

ANDRÉ LUIS DA COSTA PAIVA

ENDOGAMIA NA RAÇA HOLANDESA NO BRASIL

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, para
obtenção do título de *Magister Scientiae*

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2006

ANDRÉ LUIS DA COSTA PAIVA

ENDOGAMIA NA RAÇA HOLANDESA NO BRASIL

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*

APROVADA: 02 de Outubro de 2006.

Prof. Ricardo Frederico Euclides
(Co-orientador)

Prof^a. Simone Eliza Facioni Guimarães

Prof. Antônio Policarpo Souza Carneiro

Dr. Cláudio Nápolis Costa

Prof. Robledo de Almeida Torres
(Orientador)

DEDICO

Aos meus pais José Paiva e Maria Aparecida, com amor e carinho, mentores da minha formação humana. A minha companheira de momento felizes e difíceis Viviane e a minha filha Letícia, fonte de estímulo para o meu crescimento.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela força nos momentos difíceis da caminhada.

A Universidade Federal de Viçosa pelo acolhimento e pela disposição das ferramentas que me fizeram crescer como estudante.

Aos Professores e funcionários do Departamento de Zootecnia que contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

A Embrapa Gado de Leite por dar condições necessárias para a realização do presente trabalho.

A Associação Brasileira dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa pela disponibilidade dos dados.

Ao Prof. Robledo de Almeida Torres por sua orientação, ensino, apoio, estímulo e paciência desde meu primeiro ano de universidade.

Aos Professores Ricardo Frederico Euclides, Paulo Sávio Lopes, Simone Eliza Facioni Guimarães pelas contribuições, exemplos e dedicação ao ensino do Melhoramento Animal.

Ao Dr. Cláudio Nápolis por ceder o banco de dados para realização deste trabalho, pela ajuda e ensinamento durante as análises.

Ao Dr. Marcelo Freitas pela grande contribuição nas análises feitas, por seu auxílio em prover os programas que possibilitaram determinar vários parâmetros essenciais a este trabalho.

Ao Prof. Marcelo Teixeira Rodrigues por enriquecer a banca examinadora.

Ao mestre João Cruz pelo material bibliográfico e pelos conselhos.

Aos companheiros de jornada no mestrado e amigos Marcos Yamaki, Humberto e Débora.

Aos amigos Rafael Bastos, Rodrigo “Galego”, Carla e Mariele pelas horas agradáveis que sempre desfrutamos.

Aos amigos do melhoramento pelas horas agradáveis no Moreiras e pelos ensinamentos.

Aos funcionários da Granja de Melhoramento Genético de Aves pela ajuda durante a iniciação científica, pela amizade e pelo acolhimento que nunca faltou, principalmente nos famosos e inesquecíveis “churrascos da granja”.

Aos meus pais pelo suporte durante os anos.

A Viviane pelo carinho e amor dedicado durante todos estes anos de convivência.

A minha filha Letícia por me dar força para caminhar em frente.

E aos amigos e colaboradores que por um lapso de memória eu tenha esquecido de acrescentar.

BIOGRAFIA

André Luis da Costa Paiva, filho de José de Oliveira Paiva e Maria Aparecida da Costa Paiva, nasceu em 08 de outubro de 1979 em Viçosa, MG.

Ingressou na Universidade Federal de Viçosa no primeiro semestre de 2000 iniciando o Curso de Zootecnia. Em julho de 2001 iniciou os trabalhos como bolsista de iniciação científica na área de Melhoramento Animal, tendo como orientador o Professor Robledo de Almeida Torres.

Em julho de 2004, obteve o título de Zootecnista pela Universidade Federal de Viçosa, e em Agosto deste mesmo ano, ingressou no Programa de Pós Graduação em Zootecnia da UFV, como mestrando, submetendo-se a defesa de tese em 02 de outubro de 2006.

Conteúdo

1. Introdução	1
2. Revisão de Literatura	3
2.1 Endogamia	3
2.2 Tamanho Efetivo de população.....	4
2.3 Efeitos da Endogamia	5
2.4 Depressão Endogâmica.....	6
3. Material e Métodos	11
3.1 Banco de Dados.....	11
3.2 Estrutura Genética	11
3.3 Análises e Modelos estatísticos.....	13
4. Resultados e Discussão	16
4.1 Estrutura da base de dados	16
4.2 Estrutura Genética e Endogamia	20
4.3 Produção de Leite e Endogamia	30
5. Conclusões	33
6. Referência	34

RESUMO

PAIVA, André Luis da Costa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2006. **Endogamia na Raça Holandesa no Brasil.** Orientador: Robledo de Almeida Torres. Co-Orientadores: Paulo Sávio Lopes e Ricardo Frederico Euclides.

A realização deste trabalho teve como objetivo avaliar as tendências da endogamia na raça Holandesa e estudar os seus efeitos sobre a produção de leite. O arquivo de pedigree utilizado nas análises era composto por 248.141 animais da raça Holandesa nascidos entre 1960 e 2002. 98.524 observações de primeira lactação. O arquivo de lactações foi editado para manter animais com idade ao parto entre 18 e 24 meses, ano de nascimento entre 1981 e 2002, ano de parto entre 1984 e 2004, composição racial puras de origem e puras por cruzas resultando em 98.524 observações de primeira lactação. O coeficiente de endogamia foi calculado para cada animal utilizando-se o programa MTDFREML. Adicionalmente foram calculados Tamanho Efetivo de População (N_e) e intervalo de geração. A sobreposição de gerações é freqüente em bovinos, tornando-se necessário inferir a que geração os indivíduos pertencem para estudar a tendência da endogamia. Para isso, utilizou-se o coeficiente de geração. O modelo utilizado na análise considerou os efeitos fixos rebanho-ano, grupo genético e estação de parto; e as covariáveis endogamia e idade ao parto. Para obter as soluções dos efeitos fixos foi utilizado o programa BLUPf90. Constatada a significância do efeito da endogamia, foi feita análise de regressão da característica produção de leite na primeira lactação incluindo efeitos linear e quadrático dos coeficientes de endogamia. Os resultados indicam que 320.712 animais com um coeficiente de endogamia (F) de 0,38%, dos quais 53.411 apresentaram valores positivos de F , e o F médio foi de 2,30% com variação de 0,01% a 31,20%. O F considerando apenas os animais endogâmicos decresceu tanto quando analisado por ano quanto por geração. Apenas 16,65% dos animais da população eram endogâmicos

(53.411 animais). Quando analisado a evolução do número de animais endogâmicos em relação à população total, tanto por ano como por geração, houve uma tendência de aumento na quantidade de animais endogâmicos. Por ano de nascimento, a maior percentagem de animais endogâmicos foi 43,50% em 1998, depois houve uma tendência de redução até o ano de 2002, quando foram observados 31% de animais endogâmicos. Os valores do Ne foram acima do recomendado (40 por geração) nas quatro primeiras gerações. O intervalo de geração Touro – Filho foi maior em relação aos demais (Touro – Filha, Vacas – Filho, Vacas – Filha). Analisando somente os animais que possuíam dados de produção, foi encontrado valores de F acima da média da população (6,23%). De todas as fontes de variação utilizadas no modelo estatístico proposto, somente o efeito quadrático das classes de endogamia não foi significativo. O coeficiente de regressão linear encontrado foi - 22,60 kg para cada 1% de aumento no coeficiente de endogamia com coeficiente de determinação de 55,24%. As médias de endogamia para a população de animais da raça Holandesa no Brasil podem ser consideradas baixas, tanto para a população total quanto a de animais endogâmicos. Apesar dos níveis atuais serem baixos, a endogamia afetou de forma significativa a produção de leite na primeira lactação.

ABSTRACT

PAIVA, André Luis da Costa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2006. **Inbreeding on Holstein breed in Brazil**. Adviser: Robledo de Almeida Torres. Co-advisers: Paulo Sávio Lopes and Ricardo Frederico Euclides.

This study aimed to evaluate the Inbreeding trends on Holstein breed and study its effect on milk yield. The pedigree data contained 248.141 Holstein animals born between 1960 e 2002. Data set was edited to maintain cows with age of calving between 18 and 24 months, year of born between 1981 and 2002, year of calving between 1984 and 2004, breed composition with purebred and grade bred resulting in 98.524 observations of first lactation. Inbreeding coefficient was calculated by using MTDFREML software. In addition, effective size population (N_e) and generation interval were calculated. To study the Inbreeding trend, a superposition of generations is frequent on cattle being necessary infer to which generation the individual belongs by calculating the generation coefficient. A model was proposed considered fixed effects of herd-year, breed grade and season of calving; and Inbreeding and age of calving as covariables. Solutions of fixed effects were obtained by software BLUPf90. After verifying significance on Inbreeding effect, a regression analysis was made to milk yield on first lactation including linear and quadratic effects of the Inbreeding coefficients. Results indicate that out of 320.712 animals with 0,38% Inbreeding coefficient (F), 53.411 showed positive F values with 1,30% of average F varying from 0,01% to 31,20%. F has decreased considering just inbred animals when analyzed by year or generation. Only 16,65 % of the animals (53.411) in population were inbred. There was an increasing on inbred animals when evaluating the evolution on number of inbred animals in relation to total population by year or generation. By year of born, the higher percentage of inbred animals (43,50%) appeared in 1998 trending to reduce until 31% in 2002. N_e was higher than recommended (40 per generation) on first four generations. Sire – son generation interval was higher than the others (Sire – daughter, Dams –

son, Dams – daughter). A higher average F was found (6,23%) when only animals with yield data were analyzed. Only quadratic effect on Inbreeding grades was not significant from all the sources of variation used on the proposed model. A linear coefficient of – 22,60 kg was found for each 1% of increasing on Inbreeding. The average Inbreeding for Holstein animals in Brazil can be considered low for the total population and inbred animals. Although current levels of Inbreeding are considered low, milk yield on first lactation was significantly affected.

1. Introdução

A raça Holandesa teve seu Herd-Book implementado no Brasil em 1935, com a inclusão do registro dos animais "Colombo St. Maria" de Francisco Lampréia, RJ e "Campineira", de Vicente Giaccagliani, SP. De acordo com a Associação Brasileira dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa, no ano de 1999, foram computados 890 criadores inscritos no Controle Leiteiro Oficial, somando 104.382 animais em produção, cuja média de produção de leite, em 305 dias de lactação, em duas ordenhas diárias, foi de 6.799 kg e, na idade adulta, 7.532 kg. Cerca de 84,0% dos criadores da raça Holandesa estão localizados nos estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais (Zambianchi 2002a).

A intensificação do uso de métodos de avaliação genética que permitem identificar animais geneticamente superiores de forma mais precisa, e de biotécnicas reprodutivas que permitem difundir o material genético superior mais rapidamente, contribuíram para que os programas de melhoramento não apenas acelerassem o progresso genético, mas também se tornassem mais propensos ao aumento da endogamia. O relato de Weigel (2001), para as principais raças de bovinos de leite dos Estados Unidos, a média de crescimento da taxa de endogamia de 0,05% ao ano no período de 1960 a 1980, passou para aproximadamente 0,2% ao ano de 1980 a 2000, resultando em uma taxa média de endogamia passasse de 1% em 1980 para 5% em 2000.

A seleção feita com base em critérios mais precisos pode levar a uma maior endogamia. Os procedimentos atuais de avaliação, que geram as DEPs (diferenças esperadas na progênie) a partir do uso de modelo animal e BLUP, usam a informação de parentes, o que implica que membros da mesma família têm mais chance de serem selecionados. Além disso, animais de diferentes rebanhos são comparados e touros com desempenho destacado podem ser utilizados por diferentes criadores, aumentando a chance dos animais das gerações futuras

descenderem de um grupo relativamente pequeno de touros altamente selecionados e apresentarem maior parentesco entre si.

O uso de biotécnicas reprodutivas, como a inseminação artificial (IA) e a múltipla ovulação e transferência de embriões (MOET), podem contribuir para aumento na endogamia por permitir um número muito maior de descendentes por animal. O uso de IA permite que a seleção de touros seja mais intensa sem que haja aumento no intervalo de gerações, pois a quantidade de animais necessários para repô-los é pequena. Da mesma forma, porém em menor intensidade, a transferência de embrião (TE) e a fertilização “in vitro” (FIV) atuam sobre as vacas. Se poucos animais forem selecionados como progenitores da próxima geração, haverá maior chance de acasalamentos entre parentes e o tamanho efetivo da população (N_e) será reduzido.

O conhecimento da taxa de endogamia ao longo das gerações associado a programas de melhoramento genético, pode possibilitar uma melhor orientação de planos de acasalamentos na raça e em seus cruzamentos.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar as tendências da endogamia na raça Holandesa e estudar os seus efeitos sobre a produção de leite.

2. Revisão de Literatura

2.1 Endogamia

O grau de endogamia, também conhecida como consangüinidade, de um indivíduo é descrito pelo coeficiente de endogamia (F) ou, formalmente, pela probabilidade de que dois alelos em um locus tomado ao acaso sejam idênticos por descendência. O F de um indivíduo pode ser calculado como a metade do coeficiente de parentesco entre seus pais. O parentesco, por sua vez, representa a porcentagem esperada de genes em comum entre indivíduos.

A endogamia ocorre quando os acasalamentos são efetuados entre parentes mais próximos do que seriam se os indivíduos tivessem sido escolhidos ao acaso de uma população. Os indivíduos aparentados têm um ou mais ancestrais em comum e, portanto, a extensão da endogamia está relacionada à quantidade de ancestrais que é compartilhada pelos pais dos indivíduos endogâmicos (Crow e Kimura 1970). Assim, dois indivíduos tendo um ancestral comum, podem transmitir réplicas de um dos genes presentes no ancestral comum para sua progênie (Falconer 1989).

Para quantificar a probabilidade de que dois alelos presentes no mesmo loco sejam idênticos por descendência, é usado o Coeficiente de Endogamia (F). Coeficiente de endogamia de um indivíduo é a metade do grau de parentesco entre seus pais, que é medido pelos ancestrais em comum que os mesmos possuem. Quanto mais e mais próximos forem os ancestrais em comum, maior o grau de parentesco e conseqüente maior endogamia no acasalamento, e isto se dá pelo fato de parentes possuírem um maior percentual de genes idênticos por descendência, que são cópias do mesmo gene presente no cromossomo do ancestral comum, ou seja, mesmo gene do cromossomo dos pais vão para os dos filhos.

Wright (1923a) propôs que o coeficiente de endogamia fosse calculado pela seguinte fórmula:

$$F_X = \frac{1}{2} \sum (\frac{1}{2})^n (1 + F_A)$$

Em que:

F_X = Coeficiente de endogamia do indivíduo x;

n = Número de gerações intercaladas que ligam os dois pais ao ancestral comum;

F_A = Coeficiente de endogamia de cada ancestral comum.

Zambianchi et. al. (2002b) utilizando dados de produção de 1980 a 1999 da raça Holandesa no Brasil, observou um coeficiente de endogamia de 2%, levando em consideração apenas animais endogâmicos.

2.2 Tamanho Efetivo de população.

O número efetivo ou Tamanho Efetivo da População representa o número de indivíduos que daria origem à taxa de consangüinidade ou incremento da consangüinidade apropriado para as condições consideradas, caso os indivíduos se acasalassem em uma população ideal. A aplicação do conceito de tamanho efetivo se baseia na idéia de que se pode relacionar uma população real de Nm machos e Nf fêmeas com uma população ideal de tamanho efetivo N_e . O tamanho efetivo de população é inversamente proporcional a taxa de aumento de endogamia média da população, ou seja: $\Delta F = 1/2N_e$. Assim, o N_e é um importante parâmetro populacional porque serve de “termômetro” para avaliar os níveis de endogamia, sendo um indicativo da variabilidade genética presente em uma população com número equivalente de animais não aparentados (Weigel, 2003).

Segundo Wright (1938), a oscilação do N_e pode ser atribuída a fatores como desvios da razão de sexos de 1:1, flutuações no tamanho da população e diferenças no sucesso reprodutivo. Quando reprodutores são acasalados com várias fêmeas, a redução no tamanho efetivo da população é proporcional ao aumento na relação fêmea: macho. O tamanho efetivo da população é afetado pela geração com menor número de animais. A diferença entre o número de filhos que um reprodutor deixa afeta o tamanho efetivo da população.

Faria et al. (2001) calcularam o tamanho efetivo da população de animais da raça Nelore controlados pela ABCZ (Associação Brasileira de Criadores de Zebu) e encontraram o resultado de que toda a população controlada apresenta variabilidade genética esperada equivalente a uma população de 68 animais não aparentados. Os autores apontaram que o principal motivo para este resultado foi o uso excessivo de determinados touros. No período de 1994 a 1998, 10 touros (0,096% do total) foram pais de 19,3% dos animais controlados (10.357 filhos/touro).

Goddard e Smith (1990) sugeriram N_e mínimo de 40 por geração para maximizar o ganho genético em população selecionada para produção de leite, enquanto Meuwissen & Wooliams (1994) recomendaram valores entre 30 a 250 para prevenir decréscimos nas características de resistência e adaptação. Nicholas (1980) propôs o N_e mínimo de $50 / \bar{L}$ (\bar{L} - Intervalo médio de gerações), que implicaria em taxas de ΔF de no máximo 1% ao ano.

2.3 Efeitos da Endogamia

O efeito principal da endogamia é provocar o surgimento de mais pares de genes em homozigose, diminuindo concomitantemente a porcentagem de heterozigotos, acarretando, dessa forma, manifestações de muitos genes recessivos, os quais, geralmente, provocam alguma degeneração na média do mérito individual. Existem duas causas possíveis do declínio da média do valor fenotípico, de características

quantitativas, provocado pela endogamia. A primeira é que os genes favoráveis tendem a ser dominantes ou parcialmente dominantes, e a segunda é o fato do heterozigoto ter um valor fenotípico maior que o homozigoto (Lush, 1945; Crow e Kimura, 1970).

O Aumento de pares de genes em homozigose pode implicar em um aumento da prepotência. Quanto maior a homozigose, menor é a diversidade de gametas produzidos pelo animal e assim, a progênie tende a ser mais uniforme, mais parecida com o pai. Esse aumento na prepotência ocorre mais facilmente em características qualitativas, que geralmente são determinadas por poucos pares de genes, como a cor da pelagem, formato da cabeça, ausência de chifres, etc, e mais dificilmente para características quantitativas ou produtivas que são determinadas por muitos pares de genes. Touros prepotentes produzem progênie mais uniforme, o que pode ser um grande benefício para rebanhos comerciais e para aumentar a credibilidade dos selecionadores frente aos usuários de sua genética.

2.4 Depressão Endogâmica

Segundo Cavalheiro (2004), uma consequência do aumento da homozigose é a depressão endogâmica. Muitas vezes, este efeito não é tão facilmente observado quanto a expressão de alelos recessivos indesejáveis em características de herança simples, pois ele está associado com a queda gradativa do desempenho de características poligênicas. A depressão endogâmica é a manifestação de combinações gênicas desfavoráveis e, ela normalmente é interpretada como o efeito inverso da heterose (combinações gênicas favoráveis).

Segundo Falconer e Mackay (1996), em populações com coeficiente de endogamia F , a média desta população para uma determinada característica será alterado por:

$$M_t = M_0 - 2Fdqp$$

Em que:

M_t = Média fenotípica na geração t .

M_0 = Média fenotípica na geração inicial.

F = Coeficiente de endogamia.

d = Desvio atribuído à dominância dos genes.

$q.p$ = Freqüência dos alelos p e q .

A detecção da depressão endogâmica depende da acurácia das estimativas da endogamia (Cassel et al., 2003). Pedigrees incompletos podem subestimar a endogamia e o parentesco, porque as potenciais contribuições dos ancestrais desconhecidos são ignoradas (VanRaden, 1992). Da mesma forma, ao se variar o ano de população-base para mais recente, menores estimativas de endogamia são obtidas (Young e Seykora, 1996).

Miglior (1994) realizou um estudo da endogamia em bovinos de leite cujos resultados mostraram resultados de impacto negativo da endogamia na produção de leite. Na tabela 1 consta alguns resultados de endogamia afetando de forma negativa a produção de leite de vacas da raça Holandesa.

Tabela 1: Impacto da endogamia na produção de leite de vacas da raça Holandesa.

Característica	Impacto para cada 1% de endogamia	Autor
Produção de Leite (kg)	- 30,0	Laben and Herman (1950)
	- 24,5	VonKrosigk (1958)
	- 15,3	Allaire and Henderson (1965)
	- 22, 7	Young et al. (1969)
	- 22,8	Hodges et al. (1979)
	- 21,1	Hudson and VanVleck (1984)
	- 22,6	Short et al. (1992)
	- 26,1	VanRaden et al. (1992)

Smith et al. (1998) observaram, na vacas Holandesas, que a cada um ponto percentual de aumento da taxa de endogamia houve tendência de queda de aproximada 37kg de leite, 1,2kg de gordura, 1,2kg de proteína por lactação, além da idade ao primeiro parto ter aumentado em 0,4 dias, o intervalo de partos em 0,3 dias e a vida produtiva diminuído em 13,1 dias, com perda de lucro estimada de US\$ 23.11 ao longo da vida produtiva (Weigel, 2003).

Estudo realizado na Itália, com animais da raça Holandesa, Biffani et al. (2002) encontraram redução de 21,6 kg na produção de leite, 0,84 kg na produção de gordura e de 0,66 kg na produção de proteína por lactação aos 305 dias, além de aumento de 0,007 unidades de SCS, para cada 1% de aumento na taxa de endogamia. Analisando produção de leite em animais da raça Holandesa e Jersey, Cassel et al. (2003) encontraram redução na média das duas maiores produções de leite no dia do controle, excluindo as três primeiras medidas do animal, respectivamente em até 0,12 e 0,08 kg por dia a cada aumento percentual.

Thompson et. al. (2000a) encontraram redução na produção de leite por lactação de 35, 55 e 35 kg por aumento de 1% no coeficiente de endogamia, nos intervalos de F entre 2 - 6, 7-10 e acima de 10% respectivamente na raça Holandesa. Segundo os autores, havia maior depressão na produção diária de leite para idades mais jovens ao parto (20 e 21 meses), indicando que vacas com maior taxa e endogamia atingem a maturidade mais lentamente ou apresentam piores condições físicas na fase jovem. Elevados níveis de endogamia geraram grandes perdas na produção diária em todas as idades e grande efeito deletério no princípio da lactação, o que provavelmente inibiu o pico de produção.

Perdas por depressão endogâmica para características produtivas e reprodutivas foram observadas por Smith et al. (1989), Burrow (1993 e 1998), Shimbo et al. (2000), Schenkel et al. (2002), entre outros. De forma geral, a cada aumento de 10% em F há depressão das características em torno de 2 a 7%. Com uma taxa anual de aumento de F em torno de 0,2%, taxa observada por (Schenkel et al.; 2002) em algumas raças zebuínas, a depressão endogâmica anual esperada seria em torno 0,04% a 0,14%.

Na raça Jersey, o acréscimo de 1% na endogamia reduziu 21,3 kg na produção de leite e 1,03 kg na de gordura por lactação (Wiggans et al., 1995). Ao estudarem a raça Pardo Suíça, Cassanova et al. (1992) encontraram redução de 26 kg na produção de leite para cada 1% de aumento na taxa de endogamia.

Segundo Thompson et al. (2000), a maior perda econômica com a endogamia pode ser a consistente redução da sobrevivência das vacas em todos os níveis de endogamia, observadas nas raças Holandesas e Jersey. Smith et al. (1998) relataram redução na renda líquida relativa, ajustada ao custo de oportunidade de US\$14,79 para o preço de mercado do leite fluido e de US\$12,40 para o preço manufaturado, por 1% de aumento na endogamia. Os efeitos da endogamia são cumulativos no desempenho das vacas leiteiras durante a vida produtiva.

Em estudo com fêmeas da raça Nelore, Dias & Oliveira (1994) analisaram a característica intervalo de parto, tendo um total de 4.761 observações. A média ajustada encontrada foi de 459,63 dias e a média de consangüinidade 6,49%. Realizando uma regressão do intervalo de partos em relação ao coeficiente de endogamia (F), foi observado que para cada 1% no acréscimo do F, o intervalo de partos aumentou em 1,36 dias.

Estudando o efeito da endogamia em bovinos Hereford, Pariacorte et al (1998) calculou a depressão em virtude da endogamia como o produto do coeficiente de regressão do peso a desmama sobre a fração da endogamia, pela fração média da endogamia entre as linhagens. Os resultados observados para os efeitos diretos e maternos foram -4,33 e -4,14 kg para cada 1% de acréscimo de F. Sendo que a endogamia materna respondeu por 49% da depressão total na característica peso a desmama. No entanto, os autores relataram que a resposta a seleção materna superou a depressão decorrente da endogamia acumulada.

3. Material e Métodos

3.1 Banco de Dados

Os dados foram cedidos pela Associação Brasileira dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa por intermédio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, unidade Gado de Leite. O banco de dados era constituído de dois arquivos, sendo um de pedigree e outro arquivo com informações de primeira lactação, grupo genético, estação de parto, idade do animal ao parto e informação de rebanho/ano.

O arquivo de pedigree utilizado nas análises era composto por 248.141 animais da raça Holandesa nascidos entre 1960 e 2002. O arquivo de lactações possuía 98.524 observações de 1ª lactação. Este foi editado para ter somente animais com idade ao parto entre 18 – 24 meses, ano de nascimento entre 1981 - 2002, ano de parto entre 1984 - 2004, composição racial P.O (Puras de Origem) e P.C (Puras por Cruza).

3.2 Estrutura Genética

O coeficiente de endogamia foi calculado para cada animal de acordo com o método proposto por Wright (1923), utilizando-se o programa computacional MTDFNRM (“Multiple Trait Derivative Free Numerator Relationship Matrix”) que compõe o software MTFREML. O MTFREML constrói a inversa da matriz de parentesco entre todos os animais no arquivo de pedigree, podendo acomodar até $2^{31} - 1$ animais. O programa também é capaz de reordenar e numerar, em ordem crescente, as identificações dos animais, pais e mães.

O Tamanho Efetivo da População foi calculado pela fórmula:

$$N_e = \frac{4 \times N_m \times N_f}{N_m + N_f}$$

Em que,

N_e = Tamanho Efetivo da População.

N_m = Número de machos e fêmeas usados na reprodução.

N_f = Número de usadas na reprodução.

Foi calculado o intervalo de geração, que é dado pela média de idade dos pais ao nascimento de sua progênie. Foram computados os intervalos de geração para as trilhas Touro – Filho, Touro – Filha, Vaca – Filho, Vaca – Filha para os animais cujas datas de nascimento eram conhecidas. O intervalo de gerações médio (\bar{L}) foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Rendel e Robertson (1951):

$$\bar{L} = \frac{1}{4} * (L_{pm} + L_{pf} + L_{mm} + L_{mf})$$

\bar{L} = Intervalo médio de gerações;

L_{pm} = Intervalo médio de geração entre Pais e Filhos;

L_{pf} = Intervalo médio de geração entre Pais e Filhas;

L_{mm} = Intervalo médio de geração entre Mãe e Filhos;

L_{mf} = Intervalo médio de geração entre Mãe e Filhas;

O coeficiente de endogamia foi estudado por ano de nascimento e por gerações. Tanto no arquivo de pedigree como no arquivo de produção, foi estudado a tendência da endogamia nas classes filhos, vacas e touros.

A sobreposição de gerações é freqüente em bovinos, tornando-se necessário atribuir a que geração os animais pertencem para efetuar a tendência da endogamia. Para isso, utilizou-se o “coeficiente de geração”

que corresponde ao número médio de segregações Mendelianas a partir dos animais fundadores, dado por:

$$CGI = \frac{(CGP + CGM + 2)}{2}$$

em que:

CGI = coeficiente de geração do indivíduo;

CGP = coeficiente de geração do pai; e

CGM = coeficiente de geração da mãe.

Os Coeficientes de geração (CG) foram agrupados em 6 classes sendo a primeira com $CG \leq 1,5$, a segunda com $1,5 < GC \leq 2,5$, a terceira com $2,5 < GC \leq 3,5$, a quarta com $3,5 < GC \leq 4,5$, a quinta com $4,5 < GC \leq 5,5$ e última com $5,5 < GC \leq 6,5$.

O incremento de endogamia ao longo dos anos e gerações foi calculado utilizando a fórmula clássica:

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

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

3. 3 Análises e Modelos estatísticos

O modelo utilizado na análise da característica produção de leite na primeira lactação foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + G_j + P_k + b_1 (F_{ijkl} - \bar{F}) + b_2 (F_{ijkl} - \bar{F})^2 + b_3 (x_{ijkl} - \bar{x}) + b_4 (x_{ijkl} - \bar{x})^2 + e_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = Produção de leite na primeira lactação da vaca l , na estação de parto k , do grupo genético j , no rebanho-ano i ;

μ = Constante inerente a todas as observações;

R_i = Efeito do rebanho-ano i ;

F_{ijkl} = Endogamia da vaca l , na estação de parto k , do grupo genético j , no rebanho-ano i ;

\bar{F} = Média de endogamia;

G_j = Efeito do grupo genético j ;

P_k = Efeito da estação de partos k ;

x_{ijkl} = Idade da vaca l , na estação de parto k , do grupo genético j , no rebanho-ano i ;

\bar{x} = Média de idade ao parto;

b_1 = Coeficiente de regressão linear da produção de leite em função do coeficiente de endogamia;

b_2 = Coeficiente de regressão quadrática da produção de leite em função do coeficiente de endogamia;

b_3 = Coeficiente de regressão linear da produção de leite em função da idade da vaca ao parto;

b_4 = Coeficiente de regressão quadrático da produção de leite em função da idade da vaca ao parto;

e_{ijkl} = Erro associado a vaca l , nascida na estação de parto k , do grupo genético j , no rebanho-ano i considerando normal e independentemente distribuído, com média zero e variância σ^2 ;

Para obter as soluções dos efeitos fixos foi utilizado o programa BLUPf90 de Misztal (1999). Após constatada a significância do efeito da

endogamia foi feita análise de regressão da característica produção de leite na 1ª lactação, em função dos efeitos linear e quadrático das classes do coeficiente de endogamia.

Para melhor compreensão do efeito da endogamia sobre a característica produção de leite na primeira lactação, os coeficientes de endogamia (F) foram agrupados em 10 classes representativas (CF), apresentadas na tabela 2.

Tabela 2: Coeficientes de endogamia (F) e classes de endogamia (CF).

CF	F %	CF	F %
0	0	5	4 - 5
1	0 - 1	6	5 - 6
2	1 - 2	7	6 - 7
3	2 - 3	8	7 - 8
4	3 - 4	9	> 8

Em seguida, foram traçados os gráficos e produção em função das classes do coeficientes de endogamia. Foram utilizados os procedimentos REG e GPLOT do SAS (Statistical Analysis System) (SAS, 1996).

4. Resultados e Discussão

4. 1 Estrutura da base de dados

O arquivo de pedigree possuía 248.141 observações de animais com data de nascimento conhecida e 72. 571 eram animais cuja data de nascimento não constava na base de dados. Estes animais não foram retirados do estudo porque possuíam alguma relação de parentesco. Na tabela 03 está disposta a distribuição de animais por ano de nascimento.

O arquivo de produção (1º lactação) possuía 98.524 animais nascidos entre 1981 – 2002. Sendo os anos de 1981, 1982, 1983 e 2002 os anos com menor número de observações. E os anos 1997, 1999 os anos com maior número de observações (tabela 4). A média calculada da produção de leite foi de 6.149,9 kg de leite, com uma média de idade ao parto de 28,53 meses (Tabela 5). Os animais foram separados por estação de parto (1ª = Janeiro – Março, 2ª = Abril – Junho, 3ª = Julho – Setembro e 4ª = Outubro – Dezembro). O período que concentrou maior número de parto foi de Abril – Junho (tabela 6). Quanto a composição racial, 59% dos animais eram P.O e 41% eram P.C (Figura 1).

Tabela 3: Número (N) de animais por ano de nascimento.

Ano	N	%	N Acumulada	% Acumulada
1960	8	<0,01	8	0
1961	7	<0,01	15	0,01
1962	13	0,01	28	0,01
1963	11	<0,01	39	0,02
1964	16	0,01	55	0,02
1965	17	0,01	72	0,03
1966	20	0,01	92	0,04
1967	31	0,01	123	0,05
1968	36	0,01	159	0,06
1969	59	0,02	218	0,09
1970	49	0,02	267	0,11
1971	65	0,03	332	0,13
1972	85	0,03	417	0,17
1973	100	0,04	517	0,21
1974	101	0,04	618	0,25
1975	1345	0,54	1963	0,79
1976	2114	0,85	4077	1,64
1977	2764	1,11	6841	2,76
1978	3281	1,32	10122	4,08
1979	3650	1,47	13772	5,55
1980	4098	1,65	17870	7,2
1981	4931	1,99	22801	9,19
1982	5589	2,25	28390	11,44
1983	6389	2,57	34779	14,02
1984	7951	3,2	42730	17,22
1985	9832	3,96	52562	21,18
1986	9182	3,7	61744	24,88
1987	10609	4,28	72353	29,16
1988	12561	5,06	84914	34,22
1989	12475	5,03	97389	39,25
1990	12889	5,19	110278	44,44
1991	13927	5,61	124205	50,05
1992	13570	5,47	137775	55,52
1993	12945	5,22	150720	60,74
1994	12362	4,98	163082	65,72
1995	11508	4,64	174590	70,36
1996	11992	4,83	186582	75,19
1997	12089	4,87	198671	80,06
1998	11830	4,77	210501	84,83
1999	14470	5,83	224971	90,66
2000	12459	5,02	237430	95,68
2001	7834	3,16	245264	98,84
2002	2877	1,16	248141	100

Tabela 4: Animais por ano de nascimento.

Ano	N	%
1981	241	0,24
1982	605	0,61
1983	895	0,91
1984	1999	2,03
1985	3384	3,43
1986	3578	3,63
1987	4453	4,52
1988	5403	5,48
1989	5343	5,42
1990	5760	5,85
1991	6300	6,39
1992	5932	6,02
1993	5937	6,03
1994	5827	5,91
1995	5286	5,37
1996	6272	6,37
1997	7152	7,26
1998	6527	6,62
1999	6794	6,90
2000	6266	6,36
2001	3811	3,87
2002	759	0,77

Tabela 5: Média de Idade ao Parto e média da Produção de leite (PL) na primeira lactação.

Variável	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Idade ¹	98.524	28,53	4.42	18	42
PL ²	98.524	6.149,9	1.711,76	1.299,00	15.562,00

¹ Idade em meses

² Produção de Leite (kg) referente a 1ª lactação

Tabela 6: Frequência dos animais por estação de parto.

Estação	Número	% de N	Frequência Acumulada	% de N acumulada
1	23.103	23,45	23.103	23,45
2	29.284	29,72	52.387	53,17
3	26.640	27,04	79.027	80,21
4	19.497	19,79	98.524	100,00

1 – Janeiro – Março

2 – Abril – Junho

3 – Julho – Setembro

4 – Outubro – Dezembro

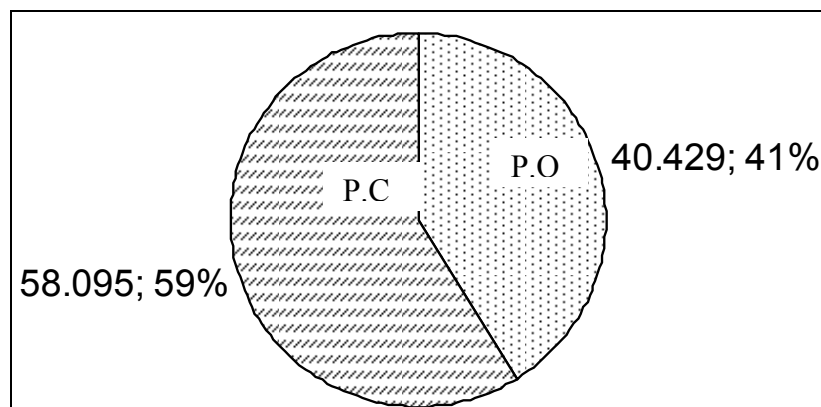


Figura 1: Distribuição de animais por composição racial (P.C – Puro por cruz e P.O – Puro por origem).

4. 2 Estrutura Genética e Endogamia

O Arquivo de pedigree possuía 320.712 animais com um coeficiente de endogamia (F) de 0,38%. Do total de animais analisados, 53.411 animais apresentaram valores positivos de endogamia, e o coeficiente médio de endogamia destes foi de 2,30% com valor mínimo de 0,01% e máximo de 31,20%.

Estes valores médios de endogamia, tanto da população total quanto da população apenas de animais endogâmicos, são considerados baixos e são próximos ao valor de 2% encontrado Zambianchi et. al. (2002b).

Valores de F baixo eram esperados para a população brasileira de animais da raça Holandesa devido a constante entrada de material genético. Segundo Costa (2005), os criadores da raça Holandesa são tradicionais usuários de sêmen importado da América do Norte, da Europa e mais recentemente da Oceania. Ao longo da década de 90 observou-se um crescimento contínuo das importações, acompanhando a tendência de crescimento da comercialização de sêmen da raça, que atingiu o seu máximo em 1998, com aproximadamente dois milhões de

unidades. Desde então, muito provavelmente devido às crises observadas na pecuária de leite, as vendas diminuíram, mas a participação de sêmen importado representou em 2003, algo em torno de 79% do total de 1,4 milhões de doses de sêmen da raça Holandesa comercializadas no Brasil (Figura 2).

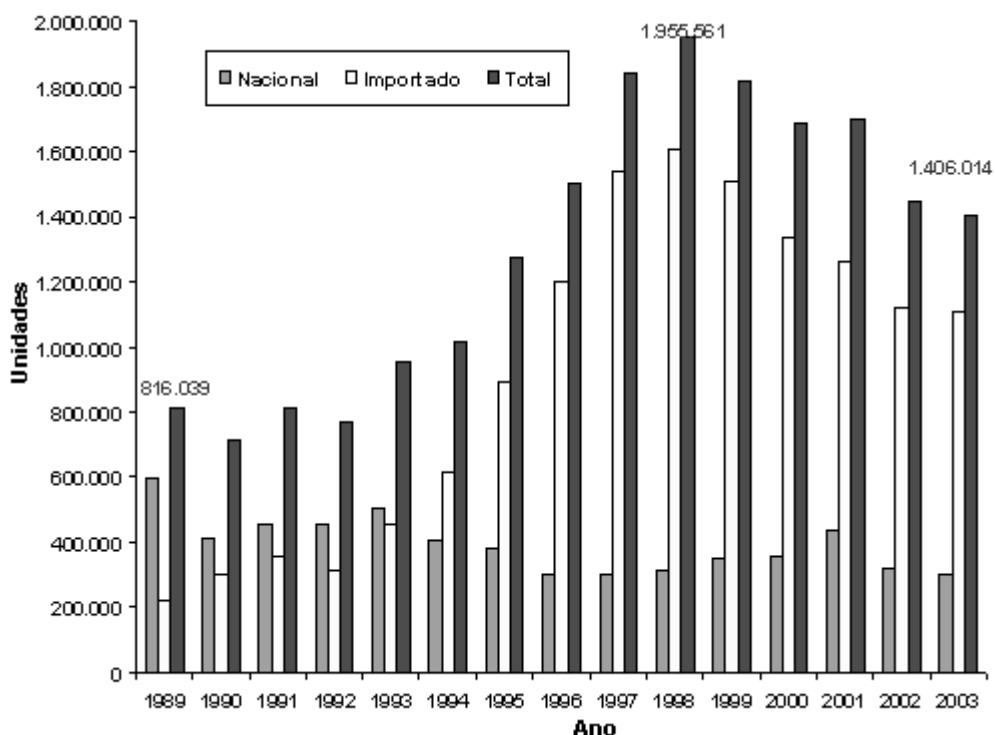


Figura 2: Comercialização de sêmen nacional, importado e total da raça Holandesa no Brasil, no período de 1989/2003. (Fonte: Costa, 2005)

O coeficiente de endogamia dos animais endogâmicos apresenta uma tendência de redução por ano e por geração. O comportamento de F por ano de nascimento, em 1978 o coeficiente de endogamia chegou ao valor de 9,07%, caindo para 1,51% em 2001, ou seja, uma queda de 83,35% em 23 anos (Figura 3). A tendência do F por geração, indicou uma redução mais brusca entre as gerações 2 (21,9%) e 3 (3,33%) (Figura 4). A geração 1 é constituída na maior parte de animais que não possuíam data de nascimento conhecida. Houve um aumento do F da

geração 1 para geração 2, fato que, segundo Queiroz et al. (2000), pode ser explicado pela própria estrutura dos rebanhos, cujos animais fundadores são pouco aparentados ou de genealogia desconhecida e, com o passar do tempo, mediante a ocorrência de acasalamentos dentro do rebanho, aumenta o grau de parentesco entre os indivíduos, o que leva à endogamia.

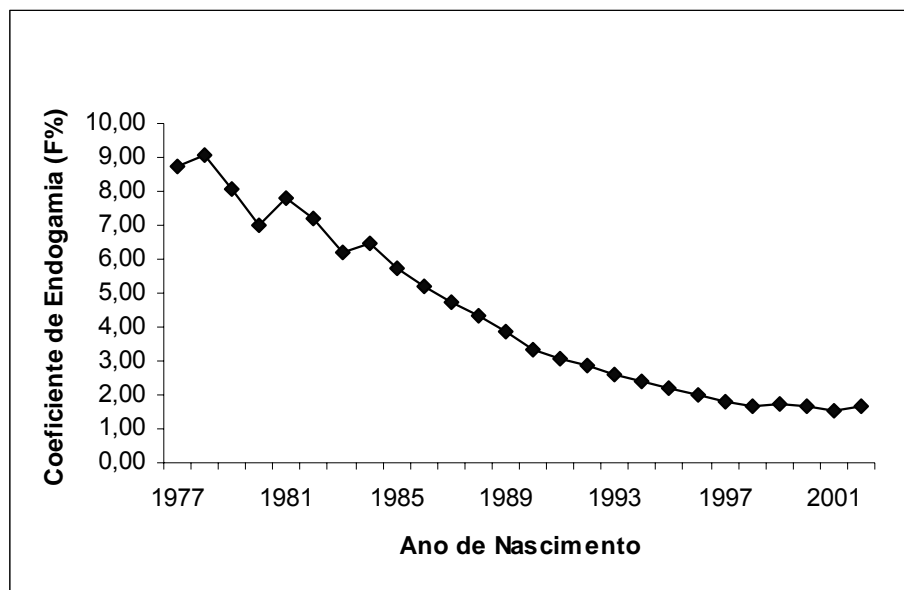


Figura 3: Tendência da Endogamia por ano de nascimento em animais endogâmicos da raça Holandesa.

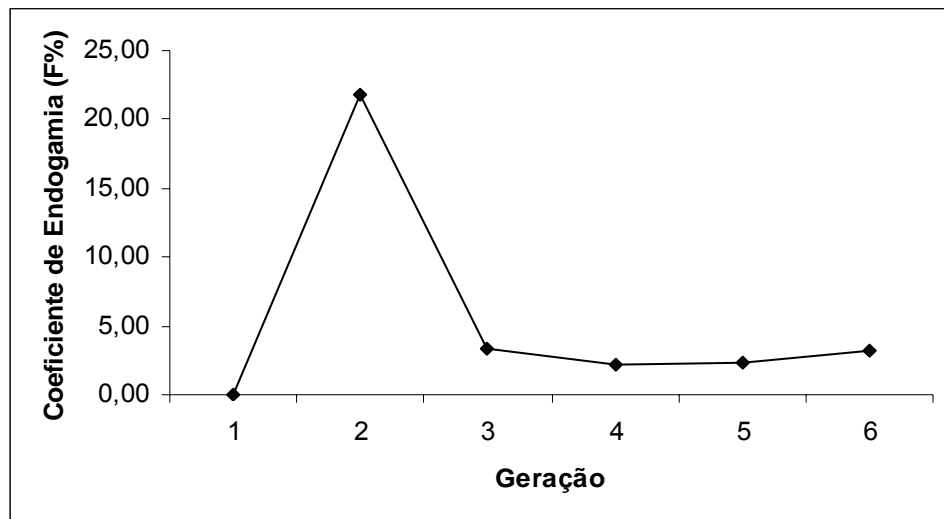


Figura 4: Tendência da Endogamia por geração de animais endogâmicos da raça Holandesa.

Apenas 16,65% dos animais da população estudada eram endogâmicos (53.411 animais). Quando analisada a evolução do número de animais endogâmicos em relação à população total, tanto por ano (Figura 5) como por geração (Figura 6), houve tendência de aumento na quantidade de animais endogâmicos. Por ano de nascimento, a maior percentagem de animais endogâmicos foi 43,50% encontrado nos animais nascidos em 1998, depois houve tendência de queda até o ano de 2002, onde foram registrados 31% de animais endogâmicos.

Por geração, houve tendência crescente de percentagem de animais endogâmicos, chegando a 100% na geração 6 (última geração analisada). A geração 6 era composta apenas de 20 animais, o baixo número de animais pode ter atrapalhado a estimativa. No entanto, a geração 4 era composta de 93.147 animais, e foi encontrado um valor de 45,63% de animais endogâmicos.

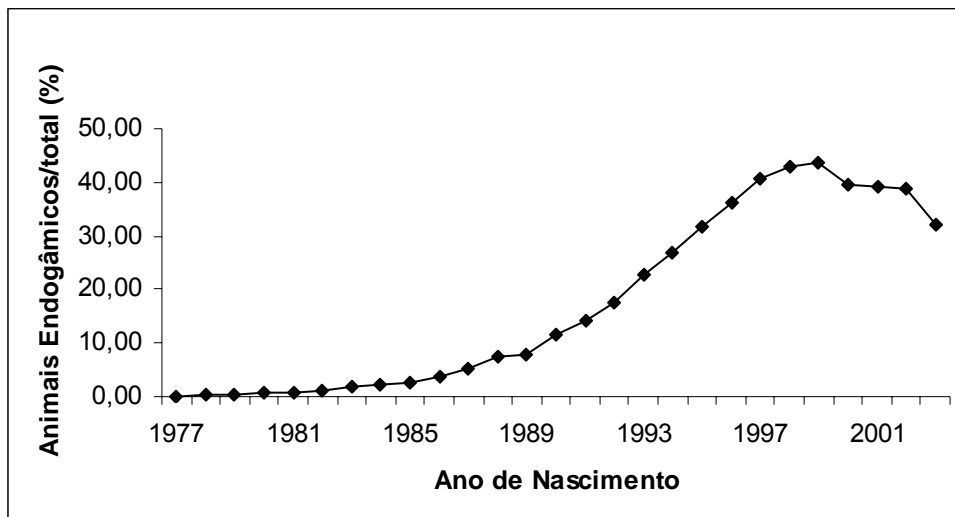


Figura 5: Percentagem de animais endogâmicos, na população da raça Holandesa, por ano de nascimento.

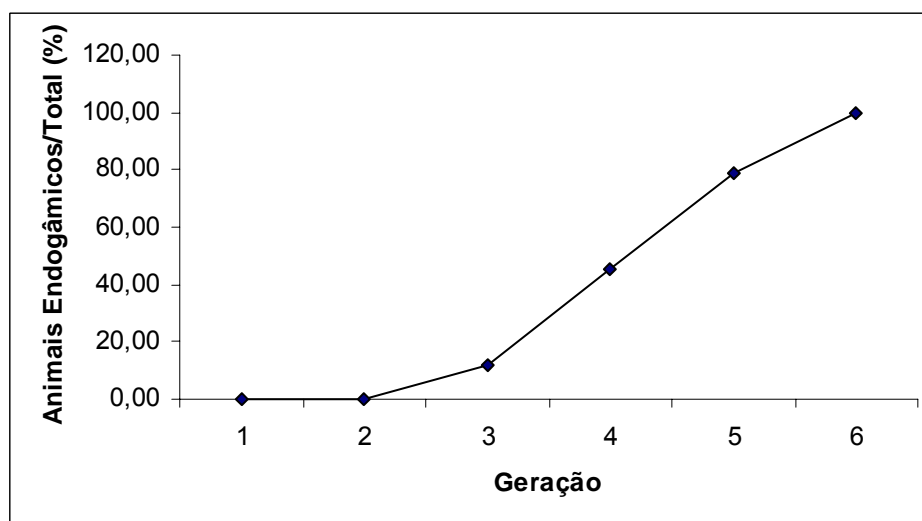


Figura 6: Percentagem de animais endogâmicos, na população da raça Holandesa, por geração.

Analisando apenas os 53.411 animais endogâmicos (16,65% do total) foi observado que 67,39% dos animais era progênie, 31,98% eram vacas e 0,63% eram touros. Os touros foram os animais que

apresentaram maiores valores de coeficiente de endogamia, tendo um F médio de 3,69% (tabela 7). O maior valor de F para touros pode ser explicado pela maior pressão de seleção, sendo escolhido para reprodução touros mais aparentados. Segundo Miglior (1994), a intensa utilização de touros com valores genéticos mais elevados para produção de leite e de seus componentes tende a aumentar os laços genéticos entre os reprodutores.

Na tabela 8 estão os cinco touros com maior número de progênie, seus respectivo F e a média de F dos seus filhos. Apesar dos touros possuírem F igual a zero, a média de F dos seus filhos deram valores positivos de endogamia, o que indica o uso vacas com certo grau de parentesco.

Tabela 7: Distribuição de animais endogâmicos em classes progênie, vacas e touros, e seus respectivos valores médios de F.

Classe	Número	F(%)
Progênie	35.993	2,18
Vacas	17.083	2,60
Touros	335	3,69

F = Coeficiente de Endogamia

Observa-se na tabela 9 as médias do coeficiente de endogamia (F) para machos e fêmeas, analisando separadamente a população total e somente os animais endogâmicos. Para todos os casos o coeficiente de endogamia pode ser considerado baixo. Os machos apresentaram maior média de coeficiente de endogamia quando analisado os animais endogâmicos e as fêmeas apresentaram maior

média de coeficiente de endogamia quando considerada toda a população.

Tabela 8: Número de filhos dos touros com maior número de filhos, Coeficiente de endogamia (F) do touro e a média do coeficiente de endogamia dos seus filhos.

Touro ¹	Nº. de filhos	F médio dos filhos (%)
106389	3.119	0,70
99231	2.247	1,08
99756	2.173	1,21
129012	2.165	1,32
83824	2.143	0,64

¹ - Nome do touro codificado

Tabela 9: Média de endogamia (F) para machos e fêmeas considerando todos os animais e somente animais endogâmicos.

Tipo	Todos os animais		Animais Endogâmicos	
	N	F	N	F
Macho	10.387	0,14	479	3,03
Fêmeas	310.336	0,39	52.597	2,31

Na tabela 10 estão as médias dos coeficientes de endogamia (F), o incremento de endogamia por geração (ΔF) e o tamanho efetivo de população por geração, considerando todos os animais analisados.

Observa-se que houve um aumento na média de F ao longo das gerações, mas o incremento de endogamia não seguiu a mesma tendência, tendo valores baixos, como 0,08 e 0,06 entre as 2ª e 3ª gerações e 4ª e 5ª geração respectivamente. O tamanho efetivo de população (Ne) apresentou, nas quatro primeiras gerações, valores bem acima do mínimo recomendado por Goddard e Smith (1990), que sugerem Ne mínimo de 40 por geração para maximizar o ganho genético em população selecionada para produção de leite. A geração 5 apresentou valor de Ne abaixo do recomendado, indicando a necessidade de se preocupar com o tamanho efetivo nas próximas gerações.

Tabela 10: Média do coeficiente de endogamia (F%), incremento de endogamia (ΔF) e tamanho efetivo de população por geração (considerando todos os animais).

Geração	Número de Animais	Média de F (%)	ΔF^1	Ne ²
1	72.606	0,08	0,00	16.185
2	83.439	0,37	0,29	14.326
3	68.238	0,45	0,08	5956
4	93.147	0,66	0,21	3.192,2
5	3.262	0,73	0,06	31,92
Média		0,45	0,12	6.615,17
Máximo		0,82	0,29	16.185
Mínimo		0,084	0	31,92

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

$$^2 Ne = \frac{4 \times Nm \times Nf}{Nm + Nf} \text{ em que Nm é número de machos e Nf número de fêmeas.}$$

Na tabela 11 estão as médias dos coeficientes de endogamia (F), o incremento de endogamia por ano (ΔF) e o tamanho efetivo de população

por ano de nascimento, considerando todos os animais analisados. A média dos coeficientes de endogamia (F), levando em consideração todos os animais, foi de 0,38%. O coeficiente de endogamia apresentou uma tendência de aumento até 1996, onde chegou a 0,82% de endogamia, caindo para 0,53 em 2002. O incremento de endogamia por ano (ΔF) apresentou valores negativos entres os anos em que o F possuía uma tendência decrescente. A média de Ne por ano foi de 592,48, chegando a 1.487,07 em 1985. Tantos os valores de F como de Ne podem ser considerados satisfatórios.

Na Tabela 12 encontram-se os valores de intervalo de gerações (Média de idade dos pais quando nasce a prole) entre os pais e sua prole e intervalo médio de gerações (\bar{L}). A idade do pai ao nascimento do filho (Touro – Filho) foi maior em relação as demais trilhas (Touro – Filha, Vacas – Filho, Vacas – Filha). Isso pode ser explicado pela contínua utilização de determinados reprodutores, sem rápida substituição por seus descendentes, ou mesmo pela elevada idade do touro quando divulgado o resultado de seu primeira prova.

Tabela 11: Média do coeficiente de endogamia, incremento de endogamia (ΔF) e tamanho efetivo da população por ano de nascimento.

Ano	Média de F	ΔF^1	N_e^2
1967	0,00	0,00	7,48
1968	0,00	0,00	7,56
1969	0,00	0,00	18,31
1970	0,00	0,00	3,92
1971	0,00	0,00	28,06
1972	0,00	0,00	18,82
1973	0,00	0,00	0,00
1974	0,00	0,00	45,31
1975	0,00	0,00	423,98
1976	0,01	0,01	581,34
1977	0,02	0,01	624,12
1978	0,03	0,00	655,51
1979	0,05	0,02	941,85
1980	0,06	0,01	1053,83
1981	0,10	0,04	1084,72
1982	0,15	0,04	1016,97
1983	0,13	-0,02	1041,68
1984	0,18	0,04	1360,24
1985	0,23	0,05	1487,07
1986	0,28	0,05	1394,60
1987	0,35	0,07	1271,44
1988	0,34	0,00	1018,47
1989	0,46	0,12	1216,79
1990	0,49	0,03	1126,26
1991	0,55	0,06	1193,28
1992	0,64	0,10	989,28
1993	0,70	0,06	776,01
1994	0,77	0,07	732,81
1995	0,81	0,04	420,09
1996	0,82	0,01	187,26
1997	0,77	-0,05	127,66
1998	0,73	-0,04	135,61
1999	0,68	-0,06	215,19
2000	0,65	-0,03	111,75
2001	0,58	-0,07	12,00
2002	0,53	-0,05	0,00
Média	0,30	0,01	592,48

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

$$^2 N_e = \frac{4 \times N_m \times N_f}{N_m + N_f}$$

Tabela 12: Média do intervalo de gerações entre os pais e sua prole e intervalo médio de gerações (\bar{L})

Tipo de intervalo de geração	Média (anos)
Touro – Filho ¹	10,02
Touro – Filha ¹	5,28
Vacas – Filho ¹	9,39
Vacas – Filha ¹	4,64
\bar{L} ²	7,33

¹ Média de idade dos pais quando nasce a prole.

$$^2 \bar{L} = \frac{1}{4} * (L_{pm} + L_{pf} + L_{mm} + L_{mi}).$$

4. 3 Produção de Leite e Endogamia

Analisando somente os animais que possuíam dados de produção, foram encontrados valores de endogamia acima da média da população. A média do coeficiente de endogamia das vacas com dados de produção da 1ª lactação foi 6,23%, enquanto a média de F encontrado quando analisados todos os animais foi de 2,30%. Na tabela 13 é apresentada a estatística descritiva acerca do arquivo que continha o pedigree apenas de animais com informação de 1ª lactação.

Tabela 13: Estatística descritiva acerca da idade, produção de leite (PL), endogamia da vacas (CoAn) e endogamia dos touros (CoPa).

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Idade ¹	28,53	4.42	18	42
PL ²	6.149,9	1.711,76	1.299,00	15.562,00
CoAn ³	6,23%	1,65	0	31,20
CoPa ⁴	3,41%	0,55	0	12,50

¹ Idade em meses

² Produção de Leite (kg) referente a 1ª lactação

³ Coeficiente de Endogamia dos animais com informação de produção

⁴ Coeficiente de Endogamia dos touros pais de vacas com informação de produção

Na tabela 14 estão as médias dos coeficientes de endogamia (F) para os animais classificados como P.C (Puro por Cruza) e P.O (Puro por Origem). Os valores de F para os dois grupos genéticos foram bem próximos, P.O 2,19% e P.C 2,10%.

Tabela 14: Número de animais endogâmicos (N), média do coeficiente de endogamia (F) dos animais endogâmicos e produção de leite (PL).

GS	N	Média F	PL
P.C ¹	8.478	2,107	6.378
P.O ²	19.831	2,199	6.730

¹ Puro por Cruza

² Puro por Origem

De todas as fontes de variação citadas no modelo estatístico proposto, somente o efeito quadrático das classes de endogamia não foi significativo. Uma vez que o efeito linear de classes de endogamia foi significativo para a característica produção de leite na 1ª lactação,

realizou-se um estudo por meio de análise de regressão da característica em função das classes de endogamia.

O coeficiente de regressão linear encontrado foi - 22,60 kg para cada 1% e aumento no coeficiente de endogamia (Figura 07). O coeficiente de determinação (R^2) encontrado foi igual a 55,24%. O valor do coeficiente de determinação (R^2) serve como medida da qualidade do ajuste da regressão aos dados.

Resultados semelhantes, em que houve redução linear das produções de leite por acréscimo unitário do coeficiente de endogamia, foram relatados em diversas raças leiteiras como a Holandesa, a Jersey e a Pardo – Suíça (Casanova et al., 1992; Miglior et al., 1992; Wiggans et al. 1995; Thompson et al 2000; Biffani et al., 2002).

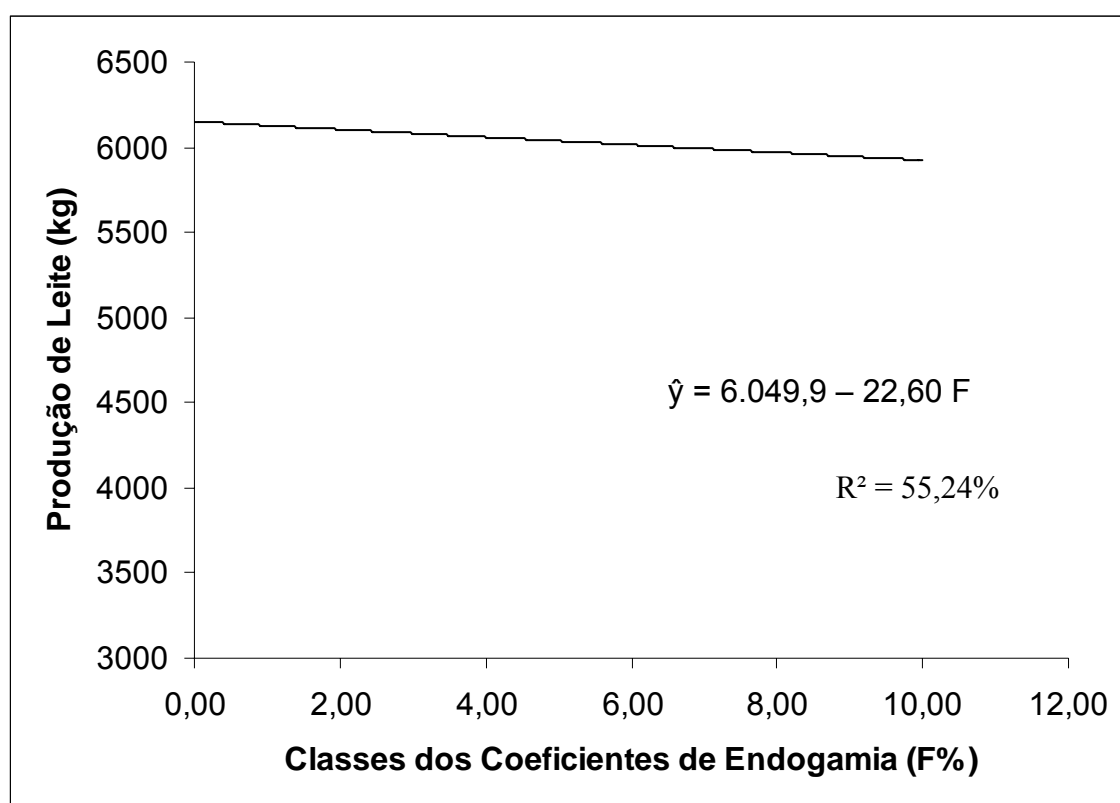


Figura 07: Produção de leite na 1ª lactação em função das classes de endogamia.

5. Conclusões

Dos resultados obtidos neste trabalho, podemos obter as seguintes conclusões:

- As estimativas das médias de endogamia para a população de animais da raça Holandesa no Brasil podem ser consideradas baixas, tanto analisando a população total quanto a população de animais endogâmicos.

- O tamanho efetivo de população pode ser considerado satisfatório, no entanto, é importante monitorar o tamanho efetivo das futuras gerações afim de que não se perca incremento no mérito genético da população.

- A endogamia afetou de forma significativa a produção de leite na primeira lactação.

6. Referência

BIFFANI, S.; SAMORÉ, A, B.; CANAVESI, F. Inbreeding depression for production, reproduction and Functional traits in Italian Holstein cattle. In: World Congress Applied to Livestock Production 7., 2002, Montpellier. Anais...Montpellier, França: WCGALP, 2002. CD-ROM.

BURROW, H. M. The effects of inbreeding in beef cattle. *Animal Breeding Abstracts* 61(1993)737-751.

BURROW, H. M. The effects of inbreeding on productive and adaptive traits and temperament of tropical beef cattle. *Livestock Production Science* 55 227–243, 1998.

CASSANOVA, L.; HAGGER, C.; KUENZI, N.; SCHNEEBERGER, M. Inbreeding in Swiss Braunvieh and its influence on breeding values predicted from a repeatability animal model. *J. Dairy Sci.*, v.75 p. 119 – 1126, 1992.

CASSEL, B. G.; ADAMEC, V.; PEARSON, R.E. Effect of Incomplete Pedigrees on Estimates of Inbreeding and Inbreeding Depression for days do first service and summit milk yield in Holsteins and Jerseys. *J. Dairy Sci.*; v.86, p.2967-2976, 2003.

CAVALHEIRO, R. Endogamia: possíveis conseqüências e formas de controle em programas de melhoramento de bovinos de corte. Anais. II Gempec - Workshop em Genética e Melhoramento na Pecuária de Corte, 2004.

COSTA C. N. Impacto das importações de sêmen na melhoria genética da raça Holandesa no Brasil. <http://www.milkpoint.com.br/?actA=7&arealD=61&secaoID=171¬icialID=25031> , 2005

CROW, J.F., KIMURA, M. An introduction to population genetics theory. Minneapolis: Alpha Editions. 591p, 1970.

DIAS, F.M.G.N., OLIVEIRA, H.N. Efeito da consangüinidade sobre o intervalo entre partos (IEP) de fêmeas da raça Nelore. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 31, 1994, Maringá. Anais... Maringá: SBZ, 173p. 1994.

FALCONER, D.S. Introduction to Quantitative Genetics. 3rd edition, New York, Logman Scientific & Technical, 438p, 1989.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. Introduction to Quantitative Genetics. 4^a edition. London: Longman, 1996. 464 p.

FARIA, F. J. C. et al. Intervalo de gerações e tamanho efetivo da população na raça Nelore. Anais da 38^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001.

GODDARD, M.G.; SMITH, C. Optimum number of bull sires in dairy cattle breeding. J. Dairy Sci., v.73, p.1113-1122, 1990.

LUSH, J.L.. Animal breeding plans. 3 ed. Ames: Iowa State College Press. 443p, 1945.

MEUWISSEN, T.H.E.; WOOLLIAMS, J. Effective sizes of livestock populations to prevent a decline in fitness. Theor. Appl. Genet., v.89, p.1019-1026,1994.

MIGLIOR, F. A. Impact of inbreeding in dairy cattle. Doctoral Thesis Department of Animal and Poultry Science, University of Guelph, Guelph Ontario, Canada, N1G 2W1. 72p, 1994.

MISZTAL, I. Complex models, more data: simpler programming. Proc. Inter. Workshop Comput. Cattle Breed., Tuusala, Finland. Interbull Bull. 20:33-42, 1999.

NICHOLAS, F.W. 1980. Size of population required for artificial selection. Genetical Research, 35:85-115.

PARIACOTE, F., VAN VLECK, L.D., MACNEIL, M.D. 1998. Effects of inbreeding and heterozygosity on preweaning traits in a closed population of Herefords under selection. J. A. S., 76:1303 -1310.

QUEIROZ, S.A., ALBUQUERQUE, L.G., LANZONI, N.A. Efeito da endogamia sobre características de crescimento de bovinos da raça Gir no Brasil. *Rev. Bras. Zootec.*, 29(4):1014-1019, 2000.

RENDEL, J.M.; ROBERTSON, A. Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. J. G., v.50, p.1-8, 1951.

SAS Institute Inc. SAS user's guide for Windows Environment: 6.12. Cary, NC, SAS Institute: 1996. 79p.

SCHENKEL, F. S.; LAGIOIA, D. R.; RIBOLDI, J. Níveis de endogamia e depressão endogâmica no ganho de peso de raças zebuínas no Brasil. Anais do IV Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, Campo Grande – MS, 2002.

SHIMBO, M. V. et al. Efeito da endogamia sobre características produtivas de bovinos da raça Nelore. In: Simpósio Nacional da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 3., 2000, Belo Horizonte, MG. Anais... Belo Horizonte, 2000. p.388-390.

- SMITH, L. A., B. G. CASSELL, and R. E. PEARSON. The effects of inbreeding on the lifetime performance of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 81:2729-2737, 1998.
- THOMPSON, J.R., EVERETT, R.W., HAMMERSCHMIDT, N.L. Effects of inbreeding on production and survival in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 83(8):1856-1864, 2000a.
- THOMPSON, J.R., EVERETT, R.W., WOLFE, C.W. Effects of inbreeding on production and survival in Jerseys. *J. Dairy Sci.*, 83(9):2131-2138, 2000b.
- VANRADEN, P.M. Accounting for inbreeding and crossbreeding in genetic evaluation of large populations. *J. Dairy Sci.*, v.75 p. 3136-3144, 1992.
- WEIGEL, K. A. 2003. Controlling Inbreeding.
http://www.wisc.edu/dysci/uwex/genetics/pubs/10_Controlling_Inbreeding.pdf
- WEIGEL, K. A. Controlling inbreeding in modern breeding programs. *J. Dairy Sci.* 84(E. Suppl.):E177-E184, 2001.
- WIGGANS, G. R.; VAN RANDEN, P.M.; ZUURBIER, J. Calculation and use of inbreeding coefficients for genetic evaluation of United States dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, v.78, p.1584 – 1590, 1995.
- WRIGHT, S. Mendelian analysis of the pure breeds of livestock. I. The measurement of inbreeding and relationship. *J. Heedity*, v.14, p.339-348, 1923a.

WRIGHT, S. Size of population and breeding structure in relation to evolution. *Sci.*, v.87, p. 430-431, 1938b.

YOUNG, C.W.; SEYKORA, A.J. Estimates of inbreeding and relationship among registered Holstein females in the United States. *J. Dairy Sci.*, v.79 p. 502-505, 1996.

ZAMBIANCHI A. R. et al. Uma abordagem sobre algumas das principais famílias que contribuíram para formação da raça Holandesa no Brasil. *Anais do IV Simpósio Nacional de Melhoramento Anima I*, 2002a.

ZAMBIANCHI A. R., FREITAS M. A. R., COSTA C. N., VIEIRA H. C. M. Genetic parameters of milk yield and inbreeding rate in Brazilain holstein herds . 7º World Congress on Genetics Applied to livestock production. Nº 01/87 - 2002b.