

**PARÂMETROS GENÉTICOS DE
CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DE
BÚFALOS (BUBALUS BUBALIS L.) LEITEIROS**



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura e Reforma Agrária - MARA
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental - CPATU
Belém, PA

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente: Fernando Afonso Collor de Melo

Ministro da Agricultura e Reforma Agrária

Antonio Cabrera Mano Filho

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Presidente

Murilo Xavier Flores

Diretores

Eduardo Paulo de Moraes Sarmento

Fuad Gattaz Sobrinho

Manuel Malheiros Tourinho

Chefia do CPATU

Dilson Augusto Capucho Frazão - Chefe

Emanuel Adilson Souza Serrão - Chefe Adjunto Técnico

Luiz Octávio Danin de Moura Carvalho - Chefe Adjunto de Apoio

**PARÂMETROS GENÉTICOS DE
CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DE
BÚFALOS (BUBALUS BUBALIS L.) LEITEIROS**

José Ribamar Felipe Marques
José de Brito Lourenço Júnior
Luiz Octávio Danin de Moura Carvalho
Cristo Nazaré Barbosa do Nascimento
Norton Amador da Costa
Celso Barbosa
Heriberto Antônio Marques Batista
Maria Joana Pinto da Silva de Sá Ribeiro
Alcides de Amorim Ramos
Edilvar Santos Pimentel



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura e Reforma Agrária - MARA
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental - CPATU
Belém, PA

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à
EMBRAPA-CPATU
Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
Telefones: (091) 226-6612, 226-6622
Telex: (091) 1210
Fax: (091) 226-7788
Caixa Postal, 48
66095 - Belém, PA

Tiragem: 500 exemplares

Comitê de Publicações

Antonio Agostinho Müller
Célia Maria Lopes Pereira
Emanuel Adilson Souza Serrão
Emmanuel de Souza Cruz
Francisco José Câmara Figueirêdo - Presidente
Hércules Matins e Silva - Vice-Presidente
José Furlan Júnior
Maria de Nazaré Magalhães dos Santos
Miguel Simão Neto
Noemi Vianna Martins Leão
Ruth de Fátima Rendeiro Palheta

Revisores Técnicos

Luiz Mário Martinez - EMBRAPA-CNPGL
Marcus Durães - EMBRAPA-CNPGL

Expediente

Coordenação Editorial: Francisco José Câmara Figueirêdo
Normalização: Célia Maria Lopes Pereira
Revisão Gramatical: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos
Miguel Simão Neto (texto em inglês)
Composição: Francisco de Assis Sampaio de Freitas

MARQUES, J.R.F.; LOURENÇO JÚNIOR, J. de B.; MOURA CARVALHO, L. O.D. de; NASCIMENTO, C.N.B. do; COSTA, N.A. da; BARBOSA, C.; BATISTA, H.A.M.; SÁ RIBEIRO, M.J.P. da S. de; RAMOS, A. de A.; PIMENTEL, E.S. **Parâmetros genéticos de características produtivas de búfalos (*Bubalus bubalis* L.) leiteiros.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1991. 26p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 123).

1. Bubalino - Genética. 2. Bubalino - Produção. 3. Bubalino - Melhoramento. I. Lourenço Júnior, J. de B. colab. II. Moura Carvalho, L.O.D. de colab. III. Nascimento, C.N.B. do colab. IV. Costa, N.A. da colab. V. Barbosa, C. colab. VI. Batista, H.A.M. VII. Sá Ribeiro, M.J.P. da S. de colab. VIII. Ramos, A. de A. colab. IX. Pimentel, E.S. colab. X. EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). XI. Título. XII. Série.

CDD: 636.293

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao pessoal de apoio da EMBRAPA-CPATU - PA e do IZ - SP pelo auxílio na colheita de parte dos dados usados neste trabalho, assim como aos produtores Roberto Martins Franco, Severo Fagundes Gomes e Otávio e Wanderley Bernardes pelo fornecimento das suas fichas de controle zootécnico.

S U M Á R I O

INTRODUÇÃO.....	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	12
Os dados.....	13
Análises estatísticas.....	13
Parâmetros genéticos.....	15
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
Parâmetros genéticos.....	17
Repetibilidade.....	17
Herdabilidade.....	18
Correlações genéticas, fenotípicas e de ambiente..	19
Mudanças genéticas, fenotípicas e de ambiente.....	21
CONCLUSÕES.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

PARAMETROS GENETICOS DE CARACTERISTICAS PRODUTIVAS DE BÚFALOS (BUBALUS BUBALIS L.) LEITEIROS

José Ribamar Felipe Marques¹
José de Brito Lourenço Júnior²
Luís Octávio Danin de Moura Carvalho³
Cristo Nazaré Barbosa do Nascimento²
Norton Amador da Costa⁴
Celso Barbosa⁵
Heriberto Antônio Marques Batista²
Maria Joana Pinto da Silva de Sá Ribeiro⁶
Alcides de Amorim Ramos⁷
Edilvar Santos Pimentel⁸

RESUMO: Foram analisados 3.991 partos provenientes de 1.086 fêmeas bubalinas pertencentes a cinco rebanhos dos Estados do Pará e São Paulo, abrangendo o período de 1963 a 1989. Os animais pertenciam a vários grupos raciais: Jafarabadi (Ja), Mediterrâneo (Me), Murrah (Mu), $1/2$ Mu - $1/2$ Me ($1/2$ Mu), $3/4$ Mu - $1/4$ Me ($3/4$ Mu) e $\geq 7/8$ Mu. Os objetivos do trabalho foram de estimar os parâmetros genéticos, as correlações genéticas, fenotípica e de ambiente das características produtivas, bem como as mudanças genética, fenotípica e de ambiente. Utilizou-se o método dos quadrados mínimos e da máxima verossimilhança para as análises de dados e determinação dos parâmetros genéticos. As características estudadas foram: duração da lactação (DL), produção de leite (PL), e de gordura (PGO) por lactação e percentagem de gordura (GO). Os principais resultados obtidos foram os seguintes: os coeficientes de repetibilidade - PL, $0,456 \pm 0,048$; PGO, $0,452 \pm 0,048$ e GO $0,496 \pm 0,046$. As herdabilidades revelaram as seguintes estimativas: $0,304 \pm 0,151$ para PL; $0,396 \pm 0,177$ para a GO e $0,049 \pm 0,072$ para a PGO

¹Zootec. Ph.D. EMBRAPA-CPATU. Caixa Postal 48. CEP 66001. Belém, PA.

²Eng.-Agr. M.Sc. EMBRAPA-CPATU.

³Eng.-Agr. EMBRAPA-CPATU.

⁴Méd.-Vet. EMBRAPA-CPATU.

⁵Eng.-Agr. M.Sc. do Instituto de Zootecnia. Caixa Postal 60. CEP 13460. Nova Odessa, SP.

⁶Méd.-Vet. R. Presidente Pernambuco, 326. CEP 66000. Belém, PA.

⁷Prof. UNESP-FMVZ. CEP 18600. Botucatu, SP.

⁸Téc.-Agríc. EMBRAPA-CPATU.

por lactação. A PL apresentou correlações genéticas positivas com PGO e produção de leite por dia (PD), sendo negativa com a GO. Por outro lado, foram positivas as correlações fenotípicas com as demais características, da mesma maneira, ocorrendo com as correlações ambientais. Os valores obtidos para as mudanças genética, fenotípica e de ambiente foram, respectivamente, -14,34; 8,32 e 22,65 kg para PL e -0,69; 1,54 e 2,23 kg para a PGO. As principais conclusões referem-se às necessidades das pesquisas envolvendo o melhoramento genético de bubalinos.

Termos para indexação: leite, gordura, melhoramento genético, herdabilidade, repetibilidade, correlações, ganho genético.

GENETIC PARAMETERS OF PRODUCTIVE TRAITS IN DAIRY BUFFALOES (BUBALUS BUBALIS L.)

ABSTRACT: Data on 3,991 buffalo calvings from 1,086 dams of five herds, from 1963 to 1989, were analysed by the least squares and maximum likelihood methods. The animals belong to several genetic groups of buffaloes such as: Jafarabadi (Ja), Mediterrâneo (Me), Murrah (mu), 1/2 Mu, 3/4 Mu and $\geq 7/8$ Mu. The purposes of this study were to estimate genetic parameters, to calculate genetic, phenotypic and environmental correlations of some traits and to estimate genetic, phenotypic and environmental trends of some productive characteristics. The following traits were studied: Lactation length (LL), milk yield (MY), fat yield (FY) and fat percentage (%F). The principal results obtained were: The coefficients of repeatability were 0.456 ± 0.48 for MY; 0.452 ± 0.048 for FY and 0.496 ± 0.046 for %F. The heritability was 0.304 ± 0.151 for MY; 0.049 ± 0.072 for FY and 0.396 ± 0.177 for %F. MY showed positive genetic correlation with FY and milk yield per day (MY/D) and negative with %F; on the other hand, the phenotypic and environmental correlations with all other traits studied were positive. The values for genetic, phenotypic and environmental trends were, respectively, -14.34, 8.32 and 23.65 kg for MY and -0.69; 1.54 and 2.23 kg for FY. The present researches aims should be changed to take into account the regional peculiarities and to establish improvement programs well administered in order to make use the genetic potential of buffaloes for milk production.

Index terms: milk, fat, animal breeding, heritability, repeatability, correlations, genetic trend.

INTRODUÇÃO

Até o momento não foi elaborado, no País, nenhum trabalho sobre a estimativa de parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em búfalos. Mesmo em outros países é muito raro se encontrar tais estudos, restringindo-se a nossa revisão, principalmente, à Índia.

Em Adhartal - Anjora, na Índia, Gogoi et al. (1985), trabalhando com 498 lactações de 332 animais da raça Murrah, obtiveram para a produção de leite uma repetibilidade de $0,56 \pm 0,15$ e herdabilidade de $0,37 \pm 0,22$.

Unrikar & Deshpande (1985), utilizaram também a raça Murrah, em 678 registros de três fazendas, num período de quinze anos. A repetibilidade nesse estudo foi de $0,35 \pm 0,02$. As herdabilidades da característica nos quatro primeiros anos foram, respectivamente, $0,090 \pm 0,001$; $0,002 \pm 0,010$; $0,006 \pm 0,010$ e $0,090 \pm 0,10$. A característica apresentou correlações genéticas e fenotípicas, apesar de baixas, positivas e significativas com produção de leite no pico de lactação, duração de lactação, produção de leite por dia de intervalo de partos, produção de leite por dia de vida até a segunda parição e produção de leite por dia de vida produtiva.

Sharma & Basu (1985) relataram que a produção de leite apresentou correlação genética positiva com o período de lactação ($0,051 \pm 0,11$) e com produção de leite por dia ($0,44$).

Em várias regiões da Índia, Bhat & Taneja (1986), trabalhando com rebanhos Murrah e Nili - Ravi, apresentaram herdabilidade variando de $0,008 \pm 0,040$ a $0,190 \pm 0,080$ para produção de leite na primeira lactação, na raça Murrah. Para a mesma característica na raça Nili - Ravi a herdabilidade foi $0,28 \pm 0,20$, havendo, em muitos casos, confundimento de reprodutores com fazendas e anos. Correções para grupos de fazendas e de anos reduziram a variação entre reprodutores. A herdabilidade para período de lactação foi, de modo geral, $0,11 \pm 0,04$. Os mesmos autores acrescentaram, com relação a resposta à seleção, um ganho genético variando de 3,76 a 9,60 kg de leite/ano, considerando, para isso, uma herdabilidade (estimada) de 0,15 para produção de leite

em 300 dias de lactação com diferentes intensidades de seleção (taxas de reposição de 10, 20 e 30% do rebanho).

No período de 1965 a 1977, Chakravarty & Rathi (1986) analisaram dados de 269 fêmeas, filhas de 40 reprodutores, e encontraram correlações entre produções de leite na primeira lactação com produção de leite por dia ($0,73 \pm 0,20$) e com produção de leite por dia de interparto na primeira lactação ($0,77 \pm 0,15$). O ganho genético anual da produção de leite foi de 0,19 kg. Do mesmo modo, Deshpande & Umrikar (1986) referiram-se às correlações positivas (0,46 até 1,0) entre esta e outras características de produção.

Dados de 685 búfalas, servidas por 65 reprodutores, estudados por Jain et al. (1986) foram submetidos à análise de correlação intraclasse de meio-irmãs, mostrando uma herdabilidade para produção de leite acumulada igual a $0,22 \pm 0,11$ (para um período menor ou igual a 300 dias) e $0,44 \pm 0,13$ (para 121 a 150 dias). A correlação entre a produção de leite total e a produção aos 300 dias aumentou de 0,76 no período de 31 a 60 dias para 0,89, de 181 a 210 dias. Com isso, concluíram que a seleção para produção, baseada em qualquer um dos primeiros cinco meses de lactação, seria tão efetiva quanto a conduzida com base na produção de uma lactação completa.

Vij (1986) estudou, no período de dez anos, 1.303 dados de 390 fêmeas, da primeira à nona lactação, filhas de 28 reprodutores. A herdabilidade atribuída à produção de leite foi de $0,45 \pm 0,17$. Houve uma alta correlação genética da característica com outras variáveis leiteiras, dentre elas, produção de leite por dia e por dia de intervalo de partos, excetuando-se com a percentagem de gordura.

Em Uthar Pradesh, Índia, Singh & Yadav (1987b), trabalhando com 1.024 Murrah e 699 Nili-Ravi, estimaram a herdabilidade em $0,19 \pm 0,07$ para produção de leite e $0,13 \pm 0,05$ para o período de lactação. Também na Índia, Taylor & Jain (1987) estudaram 223 lactações, encontrando herdabilidade de $0,55 \pm 0,84$ e $0,26 \pm 0,53$, respectivamente, para a produção de leite e período de lactação.

Dutt & Yadav (1988) avaliaram 699 registros de

lactações de búfalas Nili-Ravi de duas fazendas militares da Índia, em Uthar Pradesh. A herdabilidade da produção de leite foi $0,29 \pm 0,04$. A correlação genética desta característica com o período de serviço foi $-0,63 \pm 0,18$ e com o intervalo de partos $-0,92 \pm 0,07$.

Avaliando parâmetros genéticos de características produtivas em bubalinos, Kornel & Patro (1988) estimaram, com base nos dados de 170 fêmeas, herdabilidades de $0,36 \pm 0,31$ e $0,04 \pm 0,045$ para produção de leite nas duas primeiras lactações, assim como, para o período de lactação. Os índices observados foram $0,30 \pm 0,13$ e $9,53 \pm 0,37$. As correlações genéticas entre produção de leite por lactação e intervalo de partos e período de serviço foram, respectivamente $0,71$ e $0,53$.

Estudando 481 pares de mães e filhas, Singh et al. (1989) observaram, para a produção de leite nos anos de 1960 e 1973, as seguintes mudanças genéticas anuais, de acordo com os anos: $58,18 \pm 20,15$ kg de leite e $1,95 \pm 2,45$ dias. Singh & Yadav (1989) trabalharam com dados de 760 búfalas e observaram uma herdabilidade de $0,14 \pm 0,06$ para a produção de leite da primeira à terceira lactação. Para Sharma & Singh (1990) a herdabilidade da produção de leite foi $0,29 \pm 0,13$.

No Brasil, não foram realizados estudos sobre ganho genético em bubalinos, porém, Villares et al. (1979) estudaram 614 lactações de 194 búfalas, em regime de duas ordenhas, no período de 1964 a 1978 e constataram declínio na produção de leite num determinado período de tempo. O intervalo de anos estudado foi subdividido em três quinqüênios para observação da evolução da produção. No primeiro período (1964-68) a produção foi de 1.327,6 kg, evoluindo para 1.662,4 kg no período de 1969-73 e decaindo, no período seguinte para 28,7 kg. Houve significância na diferença do primeiro para o segundo período, não ocorrendo o mesmo na segunda, indicando, mesmo assim, uma tendência de declínio da produção com o passar dos anos. Uma das conclusões do trabalho, referindo-se como um ponto desfavorável, foi o declínio observado, também, na duração da lactação.

Dados sobre a repetibilidade da produção de leite mostraram uma variação de 0,42 a 0,87 (Sane et al., 1972; Khan et al., 1987; Prakash & Tripathi, 1987; Khan

& Johar 1988; Vij & Tiwana 1989; Ram & Pal 1990).

Vários autores estudaram parâmetros genéticos da produção de leite e características afins, nos bubalinos. Dados sobre a herdabilidade da produção de leite, em algumas situações e/ou condições, variaram de 0,0 para as primeira e segunda lactações até 0,41 no pico da lactação (Sane et al. 1972; Chakravarti & Rathi 1986; Desphande & Umrikar 1986; Singh & Yadav 1986; Joshi & Tripathi 1987; Khan et al. 1987; Prakash & Tripathi 1987; Singh & Yadav 1987a; Singh & Yadav 1986; Singh & Yadav 1987c; Singh et al. 1988; Kumar et al. 1990).

Nesta revisão, os coeficientes máximo e mínimo da repetibilidade da produção de leite por lactação foram 0,35 e 0,87 e os da herdabilidade 0,00 e 0,55.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 3.991 registros de 1086 búfalas, oriundos de cinco propriedades dos Estados do Pará e São Paulo:

- Campo Experimental "Dr. Felisberto Camargo", da EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU), Belém, PA, com 1.257 partos de 344 búfalas dos grupos genéticos: Mediterrâneo (Me), Murrah (Mu), 1/2 Mu, 3/4 Mu e 7/8 Mu;

- Fazenda Lageado, de Roberto Martins Franco, Sales de Oliveira, SP, com 226 partos de 87 búfalas do grupo genético Jafarabadi;

- Fazenda Sant'ana do Rio Abaixo, de Severo Fagundes Gomes, Igarata, SP, com 1.085 partos de 254 búfalas do grupo genético Murrah;

- Fazenda Paineiras da Ingaí, de Wanderley Bernardes, Sarapuí, SP, com 1.260 partos de 361 búfalas do grupo genético Murrah;

- Estação Experimental de Andradina, do Instituto de Zootecnia de São Paulo - IZ - SP, Andradina, SP, com 164 partos de 40 búfalas do grupo genético Mediterrâneo;

A descrição do Campo Experimental da EMBRAPA, no CPATU, bem como o detalhamento do rebanho e do mane-

jo adotado foram descritos por Marques (1984). As informações sobre a Estação Experimental de Andradina do IZ-SP, manejo do rebanho e das pastagens encontram-se em Estação (1980) e Barbosa et al. (1987).

Bernardes & Bernardes (1989) descreveram detalhadamente a propriedade, o rebanho e o manejo empregado na fazenda Ingai.

As demais propriedades foram descritas por Marques (1991).

Os dados

A grande heterogenidade dos controles efetuados limitaram bastante os trabalhos de organização dos arquivos, restringindo bastante o número de dados analisados.

Alguns critérios tiveram que ser adotados:

- Eliminação de reprodutores com menos de duas filhas;
- Eliminação de fêmeas com menos de duas observações para cálculo das repetibilidade;
- Para os arquivos visando o cálculo das herdabilidades foram eliminados todos os reprodutores com menos de cinco filhas;

Os detalhes sobre a preparação dos dados e montagem dos arquivos encontram-se descritos em Marques (1991).

Os estudos foram direcionados para as seguintes características de interesse econômico:

- Duração de lactação (DL);
- Produção de leite por lactação (PL);
- Produção de gordura (PGO);
- Percentagem de gordura (GO).

Análises estatísticas

Os dados, após serem digitados foram preparados pelo DBASE III PLUS, sofreram os primeiros acertos estatísticos através do SAEG (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas), conforme Euclides (1987).

As análises estatísticas dos dados foram efetuadas pelo Método dos Quadrados Mínimos, através do programa LSMMW - 87 (Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program), segundo Harvey (1987).

O modelo utilizado foi o seguinte:

Modelo 1: Corresponde ao Model 3 conforme Harvey (1987) utilizado para o cálculo das herdabilidades e repetibilidades das características. Pelo mesmo modelo, com a absorção de fêmea, através da análise da máxima verossimilhança, foram estimadas as mudanças genéticas.

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + b_{ij} + F_k + e_{ijkl}, \text{ onde:}$$

Y_{ijkl} = Cada variável dependente;

A_j = Efeitos fixos (Raça e/ou grupo genético);

b_{ij} = Efeitos aleatórios (Búfala e/ou macho dentro de raça ou grupo genético - GG);

F_k = Todos os outros efeitos fixos (Ano de nascimento e do parto, estação, ordem etc.);

e_{ijkl} = Erro aleatório.

O esquema da análise de variância para este modelo é apresentado na Tabela 1.

TABELA 1 - Esquema da análise de variância para o modelo 1.

Fonte de variação	Soma de quadrados	E(QM)
A	$R(\mu, A, F) - R(\mu, F)$	$\sigma_e^2 + K_2 \sigma_{B:A}^2 + K\alpha_A^2$
B : A	$R(\mu, A, B, F) - R(\mu, A, F)$	$\sigma_e^2 + K_1 \sigma_{B:A}^2$
Outros efeitos fixos	$\beta' Z^{-1}$	$\sigma_e^2 + K\alpha_F^2$
Erro	$y'y - R(\mu, A, B, F)$	σ_e^2

Parâmetros genéticos

Os coeficientes de herdabilidade e repetibilidade foram estimados a partir dos componentes de variância obtidos no modelo 1 descrito, através da correlação entre meio irmãos paternos para a herdabilidade e da correlação intraclasse para a repetibilidade, conforme as fórmulas citadas por Milagres (1981).

$$h^2 = \frac{4\sigma_r^2}{\sigma_r^2 + \sigma_e^2} \quad (\text{herdabilidade})$$

$$t = \frac{\sigma_{B:GG}^2}{\sigma_{b:GG}^2 + \sigma_e^2} \quad (\text{repetibilidade}), \text{ onde:}$$

σ_r^2 = componente de variância de reprodutor;

$\sigma_{b:GG}^2$ = componente de variância de búfala dentro de grupo genético (GG) e,

σ_e^2 = componente de variância do erro.

O erro-padrão para as estimativas da herdabilidade e da repetibilidade foram calculados de acordo com Swiger et al. (1964).

As estimativas das correlações genéticas, fenotípica e de ambiente foram calculadas através das expressões de Becker (1975):

$$a) \hat{r}_G = \frac{\sigma_{A_i A_j}}{\sqrt{\sigma^2 A_i \sigma^2 A_j}}, \text{ onde:}$$

\hat{r}_G = Estimativa da correlação genética entre as características i e j ;

$\sigma_{A_i A_j}$ = Covariância genética aditiva entre as características i e j ;

$\sigma^2 A_i$ e $\sigma^2 A_j$ = Variância genética aditiva de i e j ;

$$b) \hat{r}_F = \frac{\sigma_{F_i F_j}}{\sqrt{\sigma^2 F_i \sigma^2 F_j}}, \text{ onde:}$$

\hat{r}_F = Estimativa da correlação fenotípica;

$\sigma_{F_i F_j}$ = Covariância fenotípica;

$\sigma^2 F_i$ e $\sigma^2 F_j$ = Variância fenotípica;

$$c) \hat{r}_E = \frac{\sigma_{e_i e_j}}{\sqrt{\sigma^2 e_i \sigma^2 e_j}}, \text{ onde:}$$

\hat{r}_E = Correlação ambiental;

$\sigma_{e_i e_j}$ = Covariância ambiental;

$\sigma^2 e_i$ e $\sigma^2 e_j$ = Variância ambientais.

A mudança genética (ΔG) foi calculada de acordo com a metodologia de Henderson et al. (1959) pela diferença entre a mudança fenotípica (ΔP) e a de ambiente (ΔE).

$$\Delta G = \Delta P - \Delta E$$

As estimativas das mudanças fenotípicas foram calculadas pelo método dos quadrados mínimos de acordo com o Modelo 1, onde foram incluídos efeitos fixos de grupo genético, ano e estação do parto e os efeitos aleatórios de fêmea e fêmea dentro de grupo genético mais o erro. Os valores de (ΔP) foram fornecidos pelos coeficientes de regressão linear dos efeitos de ano do parto numa regressão polinomial não ortogonalizada. Por este modelo foram, também, fornecidas as estimativas de repetibilidade de cada característica.

As estimativas das mudanças foram calculadas pelo método da máxima verosimilhança, pela regressão polinomial do efeito do ano do parto, tendo por base o

mesmo modelo relatado acima. Neste caso foram absorvidos os efeitos de reprodutor e grupo genético da fêmea, utilizando-se os seguintes índices de repetibilidade: 0,456 e 0,452, respectivamente, para PL e PGO.

Assumiu-se a linearidade dos efeitos do ano do parto, com base que o coeficiente de regressão linear expressa a tendência nos valores médios das características, sendo uma medida de mudança total ou fenotípica, englobando, assim, o somatório dos efeitos genéticos e de ambiente. Deste modo, pode-se usar tal artifício para o cálculo das mudanças desejadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros genéticos

Repetibilidade

Este parâmetro foi calculado pelos métodos dos quadrados mínimos, através da correlação intraclasse de vaca, envolvendo 507 observações e 2,41 controles por animal. Os valores encontrados foram: produção de leite por lactação, $0,456 \pm 0,048$, produção de gordura, $0,452 \pm 0,048$ e percentagem de gordura, $0,496 \pm 0,046$. Os dados foram ajustados para os efeitos de grupo genético, fêmea dentro de grupo genético e ano do parto.

As estimativas para a repetibilidade destas características corroboram com as obtidas por Gogoi et al. (1985), mas apresentam-se inferiores as de Khan et al. (1987) para as primeira e segunda lactações, Prakash & Tripathi (1987) para a produção de leite no pico da lactação, Sane et al. (1972) na primeira lactação, Vij & Tywana (1989) para produção de leite em 305 dias de lactação e Ram & Pal (1990) para parte da primeira lactação. Contudo, superam as estimativas relatadas por Umrikar & Deshpande (1985c), Sane et al. (1972) para produção no pico da lactação e Khan & Johar (1988), para produção num período de 30 dias.

Herdabilidade

As estimativas da herdabilidade foram efetuadas para um total de 464 observações, provenientes das filhas de quinze reprodutores ($K = 26,62$ obs.), calculadas através da correlação intraclasse de meio-irmãs paternas. A análise de variância foi realizada através do Modelo 1 ajustando-se os dados para os efeitos de rebanho, pai dentro de rebanho, ano e ordem do parto, para a produção de leite por lactação, produção de gordura e percentagem de gordura.

Os valores obtidos foram $0,304 \pm 0,151$ para produção de leite por lactação; $0,396 \pm 0,177$ para a percentagem de gordura e $0,049 \pm 0,072$ para a produção de gordura.

A implantação de programas de melhoramento para tais características em búfalas leiteiras depende destas informações e os valores alcançados aqui dão certa credibilidade para que isso seja efetivado, inclusive, concordando com informações da literatura consultada através dos trabalhos de Gogoi et al. (1985); Bhat & Taneja (1986); Chakravarty & Rath (1986); Dutt & Yadav (1988); Kornell & Patro (1988) e Sharma & Singh (1990). São, por outro lado, bem maiores que as estimadas por Deshpande & Umrikar (1986); Jain et al. (1986); Singh & Yadav (1986); Joshi & Tripathi (1987); Singh & Yadav (1987a, 1987b e 1987c); Singh & Yadav (1986 e 1989) e Kumar et al. (1990). Contudo, são de magnitudes inferiores às estimativas encontradas por Jain et al. (1986), para um período de 121 a 150 dias, Vij (1986) e Taylor & Jain (1987).

As estimativas de herdabilidade para a produção de leite por lactação, aqui mencionadas, são maiores do que para as lactações parciais estudadas por muitos autores. No geral, é uma característica de grande variação, haja vista os índices citados por Khan et al. (1987) de 0,00 para a primeira e segunda lactações até 55%, na Índia, encontrada por Taylor & Jain (1987).

Correlações genética, fenotípica e de ambiente

A correlação genética, entre duas características, expressa os efeitos gênicos aditivos que as afetam e indica a magnitude com que estão geneticamente associadas.

Na Tabela 2 reúnem-se as estimativas de correlações genética, fenotípica e de ambiente entre a produção de leite por lactação e algumas características produtivas e reprodutivas, oriundas de 464 pares para algumas características: PL, PGO e 296, para outras: produção de leite por dia (PD), produção de leite por dia de intervalo de partos (PDIDP), intervalo de partos (IDP) e período de serviço (PS).

TABELA 2 - Correlações genética (r_G), fenotípica (r_P) e de ambiente (r_E) entre as características estudadas.

Características	N	PL		
		r_G	r_P	r_E
GO	464	-0,944 ± 0,187	0,113	0,680
PGO	464	0,884 ± 0,287	0,894	0,965
PD	296	0,910 ± 0,163	0,618	0,508
PDIDP	296	0,857 ± 0,222	0,699	0,664
IDP	296	0,290 ± 0,701	0,092	0,058
PS	296	0,289 ± 0,698	0,093	0,059
		G O		
PGO	464	-0,677 ± 0,510	0,525	0,818
PD	296	-0,898 ± 0,207	-0,068	0,498
PDIDP	296	-0,827 ± 0,365	0,000	-1,293
IDP	296	0,297 ± 0,544	-0,028	0,450
PS	296	0,278 ± 0,542	-0,029	0,435
		P G O		
PD	296	0,321 ± 0,555	0,455	0,608
PDIDP	296	0,179 ± 0,805	0,632	0,699
IDP	296	0,829 ± 0,936	0,085	0,008
PS	296	0,805 ± 0,931	0,085	0,010

Observa-se uma alta correlação genética negativa entre a PL e a GO, $-0,944 \pm 0,187$, indicando que a seleção para PL provocará redução na GO. Contudo, não se deve constituir motivo de preocupação, visto que o alto teor de gordura no leite parece ser uma característica intrínseca da espécie bubalina e, mesmo que através de melhoramento venha a se atingir altos níveis de produção nesses animais, provavelmente, o percentual de gordura não cairá com a mesma intensidade do aumento da produção de leite, a ponto de comprometer esta peculiaridade tão favorável economicamente.

A correlação genética da PL com a PGO foi alta e positiva, $0,884 \pm 0,287$, significando que ambas características possuem muitos genes em comum, indicando que a seleção, visando o melhoramento de uma, beneficiará a outra e vice versa, podendo afirmar-se o mesmo com relação à PD. Estes resultados são concordantes com os citados por Umrikar & Deshpande (1985), Chakravarty & Rathi (1986), Deshpande & Umrikar (1986) e Vij (1986), todavia diferem dos de Sharma & Basu (1985) que não encontraram correlação entre a produção de leite por lactação com a produção diária.

A correlação genética da PL com a PDIDP foi positiva e alta, concordando com Vij (1986) que encontrou também correlação positiva e elevada entre as características em questão, todavia, contrasta com as afirmativas de Umrikar & Deshpande (1985) que, apesar de relatarem correlações na mesma direção, os valores apresentados foram baixos.

As correlações genéticas da PL com IDP e PS foram positivas, com os valores não elevados, estando em consonância com os achados Kornel & Patro (1988) que, apesar de relatarem valores altos, seguiram a mesma direção. Por outro lado, Dutt & Yadav (1988) encontraram estimativas negativas para tais parâmetros. Todavia, os altos valores de erro-padrão obtidos indicam que se deve ter cautela na análise de tais resultados. Usualmente, o erro-padrão é elevado, em função da inadequação do modelo e número insuficiente e/ou distribuição dos dados.

No caso da GO, as correlações genéticas com outras características de produção, ou seja, PGO, PD e PDIDP, seguem a mesma direção da correlação genética

observada entre a variável em discussão e PL, evidenciando, assim, o antagonismo genético existente entre elas, ou seja, entre GO, PL e PGO. Por outro lado, observa-se que as correlações com as características reprodutivas, IDP e PS, apesar de positivas, apresentam, também, alto erro-padrão, mostrando que os resultados devem ser interpretados com certa cautela.

As correlações genéticas entre a PGO e as características de produção seguiram a mesma direção do resultado anterior frente à PL, embora de magnitude mais baixa. Contudo, com as características reprodutivas, apesar de maiores magnitudes, o erro-padrão permanece alto.

À exceção das correlações fenotípicas negativas de GO com PD, IDP e PS e com PDIDP, que foi zero, todas as demais foram positivas, contudo, observa-se no caso das correlações muito baixas, como o ocorrido entre algumas características, variação de 0,02 a 0,09, uma certa independência na manifestação das variáveis em questão.

Quanto às correlações de ambiente entre PL, PGO e as características de produção, todas foram altas, revelando que a ação do ambiente comum pode interferir na manifestação das características. Contudo, o alto valor negativo (-1,293) observado para GO e PDIDP é incoerente, revelando problemas no modelo e/ou insuficiência dos dados, estando, entretanto, compatível com a correlação genética obtida (alto antagonismo) e com a fenotípica (associação zero), podendo dessa maneira, ser considerada nula.

Mudanças genética, fenotípica e de ambiente

Os valores encontrados para as mudanças genética, fenotípica e de ambiente foram, respectivamente, -14,33, 8,32 e 22,65 kg para produção de leite/ano e -0,69, 1,541 e 2,23 kg para a produção de gordura/ano.

As mudanças genéticas negativas significam que não há ganho genético e sim uma redução na produção da característica, fato que, se analisado a grosso modo, é surpreendente, haja vista o desempenho observado em todo o País e confirmado pela literatura internacional por

Bhat & Taneja (1986), Chakravarty & Rathi (1986) e Singh et al. (1989) que relataram ganhos genéticos positivos para a produção de leite para essa espécie, em algumas regiões da Índia.

Porém, Villares et al. (1979), num estudo sobre a produção de leite de búfalas, em São Paulo, apresentaram resultados mostrando que, como passar dos anos, houve uma queda na produção observada no último período, ocorrendo o mesmo com a duração da lactação.

Pode-se explicar tais achados pelas próprias características da criação de búfalos do País, onde a atividade leiteira é pouco explorada e quase nenhum melhoramento efetivo foi realizado nesse sentido e, resguardando-se a magnitude dos valores, é de se esperar que as características não apresentem valores positivos. O fato de os rebanhos utilizados serem bastante heterogêneos, uns sendo ordenhados duas vezes ao dia e outros não, evidencia a falta de uma definição da atividade principal, o que pode ser conseguido com a continuidade dos trabalhos de pesquisa que vem sendo realizados no país, culminando, assim, com uma efetiva seleção, visando ao melhoramento do gado bubalino leiteiro.

CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos pode-se concluir que:

- Os valores obtidos para os coeficientes de repetibilidade podem constituir-se na base de um programa de seleção, fundamentado em estimativas anteriores das características estudadas;

- Como a herdabilidade é uma estimativa particular de um determinado grupo ou criatório, os valores obtidos são indicadores teóricos para os estudos do melhoramento genético e devem ser respeitadas, antes de qualquer decisão, as peculiaridades de cada caso;

- No momento, no Brasil, o melhoramento nos rebanhos bubalinos leiteiros não é efetivo, visto que apresentaram, nas condições estudadas, valores negativos de PL e FGO, demonstrando a necessidade de se definir a implantação de programas de melhoramento regionalizados, com a fi-

nalidade de se explorar melhor o potencial genético que a espécie possui.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, C.; NOGUEIRA, J.R.; NARDON, R.F.; PIRES, F.L.; CAMPOS, B.E.; FEITOSA, A.S.L. Distribuição anual da produção de leite de plantel bovino tropical (5/8 Europeu x 3/8 Gir) e bubalino da região Mediterrâneo. *Zootecnia*, v.25, n.3, p.197-214, 1987.
- BECKER, W.A. **Manual of quantitative genetics**. 3ed. Washington: Washington State University, 1975. 170p.
- BERNARDES, W.; BERNARDES, O. **Exploração leiteira da búfala**. Sarapuí: Faz. Paineiras do Ingaí, 1989. 17p.
- BHAT, P.N.; TANEJA, V.K. River buffalo. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 3, BREEDING PROGRAMS FOR DAIRY AND BEEF CATTLE, WATER BUFFALO, SHEEP AND GOATS, 9, 1986, Lincoln. **Proceedings...** Bogor, 1986. p.681-689.
- CHAKRAVARTY, A.K.; RATHI, S.S. Genetic responses in lactational efficiency traits through progeny testing in murrah buffaloes. **Haryana Agriculture University Journal Research**, v.16, n.2, p.105-109, 1986.
- DESHPANDE, K.S.; UMRIKAR, U.D. Factors affecting lifetime production in murrah buffaloes. **Indian Journal of Dairy Science**, v.39, n.4, p.478-480, 1986.
- DUTT, G.; YADAV, M.C. A genetic study of milk yield in Nilli buffaloes. **Indian Veterinary Journal**, v.65, n.6, p.512-515, 1988.
- ESTAÇÃO Experimental de Zootecnia de Andradina - EEZA. Andradina: Instituto de Zootecnia, 1980. 26p.
- EUCLIDES, R.F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e genéticas - Versão PC - XT)**. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 1987. 83p.
- GOGOI, P.K.; JOHAR, K.S.; SINGH, A. Genetic analysis of milk yield in Murrah buffaloes. **Indian Veterinary Journal**, v.62, n.11, p.970-975, 1985.
- HARVEY, W.R. **User's guide for LSMLMW PC - 1 Version**; mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. Ohio: Ohio State University, 1987. 74p.

- HENDERSON, C.R.; KEMPTHORNE, O.; SEARLE, S.R.; KROSIGK, C.M. The stimulation of environmental and genetic trends from records subject to culling. **Biometrics**, v.15, n.2, p.192-219, 1959.
- JAIN, A.K.; DHILLON, J.S.; PARMAR, O.S. Genetics studies on part and complete first lactation milk yields in buffaloes. **Indian Journal Dairy Science**, v.39, n.3, p.297-300, 1986.
- JOSHI, B.K.; TRIPATHI, V.N. Ranking of buffalo bulls based on certain measures of efficiency of milk production and economic merit. **Indian Journal Animal Production Management**, v.3, n.3, p.124-128, 1987.
- KHAN, F.H.; JOHAR, K.S. Partial production records as an aid to selection in murrah buffaloes. **Indian Veterinary Journal**, v.65, n.6, p.506-511, 1988.
- KHAN, F.H.; JOHAR, K.S.; JADHAV, S.R. Factors affecting production parameters of buffaloes. **Indian Veterinary Journal**, v.64, n.9, p.775-778, 1987.
- KORNEL, D.; PATRO, B.N. Genetic studies on the production and reproduction traits of surti buffaloes. **Indian Journal Animal Science**, v.58, n.10, p.1223-1225, 1988.
- KUMAR, D.; SHARMA, O.P.; MANGLIK, V.P. Genetic studies on cumulative part lactation yield in Indian buffaloes. **Indian Journal Science**, v.60, n.3, p.338-341, 1990.
- MARQUES, J.R.F. **Alguns aspectos da eficiência produtiva em bubalinos no Trópico Úmido brasileiro**. Belo Horizonte: UFMG, Escola de Veterinária, 1984. 88p. Tese de mestrado.
- MARQUES, J.R.F. **Avaliação genético-quantitativa de algumas características produtivas de grupos genéticos de búfalos (*Bubalus bubalis* L.)**. Botucatu: UNESP, 1991. 147p. Tese doutorado.
- MILAGRES, J.C. **Melhoramento animal avançado; seleção**. Viçosa: UFV, 1981. 101p.
- PRAKASH, A.; TRIPATHI, V.N. Genetic study of peak yield in murrah buffaloes. **Indian Journal of Dairy Science**, v.40, n.1, p.45-48, 1987.
- RAM, S.; PAL, R. Reliability of prediction of first lactation, lifetime and herd-life production from part lactation in murrah buffaloes. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 2, 1988, New Delhi. **Proceedings...** New Delhi: ISBD/ICAR/IDRC, 1990, p.115-27.
- SANE, D.D.; KHANNA, R.S.; BAJPAI, L.D.; BHAT, P.N. Studies on murrah buffalo (*Bubalus bubalis*); genetic analysis of milk yield and peak yield. **Indian Journal Animal Production**, v.3, n.2, p.61-65, 1972.

- SHARMA, A.; BASU, S.B. Genetic architecture of Nili buffaloes; 2. Production traits. **Indian Journal Animal Science**, v.55, n.12, p.1046-1049, 1985.
- SHARMA, O.P. Genetic of buffaloes in the world. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 1, 1985, Cairo. **Anais...** Cairo, 1985. p.264.
- SHARMA, R.C.; SINGH, B.P. Genetic studies on murrh buffaloes in livestock farms in Uthar Pradesh. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 2, 1988, New Delhi. **Proceedings**. New Delhi: ISBD/ICAR/IDRC, 1990. p.128-133.
- SINGH, H.; CHAUDHARY, R.P.; TOMAR, S.P.S. Studies on genetic and environmental trends for economic traits in buffaloes. **Indian Veterinary Journal**, v.66, n.4, p.314-320, 1989.
- SINGH, B.; SINGH, C.V.; YADAV, M.C. Selection indexes based on reproduction and production traits for nili ravi buffaloes. **Asian Journal Dairy Research**, v.7, n.2, p.85-89, 1988.
- SINGH, C.V.; YADAV, M.C. A genetic study on part lactation production on Indian buffaloes. **Indian Journal Animal Science**, v.57, n.2, p.154-157, 1987a.
- SINGH, C.V.; YADAV, M.C. Effect of genetics and non-genetics factors on life time production traits in Indian buffaloes. **Indian Journal Animal Science**, v.57, n.6, p.555-558, 1987b.
- SINGH, C.V.; YADAV, M.C. First lactation partial records as a measure of lifetime production in Indian buffaloes. **Indian Journal Animal Science**, v.56, n.6, p.680-683, 1986.
- SINGH, B.; YADAV, M.C. Inheritance of milk production and breeding efficiency traits in nili ravi buffaloes. **Indian Journal Animal Science**, v.59, n.7, p.872-874, 1989.
- SINGH, C.V.; YADAV, M.C. Inheritance of part-lactation yield in Indian buffaloes. **Indian Journal Animal Science**, v.57, n.5, p.453-455, 1987c.
- SWIGER, L.A.; HARVEY, W.R.; EVERSON, D.O.O.; GREGORY, K.E. The variance of intraclass correlation involving groups with one observation. **Biometrics**, v.20, p.218, 1964.
- TAYLOR, S.P.; JAIN, L.S. Genetic studies on production traits medium sized buffaloes. **Indian Journal Animal Science**, v.57, n.7, p.711-714, 1987.
- UMRIKAR, O.D.; DESHPANDE, K.S. Studies on lactation milk yield in Murrh buffaloes. **Cheiron**, v.14, n.3, p.151-152, 1985.
- VIJ, P.K. Phenotypic and genetic paramerters of some production traits in buffaloes. **Indian Veterinary Journal**, v.63, n.10, p.838-845, 1986.

VIJ, P.K.; TIWANA, M.S. Repeatability estimates of some production and reproduction traits in buffaloes. **Indian Journal Animal Science**, v.59, n.8, p.1006-1007, 1989.

VILLARES, J.B.; SANTIAGO, A.A.; BATTISTON, W.C. A produção de leite de búfalas em São Paulo. In: MOURA, J.C. **Bubalinos**. Campinas: Fundação Cargill, 1979. p.76.