

ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS E TENDÊNCIA GENÉTICA PARA PRODUÇÃO DE LEITE EM BUBALINOS DA RAÇA MURRAH UTILIZANDO INFERÊNCIA BAYESIANA¹

Adriana Maciel de Castro CARDOSO²

Cláudio Vieira de ARAÚJO³

Alcides de Amorim RAMOS⁴

Simone Inoe ARAÚJO⁵

Luciara Celi da Silva CHAVES⁶

José Ribamar Felipe MARQUES⁷

Ana Paula INOE⁸

RESUMO: O objetivo é estimar os parâmetros e avaliar a tendência genética para a produção de leite em bubalinos da raça Murrah nascidos no período de 1975 a 2001. Os parâmetros e os valores genéticos foram estimados por meio de inferência bayesiana, utilizando o amostrador de Gibbs. A tendência genética foi obtida pela regressão dos valores genéticos sobre o primeiro ano de produção da fêmea. A herdabilidade e a repetibilidade estimadas foram iguais a 0,39 e 0,48, respectivamente. A tendência genética foi igual a -3,62 kg/ano. Apesar da alta variabilidade genética presente na população, esta vem sendo mal utilizada no processo de seleção dos animais nos rebanhos avaliados.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Búfalos, Herdabilidade, Seleção

PARAMETERS AND GENETIC TREND FOR MILK PRODUCTION IN MURRAH BUFFALOES BY BAYESIAN INFERENCE

ABSTRACT: This study aimed to estimate genetic parameters and trends for milk yield in Murrah buffaloes born from 1975 to 2001. Variance components, genetic parameters and breeding values were

Aprovado para publicação em 18.06.08

² Médica Veterinária, M. Sc., Professora Assistente da UFRA/ISPA

³ Zootecnista, D. Sc., Professor da UFRA/ISPA. E-mail: araujocv@bol.com.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, D. Sc., Professor da Universidade Estadual Paulista UNESP/Botucatu.

⁵ Engenheira Agrônoma, D. Sc., Professora da UFRA/ICA

⁶ Engenheira Agrônoma, M. Sc., Professora da UFRA/ISPA.

⁷ Zootecnista, PhD, Pesquisador Embrapa Amazônia Oriental

⁸ Médica Veterinária, D Sc.; Professora Titular da Universidade Paranaense/UNIPAR

obtained using the Bayesian inference by Gibbs sampling. Genetic trends were estimated by regression of breeding values in the first year of production. Heritability and repeatability estimates were 0.39 and 0.46, respectively. The genetic trend was equal to -3,62 kg/year. Despite the high genetic variability identified in the population, this variability has been inappropriately utilized in the animal selection process of the evaluated herds.

INDEX TERMS: Buffaloes, Heritability, Selection

1 INTRODUÇÃO

O búfalo teve a sua formação nos continentes Asiático e Africano, e se difundiu, praticamente, para os demais continentes. Os bubalinos, no Brasil, vêm sendo criados há algumas décadas e, segundo Malhado (2005), no país existem atualmente distribuídos em todos os estados, cerca de 2,8 milhões de exemplares desta espécie.

Dada as características de sua pele, mais grossa, de pelagem negra e com menor quantidade de glândulas sudoríparas, principalmente em climas mais quentes, deve-se evitar a ocorrência de "stress térmico", fornecendo aos animais sombreamento e/ou água para banho, a fim de evitar comprometimento na produção leiteira, no desenvolvimento e mesmo na fertilidade do rebanho. Desta forma, os búfalos encontram na Amazônia o seu habitat ideal, sendo excelentes produtores de carne, leite e trabalho, sendo considerados animais ecológicos, produzindo e reproduzindo nas áreas adversas e ociosas de pastagens nativas e terra inundável, onde os bovinos mal conseguem sobreviver (MARQUES, 1998).

A produção de leite de búfalas é uma atividade que tem apresentado bons resultados, sendo considerada uma alternativa para a melhoria socioeconômica do setor agrícola por meio da transformação e comercialização dos seus derivados. O estado do Pará é um dos maiores importadores de leite em pó do Brasil. O consumo de leite "per capita" é de apenas 60 g/dia, quando a Organização Mundial da Saúde recomenda 400g/dia (CARVALHO; LOURENÇO JÚNIOR, 2001). Esta situação reflete a necessidade de alternativas para exploração da pecuária leiteira no Norte do Brasil.

No Brasil, a demanda e a exigência crescentes têm forçado produtores e pesquisadores buscarem eficiência na produção de leite, utilizando melhor os recursos de produção. As pesquisas com esses animais como produtores de leite vêm ganhando força, porém, muitos estudos ainda necessitam ser realizados. Por razões relacionadas à grande demanda de subprodutos obtidos com o leite de búfalas, é crescente o interesse por informações técnico-científicas sobre a espécie.

Comparados aos bovinos, programas de melhoramento em búfalos são mais recentes e específicos em determinadas regiões e

conseqüentemente há menor número de pesquisas em melhoramento genético.

Este estudo foi realizado para estimar parâmetros genéticos e avaliar a tendência genética para a produção de leite em bubalinos da raça Murrah criados no Brasil.

2 MATERIALE MÉTODOS

Utilizaram-se 2061 registros de produção de leite, referentes a produções de 532 fêmeas, predominantemente da raça Murrah, filhas de 44 reprodutores, em 5 rebanhos localizados nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste, cujos partos ocorreram entre os anos de 1975 e 2001. Os registros foram provenientes do

Programa de Melhoramento Genético dos Bubalinos (PROMEBUL, 2004) com a adição de registros provenientes do rebanho da EMBRAPA Amazônia Oriental -EAO, localizada em Belém, Pará. O número de classes rebanho-ano de parto foi igual a 57 e a idade da fêmea ao parto analisada variou de 24 a 192 meses de idade.

Foi gerado, também, um arquivo de “pedigree”, utilizado em todas as análises, contendo a identificação de animal, pai e mãe, resultando em 3.676 indivíduos diferentes identificados na matriz de numeradores de coeficientes parentesco (NRM).

A análise utilizada na obtenção dos componentes de variância, bem como dos valores genéticos dos animais, foi obtida por meio do seguinte modelo:

$$y = X\beta + Z_a a + Z_p p + e ,$$

em que:

- y** é um vetor $n \times 1$, de n observações de produção de leite;
- X** é uma matriz $n \times f$, de incidência de f níveis dos efeitos fixos;
- β** é um vetor $f \times 1$, de efeitos fixos referentes às classes de rebanho -ano, mês no parto e grupo genético dos animais;
- Z_a** é uma matriz $n \times N$, de incidência dos valores genéticos;
- a** é um vetor $N \times 1$, de valores genéticos dos animais ;
- Z_p** é uma matriz $n \times N$, de incidência dos efeitos permanentes de meio ambiente sobre os animais;
- p** é um vetor $N \times 1$, de valores referentes ao efeito permanente de meio ambiente sobre os animais ; e
- e** é um vetor de resíduos da mesma dimensão de y .

sendo:

- N número de indivíduos;
- N número total de observações; e
- F número de classes de efeitos fixos;

As pressuposições acerca da distribuição dos vetores **y**, **a**, **p** e **e** podem ser descritas como:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{a} \\ \mathbf{p} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} \sim \left\{ \begin{bmatrix} \mathbf{X}\beta \\ \phi \\ \phi \\ \phi \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \mathbf{Z}_a \mathbf{G} \mathbf{Z}_a' + \mathbf{Z}_p \mathbf{P} \mathbf{Z}_p' + \mathbf{R} & \mathbf{Z}_a \mathbf{G} & \mathbf{Z}_p \mathbf{P} & \mathbf{R} \\ & \mathbf{G} & \phi & \phi \\ & \mathbf{P} \mathbf{Z}_p' & \phi & \mathbf{P} & \phi \\ & \mathbf{R} & \phi & \phi & \mathbf{R} \end{bmatrix} \right\}$$

em que:

$$\mathbf{G} = \mathbf{A} \sigma_a^2, \quad \mathbf{P} = \mathbf{I}_N \sigma_p^2 \quad \text{e} \quad \mathbf{R} = \mathbf{I}_n \sigma_e^2,$$

sendo:

- A** Matriz de numerador do coeficiente de parentesco entre os indivíduos, de ordem igual ao número de indivíduos (N);
- σ_a^2 Variância genética aditiva para produção de leite;
- \mathbf{I}_N Matriz identidade, de ordem N;
- σ_p^2 Variância referente ao efeito de ambiente permanente sobre o animal, na produção de leite;
- \mathbf{I}_n Matriz identidade, de ordem n; e
- σ_e^2 Variância residual para a característica.

Assumindo-se que a distribuição condicional dos dados y , dado b e a , é normal multivariada:

$$y | b, a, p, \sigma_e^2 \sim N(Xb + Za + Zp, I\sigma_e^2)$$

em que I é uma matriz identidade e σ_e^2 é a variância residual, então a função de verossimilhança é dada por:

$$p(y | \beta, a, p, \sigma_e^2) \propto (2\pi\sigma_e^2)^{-n/2} \exp\left[-\frac{(y - X\beta - Za - Zp)'(y - X\beta - Za - Zp)}{2\sigma_e^2}\right]$$

$$p(b) \propto \text{constante}$$

Densidade *a priori* plana foi assumida para os elementos de b , por refletir a falta de conhecimento sobre os parâmetros de locação de efeitos “fixos”.

Para os valores genéticos, foram assumida distribuições *a priori* normal multivariada:

$$p(a | A\alpha_a^2) = (2\pi\sigma_a^2)^{-q/2} |A|^{-1/2} \exp\left[-\frac{a' A^{-1} a}{2\sigma_a^2}\right]$$

em que A é a matriz de parentesco e σ_a^2 a variância genética aditiva na população base, assumindo-se que a produção de leite é controlada por número infinito de locos não epistáticos, com efeitos de dominância desprezíveis e que a população base estava em equilíbrio Hardy-Weinberg e em equilíbrio de ligação”.

Distribuições qui-quadrado invertida forma assumidas para as variâncias genética aditiva (σ_i^2), ambiente permanente (σ_p^2) e ambiente temporário (σ_e^2):

$$p(\sigma_i^2 | v_i, S_i^2) \propto (\sigma_i^2)^{-\left[\frac{v_i}{2}+1\right]} \exp\left[-\frac{v_i S_i^2}{2\sigma_i^2}\right]; \text{ para } i = a, e;$$

em que v_i é o parâmetro que indica os graus de liberdade da distribuição e S_i^2 é o parâmetro de escala para a densidade “a priori” (i).

A densidade posterior conjunta, tomada como o produto das densidades condicionais *a priori*, além da função de verossimilhança, tem a seguinte forma:

$$p(b, a, \sigma_a^2, \sigma_p^2, \sigma_e^2 | y) \propto p(b, a, \sigma_a^2, \sigma_p^2, \sigma_e^2) p(y | b, a, \sigma_a^2, \sigma_p^2, \sigma_e^2) \\ = p(b) p(a | \sigma_a^2) p(\sigma_a^2) p(p | \sigma_p^2) p(\sigma_p^2) p(\sigma_e^2) p(y | b, a, \sigma_a^2, \sigma_p^2, \sigma_e^2)$$

Como a matriz de parentesco entre os indivíduos "A" é conhecida e tomando as densidades em termos de proporcionalidade, desprezando-se os termos constantes, tem-se:

$$\begin{aligned}
 p(b, a, \sigma_a^2, \sigma_e^2 | y) &\propto (s_a^2)^{-g/2} \exp\left[-\frac{a'A^{-1}a}{2\sigma_a^2}\right] * (\sigma_a^2)^{-\left[\frac{v_a}{2}-1\right]} \exp\left[-\frac{v_a S_a^2}{2\sigma_a^2}\right] * \\
 (\sigma_p^2)^{-g/2} \exp\left[-\frac{p'P^{-1}p}{2\sigma_p^2}\right] * (s_p^2)^{-\left[\frac{v_p}{2}-1\right]} \exp\left[-\frac{v_p S_p^2}{2\sigma_p^2}\right] * \\
 (\sigma_e^2)^{-\left[\frac{v_e}{2}+1\right]} \exp\left[-\frac{v_e S_e^2}{2\sigma_e^2}\right] * (\sigma_e^2)^{-n/2} \exp\left[-\frac{(y-Xb-Za)'(y-Xb-Za)}{2\sigma_e^2}\right] \\
 &= (\sigma_a^2)^{-\left[\frac{g+v_a}{2}+1\right]} \exp\left[-\frac{a'A^{-1}a + v_a S_a^2}{2\sigma_a^2}\right] * \\
 (\sigma_e^2)^{-\left[\frac{n+v_e}{2}+1\right]} \exp\left[-\frac{y-Xb-Za)'(y-Xb-Za) + v_e S_e^2}{2\sigma_e^2}\right]
 \end{aligned}$$

Foi utilizado o aplicativo MTGSAM (VAN TASSEL; VAN VLECK, 1995), empregando 100 rounds de Gauss-Seidel, para iniciar a cadeia, com critério de convergência para a variância do simplex de 10^{-3} . Foi estipulado 200000 rounds para o período de aquecimento (Burn In) em um total de 1200000 rounds da cadeia completa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Média e desvio-padrão estimados foram iguais a $1885,48 \pm 677,98$, respectivamente. O coeficiente de variação foi a igual a 35,95%.

Diversos estudos realizados na Índia relataram médias de produção de leite variando de 1131,00 kg (BASU; GHAI, 1978) a 2544,58 kg (MATHUR; MATHUR, 1992), para animais de diferentes raças. Em estudo mais recente, Trivini et al. (2001) observaram, em registros de 1164 animais da raça Murrah, a produção média de

1627 ± 24 kg. Na Itália, Rosati e Van Vleck (2002) encontraram uma estimativa média da produção de leite em uma população de búfalos de rio igual a $2286,8 \pm 492,1$ kg.

Médias e desvios-padrão em cada mês de parto são exibidos na Figura 1. Observa-se maior número de lactações ocorrendo no primeiro semestre, com maiores produções de leite ocorrendo entre os meses de julho a janeiro.

De modo geral, maiores produções e aumento da fertilidade dos rebanhos estão associados à disponibilidade de quantidade de matéria seca, e conseqüentemente, de nutrientes disponibilizados pelas forrageiras. O comportamento não muito claro de estacionalidade presente no trabalho, deve-se à origem de rebanhos em diferentes regiões, com diferenças entre componentes climáticos.

As médias posteriores para os componentes de variância dos efeitos genético aditivo, ambiente permanente e ambiente temporário, podem ser observados na Tabela 1.

As razões entre médias posteriores dos componentes de variância dos efeitos genéticos aditivo, ambiente permanente e ambiente temporário com a média posterior do componente de variância fenotípica, ou seja, herdabilidade, parâmetro ambiental permanente e ambiental temporário, respectivamente, podem ser observados na Tabela 2. A estimativa de herdabilidade igual a 0,39 revela boa resposta no processo de seleção para aumento da produção de leite nos rebanhos avaliados, sendo esta estimativa maior do que os valores observados na literatura. Sharma e Singh (1988), estimaram a herdabilidade para a produção de leite na primeira lactação igual a 0,29. As estimativas obtidas por Rosati e Van Vleck (1998) e Tonhati e Vasconcelos (1998) foram 0,14 e 0,25, respectivamente. No Brasil, com a raça Murrah, Malhado (2007) estimou herdabilidade de 0,20 para a produção de leite.

A repetibilidade neste estudo foi estimada igual a 0,48, revelando que a seleção de animais com informação da produção em poucas lactações pode ser utilizada com considerável acurácia. Na Índia, Gogoi, Johar e Singh (1985), trabalhando com lactações de 332 animais Murrah, encontraram estimativa de repetibilidade para a produção de leite igual a $0,56 \pm 0,15$. Na mesma raça, Umrikar e Deshpande (1985) e Gurnani, Nagarcenkar e Gupta (1976) relataram estimativas de $0,35 \pm 0,02$ e $0,44 \pm 0,06$ e 0,26, respectivamente. A repetibilidade estimada por Marques (1991) para produção de leite por

lactação foi de $0,456 \pm 0,048$. Tonhati e Vasconcelos (1998) encontraram resultado semelhante (0,42). Malhado et al. (2007) obtiveram repetibilidade de 0,36.

Médias com respectivos desvios-padrão, valores mínimo e máximo observados, frequência percentual de valores positivos e negativos para os valores genéticos dos reprodutores e dos animais, são demonstrados na Tabela 3.

De posse das soluções posteriores (o valor genético) da produção de leite de cada animal, com produção, regrediu-se o mesmo em função do ano em que o animal produziu pela primeira vez. Obtendo a tendência genética da produção de leite em função do ano de produção do animal (Figura 2). Observa-se decréscimo no mérito genético da população de $-3,62$ kg de produção de leite, a cada ano de produção. Por outro lado, a tendência fenotípica foi positiva, $42,72$ kg/ano, indicando que o aumento na produtividade dos animais tem forte componente ambiental (Figura 3). Assim, melhorias no manejo e nutrição proporcionaram ganhos fenotípicos, que em contrapartida mascararam perdas do ponto de vista do mérito genético dos animais. Com base nos resultados, pode-se afirmar que há grande variabilidade genética presente no rebanho, porém os critérios utilizados para a seleção de leite nos rebanhos avaliados, de forma geral, foram deficientes em promover o melhoramento genético.

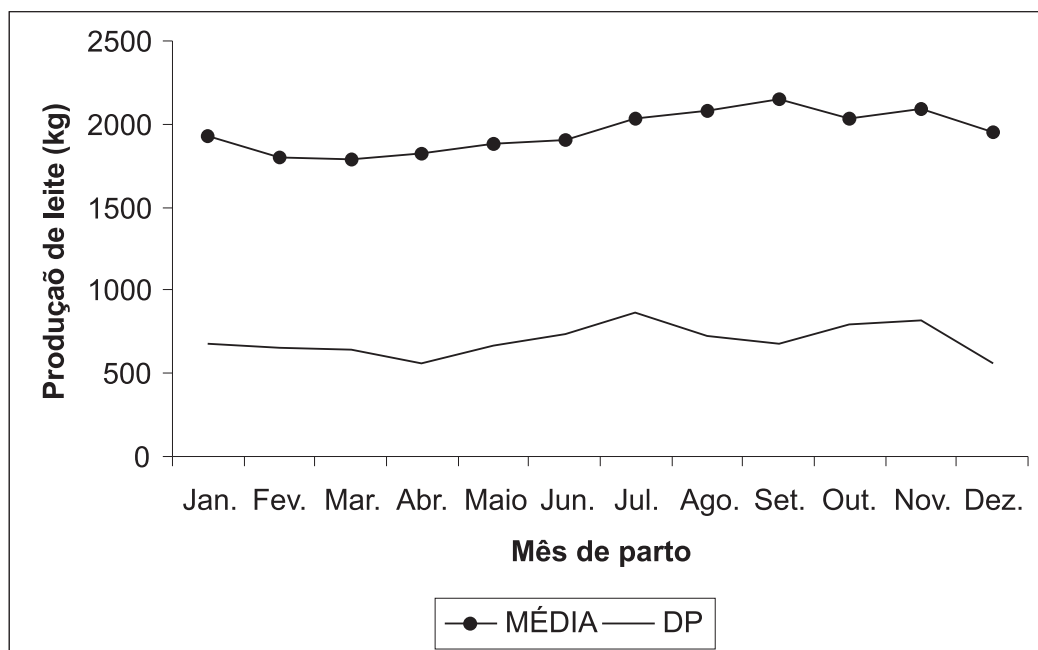


Figura 1 –Produções de leite médias e desvios-padrão em cada mês de parição

Tabela 1 - Médias posteriores para os componentes de variância genética aditiva (V_a), ambiente permanente (V_p) e ambiente temporário (V_e) para produção de leite.

V_a	80032,77
V_p	18653,52
V_e	103560,05

Tabela 2 – Valores para herdabilidade (h^2), parâmetro ambiental permanente (c^2) e parâmetro ambiental temporário (e^2).

h^2	0,39
c^2	0,09
e^2	0,51

Tabela 3 – Médias, desvios-padrão, mediana, valores mínimo e máximo, freqüência percentuais de valores positivos (Freq(+)) e negativos(Freq(-)) para os valores genéticos dos reprodutores e dos animais.

Parâmetros	Pai	Animal
Média±Desvio-padrão	-0,12±206,09	-2,08±211,31
Mediana	-0,94	-16,79
Mínimo	-528	-695,33
Máximo	494,28	870,89
Freq(+)	50,00	46,43
Freq(-)	50,00	53,57
N	44	532

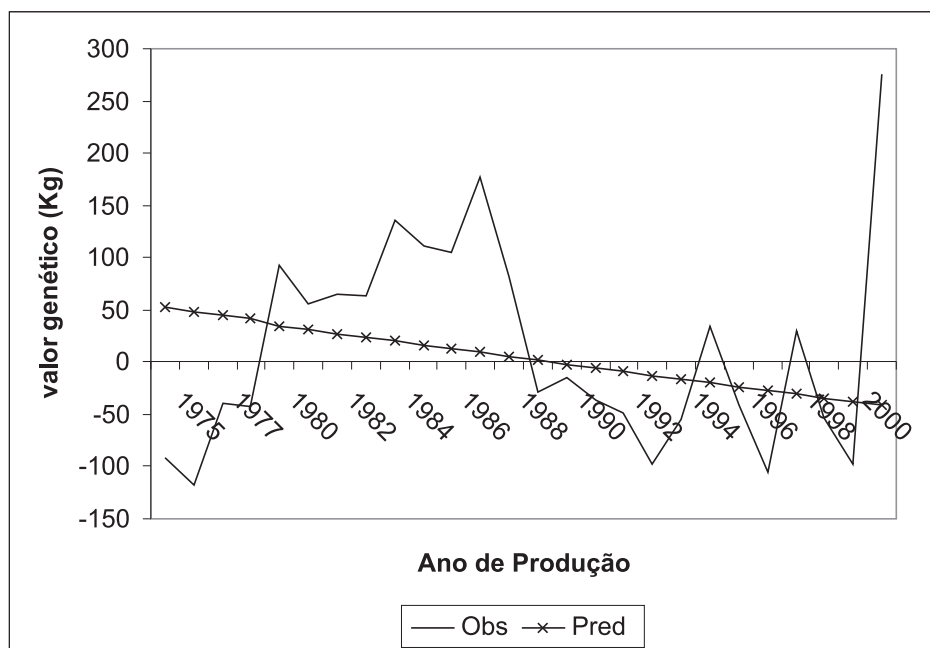


Figura 2 – Tendência genética da produção de leite em função do ano de produção dos animais

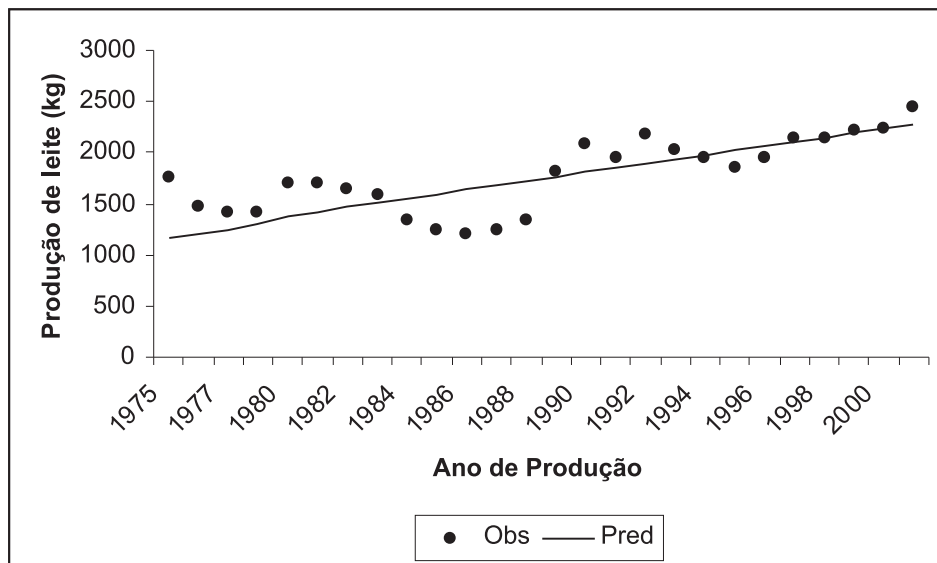


Figura 3 – Tendência fenotípica da produção de leite em função do ano de produção dos animais

4 CONCLUSÃO

O alto valor para o coeficiente de herdabilidade para a produção de leite revela que o processo de seleção nos bubalinos da raça Murrah, pode conduzir a altos ganhos genéticos, porém a tendência genética demonstra a falta de seleção mais orientada nesse sentido. A tendência genética foi negativa, indicando perda de material genético, principalmente nos anos mais recentes.

Adoção de programa de melhoramento direcionado com critérios acurados para a produção de leite se faz necessário na população de bubalinos da raça Murrah no Brasil.

REFERÊNCIAS

- BASU, S.B.; GHAI, A.S. Studies on milk production in Murrah buffaloes. *Indian Journal Animal Science*, v. 48, n. 8, p. 593-596, 1978.
- CARVALHO, L. O. D. M.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B. Produção leiteira de bubalinos como opção para a Amazônia. In: SEMINÁRIO DE ZOOTECNIA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, 1., 2001, Belém. *Produção leiteira na Amazônia: desafios e novas perspectivas*. Belém: FCAP, 2001. p.61-69.

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.

GURNANI, M.; NAGARCENKAR, R.; GUPTA, S.K. Performance in different lactations and repeatability of economic characters in Murrah buffaloes. *Indian Journal Dairy Science*, v. 29, n. 2, p. 117-122, 1976

MALHADO, C.H.M. *Análise genética e fenotípica do desenvolvimento ponderal de bubalinos de corte no Brasil*. 2005.189p. Tese (Doutorado em Genética) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

_____; RAMOS, A. A.; CARNEIRO, P. L. S.; SOUZA, J. C.; PICCININ, A. Parâmetros e tendências da produção de leite em bubalinos da raça Murrah no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.2, p.376-379, 2007.

MARQUES, J.R.F. *Avaliação genético-quantitativa de alguns grupamentos raciais de bubalinos (Bubalus bubalis, L.)*. 1991. 134p. Tese (Doutorado em Genética) - Instituto de Biociências - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1991.

_____. *Criação de búfalos*. Brasília, DF: EMBRAPA - SPI; Belém: EMBRAPA-CAPTU, 1998 141p. (Coleção Criar, 5)

MATHUR, A.K.; MATHUR, B.S.L. Murrah buffaloes in their breeding tract. *Indian Journal Animal Science*, v. 62, n. 10, p. 961-967, 1992.

PROMEUL : sumário de touros bubalinos. Botucatu : UNESP/FMVZ, 2004. 37 p. (Boletim Técnico, n. 2).

ROSATI, A.; VAN VLECK, L.D. Estimation of genetic parameters for milk, fat, protein and Mozzarella cheese production for the Italian river buffalo *Bubalus bubalis* population. *Livestock Production Science*, v. 74, n. 2, p. 185-190, 2002.

_____; _____. Estimation of genetic parameters for milk, fat, protein and mozzarella cheese production in the italian river buffalo population. In: WORLD CONGRESS ON GENETIC APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998 ,Armidale. *Proceedings...*Armidale, 1998. p.459-462.

SHARMA, R.C.; SINGH, B.P. Genetic studies no murrah buffaloes in livestock farms in Uttar Pradesh. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 2.,1988, New Delhi. *Proceedings...* New Delhi, 1988. p.128-133.

TONHATI, H.; VASCONCELLOS, B.F. Genetic aspects of productive and reproductive traits in murrah buffaloes herd in São Paulo, Brasil. In: WORLD CONGRESS ON GENETIC APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale. *Proceedings...*Armidale, 1998. p.485-488.

TRIVINI, D.; BHARAT, B; SANJEEV, K. et al. Genetic parameters of first lactation performance traits in Murrah buffaloes. *Indian Journal of Animal Sciences*, v. 71, n. 4, p. 394-395, 2001.

UMRIKAR, O.D.; DESHPANDE, K.S. Studies on lactation milk yield in murrah buffaloes. *Cheiron*, v. 14, n. 3, p.151-162, 1985.

VAN TASSELL, C. P.; VAN VLECK, L.D. *A set of fortran programs to apply gibbs sampling to animal models for variance component estimation [DRAFT]*. Washington, D.C.:Department of Agriculture. Agricultural Research Service, 1995.