

FONTES DE VARIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE LEITE E GORDURA EM VACAS DA RAÇA HOLANDESA PRETA E BRANCA (1)

(Sources of variation in milk and fat production in black and white holstein cows)

ANTONIO ALVARO DUARTE DE OLIVEIRA (2, 4), BENEDICTO DO ESPÍRITO SANTO DE CAMPOS (2, 4), ELIANA APARECIDA SCHAMMASS (2) e FERNANDO LIMA PIRES (3)

RESUMO: Em animais da raça holandesa preta e branca (HPB) submetidos ao controle leiteiro oficial (43 rebanhos), foram estudados os efeitos fixos de origem do pai da vaca, grau de sangue da vaca, época do ano e ano de parição, rebanhos, classes de duração da lactação, classes de idade da vaca à parição e o efeito aleatório representado por vaca dentro de rebanho, sobre a produção de leite e de gordura. Na análise estatística adotou-se um modelo matemático para comparação total e outro para comparação pareada ou por máxima verossimilhança. Em todos os métodos adotados foram significativos ($P < 0,05$) os efeitos fixos de origem do pai, época do ano, ano, rebanhos, classes de duração da lactação e classes de idade da vaca. O efeito aleatório de vaca dentro de rebanho foi significativo ($P < 0,05$) e incluído apenas nos processos de máxima verossimilhança e comparação pareada. Animais com pai de origem norte americana tiveram produções superiores aos demais. As produções das vacas com parição na época seca foram superiores àquelas paridas nas águas. A regressão da produção na lactação em função da classe de idade à parição, de efeito quíntico, demonstrou a ocorrência de produção máxima no período de 81 a 84 meses, quando adotado o processo de máxima verossimilhança.

Termos para indexação: fontes variação, leite, gordura, raça holandesa.

INTRODUÇÃO

Na programação de testes de progênie e de quaisquer outras provas zootécnicas que envolvam gado leiteiro é imprescindível o conhecimento das fontes de variação na produção láctea. Desta forma, o melhoramento animal baseado em testes de progênie e desempenho individual, necessita para avaliação de reprodutores e para definição das melhores

vacas para reprodução, da padronização das produções. Essa padronização ocorre através de ajustes para os principais efeitos de origem não genética, que se aplicados satisfatoriamente, restringem a variação apenas ao efeito genético medido pelo desempenho provável da produção e pelo coeficiente de repetibilidade.

(1) Projeto IZ-10/78. Recebido para publicação em abril de 1989.

(2) Da Seção de Estatística e Técnica Experimental. Divisão de Técnica Básica e Auxiliar.

(3) Da Divisão de Zootecnia de Bovinos Leiteiros.

(4) Bolsista do CNPq.

No Brasil, não existem índices de correção para efeitos não genéticos oriundos de amostras populacionais que envolvam grande número de rebanhos. Deste modo, é difícil precisar estimativas reais de variabilidade da população, sem o que é basicamente inviável qualquer projeção de provas zootécnicas que incluam grande número de animais em diferentes ambientes.

Embora muitos aspectos da produção de leite sejam intensamente pesquisados em vários países, o comportamento das raças especializadas não é o mesmo em nosso meio, uma vez que o ambiente tropical pode limitar a manifestação do potencial genético. Iniciamos os estudos pela raça HPB pois é a responsável por grande parte da produção de leite no Brasil, quer como raça definida, quer com base de cruzamentos.

O efeito de rebanhos

As diferenças de produção de leite entre rebanhos são, quase sempre, altamente significativas estatisticamente e essa fonte de variação representa de 20% a 30% da variação total (BARKER & ROBERTSON, 1966). Entretanto, CAMPOS (1982) afirma que esse componente de variação depende da natureza da amostra estudada, sendo a amplitude da variação desse fator determinada pelo local e pelas diferenças de manejo entre rebanhos.

Não é prático usar estimativas de variância e repetibilidade separadamente por rebanho, mesmo supondo constantes essas medidas. As estimativas não viciadas de repetibilidade e de variância na produção de leite devem levar em consideração os efeitos de seleção, visto que ocorre acentuada variação na regressão entre rebanhos "pooled", de um registro de lactação posterior sobre um registro de lactação anterior, conforme explicaram LEE & HENDERSON (1964).

McDOWELL et alii (1976), demonstraram ser significativo o efeito de rebanhos na produção de leite, trabalhando com gado holandês em regiões subtropicais do México. Considerou-se que as diferenças entre rebanhos poderiam ser parcialmente explicadas pela qualidade dos

reprodutores utilizados e pelas diferenças de alimentação. Nesse trabalho, o tamanho dos rebanhos variou entre 40 e 200 vacas e a intensidade de seleção entre 8% e 28% por ano.

WHITE et alii (1981) indicaram, através de revisão de literatura, que aproximadamente 10% da variação da produção de leite entre rebanhos é devida às diferenças genéticas entre vacas.

O efeito da idade da vaca à parição:

Algumas influências da idade da vaca à parição sobre a produção de leite foram comprovadas por pesquisas anteriores e as principais conclusões são descritas a seguir:

a) Nos Estados Unidos da América (EUA), as porcentagens de leite produzido por faixa etária sobre a produção na idade adulta (idade de produção máxima) são as seguintes: aos 2 anos 75%; aos 3 anos 85%; aos 4 anos 92% e aos 5 anos 98%. No Brasil, na maioria das vezes, a produção máxima é atingida entre 6 e 8 anos, declinando a seguir. Esses resultados são relatados por LUSH & SHRODE (1950), NAUFEL (1966), MILLER et alii (1970) e SIQUEIRA (1979).

b) Segundo LOGANATHAM & THOMPSON (1968), a idade à primeira cria explica de 10 a 15% da variação total na produção de leite.

c) SEARLE & HENDERSON (1959), indicaram que o efeito da idade da vaca sobre a produção é curvilíneo. McDANIEL et alii (1967), mostraram que a regressão linear explica a tendência das produções em função da idade à parição.

d) O ajuste da produção para idade adulta fisiológica reduz em grande parte as diferenças não genéticas entre vacas (McDANIEL et alii, 1967).

e) O fator idade introduz erro na avaliação genética dos animais e o único modo de se comparar corretamente vacas que pariram em diferentes idades é ajustá-las para um equivalente de idade comum, conforme afirma FREITAS (1980).

f) A capacidade produtiva das vacas sofre influência não apenas da idade e do peso, como

também do desenvolvimento do úbere que não atinge seu máximo antes da terceira ou quarta lactação (JOHANSSON, 1961).

g) MAHADEVAN (1956), demonstrou que a idade da vaca à parição influenciou mais destacadamente na produção de leite em animais de origem européia, do que em animais de origem zebuína.

h) O procedimento estatístico apropriado para o ajuste da produção em função da idade, requer raciocínio e habilidade na análise dos dados, além de consideráveis conhecimentos de estatística (CAMPOS, 1982).

O efeito do ano de parição

O efeito do ano de parição na variação da produção de leite e gordura foi comprovado por diversos autores.

Seguramente, esse efeito deve-se às modificações no manejo, da alimentação, da composição genética das populações e dos problemas climáticos.

MCDOWELL (1972), indicou que as mudanças causadas pelo clima estão na dependência direta da raça, idade, estágio da lactação, nível nutricional, tempo de exposição, grau de tolerância e, principalmente, dos níveis de produção.

NEIVA et alii (1979), estudando o efeito de alguns fatores de meio sobre a produção de leite em 2000 lactações de vacas holandesas, demonstraram que o ano de parição explicou 15% da variação total.

FREITAS (1980), estudando 2987 lactações de vacas HPB, no Vale do Paraíba, SP, no período altamente de 1962 a 1978, encontrou efeito significativo do ano de parição sobre as produções de leite e gordura, provavelmente em consequência de fatores adversos ligados à deficiência na pastagem e sua subsequente reforma, juntamente com o desequilíbrio nutricional e geadas.

O efeito da época do ano de parição

O efeito de época do ano de parição ou da estação do ano sobre as produções de leite e gordura apresenta os seguintes aspectos:

a) A maioria dos autores considera que vacas paridas no inverno apresentam maior produção de leite, como relatam NAUFEL (1966), McDOWELL et alii (1975), HARDIE et alii (1978).

b) O ajuste da produção para estação do ano de parição, só deve ser utilizado para eliminar diferenças não genéticas entre vacas, se for demonstrado o efeito desse componente para determinada população.

Modelos matemáticos e métodos de comparação

A literatura indica, na avaliação dos registros de lactações, a utilização de 3 métodos de comparação e a adoção de 2 modelos matemáticos:

a) O método da comparação total (CT), que considera todos os efeitos sobre a produção de leite como fixos e adota o processo dos mínimos quadrados;

b) O método da comparação pareada (CP), que inclui o efeito aleatório de vaca dentro de rebanho, mas ignora a repetibilidade dessa característica;

c) O método da máxima verossimilhança (MV), que é o melhor procedimento para se estimar o efeito da vaca à parição sobre as produções de leite e de gordura (HENDERSON et alii, 1959), sendo que sua utilização foi iniciada por MILLER et alii (1966).

A análise por máxima verossimilhança recupera as informações inter-blocos, da mesma forma que na análise de dados para experimentos em blocos incompletos. Esse método é mais eficiente quando não ocorrer a seleção precoce de vacas pelo seu desempenho, pois as estimativas por máxima verossimilhança dos efeitos fixos utiliza tanto diferenças entre vacas como comparações dentro de registros de vacas.

A eficiência desse método depende da magnitude da repetibilidade real, da precisão da estimativa da repetibilidade utilizada na análise e da distribuição dos efeitos fixos entre vacas dentro de rebanhos (CAMPOS, 1982).

MATERIAL E MÉTODOS

As informações dos registros de lactações encerradas fazem parte dos arquivos do Serviço de Controle Leiteiro (SCL) da Associação Brasileira de Criadores e referem-se a rebanhos localizados no Estado de São Paulo.

A avaliação preliminar de 7.895 lactações de vacas HPB permitiu, após rigorosa verificação da consistência das informações, a inclusão de 6.623 observações de 2.123 animais submetidos a 2 ordenhas diárias, com períodos de lactação entre 270 e 305 dias e no mínimo 2

lactações completas por animal em 43 rebanhos com, no mínimo 16 lactações encerradas por rebanho.

No estudo das fontes de variação na produção láctea foram comparados os resultados gerados por 2 modelos matemáticos, descritos por HARVEY (1975), e dos processos de comparação total (modelo 1), comparação pareada (modelo 2) e máxima verossimilhança (modelo 2).

Modelo 1: método dos mínimos quadrados, comparação total.

$$\text{Modelo 1: } Y_{ijklmnopq} = m + re_i + op_k + gs_l + ea_m + ap_n + ci_o + cd_p + e_{ijklmnopq}$$

A equação $Y = m + re_i$ foi absorvida por quadrados mínimos como descrito por HARVEY (1975), onde todos os efeitos são fixos.

Modelo 2: método dos mínimos quadrados (comparação pareada) e por máxima verossimilhança.

$$\text{Modelo 2: } Y_{ijklmnopq} = m + re_i + vc_{ij} + op_k + gs_l + ea_m + ap_n + ci_o + cd_p + e_{ijklmnopq}$$

onde:

$Y_{ijklmnopq}$

ou

$Y_{ijklmnopq}$ = variável dependente. Produção de leite ou de gordura.

m = média aritmética de variável dependente.

re_i = efeito fixo do i -ésimo rebanho ($i = 1, 2, \dots, 43$)

vc_{ij} = efeito aleatório, representado pela j -ésima vaca dentro do i -ésimo rebanho

op_k = efeito fixo da k -ésima origem do pai da vaca ($k = 1, 2, 3, 4$), sendo: 1 - Brasil, 2 - Argentina e Uruguai, 3 - EUA, 4 - Canadá.

gs_l = efeito fixo do l -ésimo grau de sangue ($l = 1, 2, 3$), sendo 1 - P.O., 2 - P.C.O.C., 3 - P.C.O.D.

ea_m = efeito fixo da m -ésima época do ano de parição ($m = 1, 2$), sendo 1 - chuvosa (out. a mar.); 2 - seca (abr. a set.)

ap_n = efeito fixo do n -ésimo ano de parição ($n = 81, 82, 83, 84$).

ci_o = efeito fixo da o -ésima classe de idade à parição. Intervalo de classe de 4 meses ($n = 1, 2, \dots, 16$), com partição de graus de liberdade através do método dos polinômios ortogonais.

cd_p = efeito fixo da p -ésima classe de duração da lactação ($m = 1, 2, \dots, 11$), para ajuste das diferenças entre períodos de lactação variando de 270 a 305 dias.

$e_{ijklmnopq}$ = erro aleatório.

No modelo 2, devido à restrição do número de graus de liberdade, a equação $Y = m + re_i + vc_{ij}$ foi absorvida pelo método dos mínimos quadrados ou da máxima verossimilhança, segundo HARVEY (1975).

Quando utilizado o método da máxima verossimilhança, a correlação intra classes

(repetibilidade da produção de leite e gordura) considerada no processo de absorção, foi fixada em 0,45, conforme CAMPOS (1982).

No processamento das informações foi

utilizado o sistema LSMLW descrito por HARVEY (1972) e HARVEY (1986), em computador IBM-1130 e microcomputador IBM-PC/XT compatível, de 16 bits.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todos os modelos matemáticos estudados ocorreram diferenças significativas ($P < 0,05$) dos efeitos devidos à origem do pai da vaca, à época do ano de parição, ao ano de parição, à classe de idade da vaca à parição e à classe de duração da lactação. Não ocorreram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre graus de sangue. Os coeficientes de variação foram 21,3%, 23,8% e 18,9% para os modelos 1, 2 e 3, respectivamente.

Efeitos fixos de origem do touro, época do ano e ano de parição:

O quadro 1, mostra as estimativas por mínimos quadrados (EMQ) e por máxima verossimilhança (EMV) das fontes de variação que exerceram efeitos significativos ($P < 0,05$) sobre as produções de leite e de gordura, considerando-se os métodos da comparação pareada e da máxima verossimilhança.

Quadro 1. Estimativas por mínimos quadrados (EMQ) e por máxima verossimilhança (EMV) dos efeitos de origem do touro; época e ano de parição, sobre produções de leite e gordura. Comparação pareada e máxima verossimilhança

Fontes de variação	EMQ		EMV	
	leite (kg)	gordura (kg)	leite (kg)	gordura (kg)
1. Origem do touro				
Brasil	-87,59	-2,93	-71,44	-2,15
Argentina, Uruguai	-14,89	-1,41	-59,42	-0,96
E. U. A.	99,53	3,47	101,23	3,41
Canadá	2,95	0,87	29,63	0,30
2. Época do ano				
chuvosa (out.-mar.)	-91,74	-3,26	-51,16	-1,91
seca (abr.-set.)	91,74	3,26	51,16	1,91
3. Ano				
1981	3,90	5,09	134,71	10,46
1982	56,93	4,90	66,43	0,56
1983	35,63	-2,99	-157,56	-6,86
1984	-96,46	-7,00	-43,58	-4,16

O efeito da origem do touro, é determinado pela superioridade das filhas de pais oriundos dos EUA e do Canadá sobre as filhas geradas por reprodutores sul-americanos (nacionais, argentinos e uruguayos). Os animais de origem

norte-americana, devido à apurada seleção através de testes de progênie, expressam maior potencial genético e são mantidos em melhores condições ambientais, pelo valor econômico que representam para seus proprietários.

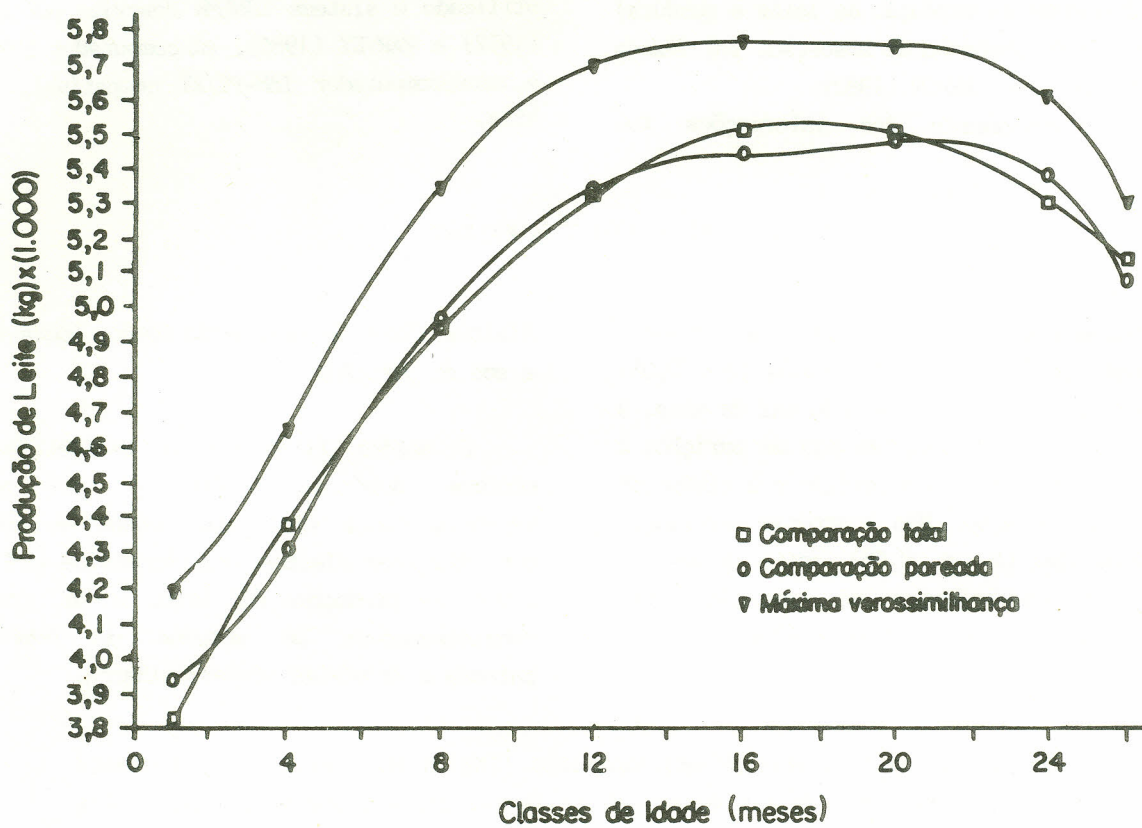


Figura 1: Produção de leite em kg na raça holandesa preta e branca em função das classes de idade (em meses), estimada através dos métodos de comparação total, pareada e por máxima verossimilhança.

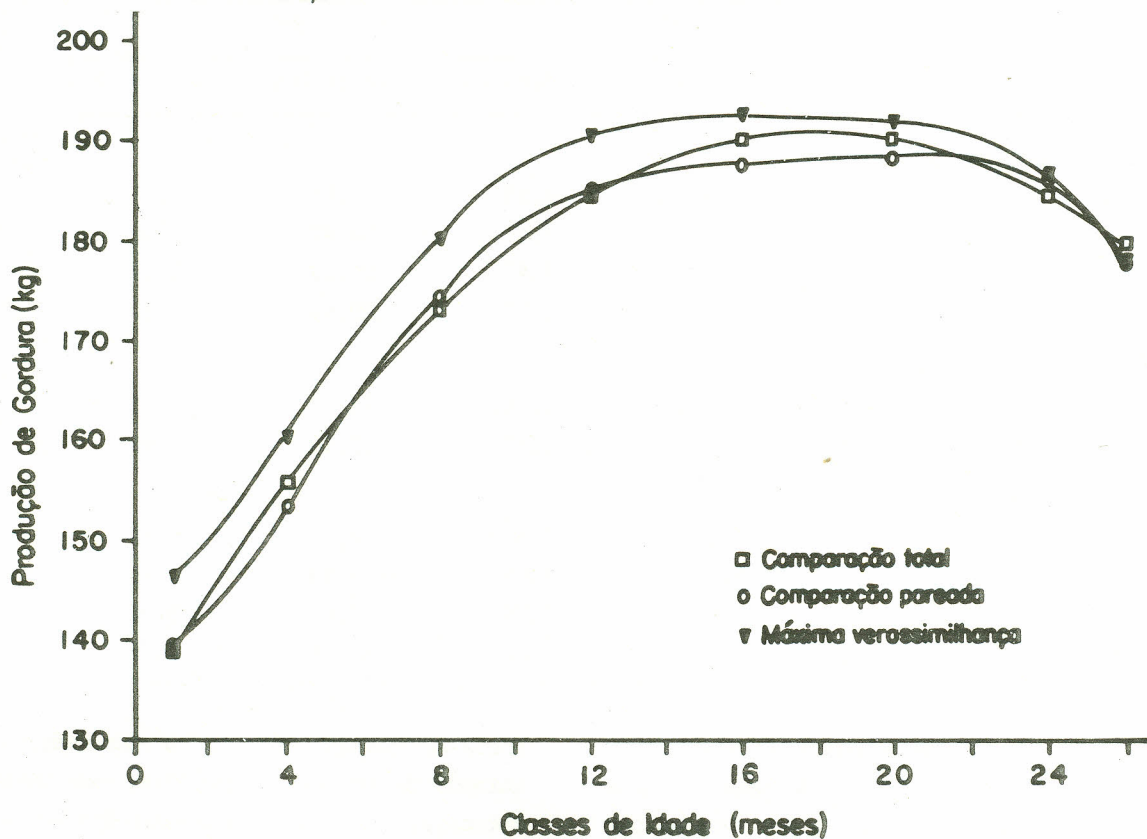


Figura 2: Produção de gordura em kg na raça holandesa.

As estimativas EMQ e EMV, demonstram que o efeito significativo da época do ano de parição sobre as produções de leite e de gordura é consequência do melhor desempenho dos animais paridos na época seca, indicando o resultado da suplementação alimentar e do prolongamento das lactações pelo período das águas.

Vários trabalhos de literatura evidenciam a influência da época do ano de parição sobre a produção láctea. Pode-se mencionar, entre outros, NAUFEL (1966), McDOWELL et alii (1975) e HARDIE et alii (1978).

O efeito do ano de parição mostra a tendência decrescente das produções de leite e de gordura nos anos estudados. Os mesmos resultados foram obtidos por McDOWELL (1972) e FREITAS (1980).

O efeito da idade da vaca à parição:

Assim como indicado por McDOWELL et alii (1975), FREITAS (1980) e CAMPOS (1982), o efeito significativo da idade da vaca à parição

sugere a elaboração de fatores de ajuste ou de correção da produção de leite e de gordura em função dessa fonte de variação.

Em qualquer dos modelos matemáticos adotados, esse efeito foi altamente significativo e a partição dos graus de liberdade pelo método dos polinômios ortogonais, permitiu a estimativa de equações de regressão na forma:

$$Y = b_0 + b_1(X-\bar{X}) + b_2(X-\bar{X})^2 + b_3(X-\bar{X})^3 + b_4(X-\bar{X})^4 + b_5(X-\bar{X})^5, \text{ onde:}$$

Y é a produção de leite ou de gordura, X é a classe de idade à parição (1 a 26) e \bar{X} é a média aritmética das classes de idade à parição, igual a 13,5. Os valores estimados para as equações podem ser observados no quadro 2.

Nos três métodos matemáticos estudados, obtém-se os fatores de ajuste para idade adulta, pela divisão do valor estimado pela regressão, na classe de produção máxima, pelos

Quadro 2. Equações de regressão da produção de leite e de gordura em função da classe de idade da vaca à parição (modelos 1, 2, 3)

Coeficientes	Mod. 1 - CT		Mod. 2 - CP (*)		Mod. 2 - MV (*)	
	leite (kg)	gordura (kg)	leite (kg)	gordura (kg)	leite (kg)	gordura (kg)
b_0	5422,00	187,50	5400,00	187,00	5746,00	192,00
b_1	52,4600	1,6210	27,0900	0,7150	20,4200	0,6000
b_2	-6,0290	-0,1816	-5,7490	-0,1820	-6,4000	-0,1900
b_3			0,6967	0,0217	0,6769	0,0180
b_5			-0,0037100	-0,0001053	-0,0033500	-0,0000884
Classe da idade de produção máxima (em meses)	89 - 92	89 - 92	81 - 84	81 - 84	81 - 84	81 - 84

(*) apesar da teoria de regressão ensinar que a equação polinomial deve conter todos os efeitos até o maior grau significativo, o efeito quártico da idade da vaca além de não significativo, gera um coeficiente muito baixo no modelo 2 (10^{-5} para produção de leite e 10^{-6} para produção de gordura).

CONCLUSÕES

Os resultados encontrados no presente estudo, com a população de animais da raça holandesa preta e branca, controlados pela Associação Brasileira de Criadores no Estado de São Paulo, permitem as seguintes conclusões:

1. As filhas de touros norte americanos e canadenses, têm melhor desempenho produtivo em nosso meio, em função dos testes de progênie que selecionam reprodutores de alto valor genético naqueles países e, em razão dos cuidados especiais dispensados a animais de valor econômico.

2. As produções de leite e de gordura decresceram nos últimos anos avaliados.

3. Vacas que pariram na época seca produziram mais que aquelas paridas na época chuvosa, em função da suplementação alimentar e do prolongamento das lactações pela estação das águas.

4. O melhor método de avaliação estudado foi o da máxima verossimilhança (MV), que inclui além dos efeitos fixos, a variação aleatória de vaca dentro de rebanho.

5. O pico de lactação de vacas HPB ocorre entre 81 e 84 meses de idade à parição.

SUMMARY: An animal population of black and white holstein cows was submitted to the official milking control (43 herds) and it was studied the fixed effects of origin of the sire father cow, blood grade of the cow, year season and year of calving, herds, classes of lactation length, classes of age of the cow at calving and the random effect of cow within herd on milk and fat production. One mathematical model was utilized in gross comparison and another for paired comparison and maximum likelihood method. In both models there were significant effects ($P < 0.05$) for the fixed effects of sire father cow origin, year season, year, herds, classes of lactation length and classes of age of the cow. The random effect of cow within herd was significant ($P < 0.05$) and included only in the processing of maximum likelihood. Sires from U.S.A. had better daughters productions than the others sires. Cows calving during the dry season were superiors than those calving during the wet season. Regression of milk production on classes of age at calving reached the quintic grade and showed the maximum milk production from 81 to 84 months of age when it was used the maximum likelihood process. There were no significant differences of milk and fat production based on blood grade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARKER, J. S. F. & ROBERTSON, A. Genetic and phenotypic parameters for the first three lactations in Friesian cows. Anim. Prod., Edinburgh, 8(2):221-40, June, 1966.

CAMPOS, B. E. S. Age adjustment factors for milk and fat production of red and white holstein cows in Brazil. MS Thesis. Columbus, Ohio State University, 1982. 118 p.

FREITAS, M. A. R. Aspectos fenotípicos e genéticos da produção de leite e suas relações com a reprodução em um rebanho da raça holandesa. Tese de Doutorado. Ribeirão Preto, SP, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, 1980. 146 f.

HARDIE, A. R.; JENSEN, E. L. & TYLER, W. J. Genetic and economic implications of single trait selection for protein and solids-not-fat. J. Dairy Sci., Champaign, ILL, 61(1):96-101, Jan. 1978.

HARVEY, W. R. Instructions for use LSMLGP (Least squares and maximum likelihood general purpose program), fixed model version. sl, scp, 1972. 23 p.

Least squares analysis of data with unequal subclass numbers. Washington, DC, USDA, 1975. 157 p. (ARS H-4)

PC version (PC-1) MSMLMW with parmcard: manual de instruções. sl, scp, 1986. 59 p.

HENDERSON, C. R.; KEMPTHORNE, O.; SEARLE, S. R. & VON KROSICK, C. M. The estimation of environmental and genetic trends from records subject to culling. Biometrics, Blacksburg, VIRG, 15(2):192-218, June, 1959.

JOHANSSON, I. Genetic aspects of dairy cattle breeding. London, Oliver and Boyd, 1961. 261 p.

LEE, A. J. & HENDERSON, C. R. Herd variation in repeatability. J. Anim. Sci., Albany, NY, 23(3):851, Aug. 1964.

LOGANATHAN, S. & THOMPSON, N. R. Composition of cows milk. I. Environmental and managerial influences. J. Dairy Sci., Champaign, ILL, 51(12):1928-32, Dec. 1968

LUSH, J. L. & SHRODE, R. R. Changes in milk production with age and milking frequency. J. Dairy Sci., Lancaster, PA, 33(5):338-57, May, 1950.

MAHADEVAN, P. Variation in performance of european dairy cattle in Ceylan. J. Agric. Sci., London, 48(2):164-70, 1956.

McDANIEL, B. T.; MILLER, R. H.; CORLEY, E. L. & PLOWMAN, R. D. DHIA age adjustment factors for standardizing lactations to a mature basis. DHI Letter, Beltsville, 43(1):121-7, 1967.

McDOWELL, R. E.; CAMOENS, J. K.; VAN VLECK, L. D.; CHRISTENSEN, E. & CABELLO FRIAS, E. Factors affecting performance of holstein in México. J. Dairy Sci., Champaign, ILL, 58(5):755, May, 1975.

_____; _____; _____; _____ & _____
Factors affecting performance of holstein in sub-tropical regions of Mexico. J. Dairy Sci., Champaign, ILL, 59(4):722-9, Apr. 1976.

Improvement of livestock production in warm climates. San Francisco, Freeman, 1972. 711 p.

MILLER, P. D.; LENTZ, W. E. & HENDERSON, C. R. Joint influence of month and age of calving on milk yield of holstein cows in the northastern United States. J. Dairy Sci., Champaign, ILL, 53(3):351-7, Mar. 1970.

MILLER, R. H.; HARVEY, W. R.; TABLER, K. A.; McDANIEL, B. T. & CORLEY, E. L. Maximum likelihood estimates of age effects. J. Dairy Sci., Champaign, ILL, 49(1):65-73, Jan. 1966.

NAUFEL, F. Efeitos de alguns fatores ambientais e genéticos na produção de leite e de gordura do rebanho experimental holandês preto e branco do Departamento da Produção Animal de São Paulo. B. Indústr. anim., São Paulo, 23(nº único):21-54, 1965/66.

NEIVA, R. S.; SILVA, H. M. & SAMPAIO, I. B. M. Alguns fatores de meio ambiente influenciado a produção de leite, em um rebanho holandês, no sul do Estado de Minas Gerais. Arq. Esc. Vet. UFMG, Belo Horizonte, 31(2):263-73, ago. 1979.

SEARLE, S. R. & HENDERSON, C. R. Establishing age-correction factors related to the level of herd production. J. Dairy Sci., Champaign, ILL, 42(5):824-35, May, 1959.

SIQUEIRA, A. C. M. F. Fatores de variação da produção de leite e gordura de vacas da raça holandesa, variedade malhada de preto. Tese de Doutorado. São Paulo, Instituto de Biociência da USP, 1979. snp.

WHITE, J. M.; VINSON, W. E. & PEARSON, R. E. Dairy cattle improvement and genetics. J. Dairy Sci., Champaign, ILL, 64(6):1305-17, June, 1981.