

# EFEITOS GENÉTICOS E DE AMBIENTE EM UM REBANHO DO ECÓTIPO MANTIQUEIRA. I. CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS<sup>1</sup>

## Effects of genetics and environment on the Mantiqueira type breed. I. Reproductive traits

Marcos Vinicius Gualberto Barbosa Silva<sup>2</sup>, Jaime Araujo Cobuci<sup>3</sup>, William José Ferreira<sup>4</sup>,  
Paulo Rogério Palma de Oliveira<sup>5</sup>, Marco Antônio Machado<sup>2</sup>, Cezar Parreira Ferreira<sup>6</sup>

### RESUMO

Foram estudados os registros da idade ao primeiro parto (IPP), intervalo de partos (IDP) e período de serviço (PSERV) provenientes das cinco primeiras lactações de 1.406 vacas do ecótipo Mantiqueira, filhas de 113 reprodutores, com partos entre os anos de 1977 e 1997, do Arquivo de Escrituração Zootécnica do Pólo Regional do Vale do Paraíba da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (NPZGJRA/IZ/APTA/SAA-SP), no município de Pindamonhangaba. Os modelos usados para obtenção das médias dos quadrados mínimos incluíram, além dos efeitos aleatórios de reprodutor e do erro, os efeitos fixos de ano e estação de nascimento (IPP) ou ano e estação de parto (IDP e PSERV) e idade ao parto. Para a obtenção dos parâmetros genéticos pela metodologia REML, em análises de uni e bicaracterísticas, foram utilizados modelos que ajustavam os efeitos fixos de ano-estação e idade da vaca ao parto, além dos efeitos aleatórios de animal e do erro. As médias ajustadas  $\pm$  erros-padrão foram: 45,60  $\pm$  8,14 meses para a IPP; 460,56  $\pm$  122,05 dias para o IDP; e 181,44  $\pm$  110,31 dias para o PSERV. As herdabilidades foram: 0,13; 0,01; e 0,01, respectivamente, para IPP, IDP e PSERV.

**Termos para indexação:** Bovinos de leite, ecótipo mantiqueira, idade ao primeiro parto, intervalo de parto, período de serviço.

### ABSTRACT

The reproductive performance of Mantiqueira cows were analyzed using data of records of age of first calving (IPP), calving interval (IDP) and days open (PSERV). These data were the first five lactations of 1406 cows of Mantiqueira ecotype consisting of daughters of 113 sires, with calving from 1952 to 1997, from the Paraíba Valley Regional Center of Research in São Paulo State (APTA/SAA-SP) breeding program. Models to obtain least square means included fixed effects for year and season of birth (for IPP) or calving (for IDP and PSERV) and age, in addition to the random effect of sire and error. The models to obtain genetic parameters by REML methodology included fixed effects for year-season and age, in addition to the random effects of animal and error. The least square means  $\pm$  standard error were 45.60  $\pm$  8.14 months to the IPP, 460.56  $\pm$  122.05 days to the IDP and 181.44  $\pm$  110.31 days to the PSERV. Estimated values of heritabilities were: 0.13 (IPP), 0.01 (IDP), and 0.01 (PSERV).

**Index terms:** Age of first calving, calving interval, days open, dairy cattle, Mantiqueira ecotype.

(Recebido para publicação em 30 de abril de 2004 e aprovado em 1 de setembro de 2005)

### INTRODUÇÃO

A eficiência reprodutiva de uma população de bovinos de leite é um fenômeno complexo e importante, por ser fator determinante do progresso genético anual. Este fenômeno está estreitamente relacionado à produção de leite, pois por meio da obtenção de vacas com partos regulares e intervalos de partos adequados, há aumento no leite produzido durante a vida útil dos animais.

Existem importantes diferenças entre raças nas diversas medidas de eficiência reprodutiva. Essas diferenças são mais ou menos marcantes, de acordo com o ambiente no qual os animais são criados. Isto pode ser observado pelo declínio na performance reprodutiva de

animais de raças especializadas introduzidas nos trópicos, quando nenhuma mudança no manejo e instalações é realizada, de forma a diminuir os efeitos do ambiente. Quando tais mudanças são tomadas, os rebanhos constituídos por animais *Bos taurus* mostram maiores taxas de fertilidade e maior precocidade que os constituídos por animais *Bos indicus*.

Jansen (1985) relatou que a fertilidade pode ser medida de várias maneiras e, assim como Freeman (1984), afirmou que a fertilidade do macho é também parte integrante do complexo reprodutivo, seja por sua habilidade em produzir progênie ou pelas relações de sua fertilidade com as dos seus filhos e filhas. Assim, seria útil distingüir

<sup>1</sup>Instituto de Zootecnia – Parte integrante do projeto IZ - 14-001/52.

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Gado de Leite – Rua Eugênio do Nascimento, 610 – Dom Bosco – 36.038-330 – Juiz de Fora, MG – marcos@cnpqg.embrapa.br

<sup>3</sup>Professor da UFRGS – Departamento de Zootecnia – Av. Bento Gonçalves, 7712 – São José – 91.540-000 – Cx. P. 15.100 – Porto Alegre, RS.

<sup>4</sup>Professor da FINOM – Rodovia MG 188 km 167 – 38.600-000 – Paracatu, MG.

<sup>5</sup>Pesquisador Científico da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios/ APTA – Secretaria da Agricultura e Abastecimento/SAA – Rua Prof. Manoel Cezar Ribeiro, 1420 – 12.400-000 – Pindamonhangaba, SP.

<sup>6</sup>Aluno do Curso de Medicina Veterinária da UNIPAC – Bolsista de Iniciação Científica da FAPEMIG.

entre características que são afetadas pela vaca (fertilidade da fêmea), características que são afetadas por reprodutores acasalados com vacas (fertilidade do macho) e características que são afetadas por ambos. De acordo com Jamrozik et al. (2005), características distintas medem diferentes aspectos do desempenho reprodutivo em bovinos leiteiros. Tais características, segundo esses autores, poderiam ser utilizadas conjuntamente em um índice de fertilidade, o qual permitiria a seleção para melhores taxas reprodutivas em gado de leite.

Características como idade à primeira cobertura em novilhas e o intervalo parto - primeiro cio ou primeira inseminação medem a fertilidade da fêmea, enquanto outras são influenciadas por machos e fêmeas, como a taxa de não-retorno ao cio, o número de inseminações por concepção, o intervalo primeira cobertura-concepção, o período de serviço e o intervalo de partos.

Muitos fatores de ambiente influenciam a eficiência reprodutiva de vacas em lactação. Dentre eles, podem ser destacados a acurácia na detecção de cios, o uso de técnicas de inseminação adequadas, o estado sanitário do rebanho e o manejo e qualidade do sêmen (HILLERS et al., 1984). A constatação dessa observação foi feita por Swalve et al. (1992) que observaram, na Alemanha, que a eficiência reprodutiva foi mais favorável quando se utilizava sêmen importado. Tal fato foi atribuído ao maior cuidado, por parte do criador, na detecção de cio, manipulação e inseminação com o sêmen importado, mais caro do que o sêmen nacional alemão.

Isto posto, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o desempenho reprodutivo de vacas do ecótipo Mantiqueira, por meio do estudo da idade ao primeiro parto (IPP), do intervalo de partos (IDP) e do período de serviço (PSERV).

## MATERIAL E MÉTODOS

O gado Mantiqueira foi formado a partir de cruzamentos entre os primeiros reprodutores da raça Holandesa importados por criadores do Sul de Minas Gerais e vacas mestiças Turino e Caracu (GUARAGNA et al., 1984), moldando-se às condições mais simples de criação do vale do Paraíba paulista.

Em 1952, no Pólo Regional do Vale do Paraíba da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (NPZGJRA/IZ/APTA/SAA-SP), no município de Pindamonhangaba-SP, foi iniciada a formação de um rebanho desse ecótipo a partir da compra de 50 animais (entre machos e fêmeas) de algumas propriedades de Minas Gerais e São Paulo, o qual foi manejado até 1974,

com vistas, basicamente à ampliação do rebanho. Neste ano, verificou-se, então, a necessidade de se avaliar o material genético existente, sendo montada uma unidade experimental de seleção, cuja principal característica era a predominância do uso de pastagem na alimentação (GUARAGNA et al., 1984).

A partir do início do programa de melhoramento, em 1977, procurou-se ter um manejo definido e uniforme na Unidade Experimental de Seleção do Tipo Mantiqueira, em que a principal característica era a predominância do uso de pastagem na alimentação, formada, basicamente, pelos capins *Brachiaria decumbens*, *Setaria kazungula* e *Melinis minutiflora*. Na época da seca (abril a setembro), era fornecida aos animais suplementação volumosa, como silagem de milho ou sorgo. As vacas em lactação eram ordenhadas mecanicamente, sem bezerro ao pé, duas vezes ao dia, e recebiam suplementação concentrada, na base de 1 kg de ração para cada 2,5 kg de leite produzido, acima de 3 kg (SILVA et al., 2001).

Durante o programa de melhoramento, todas as novilhas eram incorporadas ao rebanho, desde que não apresentassem problemas reprodutivos ou defeitos anatômicos, e disponibilizadas para reprodução aos dois anos de idade ou quando atingissem peso vivo em torno de 320 kg (GUARAGNA et al., 1988).

Quanto aos machos, eram selecionados, aproximadamente, dez por ano para serem usados como reprodutores, com base na primeira lactação de suas mães, no desenvolvimento ponderal e no tipo (pelagem e cor de cascos, classificados como típicos) (SILVA et al., 2001). A fertilidade desses animais (mensuração testicular, teste de libido, características seminais etc.) era avaliada e, aproximadamente, aos três anos de idade eram disponibilizados para reprodução.

Os registros utilizados neste estudo foram provenientes das cinco primeiras lactações de 1.406 vacas do ecótipo Mantiqueira, filhas de 113 reprodutores, com partos entre os anos de 1977 e 1997. As informações referentes às características idade ao primeiro parto (IPP), intervalo de partos (IDP) e período de serviço (PSERV) foram obtidas do Arquivo de Escrituração Zootécnica da APTA/SAA-SP.

Para gerar os arquivos de análise foram descartadas observações com ordem de parto superior a cinco, duração da lactação inferior a 30 dias, bem como aquelas com produção de leite igual a zero, secagem anormal ou lactação em aberto. Também foram eliminados os registros com intervalo de partos inferior a 300 ou superior a 930 dias, ausência do ano de nascimento e pai desconhecido. Este

último critério (pai desconhecido) só foi mantido nas análises realizadas para a obtenção das médias dos quadrados mínimos. Para melhor consistência dos dados, foi requerido que cada touro fosse pai de, pelo menos, quatro vacas. Ainda, cada nível de efeito fixo deveria conter, no mínimo, cinco informações.

Para obtenção das médias dos quadrados mínimos e dos valores iniciais para as análises uni e bicaracterísticas, os dados foram analisados utilizando-se o procedimento GLM (SAS INSTITUTE, 1985), cujos modelos estatísticos incluíram os efeitos fixos de ano e estação (estação seca = abril a setembro e estação chuvosa = outubro a março) e idade da vaca ao parto, este último desdobrado em seus componentes linear e quadrático, além dos efeitos aleatórios de reprodutor e do erro. Ressalte-se que, no modelo para o estudo do IDP e do PSERV, foram utilizados o ano e a estação de parto e para IPP, ano e estação de parto. Os efeitos das interações ano\*estação não foram significativos, sendo retirados de todas as análises finais (uni e bicaracterísticas) para todas as características estudadas.

Para a estimação dos parâmetros genéticos foram realizadas análises uni e bicaracterísticas. Utilizou-se o sistema MTDFREML (BOLDMAN et al., 1995), com modelos (modelo animal) que incluíram os efeitos fixos de ano-estação de parto (águas - outubro a março, e seca - abril a setembro); como covariável, a idade da vaca no parto, em meses, com termos linear e quadrático, além dos efeitos aleatórios de animal, de ambiente permanente e erro. No estudo da IPP, o modelo utilizado considerou o efeito fixo de ano-estação de nascimento e como efeitos aleatórios, animal e erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Idade ao primeiro parto

A média  $\pm$  desvio padrão da idade ao primeiro parto (IPP), obtida na análise de 1.048 registros de vacas do ecótipo Mantiqueira, no período de 1977 a 1994, foi de  $45,60 \pm 8,14$  meses, com coeficiente de variação (CV) igual a 17,85%. Este resultado é semelhante ao encontrado por Guaragna et al. (1988) que obtiveram média  $\pm$  desvio padrão igual a  $44,47 \pm 8,21$  meses, com CV de 18,46%, ao analisar 443 informações de idade ao primeiro parto de fêmeas do ecótipo Mantiqueira, nascidas de 1954 a 1978. Por meio da comparação dessas duas médias, obtidas pela análise de dados do mesmo rebanho em períodos praticamente subsequentes, pode-se verificar que a IPP permaneceu alta e inalterada durante todo o período de criação, o que,

provavelmente, foi reflexo do sistema de cria e recria das fêmeas como, por exemplo, criação em bezerreiro coletivo, alimentação insuficiente, pastagens com alta densidade de animais e baixa disponibilidade de forragem etc. Tal explicação é corroborada pela baixa estimativa de herdabilidade obtida para IPP (0,13), a qual indica que fatores não-genéticos são os principais responsáveis na variação fenotípica dessa característica, e que melhorias poderiam ser obtidas por alterações no ambiente e no manejo.

A média para IPP, neste estudo, foi superior a obtida por Salazar & Huertas (1976), na raça Horned Sinu, na Colômbia. Ainda, é superior aos resultados relatados, no Brasil, por Lobo (1976), na raça Pitangueiras, e por Pereira (1993), na raça Caracu.

Nas TABELAS 1 e 2 podem ser observados os valores da IPP, segundo o ano e a estação de nascimento das vacas. Observa-se que, de modo geral, as médias situaram-se entre 43 e 48 meses, com redução considerável nos dois últimos anos analisados; todavia, tais médias podem refletir o efeito do truncamento no conjunto de dados. Ressalte-se que, ainda, a média referente ao ano de 1994 deve ser vista com reservas devido ao pequeno número de observações. Quanto à estação de nascimento, não foi verificada qualquer diferença entre as IPP de animais nascidos na época seca ou chuvosa do ano.

### Intervalo de Partos e Período de Serviço

As médias  $\pm$  desvios padrão (CV) do IDP e do PSERV, obtidas nas análises de 3.000 registros de vacas do ecótipo Mantiqueira, no período de 1977 a 1997, foram, respectivamente,  $460,56 \pm 122,05$  dias (26,50%) e  $181,44 \pm 110,31$  dias (60,8%). Esses resultados são superiores aos encontrados por Guaragna et al. (1988), que obtiveram médias  $\pm$  desvios padrão (CV) iguais a  $437,0 \pm 102,70$  dias (18,46%) e  $153,8 \pm 99,20$  (64,5%), respectivamente, para o IDP e o PSERV de fêmeas do ecótipo Mantiqueira, nascidas de 1954 a 1978.

Pode-se observar que os resultados obtidos nesse estudo (460,56 dias ou 15,14 meses, para IDP e 181,44 dias, para PSERV), apesar de mais elevados que os encontrados por Guaragna et al. (1988), são próximos aos considerados aceitáveis em rebanhos leiteiros. Saliente-se que, da mesma maneira que a IPP, essas duas características são altamente influenciadas pelo ambiente, sendo, portanto, possível a obtenção de melhores índices reprodutivos com mudanças no manejo como detecção mais acurada deaios, suplementação mineral etc.

**TABELA 1** – Médias  $\pm$  erros-padrão (EP) da idade ao primeiro parto (IPP) de vacas do ecótipo Mantiqueira, segundo o ano de nascimento.

Ano de Nascimento	Número de Observações	IPP $\pm$ EP (meses)
77	41	43,27 $\pm$ 1,09
78	48	43,56 $\pm$ 1,01
79	38	46,45 $\pm$ 1,13
80	70	47,62 $\pm$ 0,85
81	56	42,23 $\pm$ 0,93
82	59	43,33 $\pm$ 0,91
83	36	43,66 $\pm$ 1,16
84	57	46,45 $\pm$ 0,92
85	65	47,07 $\pm$ 0,86
86	63	48,38 $\pm$ 0,88
87	74	46,81 $\pm$ 0,81
88	77	45,81 $\pm$ 0,79
89	71	48,03 $\pm$ 0,83
90	52	48,49 $\pm$ 0,97
91	83	47,75 $\pm$ 0,76
92	85	43,76 $\pm$ 0,76
93	68	38,38 $\pm$ 0,85
94	5	36,25 $\pm$ 3,12

**TABELA 2** – Médias  $\pm$  erros-padrão (EP) de idade ao primeiro parto (IPP) de vacas do ecótipo Mantiqueira, segundo a estação de nascimento.

Estação de Nascimento	Número de Observações	IPP $\pm$ EP (meses)
Seca	486	44,99 $\pm$ 0,35
Chuvosa	562	44,70 $\pm$ 0,35

Médias inferiores às obtidas neste estudo, para o IDP, foram relatadas por Hernandez et al. (1971), na raça colombiana Romosinuano, por Dominguez et al. (1982), na raça Criollo Lechero de Cuba, por Alba (1987), na raça Criollo Lechero da Venezuela, por Wilkins & Rojas (1989), na raça Criollo Lechero da Bolívia, e por Pereira (1993), na raça Caracu, no Brasil.

A mineralização inadequada do rebanho parece ter sido um problema até o início do ano de 1996, pois os cochos para sal muitas vezes não eram cobertos e de tamanho inadequado, o sal mineral era restrito no pasto e diluído de modo inadequado em sal grosso (5 sc de sal

grosso :1 sc de sal mineral).

No ano de 1996 foram tomadas algumas medidas como recuperação, cobertura e reposicionamento dos cochos de sal mineral, inspeção diária dos mesmos, ingestão forçada de 60 g de mistura mineral para as vacas em lactação (fornecida no momento da ordenha juntamente com o concentrado) e aumento da concentração de sal mineral na mistura com o sal grosso (1:1). Aparentemente, tais medidas podem ter surtido efeito, pois houve redução do IDP e do PSERV nos anos de 1996 e 1997 (Tabela 3). Por meio da Tabela 4, verifica-se que não houve diferenças entre as médias das características, segundo a estação do ano.

**TABELA 3** – Médias do intervalo de partos (IDP) e período de serviço (PSERV), e respectivos erros-padrão (EP), segundo o ano de parto.

Ano de Parto	Número de Observações	IDP ± EP	PSERV ± EP
77	105	463,41 ± 14,09	186,69 ± 14,54
78	100	508,35 ± 14,44	228,42 ± 14,90
79	67	453,80 ± 17,65	179,70 ± 18,20
80	137	428,84 ± 12,38	149,01 ± 12,77
81	156	425,83 ± 11,55	147,54 ± 11,92
82	123	544,40 ± 13,01	266,67 ± 13,42
83	120	462,52 ± 13,11	180,53 ± 13,59
84	136	478,70 ± 12,37	198,24 ± 12,76
85	178	451,71 ± 10,82	172,47 ± 11,16
86	176	466,09 ± 10,88	186,01 ± 11,22
87	151	440,86 ± 11,75	165,14 ± 12,12
88	167	476,91 ± 11,17	198,16 ± 11,53
89	135	497,09 ± 12,43	218,11 ± 12,83
90	169	455,43 ± 11,11	175,25 ± 11,46
91	208	451,65 ± 10,01	174,93 ± 10,32
92	192	493,96 ± 10,41	213,07 ± 10,74
93	181	445,29 ± 10,73	166,08 ± 11,07
94	163	427,05 ± 11,30	145,84 ± 11,66
95	205	451,45 ± 10,09	172,42 ± 10,40
96	111	419,82 ± 13,70	138,83 ± 14,13
97	20	405,89 ± 32,28	123,87 ± 33,30

**TABELA 4** – Médias do intervalo de partos (IDP) e período de serviço (PSERV), e respectivos erros-padrão (EP), de vacas do ecótipo Mantiqueira, segundo a estação de parto.

Estação de Parto	Número de Observações	IDP ± EP	PSERV ± EP
Seca	1553	460,92 ± 4,64	181,92 ± 4,77
Chuvosa	1447	457,94 ± 4,87	178,65 ± 5,00

### Parâmetros genéticos

No presente estudo, dentre as três características reprodutivas analisadas, a IPP foi a que apresentou maior estimativa de herdabilidade (TABELA 5). Tal resultado, semelhante ao obtido por Pereira (1993), na raça Caracu, e aos relatados por Lopez (1986), ao revisar a literatura que trata de estimativas de herdabilidade para IPP em várias raças e cruzamento de gado leiteiro, sugere que a variância genética aditiva para a característica é baixa, indicando que sua expressão pode ser decorrente da atuação de genes dominantes ou epistáticos, e que a seleção para sua redução seria pouco eficiente (SILVA et al., 1998). Neste sentido,

melhorias no manejo poderiam levar a reduções mais rápidas na sua média.

Pode-se verificar, por meio dos resultados apresentados na TABELA 5, que as estimativas de herdabilidade encontradas para IDP e PSERV são baixas. Frequentemente, na literatura, são relatados pequenos componentes genéticos para essas características, como os mencionados, na raça Caracu, por Pereira et al. (1980) e Quirino (1994). Esses autores concordam que a variância genética aditiva para essa característica é muito baixa, dado que a seleção natural para a fertilidade é automática, destinando à reprodução aqueles indivíduos mais aptos e adaptados ao ambiente da exploração.

**TABELA 5** – Herdabilidades<sup>1</sup> (na diagonal), repetibilidades ( $\hat{r}$ ) e correlações genéticas (acima da diagonal) entre a idade ao primeiro parto (IPP), intervalo de partos (IDP) e período de serviço (PSERV).

Característica	IPP	IDP	PSERV	$\hat{r}$
IPP	0,13	-0,05	-0,05	-
IDP	-	0,01	0,86	0,05
PSERV	-	-	0,01	0,06

<sup>1</sup> Obtidas por meio de análises unicaracterística.

Como se sabe, a repetibilidade inclui efeitos genéticos aditivos, de dominância e de epistasia, além dos efeitos de ambiente permanente, sendo considerada como o limite superior da herdabilidade. Neste estudo, as estimativas de repetibilidade para IDP e PSERV, obtidas por meio de análises unicaracterísticas, são apresentadas na TABELA 5. Baixos valores, como os encontrados, podem ser, segundo Pereira et al. (2000), devidos não só à baixa variância genética aditiva, mas também ao fato dessas características refletirem, em parte, decisões pessoais dos produtores de leite, como o momento de se iniciar coberturas pós-parto e a definição do número máximo de serviços pós-concepção, adicionando-se a isso, as dificuldades na detecção de cio e de vários outros fatores de manejo reprodutivo e nutricional.

Na TABELA 5, são também apresentadas as correlações genéticas entre IPP e as outras duas características reprodutivas estudadas (IDP e PSERV). Os baixos valores encontrados sugerem que a seleção para IPP não resultaria em alterações no IDP ou no PSERV.

Entretanto, a correlação genética entre IDP e PSERV foi alta e positiva, sugerindo estreita associação entre elas, podendo-se inferir que ambas são controladas pelos mesmos genes. Ainda, como mencionado anteriormente, o intervalo de partos corresponde à soma dos períodos de serviço e de gestação, e que, como este último não sofre grandes alterações, as variações nos intervalos de partos são, essencialmente, ocasionadas pelo período de serviço (DONG & VLECK, 1989).

### CONCLUSÕES

Os valores médios encontrados para as características reprodutivas do ecótipo Mantiqueira são, de modo geral, mais elevados do que os obtidos para outras raças nativas ou naturalizadas, na América Latina.

As estimativas de herdabilidade das características reprodutivas estudadas indicam que baixos ganhos genéticos seriam obtidos por seleção e que medidas de

melhorias no manejo poderiam ser mais efetivas para a melhoria das mesmas.

As correlações genéticas entre idade ao primeiro parto e intervalo de partos, ou período de serviço sugerem que os genes que atuam sobre a primeira não influenciam as demais; todavia, a correlação entre intervalo de parto e período de serviço indicam estreita associação entre essas duas características.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBA, J. Criollo cattle of Latin América. In: HODGES, J. (Ed.). **Animal genetic resources: strategies for improved use and conservation**. Roma: FAO, 1987. p. 19-43.
- BOLDMAN, K. G.; KRIESE, L. A.; VLECK, L. D. van; TASSELL, C. P. van; KACHMAN, S. D. **A manual for use of MTDFREML: a set of programs to obtain estimates of variances and covariances [DRAFT]**. Lincoln: USDA/ARS, 1995. 125 p.
- DOMINGUEZ, A.; MENEZES, A.; RAMIREZ, A. El Criollo de Cuba: I. comportamiento reproductivo de la hembra. **Revista Cubana Reproducion Animal**, [S.l.], v. 8, n. 2, p. 39-52, 1982.
- DONG, M. C.; VLECK, L. D. van. Estimates of genetic and environmental (co)variances for first lactation milk yield, survival, and calving interval. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 72, n. 3, p. 678-684, 1989.
- FREEMAN, A. E. Secondary traits: sire evaluation and the reproductive complex. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 67, n. 2, p. 449-458, 1984.
- GUARAGNA, G. P.; GAMBINI, L. B.; FIGUEIREDO, A. L. Eficiência reprodutiva do rebanho Mantiqueira da estação experimental de zootecnia de Pindamonhangaba: I. efeito de fatores de meio. **Boletim Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 45, n. 1, p. 33-72, 1988.

- GUARAGNA, G. P.; GAMBINI, L. B.; FIGUEIREDO, A. L. **Mantiqueira: 30 anos depois**. Nova Odessa: Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo, 1984. 30 p.
- HERNANDEZ, G.; KOCH, R.; DICKERSON, G. Influencia de algunos factores en el intervalo entre en el ganado Romosinuano. **Men. Asociacion Latinoamericano Produccion Animal**, [S.l.], v. 6, p. 167, 1971.
- HILLERS, J. K.; SENGER, P. L.; DARLINGTON, R. L.; FLEMING, W. N. Effects of production season, age of cow, days dry, and days in milk on conception to first service in large commercial dairy herds. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 67, n. 4, p. 861-867, 1984.
- JAMROZIK, J.; FATEHI, J.; KISTEMAKER, G. J.; SCHAEFFER, L. R. Estimates of genetic parameters for Canadian Holstein female reproduction traits. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 88, n. 6, p. 2199-2208, 2005.
- JANSEN, J. Genetic aspects of fertility in dairy cattle based on analysis of A.I. data: a review with emphasis on areas for further research. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 12, n. 1, p. 1-12, 1985.
- LOBO, R. **Estudo genético da performance reprodutivas e produtivas de bovinos Pitangueiras**. 1976. 171 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1976.
- LOPEZ, D. Productive characteristics of bovine cattle in the tropics: II. reproductive performance. **Journal Agricultural Science**, Cambridge, v. 20, n. 3, p. 213-222, 1986.
- MARTÍN NIETO, L.; SILVA, L. O. C.; ROSA, A. N.; GONDO, A. Análise da curva de crescimento da circunferência escrotal de touros da raça Canchim e do grupo genético MA. **Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v. 8, n. 1, p. 75-79, 2003.
- PEREIRA, I. G.; GONÇALVES, T. M.; OLIVEIRA, A. I. G.; TEIXEIRA, N. M. Fatores de variação e parâmetros genéticos dos períodos de serviço e seco em bovinos da raça Holandês no estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1005-1013, 2000.
- PEREIRA, J. C. C. **Estudo da relação entre características produtivas e reprodutivas de um rebanho bovino nativo da raça Caracu**. 1993. 128 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1993.
- PEREIRA, J. C. C.; PEREIRA, C. S.; LEMOS, A. M. Estudo de fatores ambientes e genéticos relacionados como intervalo entre partos da raça Caracu. **Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v. 32, n. 1, p. 81-91, 1980.
- QUIRINO, C. R. **Parâmetros genéticos e de ambiente relacionados com características produtivas e reprodutivas de um rebanho da raça caracu**. 1994. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994.
- SALAZAR, D.; HUERTAS, E. Eficiencia de la producción de lenche en al trópico aolombiano. **Men. Asociacion Latinoamericano Produccion Animal**, [S.l.], v. 11, p. 51, 1976.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: basic and statistics**. Cary, 1985.
- SILVA, M. V. G. B.; BERGMANN, J. A. G.; MARTINEZ, M. L. Associação genética, fenotípica e de ambiente entre medidas de eficiência reprodutiva e produção de leite na raça holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1115-1122, 1998.
- SILVA, M. V. G. B.; FERREIRA, W. J.; COBUCI, J. A. Estimativas de tendência genética para características produtivas de um rebanho do ecótipo Mantiqueira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1466-1475, 2001.
- SWALVE, H. H.; TOPF, C.; LANGHOLZ, H. J. Estimation of genetic parameters for differently recorded fertility data in dairy cattle. **Journal Animal Breeding Genetics**, [S.l.], v. 109, n. 4, p. 241-251, 1992.
- WILKINS, J. V.; ROJAS, F. Criollo cattle utilization for dairy production in Bolivia. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 3, p. 221-230, 1989. Suplemento.