L.; ANGULO, J.; MANRIQUE, L.P. Estudio bovinométrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna. **Revista Colombiana de Ciência Pecuária**, v.15, p.80-87, 2002.

MARIANTE, A. da S.; TROVO, J.B. de F. The Brazilian genetic resources conservation programme. **Brazilian Journal of Genetics**, v.12, p.241-256, 1989.

MARIANTE, A. da S.; ALBUQUERQUE, M.S.M; EGITO, A.A; McMANUS, C.; LOPES, M.A.; PAIVA, S.R. Present status of the conservation of livestock genetic resources in Brazil. **Livestock Science**, v.120, p.204-212, 2009.

MARTÍNEZ, R.D.; FERNÁNDEZ, E.N.; RUMIANO, F.J.; PEREYRA, A.M. Medidas zoométricas de conformación corporal en bovinos Criollos Argentinos. **Zootecnia Tropical**, v.16, p.241-252, 1998.

McMANUS, C.; MISERANI, M.G.; SANTOS, S.A.; MARIANTE, A. da S.; SILVA, J.A.; ABREU, U.G.P.; MAZZA, M.C.; SERENO, J.R.B. Índices corporais do cavalo pantaneiro. In: XXXVIII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.559-560, 2001.

McMANUS, C.; FALCÃO, R.A.; SPRITZE, A.; COSTA, D.; LOUVANDINI, H.; DIAS, L.T.; TEIXEIRA, R.; REZENDE, M.J.M.; GARCIA, J.A.S. Caracterização Morfológica de Equinos da Raça Campeiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1553-1562, 2005.

McMANUS, C.; PALUDO, G.R.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SASAKI, L.C.B.; PAIVA, S.R. Heat tolerance in Brazilian sheep: Physiological and blood parameters. **Tropical Animal Health and Production**, v.41, p.95-101, 2009.

McMANUS, C.; PAIVA, S.R.; SILVA, A.V.R.; MURATA, L.S.; LOUVANDINI, H.; CUBILLOS, G.P.B.; CASTRO, G.; MARTINEZ, R.A.; DELLACASA, M.S.L.; PEREZ, E.P. Phenotypic characterization of naturalized swine breeds in Brazil, Uruguay and Colombia. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v.53, p.583-591, 2010.

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**. Editora UFMG: Belo Horizonte, 2005, 295p.

NASCIMENTO, Rosália de Barros. **Caracterização morfoestrutural e do sistema de criação de caprinos Moxotó em seu centro de origem com base no conhecimento local**. Recife: Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010. 75p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010.

NORTHCUTT, S.L.; WILSON, D.E.; WILLHAM, R.L. Adjusting weight for body condition score in Angus cows. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1342-1345, 1992.

PACHECO, A.; QUIRINO, C.R.; PINHEIRO, O.L.V.M.; ALMEIDA, J.V.C. Medidas morfométricas de touros jovens e adultos da raça Guzerá. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, p.426-435, 2008.

PIRES, A.V.; CARNEIRO, P.L.S.; TORRES FILHO, R.A.; FONSECA, R.; EUCLYDES, R.F.; LOPES, P.S.; BARBOSA, L. Estudo da divergência genética entre seis linhas de aves Legorne utilizando técnicas de análise multivariada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, p.314-319, 2002.

PRAJAPATI, K.B.; RADADIA, N.S.; TAJANE, K.R. Relationship between different measures of body size in Mehsana buffaloes. **Indian Journal of Animal Science**, v.61, p.88-90, 1991.

RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; BONILHA NETO, L.M.; TROVO, J.B.F.; PACKER, I.U.; PACOLA, L.J.; CANDIDO, J.G. Intensidades de seleção e repostas diretas e correlacionadas em 10 anos de progênes de bovinos das raças Nelore e Guzerá selecionadas para peso pós desmame. **Boletim de Indústria Animal**, v.50, p.147-163, 1993.

RIBEIRO, M.N.; SILVA, J.V.; PIMENTA FILHO, E.C.; SERENO, J.R.B; Caracterización fenotípica de la raza caprina Azul en el Nordeste brasileño. **Animal Genetic Resources Information**, v.34, p.51-56, 2004.

ROCHA, E.D.; ANDRADE, V.J.; EUCLIDES FILHO, K.; NOGUEIRA, E.; FIGUEIREDO, G.R. Tamanho de vacas Nelore adultas e seus efeitos no sistema de produção de gado de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, p.474-479, 2003.

SANTANA, A.F.S.; COSTA, G.B.; FONSECA, L.S. Correlações entre peso e medidas corporais em ovinos jovens da raça Santa Inês. **Revista Brasileira de Produção Animal**, v.1, p.74-77, 2001.

SCARAPATI, M.T.V.; MAGNABOSCO, C.U.; JOSAHKIAN, L.A.; OLIVEIRA JÚNIOR, B.C.; OLIVEIRA, H.N.; LÔBO, R.B. Estudo de medidas corporais e peso vivo em animais jovens da raça Nelore. In: XXXIII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.110, 1996.

SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy: The principles and practice of numerical classification**. Ed. W.H. Freeman: San Francisco. 1973. 573p.

TORRES FILHO, R.A., EUCLYDES, R.F., TORRES, R.A., LOPES, P.S., BREDÁ, F.C. Estudo da divergência genética entre linhas de suínos utilizando técnicas de análise multivariadas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, p.390-395, 2005.

TRAORÉ, A.; TAMBOURA, H.H.; KABORÉ, A.; ROYO, L.J.; FERNANDEZ, I.; ALVAREZ, I.; SANGARE, M.; BOUCHEL, D.; POIVEY, J.P.; FRANCOIS, D.; SAWADOGO, L.; GOYACHE, F. Multivariate characterization of morphological traits in Burkina Faso sheep. **Small Ruminant Research**, v.80, p.62-67, 2008.

WINKLER, R. **Tamanho corporal e suas relações com algumas características reprodutivas em fêmeas adultas da raça Guzerá**. Belo Horizonte: Faculdade de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. 1993. 116p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 1993.

YOKOO, M.J.I.; ALBUQUERQUE, L.G.; LÔBO, R.B.; SAINZ, R.D.; CARNEIRO JÚNIOR, J.M.; BEZERRA, L.A.F.; ARAUJO, F.R.C. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1761-1768, 2007.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DA VIABILIDADE POPULACIONAL DA RAÇA BOVINA CRIOULA LAGEANA

RESUMO

A raça bovina Crioula Lageana, uma raça localmente adaptada brasileira, é descendente dos animais trazidos pelos colonizadores portugueses a partir do século XVI. Desde então, a população desses animais cresceu extensivamente até a introdução das raças comerciais no século XIX. Atualmente, somente 1.408 animais da raça permanecem na região do Planalto Catarinense. Para avaliar o risco de extinção deste importante recurso genético, uma análise da viabilidade populacional foi estimada por meio de 128 simulações de cenários hipotéticos ao longo de 500 anos, de forma a testar a interferência de parâmetros demográficos, ambientais e genéticos no desenvolvimento desta população. Os resultados deste estudo mostraram que a possibilidade de extinção da raça nos próximos 500 anos foi remota, mesmo nos cenários menos favoráveis. A taxa de crescimento determinística ($det.r$) da população foi sempre positiva no período avaliado, sendo a mortalidade de animais até um ano de idade o fator que mais afetou este parâmetro. O tamanho da população aumentou rapidamente até atingir a capacidade de suporte da área (k), sendo este o principal fator limitante para o crescimento populacional. O nível de heterozigose esperada (H_e) da população no cenário mais pessimista foi acima de 80% e o coeficiente de endogamia (F) foi abaixo de 0,20 no final de 500 anos de simulação. A análise da viabilidade populacional da raça Crioula Lageana mostrou que essa população não apresenta risco aparente de extinção a longo prazo, em consequência de sua alta diversidade genética e de uma adequada estrutura demográfica.

Palavras Chave: *Bos taurus*, conservação de recursos genéticos animais, probabilidade de extinção, modelagem da dinâmica populacional.

ANALYSIS OF POPULATION VIABILITY OF THE CRIOLLO LAGEANO CATTLE BREED.

ABSTRACT

The Criollo Lageano cattle breed is a naturalized Brazilian breed that descends from animals brought by the Portuguese settlers in the 16th century. Since then, the population increased in numbers until the introduction of commercial breeds in the 19th century. Currently, only 1,408 animals remain in the Plateau of the State of Santa Catarina. To assess the risk of extinction of this important genetic resource, the population viability was estimated using 128 hypothetical scenarios, simulated over a 500 year period, to evaluate the interference of demographic, environmental and genetic parameters. The results showed that the possibility of extinction of this breed over the next 500 years was remote, even in the less favorable scenarios. The deterministic growth rate (det.r) was always positive during the evaluated period, and the mortality of animals up to one year of age was the most important factor that affected this parameter. The population size increased rapidly until the carrying capacity (k) was reached, which was one limiting factor for population growth. The level of heterozygosity retained (H_e) in the population in the worst scenario was above 80% and the coefficient of inbreeding (F) was always below 0.20 at the end of the 500 years of simulation. The analysis of the population viability of the Lageano Criollo cattle breed showed that the population presents no apparent risk of extinction in a long time, due to its high genetic diversity and adequate population structure.

Keywords: *Bos taurus*, conservation of animal genetics resources, probability of extinction, population dynamics modeling.

INTRODUÇÃO

A diversidade genética presente nas populações de bovinos naturalizados representa um valioso patrimônio genético para a humanidade. Ao contrário das raças comerciais, as quais foram selecionadas unicamente para propósitos produtivos, as raças naturalizadas foram formadas pela seleção natural em determinados ecossistemas durante séculos, tornando-se uma importante fonte de variabilidade genética para os atuais sistemas produtivos (ARMSTRONG et al., 2006).

No Brasil, existem diversas raças de animais domésticos que se desenvolveram a partir de raças trazidas pelos colonizadores portugueses logo após o descobrimento. Ao longo desses quase cinco séculos, estas raças foram submetidas à seleção natural em determinados ambientes, a ponto de apresentarem características específicas de adaptação a tais condições. A partir do final do século XIX e início do século XX, passaram a ser importadas raças exóticas, selecionadas em regiões de clima temperado. Pouco a pouco, através de cruzamentos absorventes, as raças exóticas foram substituindo as raças naturalizadas, fazendo com que estas últimas estejam hoje ameaçadas de extinção (MARIANTE et al., 2009).

A chegada dos bovinos no continente americano iniciou-se por volta de 1493, na segunda viagem de Colombo (McMANUS et al., 2010). A introdução de bovinos na América do Sul esteve diretamente associada ao avanço das frentes colonizadoras em direção ao interior do continente. O Brasil foi o único país do continente americano que recebeu raças de origem portuguesa, sendo que a primeira introdução ocorreu 34 anos após o descobrimento do Brasil, acompanhando o início da colonização (PRIMO, 2004).

A introdução de bovinos na região sul do Brasil foi realizada pelos jesuítas com o propósito de abastecer os povos das Missões. Com a invasão das Missões jesuíticas pelos Bandeirantes, muitos desses animais perderam-se das tropas e embrenharam-se nas matas do Planalto Catarinense formando rebanhos. Por ocasião do início da colonização dos campos da Serra Catarinense, os colonizadores trouxeram consigo o gado Franqueiro, de origem de Franca/SP, que cruzou com os bovinos crioulos da região, e dessa missigenação originou-se a raça Crioula Lageana (MARIANTE & CAVALCANTE, 2006).

Mariante & Trovo (1989) relataram que, no final da década de 80, essa raça encontrava-se reduzida a um efetivo que não ultrapassava 500 exemplares sendo que mais de 80% da população pertencia a um só criador. Atualmente, com a criação da associação de criadores da raça em 2003 e com o reconhecimento oficial da raça pelo Ministério da

Agricultura, Pecuária e Abastecimento em 2008, a população atual supera 1.400 animais, criados em estabelecimentos rurais da região.

As causas primárias do declínio da maioria das espécies são na maioria das vezes mediadas pela ação do homem. No entanto, observa-se que, mesmo se retirada a ação primária que gerou o declínio da espécie, pequenas populações continuam instáveis, uma vez que estão mais expostas a flutuações aleatórias como a estocasticidade demográfica, a variações ambientais, a catástrofes e a deriva genética. A combinação dessas forças aleatórias podem desestabilizar pequenas populações, levando-as à extinção (SHAFFER, 1981).

Para verificar o risco de extinção de uma determinada raça ou espécie, a análise da viabilidade populacional (AVP) tem sido a metodologia mais usada (DALESZCZYK & BUNEVICH, 2009). Este método consiste na formulação de cenários hipotéticos nos quais as variações de fatores ambientais, demográficos e genéticos podem ser inseridos em um sistema informatizado, a fim de prever o tamanho de uma população no futuro ou as chances futuras de extinção desta, a partir de parâmetros populacionais estimados no presente (AKÇAKAYA & SJOGREN-GULVE, 2000). Além disso, a AVP também pode ser utilizada para indicar a estratégia de manejo mais recomendada para a redução da probabilidade de extinção de uma população e avaliar o efeito de diferentes variáveis sobre a persistência de pequenas populações (COULSON et al., 2001).

A análise da viabilidade populacional pode ser obtida por meio de diferentes softwares, como o VORTEX, o GAAPS, ou modelos matriciais, tais como o INMAT e o RAMAS Metapop. Dentre estes, o VORTEX tem sido o mais utilizado. Por meio deste software é possível criar diferentes cenários hipotéticos para simular o comportamento de determinadas populações ao longo dos anos, frente à variação de fatores demográficos, ambientais e genéticos. Para cada cenário hipotético criado, o programa gera como resultados o tamanho e a taxa de crescimento populacional, a heterozigose esperada, o coeficiente de endogamia e a probabilidade de extinção de uma população no período avaliado (MILLER & LACY, 2005).

Este software, criado inicialmente para estudar a viabilidade de populações silvestres, passou recentemente a ser utilizada também para avaliar o risco de extinção de raças de animais domésticos, com a publicação do estudo realizado por Armstrong et al. em 2006. Naquele estudo, os autores concluíram que probabilidade de extinção da população da raça bovina Crioula Uruguaia foi de zero para os próximos 100 anos, incluindo os cenários mais pessimistas simulados por este programa. No entanto, ainda são escassos os estudos referentes à análise de viabilidade populacional em bovinos (REIST-MARTI et al., 2003;

BENNEWITZ & MEUWISSEN, 2005; BENNEWITZ et al., 2006; RAED & ATIYAT, 2009).

A maior vantagem do uso desta ferramenta é a possibilidade de detecção de problemas relacionados à conservação antes mesmo que sejam detectáveis no campo, o que permite a tomada de decisões e manejos apropriados para a manutenção da diversidade genética de uma população. A raça bovina Crioula Lageana, além de apresentar um reduzido número de animais, sua população está concentrada em apenas uma região do País. Desta forma, os resultados desta pesquisa poderão oferecer informações valiosas para a conservação deste importante patrimônio genético.

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi o de realizar a análise da viabilidade populacional dos animais da raça bovina Crioula Lageana localizados no Planalto Catarinense a fim de estudar os parâmetros demográficos e genéticos, bem como verificar a interferência de fatores ambientais que podem afetar o desenvolvimento dessa população ao longo de 500 anos.

MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo foi realizado com a população de animais da raça bovina Crioula Lageana localizada no Planalto Catarinense. Esta região, situada na porção central do Estado de Santa Catarina, situa-se entre os paralelos 26° 10' e 28° 40' de latitude sul e os meridianos 49° 10' e 51° 50' de longitude oeste. A altitude dessa região oscila entre 700 e 1.800 metros acima do nível do mar, com gradiente altitudinal declinando no sentido leste-oeste. O clima, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfb (temperado úmido sem estiagem) caracterizado por invernos frios com grande incidência de geadas e verões brandos. A temperatura média anual é de 15,7°C, sendo que no mês mais quente a temperatura média é de 24,8° e mês mais frio a temperatura média é de 6,6°C, com ocorrência de temperaturas inferiores a 0°C. A umidade relativa média varia entre 78 e 80% e a precipitação anual média gira em torno de 1.300 a 1.500 mm. A vegetação é constituída por florestas de araucárias intercaladas com campos limpos de pastagens naturais.

A interação entre fatores demográficos, ambientais e genéticos da população de animais da raça Crioula Lageana foi avaliada por meio de uma simulação computadorizada utilizando o programa VORTEX versão 9.3, de acordo com metodologia proposta por Lacy (2000). Os dados referentes aos parâmetros demográficos utilizados neste estudo foram fornecidos pela Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Crioula Lageana – ABCCL em 30 de junho de 2010. Foram simulados 128 cenários hipotéticos. As variáveis introduzidas no programa foram às seguintes:

- População inicial: É o tamanho da população da raça Crioula Lageana do Planalto Catarinense no início da simulação. A população inicial na data da realização deste estudo era constituída por 1.408 animais, sendo 205 machos e 1.203 fêmeas.
- Número de interações: Corresponde a quantidade de repetições realizadas em cada cenário. Neste estudo foram realizadas 100 repetições.
- Período avaliado: É o tempo de simulação. O risco de extinção da raça foi estimado inicialmente ao longo de 100 anos e posteriormente no decorrer de 500 anos.
- Capacidade de suporte da área (k): Corresponde ao número máximo de indivíduos que o ambiente pode sustentar ao longo do tempo sem interferência na capacidade máxima de

desenvolvimento da população. Para este parâmetro, foi considerada a atual capacidade de suporte da área, que é igual a 5.000 animais. Esta capacidade de suporte foi baseada na soma da área útil das propriedades de criadores da raça Crioula Lageana no Planalto Catarinense. Considerou-se para este estudo que a capacidade de suporte da área seria atingida com uma lotação de um animal adulto por hectare de área útil.

- Saída de animais: É o número de animais que deixam anualmente a população. Para este parâmetro, dois cenários foram construídos. Um cenário atual, no qual não ocorre a retirada de animais, e um cenário alternativo, no qual seriam retirados 100 animais da população anualmente. Para esta análise, foram considerados somente os animais registrados na associação de criadores da raça, os quais são destinados a reprodução. Segundo a ABCCL, a retirada de machos castrados e vacas de descarte para abate equivalem a 40% da população anualmente. Por esta razão, a saída de animais no cenário atual é zero, já que esta saída já está contabilizada na população inicial deste estudo.
- Parâmetros reprodutivos: O sistema de acasalamento é poligâmico; a maturidade sexual é em média de dois anos e a idade máxima dos animais em reprodução é em média de 15 anos para ambos os sexos; a probabilidade de nascer macho ou fêmea é de 50% para cada sexo; a quantidade de crias por fêmea em gestação é de um animal; a proporção de fêmeas em acasalamento em relação ao total de fêmeas aptas a reprodução é de 55% ao ano.
- Relação macho:fêmea: É a proporção de machos e fêmeas em cada 100 animais da população destinados a reprodução anualmente. Para este parâmetro, foram considerados quatro cenários distintos. Um cenário no qual a relação é de 5:95, e três cenários alternativos, com 15:85, 30:70 e 50:50, sendo este último considerado como o cenário ideal em condições naturais.
- Depressão por endogamia: É o aumento da probabilidade de gens deletérios recessivos na população em decorrência da homozigose. No capítulo 2 dessa tese, ao avaliarmos a estrutura genética populacional da raça bovina Crioula Lageana, concluímos que o coeficiente de endogamia médio da população foi de 0,34. Como o coeficiente de endogamia encontrado naquele estudo foi baixo, decidiu-se verificar se a depressão endogâmica poderia ser um problema no futuro. A intensidade da depressão

endogâmica é medida pelo número de equivalentes letais, sendo que este valor corresponde a estimativa do número médio de alelos letais por indivíduo da população, se todos os efeitos deletérios da endogamia forem causados por alelos recessivos letais. Neste caso, foi assumido que a raça Crioula Lageana respondeu à endogamia de uma forma semelhante à média encontrada no estudo de Ralls et al. (1988) que, ao trabalharem com 40 espécies de mamíferos ungulados, encontraram valor de 3,14 de equivalentes letais por genoma diplóide. Este mesmo valor foi utilizado por Armstrong et al. (2006), ao trabalharem com a raça Crioula Uruguaia.

- Taxa de mortalidade: Corresponde a percentagem de animais que morreram na população antes do primeiro ano de vida. Nesta simulação, foram considerados três cenários distintos. Um cenário atual, com cerca de 5% de mortalidade ao primeiro ano de vida e três cenários alternativos, com taxas de mortalidade de 10%, 25% e 40%. A taxa de mortalidade para animais acima de um ano de vida foi estimada em 2,5 % em todos os cenários.
- Catástrofes: São os eventos catastróficos (furacões, terremotos, enchentes ou epidemias) que impactam a sobrevivência e/ou a reprodução dos animais na população. Nesta simulação, foi considerada a probabilidade de ocorrência de cinco eventos catastróficos, sendo um a cada 20 anos para os cenários com até 100 anos de simulação, e um evento catastrófico a cada 100 anos para os cenários que avaliaram o risco de extinção da raça em 500 anos. Independente do tipo de catástrofe simulada, a consequência de todas elas foram sempre as mesmas, afetando a reprodução de 50% dos animais e a sobrevivência de 20% destes em cada catástrofe. Por esta razão, o estudo não menciona o tipo de catástrofe na análise da viabilidade desta população.

Por meio da informação dos dados demográficos, genéticos e estocásticos da raça Crioula Lageana foram calculados os seguintes parâmetros:

- Heterozigose esperada (H_e) e Coeficiente de endogamia (F): A perda da diversidade genética da população ao longo de 500 anos foi realizada por meio da simulação da transmissão de alelos de pai para filho em um locus neutro hipotético não selecionado. No começo da simulação, a cada animal é conferido um locus com dois alelos únicos. Para cada geração posterior criada, é assegurado a cada locus um alelo originário do pai

e um alelo originário da mãe, de forma aleatória. Desta forma, o programa calcula quantos alelos originais permaneceram na população após o período de simulação desejado, e estima o nível de diversidade genética do rebanho no período avaliado.

- Taxa de crescimento determinística (det.r): Corresponde a diferença entre o número de nascimentos e o número de mortes da população. A taxa de crescimento determinística é calculada resolvendo a equação de Euler.

$$\sum (l_x m_x^{-rx}) = 1$$

Onde: l_x é a taxa de mortalidade por idade, m_x é a taxa de natalidade, e rx é a interação entre sexo e mortalidade quando esta taxa é diferente entre os sexos.

- Tamanho populacional: O tamanho máximo da população é calculado pelo número inicial de animais multiplicado pela taxa de crescimento determinística de cada cenário no período avaliado. No entanto, este parâmetro é limitado pela capacidade de suporte do ambiente (k), e apresenta variância de acordo com as flutuações estocásticas e ambientais impostas pelos diferentes cenários hipotéticos.
- Probabilidade de extinção: A interação dos fatores demográficos, genéticos e ambientais simulados no software interfere diretamente no tamanho da população no final de cada período avaliado. A persistência ou extinção da raça é baseada neste parâmetro, onde se considera extinta a raça quando não houver mais machos ou fêmeas aptos a reprodução na população, de acordo com os critérios estabelecidos pela FAO (2007).

Além de verificar o risco de extinção da raça Crioula Lageana ao longo de 500 anos, mediante a utilização do cenário atual e de possíveis cenários hipotéticos, este estudo também teve como objetivo verificar a dinâmica populacional da raça desde o conhecimento de sua formação. Para isto, foram considerados os dados fornecidos pela ABCCL, a qual conta com informações da genealogia destes animais desde o ano de 1970. A formação inicial da população era composta por 291 animais, os quais foram obtidos das matas do Planalto Catarinense no início da década de 70 e que hoje formam a base genética da atual população.

Para simular o desenvolvimento desta população durante o decorrer de quatro décadas, foram construídos 12 cenários distintos, simulando as possíveis condições naturais de desenvolvimento populacional daquela época. Para isto, foi considerado que 65% das fêmeas aptas à reprodução estariam em acasalamento anualmente e 50% da população em reprodução era composta por machos. A mortalidade de animais até o primeiro ano de vida foi estipulada em 10% e em 25%, estando acima da taxa atual de mortalidade ao primeiro ano da população atual. Em relação a retirada de animais da população, foi considerado que não haveria nenhuma retirada de animais do rebanho. No entanto, como não se sabia se a população era alvo de caçadores ou predadores naquela época, foi construído um cenário com a retirada de 25 animais e outro cenário onde ocorreria a retirada de 50 animais por ano da população.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da viabilidade populacional da raça Crioula Lageana do Planalto Catarinense, baseada na avaliação de 128 cenários hipotéticos, mostrou que a probabilidade de extinção da população ao longo de 500 anos foi remota (Anexo). Em todos os cenários estudados, o tamanho da população aumentou rapidamente até os 10 primeiros anos de simulação, quando a capacidade de suporte da área foi atingida (Figura 4.1). A partir desta data, o número de animais apresentou baixa variação até o final do período avaliado para os cenários onde não ocorreram catástrofes. Este resultado está de acordo com os apresentados por Armstrong et al. (2006) que, ao estudarem a viabilidade populacional da raça bovina Crioula Uruguaia em 100 anos, verificaram que a população estudada atingiu o tamanho máximo em aproximadamente 10 anos, coincidindo com o capacidade de suporte daquela área, mantendo-se estável até o final do período avaliado.

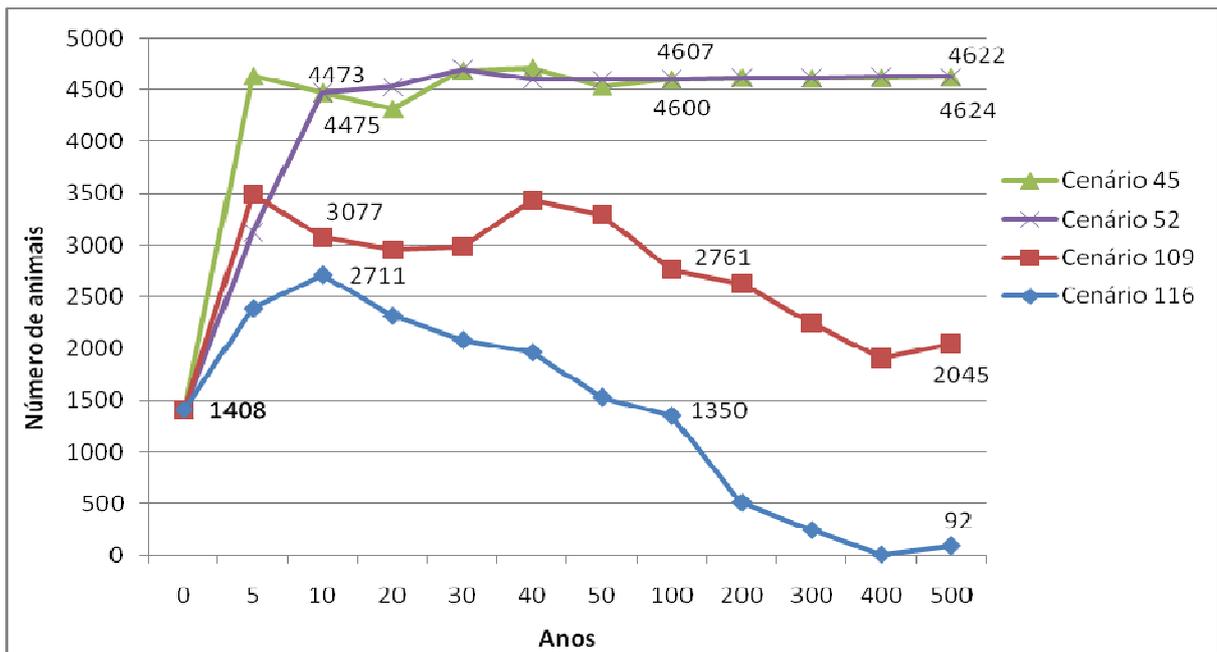


Figura 4.1 – Tamanho populacional estimado da raça bovina Crioula Lageana no decorrer de 500 anos.

Observa-se na Figura 4.1 que, para os cenários onde não ocorreram catástrofes, a diferença entre o cenário mais otimista (cenário 45), o qual apresentava uma taxa de mortalidade de 5% ao primeiro ano, relação macho:fêmea de 50:50 e sem saída de animais anualmente, foi mínima quando comparada ao cenário mais pessimista (cenário 52), o qual apresentava uma taxa de mortalidade de 40% ao primeiro ano, relação macho:fêmea de 5:95 e

com retirada de 100 animais anualmente da população. Este resultado sugere que, para uma avaliação da viabilidade populacional a longo prazo sem a ocorrência de severas catástrofes, o principal fator limitante para o desenvolvimento da população é a capacidade de suporte da área, sendo que os fatores de taxa de mortalidade, relação macho:fêmea e retirada de até 100 animais anualmente do rebanho não afetariam significativamente o desenvolvimento desta população.

Já para os cenários onde foram inseridos catástrofes, o tamanho populacional diminuiu consideravelmente até o final do período avaliado. O motivo da acentuada queda no tamanho populacional ao longo dos anos foi em virtude da severidade atribuída as catástrofes, já que causaram a morte de 20% da população e diminuíram o número dos animais em reprodução pela metade a cada 100 anos de simulação.

Verifica-se ainda que, entre o cenário mais otimista (cenário 109) e o cenário mais pessimista (cenário 116), os quais apresentam a mesma configuração dos cenários 45 e 52 respectivamente, com excessão das catástrofes, a diferença no tamanho populacional no final de 500 anos de simulação é bastante expressiva.

Este resultado sugere que, na eventualidade de ocorrer catástrofes de magnitude igual a estas simuladas neste estudo, o tamanho populacional da raça Crioula Lageana daqui a 500 anos poderá ser até vinte vezes menores se não forem tomadas medidas para que se garanta um baixo índice de mortalidade ao primeiro ano, uma relação macho:fêmea próximo a igualdade e uma baixa saída de animais da população para abate, mantendo sempre um alto número de animais em reprodução. Desta forma, apesar não ter ocorrido a extinção da raça em nenhum cenário segundo critérios da FAO (2007), é importante que se oriente aos criadores quanto as questões de manejo, de forma a garantir a manutenção deste recurso genético para as gerações futuras.

A probabilidade de persistência de uma população ao longo dos anos depende diretamente da taxa de crescimento populacional e dos fatores ambientais, genéticos e demográficos que a influenciam (MILLER & LACY, 2005). Na Figura 4.2 verifica-se que a taxa de crescimento populacional da raça Crioula Lageana apresentou menor valor na medida em que se aumentou a taxa de mortalidade dos animais até um ano de idade. Este resultado está de acordo com Lopes et al. (2009) que, ao compararem diferentes taxas de mortalidade ao primeiro ano na simulação da viabilidade populacional de 240 rebanhos bovinos de leite, verificaram que quanto maior foi a taxa de mortalidade, menor era a taxa de crescimento populacional daquele rebanho.

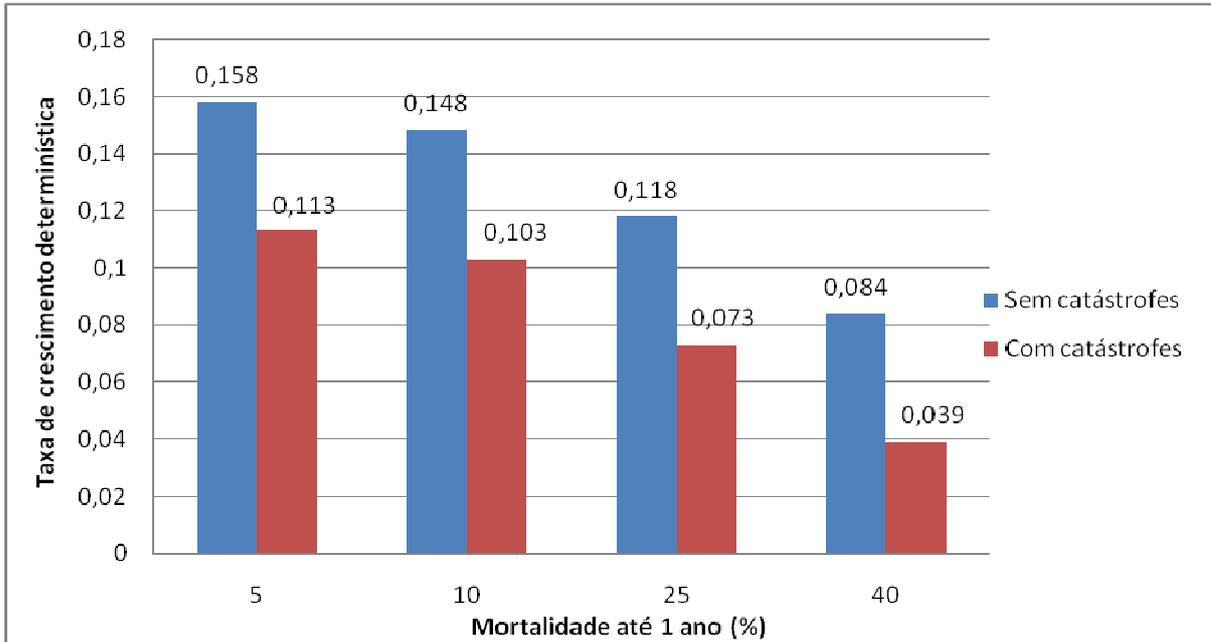


Figura 4.2 – Taxa de crescimento determinística da raça bovina Crioula Lageana em relação à percentagem de mortalidade de animais até um ano de idade.

Em todos os cenários onde apresentavam a mesma taxa de mortalidade, a taxa de crescimento da população foi a mesma, sugerindo que a relação macho:fêmea e a retirada ou não de animais da população não afeta de forma significativa o crescimento populacional. Este fato pode ser explicado em virtude de a taxa de crescimento determinístico considerar no seu cálculo apenas o número de nascimentos e o número de mortes na população. Como a relação macho:fêmea e a retirada anual de animais da população não afetam diretamente os índices de natalidade e mortalidade do rebanho, este valor variou somente nos cenários onde a taxa de mortalidade da população foi diferente. Observa-se ainda que nos cenários onde ocorreram catástrofes, as taxas de crescimento da raça foram menores que aquelas dos cenários onde não ocorreram, já que nos cenários onde foram simulados eventos catastróficos, houve a morte de 20% da população no período avaliado, interferindo no cálculo deste parâmetro.

Apesar da taxa de crescimento da população ser influenciada diretamente pela taxa de mortalidade dos animais até o primeiro ano, verificou-se neste estudo que a diferença nas taxas de crescimento da população com uma mortalidade de 5% (det.r= 1,58) é de apenas 6,3% quando comparada a uma mortalidade de 10% (det.r=1,48), sugerindo que uma taxa de mortalidade no primeiro ano de até 10% não será prejudicial à manutenção de altos índices de crescimento populacional para a raça Crioula Lageana.

A variabilidade genética da raça Crioula Lageana do Planalto Catarinense ao longo de 500 anos foi sempre alta nos 128 cenários avaliados neste estudo. A heterozigose esperada foi sempre acima de 65% e o coeficiente de endogamia abaixo de 35% em todos os cenários simulados (Anexo). Isto mostra que a atual estrutura demográfica da população da raça Crioula Lageana é adequada para manutenção de altos níveis de diversidade genética ao longo dos anos, mesmo na eventualidade de ocorrência de severas catástrofes.

Observa-se na Figura 4.3 que, mesmo no cenário mais pessimista (cenário 116), a heterozigose esperada aos 100 anos de simulação foi acima de 0,95. De acordo com Ballou (1997), um programa de manejo no qual pode ser predito um valor de 90% de retenção de diversidade genética para os próximos 100 anos pode ser considerado um sucesso.

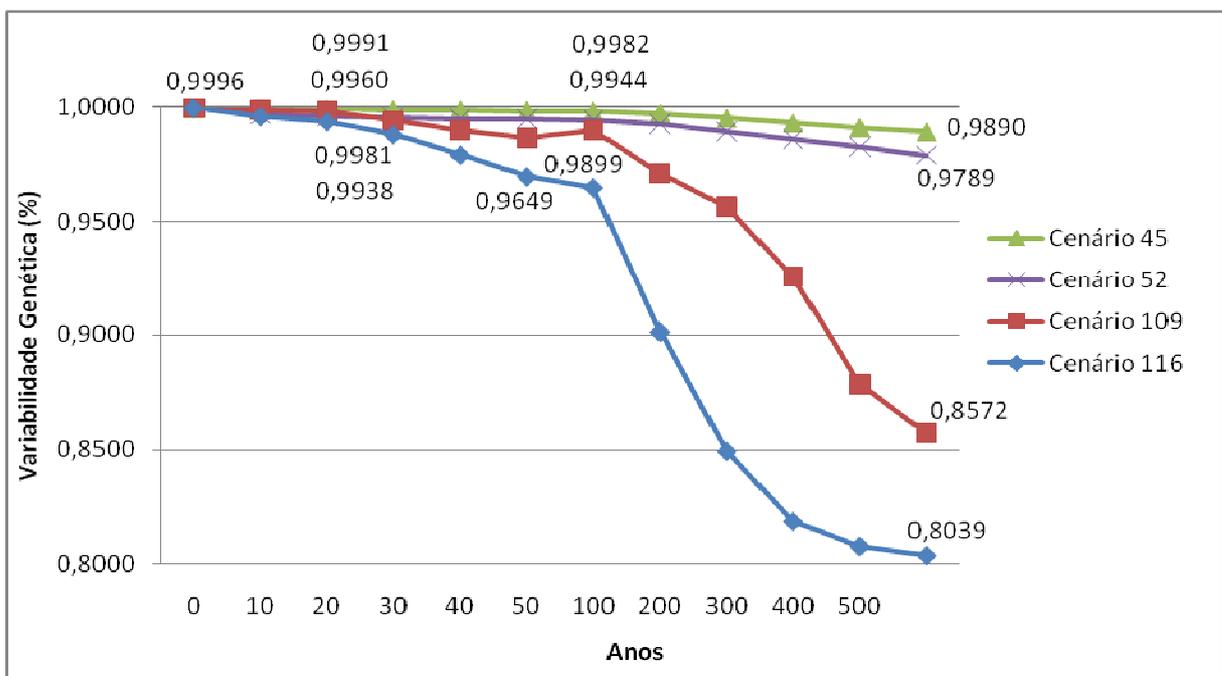


Figura 4.3 – Heterozigose esperada (H_e) da população da raça bovina Crioula Lageana ao longo de 500 anos.

Observa-se ainda que, para os cenários onde não ocorreram catástrofes, a diferença entre o cenário mais otimista (cenário 45) e o cenário mais pessimista (cenário 52) foi mínima, sugerindo que a relação macho:fêmea não afetou a variabilidade genética de forma significativa ao longo de 500 anos de simulação. Armstrong et al. (2006), ao simularem diferentes relações de acasalamento entre machos e fêmeas da raça bovina Crioula Uruguaia, também não encontraram diferença estatística na heterozigose esperada para 100 anos de simulação daquela população.

De acordo com informações do serviço de registro genealógico da ABCCL, a relação macho:fêmea encontrada atualmente na população de animais da raça Crioula Lageana é em média de 15:85. Desta forma, segundo o resultado deste estudo, a atual relação de machos e fêmeas em acasalamento não comprometeria a diversidade genética da população para os próximos 500 anos, se não ocorrer catástrofes neste período. Por outro lado, deve-se estar atento ao fato de que uma baixa quantidade de machos em reprodução em relação ao número de fêmeas poderá diminuir significativamente o tamanho efetivo da população, levando ao chamado efeito de bottleneck (KANTANEN et al. 2000).

Quando foram comparados os cenários com catástrofes com aqueles sem catástrofes, observa-se uma diferença expressiva nos níveis de heterozigose esperada ao longo do período avaliado. Este resultado é decorrente da diminuição significativa do tamanho populacional em determinadas épocas após cada evento catastrófico. Este reduzido tamanho da população após as catastrofes leva a um aumento nas taxas de endogamia nas gerações subsequentes, pela maior probabilidade de acasalamentos de indivíduos aparentados.

No entanto, mesmo nos cenários mais pessimistas, a avaliação da viabilidade populacional da raça Crioula Lageana no decorrer de 500 mostrou que a diversidade genética da população foi alta. Outros autores, ao trabalharem com marcadores moleculares na raça Crioula Lageana, também verificaram uma alta diversidade genética na população da raça em seus estudos. Spritze et al. (2003), ao realizarem um estudo de caracterização genética da raça bovina Crioula Lageana utilizando marcadores moleculares RAPD, observaram que não houve perda da diversidade genética ao longo das gerações nos animais do Planalto Catarinense. Rangel et al. (2004) ao estudarem a similaridade genética de raças bovinas naturalizadas brasileiras, verificaram que os animais da raça Crioula Lageana formaram um grupo independente das demais raças testadas. Serrano et al. (2004), ao avaliaram a diversidade de cinco raças bovinas naturalizadas brasileiras, verificaram que a raça Crioula Lageana pode ser considerada uma entidade genética distinta, comprovando assim, a unicidade de sua população. Ao avaliar a diversidade genética das raças bovinas do Brasil, Egito (2007) verificou que a raça Crioula Lageana possui uma maior riqueza alélica do que as raças comerciais e as raças zebuínas.

O risco de degradação de uma raça ou espécie não depende exclusivamente da variabilidade genética dos animais, mas também de muitos outros fatores. Neste sentido, é de extrema importância que se conheça a estrutura demográfica de raças e espécies em programas de conservação. Na Tabela 4.1, apresenta-se a atual estrutura populacional da raça bovina Crioula Lageana, agrupada de acordo com o sexo e a faixa etária.

Tabela 4.1 – Estrutura populacional da raça bovina Crioula Lageana do Planalto Catarinense distribuída por sexo e faixa etária (n=1.408)

<i>Idade</i>	<i>Machos</i>	<i>Fêmeas</i>
0 a 1 ano	57	164
1 a 2 anos	53	152
2 a 3 anos	38	145
3 a 4 anos	24	131
4 a 5 anos	19	128
Mais de 5 anos	14	483
TOTAL	205	1203

Há uma clara predominância de fêmeas em reprodução acima de 3 anos de idade na população atual, o que deve ter favorecido o desenvolvimento desta população. De acordo com os parâmetros estipulados pela FAO (2007) os animais da raça Crioula Lageana não podem ser considerados ameaçados, devido ao alto número de fêmeas e machos em reprodução. No entanto, observa-se que, apesar do grande número de animais em reprodução, a diferença na quantidade de machos e fêmeas é bastante significativa, podendo gerar perdas na diversidade genética da população ao longo dos anos. Raed & Atiyat (2009), ao estudarem a viabilidade populacional de bovinos indígenas da Jordânia, concluíram que, se nenhuma ação conservacionista for realizada naquela população, a raça estará extinta em 10 anos, sendo que o fator que mais agravou este quadro foi a diferença entre machos e fêmeas, já que em uma população de 1.880 animais, somente 10 machos sobrevivem.

Desta forma, é importante que a ABCCL oriente os criadores da raça a destinar uma maior percentual de machos da população para a reprodução, a fim de evitar o risco de extinção da raça pela eventualidade da ocorrência de um evento catastrófico que viesse a afetar a sobrevivência destes 205 machos da população atual da raça.

Além de verificar o risco de extinção da raça Crioula Lageana ao longo de 500 anos, este estudo também teve como objetivo verificar a dinâmica populacional da raça desde o registro de sua formação. Para isto, foram construídos 12 cenários hipotéticos, simulando os 40 anos de desenvolvimento da população nas prováveis condições naturais daquela época (Tabela 4.2). A taxa de crescimento determinística (det. r) da população fundadora da raça Crioula Lageana variou de 0,178, para os cenários onde a taxa de mortalidade até um ano de idade foi de 10%, até o valor de 0,146, para os cenários onde a taxa de mortalidade ao primeiro ano foi de 25%.

Tabela 4.2 – Análise da Viabilidade Populacional da raça bovina Crioula Lageana do Planalto Catarinense, a partir de sua formação, em 12 cenários distintos

<i>Cenário</i>	<i>% Mort.</i>	<i>% Machos</i>	<i>Ret.</i>	<i>K</i>	<i>det. r</i>	<i>He</i>	<i>F</i>	<i>P. ext.</i>
1	10	50	0	5000	0,178	0,9953	0,0005	0,00
2	25	50	0	5000	0,146	0,9942	0,0005	0,00
3	10	50	25	5000	0,178	0,9917	0,0020	0,00
4	25	50	25	5000	0,146	0,9918	0,0016	0,00
5	10	50	50	5000	0,178	0,9929	0,0008	0,00
6	25	50	50	5000	0,146	0,9927	0,0010	0,00
7	10	50	0	1000	0,178	0,9883	0,0011	0,00
8	25	50	0	1000	0,146	0,9892	0,0012	0,00
9	10	50	25	1000	0,178	0,9859	0,0025	0,00
10	25	50	25	1000	0,146	0,9853	0,0024	0,00
11	10	50	50	1000	0,178	0,9876	0,0012	0,00
12	25	50	50	1000	0,146	0,9877	0,0012	0,00

Mort. = Percentagem de mortalidade de animais até um ano de idade; Machos = Percentagem de machos sobre o número de fêmeas em acasalamento; Ret. = Número de machos retirados da população anualmente; K = Capacidade de suporte da área; det. r = Taxa de crescimento populacional; He = Heterozigose esperada; F = Coeficiente de endogamia; P. ext = Probabilidade de extinção.

Observa-se que as taxas de crescimento são maiores do que aquelas observadas nas simulações realizadas com a população atual da raça Crioula Lageana para daqui a 500 anos. Esta taxa de crescimento superior na população fundadora ocorre pelo fato de que foi considerada para este estudo uma proporção de fêmeas adultas em acasalamento maior do que a da população atual, já que os animais daquela época não estariam sujeitos a um regime de estação de monta, como ocorre atualmente. Este fator tem como consequência um aumento na taxa de natalidade do rebanho e, conseqüentemente, um aumento na taxa de crescimento populacional.

Verifica-se ainda que a população fundadora da raça Crioula Lageana, na atual capacidade de suporte da área (k), que é de 5.000 animais, teria se desenvolvido acima dos níveis da população de hoje (Figura 4.4). Tanto no cenário mais otimista (cenário 1), o qual apresenta 10% de mortalidade ao primeiro ano e sem a retirada de animais da população, quanto no cenário mais pessimista (cenário 6), o qual apresenta uma mortalidade de 25% ao primeiro ano e a retirada de 50 animais ao ano, população de fundação da raça atingiu a capacidade de suporte da área em 20 anos, e a partir do ano de 1990 permaneceu praticamente estável até os dias de hoje, chegando a uma população de mais de 4.500 animais em ambos os cenários.

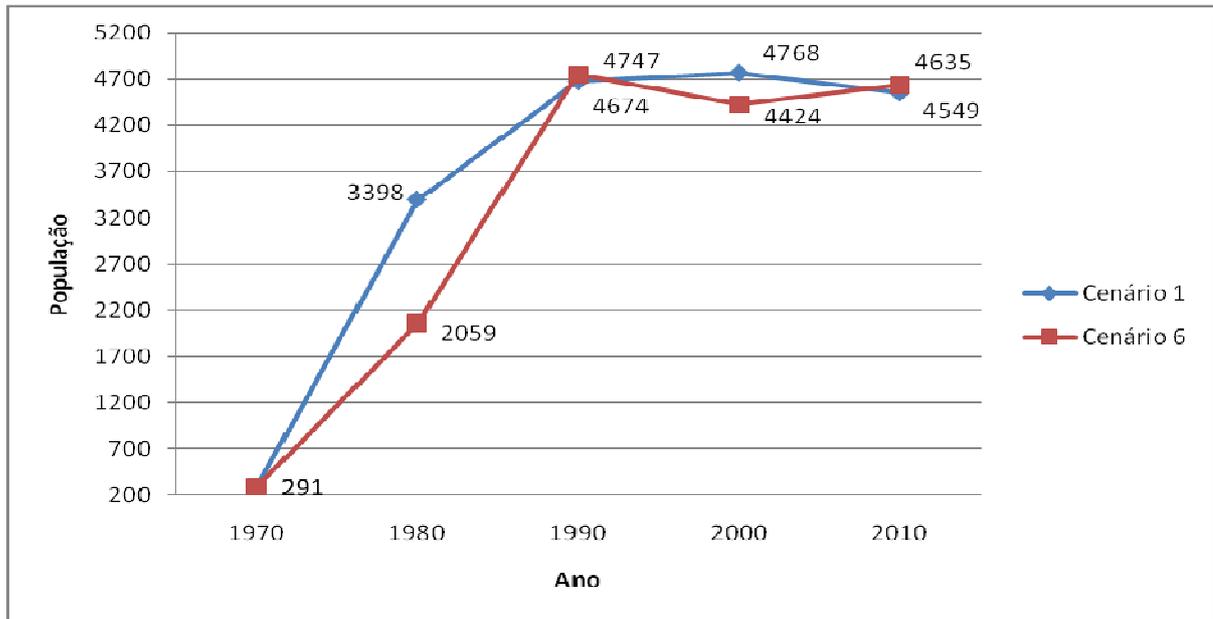


Figura 4.4 – Estimativa de crescimento populacional dos fundadores da raça bovina Crioula Lageana em uma capacidade de suporte da área (k) igual a 5.000 animais.

Embora a população pudesse ter chegado a um tamanho acima de 4.500 animais, a população atual da raça Crioula Lageana é de 1.408 animais. Isto é justificado pelo fato de, na população atual, somente os animais destinados à reprodução permanecerem na população. Por se tratar de um rebanho comercial, 40% da população é vendida anualmente para abate, gerando renda para os criadores da raça no Planalto Catarinense.

Mesmo que o tamanho da população atual esteja abaixo do seu máximo potencial de desenvolvimento, a avaliação da viabilidade populacional da raça Crioula Lageana mostrou que essa população não apresenta risco aparente de extinção em consequência de sua alta diversidade genética e adequada estrutura demográfica. No entanto, o maior receio dos criadores é o fato de toda a população estar concentrada no Estado de Santa Catarina.

Em 2007, o Estado de Santa Catarina foi reconhecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento como livre sem vacinação para febre aftosa. Este status sanitário conferiu ao Estado a abertura de mercados internacionais, trazendo maior renda ao pecuarista local. No entanto, esta condição traz consigo cuidados adicionais para manutenção deste status. A suspeita de um foco de febre aftosa gera a interdição da propriedade ou da microregião, proibindo qualquer movimentação de animais e pessoas sem autorização prévia do MAPA. A confirmação de um foco acarreta no abate sanitário de todos os bovinos em um raio definido pelo Serviço Veterinário Oficial, podendo incluir várias propriedades rurais.

Desta forma, embora a região possua o status de livre de febre aftosa sem vacinação, um eventual foco dessa enfermidade poderia dizimar os animais dessa raça, uma vez que seu reduzido populacional encontra-se, praticamente em sua totalidade, naquele Estado.

Para programas de conservação no Estado de Santa Catarina, não existe uma forma segura de evitar-se a possível extinção de um recurso genético frente a uma enfermidade como esta. Assim, sugere-se não apenas um esforço para a difusão da raça em outras regiões, bem como para a disponibilização periódica de alguns animais e/ou material genético para o Banco de Germoplasma Animal mantido pela Embrapa, em Brasília. Segundo Lindenmayer et al. (1993), a separação da população em subpopulações é uma importante ferramenta da conservação de recursos genéticos, permitindo um melhor planejamento futuro e um manejo genético mais efetivo. Por meio da destinação de parte dos animais, sêmen e embriões para outra região do país, estar-se-ia diminuindo o risco de extinção da raça bovina Crioula Lageana e, desta forma, realizando a conservação deste importante material genético.

CONCLUSÕES

A avaliação da viabilidade populacional da raça Crioula Lageana do Planalto Catarinense mostrou que essa população não apresenta risco aparente de extinção a longo prazo, em consequência de sua alta diversidade genética e adequada estrutura demográfica, sendo a capacidade de suporte da área o principal fator limitante para o crescimento da população.

No entanto, a fim de evitar o risco de extinção da raça em decorrência de possíveis catástrofes de magnitude das simuladas neste estudo, sugere-se aos criadores que adotem medidas que garantam, em seus rebanhos, um baixo índice de mortalidade ao primeiro ano, uma relação macho:fêmea mais próxima da igualdade e manutenção de um maior número de machos em reprodução.

Devido à probabilidade, mesmo que remota, do aparecimento de um foco de febre aftosa na região onde a vacinação não é praticada, sugere-se um esforço para difusão da raça em outras regiões, bem como alocar periodicamente uma pequena parte destes animais para outra área fora do Estado de Santa Catarina, como por exemplo, o Núcleo de Conservação de Recursos Genéticos Animais da Embrapa, localizado em Brasília/DF.

A conservação de sêmen e embriões da raça Crioula Lageana é também uma alternativa importante para assegurar a manutenção deste recurso genético ao longo das gerações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKÇAKAYA, H.R.; SJOGREN-GULVE, P. Population viability analysis in conservation planning: An overview. **Ecological Bulletins**, v.48, p.9-21, 2000.
- ARMSTRONG, E.; POSTIGLIONI, A.; GONZÁLEZ, S. Population Viability Analysis of the Uruguayan Creole Cattle Genetic Reserve. **Animal Genetic Resources Information**, v.38, p.19-33, 2006.
- BALLOU, J.D. Ancestral inbreeding only minimally affects inbreeding depression in mammalian populations. **Journal of Heredity**, v.88, p.169-178, 1997.
- BENNEWITZ, J.; MEUWISSEN, T.H.E.; Estimation of extinction probabilities of five German cattle breeds by population viability analysis. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.2949–2961, 2005.
- BENNEWITZ, J.; KANTANENB, J.; TAPIOB, I.; HUA LIB, M.; KALMA, E.; VILKKIB, J.; AMMOOV, I.; IVANOVAD, Z.; KISELYOVAE, T.; POPOVF, R.; MEUWISSEN, T. Estimation of breed contributions to present and future genetic diversity of 44 North Eurasian cattle breeds using core set diversity measures. **Genetics Selection Evolution**, v.38, p.201–220, 2006.
- COULSON, T; MACE, G.M.; HUDSON, E.; POSSINGHAM, H. The use and abuse of population viability analysis. **Trends in Ecology & Evolution**, v.16, p.219-221, 2001.
- DALESZCZYK, K.; BUNEVICH, A. Population viability analysis of European bison populations in Polish and Belarusian parts of Bialowieza Forest with and without gene exchange. **Biological Conservation**, v.142, p.3068-3075, 2009.
- EGITO, Andréa Alves. **Diversidade genética, ancestralidade individual e miscigenação nas raças bovinas no Brasil com base em microsatélites e haplótipos de DNA mitocondrial: Subsídios para a conservação**. Brasília: Instituto de Biologia da Universidade de Brasília, 2007. 246p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia da Universidade de Brasília, 2007
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture - First draft**. Ed. Barbara Rischkowsky & Dafydd Pilling: Roma, 2007. 449p.
- KANTANEN, J.; OLSAKER, I.; HOLM, L.E.; LIEN, S.; VILKKI, J.; BRUSGAARD, K.; EYTHORSOTTIR, E.; DANELL, B.; ADALSTEINSSON, S. Genetic diversity and population structure of 20 North European cattle breeds. **The Journal of Heredity**, v.91, p.446-45, 2000.
- LACY, R.C. Structure of the VORTEX simulation model for population viability analysis. **Ecological Bulletins**, v.48, p.191-203, 2000.
- LINDENMAYER, D.B.; LACY, R.C.; THOMAS, V.C.; CLARK, T.W. Predictions of the impacts of changes in population size and environmental variability on Leadbeater's possum

- (*Gymnobelideus leadbeateri*) McCoy (Marsupialia: Petauridae) using population viability analysis: an application of the computer program VORTEX. **Wildlife Research**, v.20, p.67-86, 1993.
- LOPES, M.A.; CARDOSO, M.G.; DEMEU, F.A. Influência de diferentes índices zootécnicos na composição e evolução de rebanhos bovinos leiteiros. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, p.446-453, 2009.
- MARIANTE, A. da S.; TROVO, J.B. de F. The Brazilian genetic resources conservation programme. **Brazilian Journal of Genetics**, v.12, p.241-256, 1989.
- MARIANTE, A. da S.; CAVALCANTE, N. **Animais do Descobrimento: raças domésticas da história do Brasil**. Ed. Embrapa: Brasília, 2006. 274p.
- MARIANTE, A. da S.; ALBUQUERQUE, M.S.M; EGITO, A.A; McMANUS, C.; LOPES, M.A.; PAIVA, S.R. Present status of the conservation of livestock genetic resources in Brazil. **Livestock Science**, v.120, p.204-212, 2009.
- McMANUS, C.; PAIVA, R.P.; ARAÚJO, R.O. Genetics and breeding of sheep in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.236-246, 2010.
- MILLER, P.S.; LACY, R.C. **VORTEX: A stochastic simulation of the extinction process. Version 9.50. user`s manual**. Ed. Conservation Breeding Specialist Group: Apple Valley, 2005, 151p.
- PRIMO, A.T. **América: conquista e colonização**. Ed. Movimento: Porto Alegre, 2004, 183p.
- RALLS, K.; BALLOU, J.D.; TEMPLETON, A. Estimates of lethal equivalents and the cost of inbreeding in mammals. **Conservation Biology**, v.2, p.185-193, 1988.
- RAED, M.; ATIYAT, A.L. Extinction probabilities of Jordan indigenous cattle using population viability analysis. **Livestock Science**, v.123, p.121-128, 2009.
- RANGEL, P.N.; ZUCCHI, M.I.; FERREIRA, M.E. Similaridade genética entre raças bovinas brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.97-100, 2004.
- REIST-MARTI, S.B.; SIMIANER, H.; GIBSON, J.; HANOTTE, O., REGE, J.E.O. Weitzman's approach and conservation of breed diversity: an application to African cattle breeds. **Conservation Biology**, v.17, p.1299-1311, 2003.
- SERRANO, G.M.S.; EGITO, A.A.; McMANUS, C.; MARIANTE, A. da S. Genetic diversity and population structure of Brazilian native bovine breeds. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.543-549, 2004.
- SHAFFER, M.L. Minimum population sizes for species conservation. **Bioscience**, v.1, p.131-134, 1981.
- SPRITZE, A.; EGITO, A.A. do; MARIANTE, A. da S.; McMANUS, C. Caracterização genética da raça bovina Crioula Lageana por marcadores moleculares RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1157-1164, 2003.

CAPITULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da estrutura genética da população da raça bovina Crioula Lageana indica que, apesar do reduzido número de dados de animais conhecidos e da perda considerável de variabilidade genética pelo desenvolvimento da população em estreita base genética, a população estudada apresenta baixos níveis de endogamia, baixa diferenciação genética entre as subpopulações e um tamanho efetivo populacional acima do recomendado pela FAO para a manutenção da máxima variabilidade genética ao longo das gerações.

O software Endog é uma ferramenta importante para a ABCCL para prestação de serviços junto aos criadores da raça, auxiliando-os na tomada de decisões dos acasalamentos de seus rebanhos a fim de preservar a máxima variabilidade genética desta população. Com a recente criação da associação de criadores da raça e a conseqüente regularização da genealogia dos animais, um novo estudo deverá ser realizado dentro de alguns anos a fim de confirmar os resultados aqui obtidos.

A seleção natural e a adaptação ao ambiente do Planalto Catarinense durante séculos favoreceu o aparecimento do dimorfismo sexual presente na raça Crioula Lageana. Por não terem sido objeto de seleção artificial para características produtivas, os animais da raça bovina Crioula Lageana são mais tardios que os animais de raças comerciais. A constatação de que os animais da raça Crioula Lageana são tardios deve servir de estímulo aos criadores da raça para que unam esforços no sentido de buscar a inserção desta raça em sistemas produtivos de valor agregado, como a certificação de Indicação Geográfica da carne destes animais, ao invés de selecionar os animais para precocidade.

As medidas esqueléticas da raça bovina Crioula Lageana têm altas correlações entre si, não havendo necessidade de tomar várias medidas ao mesmo tempo para avaliar o tamanho corporal destes animais. Dentre estas medidas, sugere-se o comprimento de garupa a medida de escolha a ser utilizada, devido à facilidade de medição e maior correlação com as demais medidas mensuradas neste estudo.

A avaliação da viabilidade populacional da raça Crioula Lageana mostrou que essa população não apresenta risco aparente de extinção em consequência de sua alta diversidade genética e adequada estrutura demográfica. A capacidade de suporte da área foi o principal fator limitante para o crescimento da população. Assim, a população poderia crescer

e se desenvolver sem alcançar níveis significativos de endogamia, se tiver uma melhor oportunidade de espaço.

A fim de evitar-se o risco de extinção da raça em decorrência de possíveis catástrofes de magnitude das simuladas neste estudo, sugere-se aos criadores que adotem medidas que garantam em seus rebanhos um baixo índice de mortalidade ao primeiro ano, uma relação macho:fêmea mais próxima da igualdade e manutenção de um maior número de machos em reprodução.

Devido à probabilidade, mesmo que remota, do aparecimento de um foco de febre aftosa na região onde a vacinação não é praticada, sugere-se um esforço para difusão da raça em outras regiões, bem como alocar periodicamente uma pequena parte destes animais para outra área fora do Estado de Santa Catarina, como por exemplo, o Núcleo de Conservação de Recursos Genéticos Animais da Embrapa, localizado em Brasília/DF.

A conservação de sêmen e embriões da raça Crioula Lageana é também uma alternativa importante para assegurar a manutenção deste recurso genético ao longo das gerações.

ANEXOS

1. Análise da viabilidade populacional, em 128 cenários distintos, da raça bovina Crioula Lageana do Planalto Catarinense ao longo de 100 e de 500 anos, com ou sem a ocorrência de catástrofes.

Período de 100 anos sem ocorrência de catástrofes:

<i>Cenário</i>	<i>Mort. (%)</i>	<i>Machos (%)</i>	<i>Ret.</i>	<i>K</i>	<i>det. r</i>	<i>He</i>	<i>ΔF</i>	<i>P. ext.</i>
1	5	5	0	5000	0,158	0,9940	0,0016	0,00
2	10	5	0	5000	0,148	0,9939	0,0015	0,00
3	25	5	0	5000	0,118	0,9939	0,0012	0,00
4	40	5	0	5000	0,084	0,9940	0,0013	0,00
5	5	15	0	5000	0,158	0,9964	0,0000	0,00
6	10	15	0	5000	0,148	0,9964	0,0000	0,00
7	25	15	0	5000	0,118	0,9964	0,0000	0,00
8	40	15	0	5000	0,084	0,9963	0,0000	0,00
9	5	30	0	5000	0,158	0,9970	0,0000	0,00
10	10	30	0	5000	0,148	0,9970	0,0000	0,00
11	25	30	0	5000	0,118	0,9970	0,0000	0,00
12	40	30	0	5000	0,084	0,9969	0,0000	0,00
13	5	50	0	5000	0,158	0,9972	0,0000	0,00
14	10	50	0	5000	0,148	0,9972	0,0000	0,00
15	25	50	0	5000	0,118	0,9972	0,0000	0,00
16	40	50	0	5000	0,084	0,9971	0,0000	0,00
17	5	5	100	5000	0,158	0,9925	0,0015	0,00
18	10	5	100	5000	0,148	0,9960	0,0004	0,00
19	25	5	100	5000	0,118	0,9925	0,0016	0,00
20	40	5	100	5000	0,084	0,9922	0,0018	0,00
21	5	15	100	5000	0,158	0,9960	0,0003	0,00
22	10	15	100	5000	0,148	0,9960	0,0003	0,00
23	25	15	100	5000	0,118	0,9960	0,0000	0,00
24	40	15	100	5000	0,084	0,9959	0,0000	0,00
25	5	30	100	5000	0,158	0,9968	0,0000	0,00
26	10	30	100	5000	0,148	0,9968	0,0000	0,00
27	25	30	100	5000	0,118	0,9967	0,0000	0,00
28	40	30	100	5000	0,084	0,9966	0,0000	0,00
29	5	50	100	5000	0,158	0,9971	0,0000	0,00
30	10	50	100	5000	0,148	0,9970	0,0000	0,00
31	25	50	100	5000	0,118	0,9970	0,0000	0,00
32	40	50	100	5000	0,084	0,9969	0,0000	0,00

Período de 500 anos sem ocorrência de catástrofes:

<i>Cenário</i>	<i>Mort. (%)</i>	<i>Machos (%)</i>	<i>Ret.</i>	<i>K</i>	<i>det. r</i>	<i>He</i>	<i>ΔF</i>	<i>P. ext.</i>
33	5	5	0	5000	0,158	0,9817	0,0024	0,00
34	10	5	0	5000	0,148	0,9827	0,0029	0,00
35	25	5	0	5000	0,118	0,9800	0,0025	0,00
36	40	5	0	5000	0,084	0,9817	0,0019	0,00
37	5	15	0	5000	0,158	0,9879	0,0010	0,00
38	10	15	0	5000	0,148	0,9872	0,0016	0,00

<i>Cenário</i>	<i>Mort. (%)</i>	<i>Machos (%)</i>	<i>Ret.</i>	<i>K</i>	<i>det. r</i>	<i>He</i>	ΔF	<i>P. ext.</i>
39	25	15	0	5000	0,118	0,9871	0,0008	0,00
40	40	15	0	5000	0,084	0,9856	0,0011	0,00
41	5	30	0	5000	0,158	0,9880	0,0010	0,00
42	10	30	0	5000	0,148	0,9883	0,0012	0,00
43	25	30	0	5000	0,118	0,9880	0,0007	0,00
44	40	30	0	5000	0,084	0,9877	0,0007	0,00
45	5	50	0	5000	0,158	0,9893	0,0006	0,00
46	10	50	0	5000	0,148	0,9890	0,0006	0,00
47	25	50	0	5000	0,118	0,9889	0,0007	0,00
48	40	50	0	5000	0,084	0,9883	0,0010	0,00
49	5	5	100	5000	0,158	0,9810	0,0018	0,00
50	10	5	100	5000	0,148	0,9810	0,0038	0,00
51	25	5	100	5000	0,118	0,9812	0,0019	0,00
52	40	5	100	5000	0,084	0,9778	0,0054	0,00
53	5	15	100	5000	0,158	0,9858	0,0017	0,00
54	10	15	100	5000	0,148	0,9873	0,0013	0,00
55	25	15	100	5000	0,118	0,9868	0,0013	0,00
56	40	15	100	5000	0,084	0,9848	0,0019	0,00
57	5	30	100	5000	0,158	0,9883	0,0010	0,00
58	10	30	100	5000	0,148	0,9988	0,0009	0,00
59	25	30	100	5000	0,118	0,9879	0,0012	0,00
60	40	30	100	5000	0,084	0,9868	0,0012	0,00
61	5	50	100	5000	0,158	0,9890	0,0009	0,00
62	10	50	100	5000	0,148	0,9888	0,0009	0,00
63	25	50	100	5000	0,118	0,9887	0,0011	0,00
64	40	50	100	5000	0,084	0,9881	0,0007	0,00

Período de 100 anos com ocorrência de catástrofes:

<i>Cenário</i>	<i>Mort. (%)</i>	<i>Machos (%)</i>	<i>Ret.</i>	<i>K</i>	<i>det. r</i>	<i>He</i>	ΔF	<i>P. ext.</i>
65	5	5	0	5000	0,113	0,9602	0,0580	0,00
66	10	5	0	5000	0,103	0,9550	0,0536	0,00
67	25	5	0	5000	0,073	0,9568	0,0415	0,00
68	40	5	0	5000	0,039	0,9246	0,1007	0,00
69	5	15	0	5000	0,113	0,9744	0,0381	0,00
70	10	15	0	5000	0,103	0,9655	0,0546	0,00
71	25	15	0	5000	0,073	0,9624	0,0454	0,00
72	40	15	0	5000	0,039	0,9268	0,1409	0,00
73	5	30	0	5000	0,113	0,9752	0,0354	0,00
74	10	30	0	5000	0,103	0,9662	0,0602	0,00
75	25	30	0	5000	0,073	0,9610	0,0601	0,00
76	40	30	0	5000	0,039	0,9447	0,0811	0,00
77	5	50	0	5000	0,113	0,9607	0,1189	0,00
78	10	50	0	5000	0,103	0,9710	0,0887	0,00
79	25	50	0	5000	0,073	0,9519	0,1139	0,00
80	40	50	0	5000	0,039	0,9454	0,0852	0,00
81	5	5	100	5000	0,113	0,9553	0,0780	0,00
82	10	5	100	5000	0,103	0,9729	0,0348	0,00
83	25	5	100	5000	0,073	0,9462	0,0714	0,00
84	40	5	100	5000	0,039	0,9066	0,1238	0,00
85	5	15	100	5000	0,113	0,9705	0,0459	0,00
86	10	15	100	5000	0,103	0,9644	0,0531	0,00

<i>Cenário</i>	<i>Mort. (%)</i>	<i>Machos (%)</i>	<i>Ret.</i>	<i>K</i>	<i>det. r</i>	<i>He</i>	<i>ΔF</i>	<i>P. ext.</i>
87	25	15	100	5000	0,073	0,9586	0,0689	0,00
88	40	15	100	5000	0,039	0,9223	0,1086	0,00
89	5	30	100	5000	0,113	0,9711	0,0416	0,00
90	10	30	100	5000	0,103	0,9668	0,0756	0,00
91	25	30	100	5000	0,073	0,9487	0,1049	0,00
92	40	30	100	5000	0,039	0,9331	0,0765	0,00
93	5	50	100	5000	0,113	0,9727	0,0545	0,00
94	10	50	100	5000	0,103	0,9706	0,0510	0,00
95	25	50	100	5000	0,073	0,9588	0,0671	0,00
96	40	50	100	5000	0,039	0,9562	0,0586	0,00

Período de 500 anos com ocorrência de catástrofes:

<i>Cenário</i>	<i>Mort. (%)</i>	<i>Machos (%)</i>	<i>Ret.</i>	<i>K</i>	<i>det. r</i>	<i>He</i>	<i>ΔF</i>	<i>P. ext.</i>
97	5	5	0	5000	0,113	0,7210	0,1841	0,00
98	10	5	0	5000	0,103	0,7323	0,1753	0,00
99	25	5	0	5000	0,073	0,7897	0,1064	0,00
100	40	5	0	5000	0,039	0,6655	0,0000	0,00
101	5	15	0	5000	0,113	0,8208	0,1204	0,00
102	10	15	0	5000	0,103	0,8277	0,1964	0,00
103	25	15	0	5000	0,073	0,8209	0,0425	0,00
104	40	15	0	5000	0,039	0,8080	0,0000	0,00
105	5	30	0	5000	0,113	0,8099	0,1599	0,00
106	10	30	0	5000	0,103	0,8991	0,0446	0,00
107	25	30	0	5000	0,073	0,8536	0,0799	0,00
108	40	30	0	5000	0,039	0,7312	0,1017	0,00
109	5	50	0	5000	0,113	0,8572	0,1276	0,00
110	10	50	0	5000	0,103	0,8976	0,0919	0,00
111	25	50	0	5000	0,073	0,8433	0,1321	0,00
112	40	50	0	5000	0,039	0,9595	0,0000	0,00
113	5	5	100	5000	0,113	0,8324	0,1243	0,00
114	10	5	100	5000	0,103	0,7762	0,1100	0,00
115	25	5	100	5000	0,073	0,8525	0,0091	0,00
116	40	5	100	5000	0,039	0,8039	0,0000	0,00
117	5	15	100	5000	0,113	0,6635	0,1783	0,00
118	10	15	100	5000	0,103	0,8737	0,0936	0,00
119	25	15	100	5000	0,073	0,7868	0,1534	0,00
120	40	15	100	5000	0,039	0,7241	0,0000	0,00
121	5	30	100	5000	0,113	0,8900	0,644	0,00
122	10	30	100	5000	0,103	0,9191	0,0306	0,00
123	25	30	100	5000	0,073	0,8819	0,0652	0,00
124	40	30	100	5000	0,039	0,8439	0,949	0,00
125	5	50	100	5000	0,113	0,9193	0,0320	0,00
126	10	50	100	5000	0,103	0,8178	0,2070	0,00
127	25	50	100	5000	0,073	0,8202	0,1129	0,00
128	40	50	100	5000	0,039	0,6666	0,2639	0,00

Mort. = Percentagem de mortalidade de animais até um ano de idade; Machos = Percentagem de machos sobre o número de fêmeas em acasalamento; Ret. = Número de machos retirados da população anualmente; K = Capacidade de suporte da área; det. r = Taxa de crescimento populacional; He = Heterozigose esperada; F = Coeficiente de endogamia; P. ext = Probabilidade de extinção.