

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA
PRODUÇÃO DE LEITE E SEUS CONSTITUINTES EM
BÚFALAS

Rusbel Raúl Aspilcueta Borquis
Zootecnista

JABOTICABAL - SP - BRASIL
2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA
PRODUÇÃO DE LEITE E SEUS CONSTITUINTES EM
BÚFALAS

Rusbel Raúl Aspilcueta Borquis

Orientador: **Prof. Dr. Humberto Tonhati**
Co-Orientador **Prof^a. Dr^a. Lúcia Galvão de Albuquerque**
Co-Orientador **Dr. Milthon Muñoz Berrocal**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento Animal

JABOTICABAL – SP
Fevereiro de 2008

B841e Aspilcueta Borquis, Rusbel Raúl Aspilcueta
Estimação de parâmetros genéticos para produção de leite e seus
constituintes em búfalas / Rusbel Raúl Aspilcueta Borquis – –
Jaboticabal, 2008
xi, 43 f. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008
Orientador: Humberto Tonhati
Banca examinadora: Lenira El Faro, Danisio Prado Munari
Bibliografia

1. Bubalos bubalis. 2. Características produtivas 3. Qualidade do
leite. I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias.

CDU 636.082.22:636.293

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação - Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RUSBEL RAÚL ASPILCUETA BORQUIS - nascida em 02 de dezembro 1975, na cidade de Tingo María – Perú, filho de Luis Aspilcueta e Glória Boqrui. Iniciou em março de 1999 o curso de graduação em Zootecnia na Universidad Nacional Agrária de la Selva, obtendo o título de Zootecnista em fevereiro de 2003. Em março de 2006 ingressou no Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal – SP, como bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, obtendo o grau de mestre em 26 de fevereiro de 2008, sob orientação da Prof. Dr. Humberto Tonhati.

“A pessoa que não pode viver significativamente hoje não o pode esperar levar uma vida brilhante amanhã. Não importando que grandes planos a pessoa possa fazer, se não valorizar cada momento, será o exatamente como muitos castelos no ar. Todas as causas no passado e todos os efeitos no futuro estão condensados dentro do momento presente da vida. Se melhoramos ou não o nosso estado de vida neste momento, determinar se podemos expiar as maldades que causamos desde o infinito passado e se seremos capazes de acumular a boa sorte que permanecer por toda a eternidade”.

Daisaku Ikeda.

Aos meus pais, Glória e Luis pelo amor, apoio e incentivo

Aos meus irmãos, Edith, Gustavo e Luis pela amizade

A todos meus familiares pelo apoio e incentivo

Dedico e Ofereço

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me concedeu a vida e a oportunidade para a realização de grandes sonhos.

Aos meus pais, pela educação, amor e exemplo de vida.

Aos meus tios Froilan, Dino, Carlos, Esther, pelo incentivo, apoio e incentivo e carinho nos momentos difíceis e nas decisões do caminho a ser tomado.

Aos meus irmãos, Edith, Gustavo e Luis e cunhado, José, pela amizade e ótimos momentos de convivência.

Ao Albert Gonzalo, Lucia e Valeria, meus sobrinhos, que tornou nossa família ainda mais feliz.

A minha companheira e amiga, Yari, pelo apoio incondicional e amor.

Ao professor Dr. Humberto Tonhati, pelas valiosas sugestões, orientação, amizade e exemplo de profissionalismo.

À minha co-orientadora, Dra. Lúcia Galvão de Albuquerque pela ajuda no decorrer do trabalho e pelos ensinamentos durante o período.

Ao meu co-orientador, Dr. Milthon Muñoz Berrocal pelo apoio no decorrer do trabalho e pelos ensinamentos durante o período.

Aos componentes da banca examinadora, Dr. Danísio Prado Munari e Dra. Lenira El Faro, pela disponibilidade e valiosas sugestões que contribuíram para aprimorar este trabalho.

Ao Dr. Henrique Nunes de Oliveira pelas correções e sugestões prestadas no Exame de Qualificação.

À UNESP e ao Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal, pela oportunidade de crescimento científico que me proporcionaram.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro.

À Associação Brasileira de Criadores Búfalos, pela concessão das informações utilizadas nesse trabalho.

Aos colegas de Pós-graduação, Annaiza, Leonardo, Roberta, Arione, Henry, Rafael, Fernando, Geovanny, Eduardo, Fernanda, Mônica, André, Priscilla, Beto, Marcio, Davi, Frank, Elias, Marcos, Catatau, Guilherme, Alessandro, Fábio, por me tratarem com carinho, amizade e pela imensa ajuda durante esse período..

À vocês todos, meu carinho e gratidão!

“A verdadeira medida de um homem não se vê na forma como se comporta em momentos de conforto e conveniência, mas em como se mantém em tempos de controvérsia e desafio”.

(Martin Luther King Jr.)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
Objetivos Gerais.....	2
Revisão de literatura.....	2
Referências Bibliográficas.....	6
CAPÍTULO 2- ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA PRODUÇÃO DE LIETE E PORCENTAGENS DE GORDURA E PROTEÍNA EM BÚFALAS.....	11
Introdução.....	12
Material e Métodos.....	13
Resultados e Discussão.....	16
Conclusões.....	19
Referências Bibliográficas.....	19
CAPÍTULO 3 - PARÂMETROS GENÉTICOS PARA PRODUÇÕES DE LEITE E SEUS CONSTITUINTES NO DIA DO CONTROLE E PRODUÇÕES ATÉ 305 DIAS DE LACTAÇÃO PARA BÚFALAS DA RAÇA MURRAH NO BRASIL.....	22
Introdução.....	23
Material e Métodos.....	24
Resultados e Discussão.....	26
Conclusões.....	27
Referências Bibliográficas.....	38

ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA PRODUÇÃO DE LEITE E SEUS CONSTITUINTES EM BÚFALAS

RESUMO- Conhecer a variabilidade genética aditiva de características com importância econômica é fundamental para a elaboração de programas de melhoramento genético nas espécies domésticas. Assim sendo, utilizou-se 4.757 lactações completas de búfalas da raça Murrah, obtidas no período de 1985 a 2005 para estimação de parâmetros genéticos das produções acumuladas até os 305 dias de leite (PL305), gordura (PG305), proteína (PP305) e sólidos totais (PST305), e das produções no dia do controle PLDC, PGDC, PPDC e PSTDC, respectivamente, além das porcentagens de gordura (%G) e proteína (%P). Utilizando-se o método de máxima verossimilhança restrita foram realizadas análises tricaracterísticas envolvendo PL305, %G e %P. Considerando as informações no dia do controle, analisaram-se as produções mensais de leite, gordura, proteína e sólidos totais. Os modelos matemáticos incluíram como aleatórios os efeitos genético aditivo, de ambiente permanente e o residual e, como efeitos fixos, o grupo de contemporâneos (rebanho-ano-estação de parto), número de ordenhas e idade da búfala ao parto como covariável (linear e quadrático). Os mesmos efeitos foram incluídos no modelo para ajustes da produção no dia de controle de leite, gordura, proteína e sólidos totais, sendo o efeito de grupo de contemporâneos definido por rebanho-ano-mês de controle. Nas análises tricaracterísticas, observaram-se estimativas de herdabilidade moderadas e as correlações genéticas entre a produção de leite e as porcentagens de gordura e proteína foram baixas e negativas, indicando dificuldade de seleção simultânea para estas características. As correlações genéticas entre as porcentagens de gordura e proteína foram positivas e moderadas. As estimativas de herdabilidade obtidas para as produções no dia de controle em análises bicaracterísticas oscilaram entre 0,15 e 0,24 para a produção de leite, 0,16 e 0,23 para produção de gordura, 0,13 e 0,22 para produção de proteína e 0,14 e 0,24 para produção de sólidos totais. O meio da lactação (3^o ao 6^o controle) mostrou-se o período mais herdável e altamente correlacionado com

as produções acumuladas aos 305 dias, indicando que a seleção direta para esses controles proporcionaria ganhos também para as produções aos 305 dias.

Palavras-chave: Bubalos bubalis, características produtivas, qualidade do leite

ESTIMATES OF GENETIC PARAMETERS FOR MILK AND TRAITS YIELDS OF DAIRY IN BUFFALOS

ABSTRACT- Know the variability additive of characteristics with importance economic is fundamental for elaboration of programs of improvement genetic on the species domestic. Given this, uses 4.757 lactations completed of buffaloes from race Murrah, obtained into the period of 1985 and 2005, about to valuation of genetic parameters from the yield total the 305 days the milk (Y305), fat (YF305), protein (YP305) and solid totals (YST305), and the yield milk test day (YMTD), fat (YFTD), protein (YPTD) and solid total (YSTTD), there from the percentages of fat (%F) and (%P). Considering the information test day, analyzed productions month of milk, fat, protein and solid total. Variance components were estimated by restricted likelihood method, in analyzed three-trait for Y305, %F and %P. The model mathematicians included additive genetic, environmental permanent effects as random, the fixed effect of contemporary groups, number of to milk and age of the cow at calving as linear and quadratic covariável. Contemporary groups were defined by herd-year-month of test for test day month and by herd-year-season calving for yield total. For test day and yield total estimated by analyzed one and two-trait. In analyzed three-trait, estimations of heritability moderate and genetic correlations among yield milk and percentages of fat and protein have been low and negative, indicating difficulty of selection simultaneous about to these characteristics. The genetic correlations between percentages of fat and protein have been positive and moderate. The estimative of heritability obtained about to productions in test day in analyzed two-trait oscillate between 0.115 and 0.24 for milk yield, 0.16 and 0.23 for fat yield, 0.13 and 0.22 for protein yield and 0.14 and 0.24 for solid total. The middle from lactation (3^o the 6^o month control), is higher heritability and higher genetic correlations between yield total and test day yield, indicate what selection direct for test day yield proportionate profit also about to yield total.

Keywords: buffaloes, genetic and phenotypic correlations, heritability

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

Na região Sudeste, onde a demanda por produtos lácteos de alta qualidade é grande, situa-se o mercado de queijo de búfala mais competitivo do Brasil. A produção dos bubalinos se volta quase que totalmente para a produção de leite, e esta, por sua vez, destina-se ao processamento de derivados diferenciados, principalmente, de queijo do tipo *mozzarella*.

A seleção para a produção de leite, proteína e gordura em rebanhos leiteiros tem sido baseada na produção acumulada aos 305 dias de lactação (PL305), a qual, é geralmente calculada a partir dos controles mensais.

Na maioria dos países a avaliação genética dos animais é feita por meio da produção de leite ajustada aos 305 dias de lactação (P305), a qual, é calculada por meio de fórmulas ou por meio de fatores de extensão quando a lactação é curta ou incompleta. Quando se utilizam fatores de extensão assume-se que não há variabilidade na forma da curva de lactação desses animais, eliminando alguma variação genética para a produção.

Alternativamente o uso das produções de leite no dia de controle (PLDC) têm sido usadas nas avaliações, pois, permitem uma definição mais precisa dos grupos contemporâneos (GC) e dos efeitos ambientais a elas associadas. Outras vantagens associadas às PLDC referem-se ao uso de maior número de informações de um mesmo animal com melhor ajuste para lactações de diferentes duração e a possibilidade de ajuste para as diferenças individuais na forma da curva de lactação permitindo a avaliação para persistência de lactação.

As vantagens do uso das PLDC em avaliações genéticas de bovinos leiteiros, incluem também, o aumento da confiabilidade das avaliações e a redução do intervalo de gerações. Desta forma, os modelos que usam as PLDC denominados “test-day models” constituem um potencial metodológico para a melhoria nos sistemas de avaliação genética de bubalinos de leite.

Objetivos Gerais

O presente projeto teve como principal objetivo verificar a existência de variação genética para as características produção de leite, gordura, proteína e sólidos totais ao longo da lactação, por meio do modelo do dia do controle (Test-day-model), assim como, estudar suas correlações com vistas a auxiliar os programas de melhoramento genético para bufalinos leiteiros.

Revisão de Literatura

A espécie bubalina (*Bubalus bubalis*) obteve destaque no decorrer da última década por apresentar, em algumas ocasiões, taxas de crescimento populacional superior as da espécie bovina, sinalizando sua relevância no cenário da pecuária nacional. Segundo o Anualpec (2006) a população brasileira de búfalos se encontra estável. Entretanto, o número de animais na região Norte do país se mantém em expansão.

Na região Sudeste, a bubalinocultura se volta quase que totalmente para a produção de leite, e esta, por sua vez, destina-se ao processamento de derivados diferenciados, principalmente, de queijo de alta qualidade do tipo *mozzarella*. Depois de elaborado, o queijo é direcionado a restaurantes sofisticados e redes de supermercados exigentes dos grandes centros comerciais, bem como, a eminente possibilidade de exportação de *mozzarella*. Por esta razão, pode-se considerar a região Sudeste como o mercado de queijo de búfala mais competitivo do Brasil, proporcionando benefícios aos consumidores desta região na aquisição do produto.

Segundo CATILLO et al. (2002), mesmo não havendo um sistema de quota de produção para o leite de búfala na Itália, como ocorre no caso do leite bovino, houve um aumento na relevância econômica do búfalo devido à elevada demanda de queijo *mozzarella*, o que, fez com que o preço do leite de búfala se mantivesse duas vezes mais alto do que o do leite bovino. No Brasil, FARIA et al. (2002) consideraram que o produtor de leite bubalino poderia receber quase o triplo do valor pago ao leite bovino

com padrão industrial. Todavia, deve-se salientar que o mercado do leite de búfala é distinto do leite bovino. Este último é caracterizado por premiar a escala de produção, além de, em alguns casos, contemplar aspectos de qualidade do leite (composição e sanidade). Segundo estatísticas do CNPGL, 33% da produção de leite bovino em 2002 foi destinada à produção de queijos, enquanto que 52% foi destinada à produção de leite fluido (leite longa vida, em pó, pasteurizado ou cru). Observa-se que, nos últimos anos ocorreu uma recuperação do valor de mercado do leite bovino. Apesar de o principal destino do leite de búfala ser a produção de *mozzarella*, o preço do leite de bubalinos tem como único critério o seu volume.

A ausência de bonificação para os componentes do leite, somada à aplicação de práticas de seleção empíricas, pode levar a ganhos genéticos menores, ou mesmo inexistentes para as características ligadas à qualidade do leite. Segundo DUARTE et al. (2001), a adoção de uma política de pagamento diferenciado ao produtor que apresente leite com maiores porcentagens de gordura e proteína poderia estimular os bubalinocultores e, com isso, intensificar a seleção daqueles animais que produzam uma adequada porcentagem desses constituintes.

Os produtos lácteos são, até hoje, uns dos mais importantes alimentos para o consumo humano em muitos países do mundo. Como resultado, os produtores leiteiros e a comunidade científica mundial têm trabalhado juntos para melhorar a eficiência da produção de leite por meio da genética, alimentação, saúde, entre outras (WILMINK, 1988).

A rica composição dos constituintes do leite de búfala proporciona certas particularidades na produção, como o maior rendimento e qualidade dos seus derivados. Estudos mostram que, em geral, a porcentagem dos constituintes do leite de búfala varia de 6,22 a 8,89% e de 4,05 a 4,90%, para gordura e proteína, respectivamente (DUBEY et al., 1997; ROSATI e VAN VLECK, 2002; CERÓN-MUÑOZ et al., 2002; SENO et al., 2004). TONHATI et al. (2000), estudando rebanhos brasileiros, observaram as médias e os desvios-padrão de $1259,47 \pm 523,09$ kg, $6,87 \pm 0,88$ e $3,91 \pm 0,61$, respectivamente, para a produção de leite, e as porcentagens de gordura e proteína. Na Itália, ROSATI e VAN VLECK (2002) obtiveram, para as

mesmas características, os valores de $2.286,8 \pm 492,1$ kg, $8,59 \pm 0,85\%$ e $4,55 \pm 0,28\%$, respectivamente.

O objetivo do melhoramento genético dos rebanhos é maximizar o mérito econômico (GIBSON, 1989). Nos programas de seleção orientados economicamente, as características a serem melhoradas constituem o objetivo de seleção, também conhecido como valor agregado, definido por HAZEL (1943) como a somatória dos valores genéticos aditivos das diferentes características, ponderados pelos seus respectivos valores econômicos.

Com base na importância econômica da produção de leite e seus constituintes torna-se indispensável utilizar modelos estatísticos para avaliar geneticamente os indivíduos de uma população leiteira. Com isto, tem se desenvolvido novos modelos estatísticos para esse tipo de análise, dentre os quais, podemos citar os denominados "Test-day models" (TDM). A proposta é a utilização da produção de leite no dia do controle (PLDC) nas análises, que é definida como a somatória de todas as pesagens de leite de uma vaca durante o período de 24 horas, em substituição aos modelos tradicionais para produção total acumulada (305 dias). Os TDM são definidos como um procedimento estatístico em que se consideram todos os efeitos genéticos e ambientais relacionados a cada PLDC.

Uma das qualidades dos modelos de TDM é que não há necessidade de estender a lactação por meio de fatores de ajustamento para animais que não atingiram 305 dias de lactação. Além disso, o uso da PLDC para a avaliação genética dos animais permite quantificar fatores específicos de cada dia de controle, os quais mudam não somente de animal para animal, mas também de um controle para outro, o que não é possível com um modelo tradicional de produção aos 305 dias. Os modelos para PLDC podem considerar o efeito do número de dias em produção, o efeito peculiar do dia do controle, número de ordenhas, a duração do período seco anterior, estágio da lactação e doenças (FERREIRA et al., 2003).

Este modelo utiliza a produção em cada dia de controle como uma característica diferente (PTAK e SCHAEFFER, 1993; REENTS et al., 1994). O PLDC mais simples é o modelo de repetibilidade, que assume estrutura uni-característica com covariâncias

homogêneas entre todos os controles e correlações genéticas entre eles iguais à unidade (EL FARO e ALBUQUERQUE, 2003).

Segundo PTAK e SCHAEFFER (1993), os modelos de PLDC apresentam nítidas vantagens sobre o modelo tradicional de análises da produção total na lactação. Os modelos de PLDC permitem quantificar fatores específicos de cada controle, além de controlar o efeito de ambiente com maior precisão. Para a utilização da PLDC na seleção dos animais, em substituição da PL305, devem-se obter as estimativas de herdabilidade para a PLDC e as correlações genéticas entre as PLDC e a PL305. Desta forma, as PLDC que apresentarem maiores valores de estimativas de herdabilidade e correlações genéticas positivas e altas com a P305 seriam as preferidas no processo de seleção (EL FARO, 2002).

A adoção das PLDC, usando TDM em programas de seleção de gado leiteiro pode proporcionar uma antecipação do processo seletivo, permitindo a redução do intervalo de gerações e em consequência, maiores ganhos genéticos SWALVE (2000); NICHOLAS e SMITH (1983).

Os “test-day” de dimensão finita são implementados em análises multi-características, considerando os controles realizados ao longo da lactação como características diferentes (WIGGANS e GODDARD, 1997). No entanto, este tipo de análise apresenta limitações devido ao elevado número de parâmetros a serem estimados, principalmente, quando são analisadas as produções de leite (PL), gordura (G), proteína (P) e contagem de células somáticas (CCS) ao longo da lactação (TIJANI et al., 1999; HAILE-MARIAM; 2001; MRODE e SWANSON, 2002).

Resultados obtidos com a utilização de TDM em bovinos leiteiros têm indicado que a seleção baseada em controles parciais deveria ser praticada para 4º ou 5º controle, pois o meio da lactação tem se mostrado mais herdável que as demais fases (GADINI, 1997; JAMROZIK e SCHAEFFER, 1997). A herdabilidade da produção no dia do controle tem sido a mesma ou ligeiramente mais baixa que a da produção em 305 dias (MEYER et al., 1989; DANELL, 1982; MACHADO, 1997). Além disso, as correlações entre as PLDC e PL305 são de médias a altas, variando de 0,30 a 1,00 (KEOWN e VAN VLECK, 1971; ALI e SCHAEFFER, 1987; FERREIRA, 2003).

BIGNARDI, 2006 reportou maior herdabilidade para produção de leite em bovinos no terceiro mês de lactação, as correlações genéticas entre os controles variaram de 0,30 – 1,00. As correlações genéticas para produção de leite, gordura e proteína em bovinos variam de 0,54 a 0,99, 0,43 a 0,99 e de 0,43 a 0,99, respectivamente, sendo menores a correlação genética entre os controles para a gordura SILVESTRE et al., 2005).

Referências Bibliográficas

ALI, T.E.; SCHAEFFER, L.R. Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v.67, n.3, p.637-644, 1987.

ANUALPEC: **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2006. 304 p.

BIGNARDI, A. B. **Estimação de parâmetros genéticos para produção de leite de primeiras lactações de vacas da raça Holandesa usando modelos de dimensão infinita**. 2006. 48p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

CATILLO, G.; MACCIOTTA, N. P. P.; CARRETTA, A.; CAPPIO-BORLINO, A. Effects of age and calving season on lactation curves of milk production traits in Italian Water Buffaloes. **Journal Dairy Science**, v. 85, p. 1298-1306, 2002.

CERÓN-MUÑOZ, M.; TONHATI, H.; DUARTE, J.; OLIVEIRA, J.; MUÑOZ-BERROCAL, M.; JURADO-GÁMEZ, H. Factors affecting somatic cell counts and their relations with milk and milk constituent yield in Buffaloes. **Journal Dairy Science**, v. 85, p. 2885-2889, 2002.

DANELL, B. Studies on lactation yield and individual test day yields of Swedish dairy cows. II. Estimates of genetic and phenotypic parameters. **Acta Agriculture Scandinavia**, v.32, n.1, p.83-91, 1982.

- DUARTE, J. M. C.; TONHATI, H.; CERON-MUÑOZ, M. F.; MUÑOZ-BERROCAL, M.; CANAES, T. S. Efeitos ambientais sobre a produção no dia do controle e características físico-químicas do leite em um rebanho bubalino no estado de São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, v. 56, n. 322, p. 17-20, 2001.
- DUBEY, P. C.; SUMAN, C. L.; SANYAL, M. K.; PANDEY, H. S.; SAXENA, M. M.; YADAV, P. L. Factors affecting composition of milk of buffaloes. **Indian Journal of Animal Sciences**, v. 67 (09), p. 802-804, 1997.
- EL FARO, L. **Estimação de componentes de (co) variância para produção de leite no dia do controle de primeiras lactações de vacas Caracu, aplicando-se “Test-Day Models” de dimensão finita e modelos de regressão aleatória**. 2002. 102p. Tese de Doutorado – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.
- EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimação de parâmetros genéticos para produção de leite no dia do controle e produção acumulada até 305 dias, para as primeiras lactações de vacas da raça Caracu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.284-264, 2003.
- FARIA, M. H.; TONHATI, H.; CERON-MUÑOZ, M. F.; DUARTE, J. M. C.; VASCONCELLOS, B. F. Características físico-químicas do leite de búfalas ao longo da lactação. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, v. 57, n. 324, p. 3-7, 2002.
- FERREIRA, W.J. **Parâmetros genéticos para produção de leite no dia do controle de vacas da raça Holandesa**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 103p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- FERREIRA, W. J.; TEIXEIRA, N. M., EUCLYDES, R. F.; VERNEQUE, R. S.; LOPES, P. S.; TORRES, R. A.; WENCESLAU, A. A.; DA SILVA, M. V.; MAGALHÃES, M. N.; Avaliação genética de bovinos da raça holandesa usando a produção de leite no do controle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.295-303, 2003.
- GADINI, C. H. **Genetic evaluation of test day production traits and somatic cell score**. Lincoln: University of Nebraska, 1997. 91p. Thesis (PhD) – University of Nebraska, 1997.

GIBSON, J. P. Economic weights and index selection of milk production traits when multiple production quotas apply. **Animal Production**, v. 49, p. 171-181, 1989.

HAZEL, L. N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, v. 28, p. 476-490, 1943.

HAILE-MARIAM, M., GODDARD, M.E., BOWMAN, P.J. Estimates of genetic parameters for daily somatic cell count of australian dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. V 84, p.1255-1264, 2001.

JAMROZIK, J. SCHAEFFER, L. R. Estimates of genetic parameters for a test-day model with random regressions for yield traits of first lactation Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 762-770, 1997.

KEOWN, J. F.; VAN VLECK, L. D. Selection on test day fat percentage and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.54, n.2, p.199-203, 1971.

MACHADO, S. G. **Parâmetros genéticos e de ambiente da produção de leite no dia do controle da primeira lactação de vacas da raça Holandesa**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1997. 76p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 1997.

MEYER, K.; GRASER, H.; HAMMOND, K. Estimates of genetic parameters for first lactation test day production of Australian black and white cows. **Livestock Production Science**, v.21, n.3, p.177-199, 1989.

MRODE, R.A., AND SWANSON, G.J.T. 2000. Estimation of genetic parameters for somatic cell count in the first three lactations using random regression. **Livestock Production Science**,., On line, 28 de outubro de 2002.

NICHOLAS, F.; SMITH C. Increased rate of genetic change in dairy cattle by embryo-transfer and splitting. **Animal Production** vol. 36, p. 341-353, 1983.

PTAK, E.; SCHAEFFER, L.R. Use of test day yields for genetic evaluation of dairy sires and cows. **Livestock Production Science**, v.34, p.23-34, 1993.

REENTS; DEKKERS, J.; SCHAEFFER L. Genetic parameters of test day somatic cell counts and productions traits. IN: World congress of genetics to livestock production, 5, 1994, Canada. **Proceeding ...** Guelph: University of Guelph.Canada, 1994, p. 120-122.

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, p. 185-190, 2002.

SENO, L. O.; TONHATI, H.; DUARTE, J. M. C.; BRUNELI, F. A. T.; CANAES, T. S.; LIMA, A. L. F.; CHABARIBERI, R. L.; MUNARI, D. P. Caracterização dos efeitos ambientais para os constituintes do leite de búfalas em rebanhos do Vale do Ribeira – São Paulo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

SILVESTRE, A. M.; PETIM-BATISTA, F.; COLAÇO, J. Genetic parameter estimates of Portuguese dairy cows for milk, fat and protein using a spline test-day model. **Journal of Dairy Science** v, 88 p.1225-1230, 2005.

SWALVE, H. Theoretical basic and computational methods for different test-day genetic evaluations methods. **Journal of Dairy Science**, v. 83 p.1115-1124, 2000.

TIJANI, A , WIGGANS, G. R., VAN TASSELL, C. P., PHILPOT, J. C., GENGLER, N., 1999 Use of (co) variance functions to describe (co) variance for test day yield. **Journal of Dairy Science**. V. 82 (jan). On line. Acesso, Outubro, 25, 2002.

TONHATI, H.; CERON-MUÑOZ, M. F.; OLIVEIRA, J. A; DUARTE, J. M. C.; FURTADO, T. P.; TSEIMAZIDES, S. P. Parâmetros genéticos para a produção de leite, gordura e proteína em búfalos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2051-2056, 2000. Suplemente, 1.

WIGGANS, G. R., GODDARD, M. E. A computationally feasible test day model for genetic evaluation of yields traits in the United States. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p.1795-1800, 1997.

WILMINK, J. B. M. Selection on fat and protein to maximise profit in dairy herds. **Livestock Production Science**, v. 20, 299-316, 1988.

CAPÍTULO 2- ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA PRODUÇÃO DE LEITE E PORCENTAGENS DE GORDURA E PROTEÍNA EM BÚFALAS.

Estimação de Parâmetros Genéticos Para Produção de Leite e Porcentagens de Gordura e proteína em Búfalas

RESUMO: No presente estudo foram estimados os parâmetros genéticos para a produção de leite acumulada aos 305 dias de lactação (PL305) e a porcentagem de gordura (%G) e proteína (%P) no leite de búfalas. Foram utilizadas 4.757 lactações de búfalos, com partos entre 1995 e 2005. Os grupos de contemporâneos foram definidos como rebanho, ano e estação do parto. Aplicou-se a restrição que cada grupo deveria conter, no mínimo, quatro observações. As características foram analisadas por meio de um modelo animal em análises tri-características. O modelo incluiu como efeitos aleatórios, o genético aditivo, de ambiente permanente e o residual e como efeitos fixos, o grupo de contemporâneos, o número de ordenhas e a idade da búfala ao parto como covariável (efeito linear e quadrático). Os componentes de variância foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita. As médias e desvios-padrão observados foram $1.813,15 \pm 697,40$ kg, $6,85 \pm 1,01\%$ e $4,26 \pm 0,29\%$ para PLT, %G e %P, respectivamente. As estimativas dos coeficientes de herdabilidade para estas características foram de 0,25, 0,18 e 0,31, respectivamente. Observaram-se associações entre as características estudadas, sendo as correlações genéticas iguais a $-0,16$ (PL305 e %G), $-0,24$ (PL305 e %P) e $0,53$ (%G e %P) e as fenotípicas iguais a $-0,29$, $-0,31$ e $0,48$, respectivamente. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que é possível incrementar a produção e a qualidade do leite por meio da seleção. As estimativas de correlações genéticas negativas obtidas entre a produção de leite e seus constituintes, apesar de serem baixas, podem dificultar a seleção simultânea para estas características.

Introdução

Em razão da gordura e da proteína serem os componentes do leite de maior valor econômico para os laticínios (MADALENA, 1986), o sistema de pagamento deveria remunerá-los adequadamente como vem sendo feito há mais de duas décadas nos países mais desenvolvidos, onde, inclusive, muitas vezes em baixos teores, provocam desconto no preço do leite, em decorrência dos maiores custos de transporte e processamento (PEARSON e MILLER, 1981).

Os preços e custos dos componentes do leite determinam seu valor econômico, o qual, é necessário para a elaboração de índices de seleção combinando os componentes de forma a maximizar o ganho genético econômico. Avaliações dos valores econômicos dos componentes do leite de vaca na América do Norte, Europa e Oceania têm indicado valor muito baixo ou negativo para o veículo (leite sem gordura e proteína) e valor maior para a proteína, seguida da gordura (STEVERINK et al., 1994; VISCHER et al., 1994; PIETERS et al., 1997; DEKEERS e GIBSON, 1998; MONARDES, 1998; SENO et al., 2006).

Os búfalos tornaram-se uma boa opção para produção de leite em função dos altos teores de gordura, proteína e sólidos totais, o que, permite maior rendimento na fabricação de produtos lácteos, especialmente, na elaboração do queijo “Mozzarella”, além de conferir-lhe excepcional qualidade. Médias de produção de leite de búfalas relatadas em diferentes estudos, variam de 796,03 a 2.544,58 kg com porcentagem de gordura entre 6,41 e 8,50 e de proteína entre 3,46 e 4,55 (SINGH et al., 1979; RAGAB et al., 1984; HATWOR e CHAWLA, 1988; DE FRANCICIS e DI PALO, 1994; VERRUMA e SALGADO, 1994; SPANGHERO e SUSMEL, 1996; SHARMA e SINGH 1998; ROSATI e VAN VLECK, 2002; TONHATI e CERÓN-MUÑOZ, 2002; DUARTE et al. 2004; HURTADO-LUGO, 2006; MALHADO et al., 2007).

As estimativas de herdabilidade para a produção de leite acumulada até 305 dias, encontradas por vários pesquisadores para búfalas, têm sido medianas, variando de 0,14 a 0,24 (TONHATI et al., 2000a; ROSATI e VAN VLECK, 2002; HURTADO-LUGO

et al., 2006; MALHADO et al., 2007). Estimativas para os constituintes de leite de búfalas são pouco freqüentes. Para a porcentagem de gordura e proteína TONHATI et al. (2000a) encontraram estimativas de 0,21 e 0,26 respectivamente e ROSATI e VAN VLECK, (2002) foram de 0,29 e 0,12 respectivamente.

As correlações genéticas e fenotípicas, observadas na literatura, entre a produção de leite e as porcentagens de gordura e proteína são negativas e baixas (TONHATI et al., 2000a; ROSATI e VAN VLECK, 2002), ou contrário do que se observa entre as porcentagens de gordura e proteína (TONHATI et al., 2000a; ROSATI e VAN VLECK, 2002).

Ainda existem poucas pesquisas em que se estimaram parâmetros genéticos para estas características, principalmente, para os constituintes de leite de búfalas. Dessa forma, este trabalho foi conduzido com o objetivo de estimar parâmetros genéticos para produção de leite e porcentagens de gordura e proteína do leite, assim como, estudar suas associações, visando obter informações necessárias ao estabelecimento de programas de melhoramento genético para estas características.

Material e Métodos

O arquivo de dados utilizado para o estudo foi proveniente de 12 rebanhos controlados e cadastrados no Programa de Controle Leiteiro de Búfala gerenciado pelo Departamento de Zootecnia da FCAV-UNESP/Jaboticabal, SP, Brasil. Estes rebanhos têm como finalidade a exploração leiteira de animais da Raça Murrah. Os animais eram mantidos em pastagens formadas com espécies dos gêneros *Brachiaria sp.* e *Panicum sp.*, recebendo concentrados na proporção de 1 kg de concentrado para 3 kg de leite produzido, bem como, suplemento volumoso, principalmente, a cana-de-açúcar no período seco (abril-outubro) e sal mineral ad libitum. As ordenhas eram realizadas com a presença do bezerro para facilitar a descida do leite e os controles leiteiros ocorreram mensalmente.

Foram eliminadas lactações com durações menores que 90 e truncadas aos 400 dias, bem como, produções de leite menores que 300 e maiores que 3.500 kg. Além

disso, foram eliminados grupos de contemporâneos que continham número de observações menor que 4. Os grupos contemporâneos foram definidos por rebanho-ano- estação de parto (GC). As estações de parto foram agrupadas em: abril a setembro (estação 1) e outubro a março (estação 2).

Após estas restrições e outras eliminações pertinentes a cada característica, permaneceram no arquivo de dados informações de 1.578 búfalas, que pariram entre os anos de 1985 a 2005. Foram estudadas as características, produção de leite total (PL305), porcentagem de gordura (%G) e porcentagem de proteína (%P). Análises tri-características foram realizadas utilizando um modelo animal. Os componentes de variância foram estimados pelo método de máxima verossimilhança restrita, como um algoritmo livre de derivadas (MTDFREML), desenvolvido por BOLDMAN et al. (1995).

O arquivo de pedigree continha as identificações de animal, pai e mãe, totalizando 11.749 animais na matriz de parentesco. Este arquivo foi criteriosamente revisado a partir dos arquivos das propriedades participantes.

Para as características de PL305, %G e %P, o modelo incluiu os efeitos fixos de grupo de contemporâneo, número de ordenhas e idade da búfala ao parto como covariável (efeito linear e quadrático) e os efeitos aleatórios genéticos aditivos, ambiente permanentes e residuais.

Em notação matricial, o modelo geral pode ser descrito como:

$$y = X\beta + Za + Wp + \epsilon;$$

Em que y é o vetor observação (PL305, %G e %P); X , é a matriz de incidência dos efeitos fixos (grupo de contemporâneos, número de ordenhas e como covariáveis linear e quadrático a idade da búfala ao parto); β , é o vetor solução para os efeitos fixos; Z , é a matriz de incidência dos efeitos genéticos aditivos diretos (PLT, %G e %P); a , é o vetor solução para os efeitos genéticos aditivos diretos e W , é a matriz de incidência dos efeitos de ambiente permanente; p , é vetor solução dos efeitos de ambiente permanente e ϵ , é o vetor dos erros aleatórios associados às observações.

As pressuposições usuais para este modelo são:

$$\text{Var} \begin{bmatrix} a \\ ap \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G & 0 & 0 \\ 0 & P & 0 \\ 0 & 0 & R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_0 \otimes A & 0 & 0 \\ 0 & P_0 \otimes \text{Im} & 0 \\ 0 & 0 & R_0 \otimes I_n \end{bmatrix}$$

em que:

$$\mathbf{G}_0 = \begin{pmatrix} \sigma^2_{a_1} & \sigma_{a_1a_2} & \sigma_{a_1a_3} \\ \sigma_{a_2a_1} & \sigma^2_{a_2} & \sigma_{a_2a_3} \\ \sigma_{a_3a_1} & \sigma_{a_3a_2} & \sigma^2_{a_3} \end{pmatrix} = \text{matriz de (co)variâncias aditivas};$$

$$\mathbf{P}_0 = \begin{pmatrix} \sigma^2_{ap_1} & \sigma_{ap_1ap_2} & \sigma_{ap_1ap_3} \\ \sigma_{ap_2ap_1} & \sigma^2_{ap_2} & \sigma_{ap_2ap_3} \\ \sigma_{ap_3ap_1} & \sigma_{ap_3ap_2} & \sigma^2_{ap_3} \end{pmatrix} = \text{matriz de (co)variâncias de efeitos de ambientes}$$

permanente;

$$\mathbf{R}_0 = \begin{pmatrix} \sigma^2_{e_1} & \sigma_{e_1e_2} & \sigma_{e_1e_3} \\ \sigma_{e_2e_1} & \sigma^2_{e_2} & \sigma_{e_2e_3} \\ \sigma_{e_3e_1} & \sigma_{e_3e_2} & \sigma^2_{e_3} \end{pmatrix} = \text{matriz de (co)variâncias dos efeitos residuais.}$$

A = matriz do numerador dos coeficientes de parentesco entre indivíduos;

I = matriz identidade de ordem m (número de vacas) ou n (número de dados);

\otimes = operador do produto direto;

$\sigma^2_{a_i}$ e $\sigma^2_{a_j}$ = variâncias genéticas aditivas;

$\sigma^2_{ap_i}$ e $\sigma^2_{ap_j}$ = variâncias ambiente permanente;

$\sigma^2_{e_i}$ e $\sigma^2_{e_j}$ = variâncias residuais;

$\sigma_{a_i a_j}$ e $\sigma_{a_j a_i}$ = covariância genética entre as características i e j;

$\sigma_{ap_i ap_j}$ e $\sigma_{ap_j ap_i}$ = covariância de ambiente permanente entre as características i e j;

$\sigma_{e_i e_j}$ e $\sigma_{e_j e_i}$ = covariância residual entre as características i e j;

O critério de convergência considerado foi de 10^{-9} .

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 estão apresentados o número de observações, as médias, os desvios-padrão, os valores mínimos e máximos e os números de grupos de contemporâneos para as características PL305, %G e %P. A média observada para a PL305 foi superior às obtidas por TONHATI et al. (2000a,b), de 1.259,47 kg e 1.496,00 kg, respectivamente. Estes autores trabalharam com parte do arquivo de informações agora estudado e assim, consideraram os primeiros anos do programa de controle leiteiro. A média de produção foi entretanto, próxima aos valores observados por RAMOS et al. (2006) e MALHADO et al. (2007), de 1.650,00 e 1.863,50 kg, respectivamente. Todos esses trabalhos foram realizados no Brasil com animais da raça Murrah e indicaram aumento na produção de leite por lactação fazendo-se evidente o trabalho de melhoria do manejo e seleção para a característica produção de leite. SHABADE et al. (1993), analisando informações de animais da raça Murrah na Índia, mostraram valor igual a 1.892,21 kg. ROSATI e VAN VLECK (2002) para a raça Mediterrânea na Itália, obtiveram médias para PL305 de 2.286,80 kg. Este valor superior pode ser devido ao manejo e aos resultados do programa de controle leiteiro e avaliação genética implementada no país há várias décadas.

A produção observada na Colômbia (1.064,59 kg) são inferiores às encontradas neste trabalho (HURTADO-LUGO et al. 2006). Estas diferenças podem ser atribuídas não somente às condições ambientais em que os animais se encontraram, mas, também às diferentes constituições genéticas dos rebanhos, já que na Colômbia a bubalinocultura é recente e estas são as primeiras avaliações com a espécie no país.

As médias obtidas para %G e %P (Tabela 1), encontram-se dentro dos valores observados por diversos pesquisadores, que variaram de 6,41% a 8,50% para gordura e de 3,46% a 4,55% para proteína (RAGAB et al., 1984; HATWOR e CHAWLA, 1988; TONHATI et al., 1994; VERRUMA e SALGADO, 1994; SPANGHERO e SUSMEL, 1996; TONHATI et al., 2000a; ROSATI e VAN VLECK, 2002). Os teores de gordura e proteína contidos no leite de búfalas são responsáveis pelo maior rendimento industrial na fabricação de seus subprodutos, além de conferir-lhes particular qualidade. Estes fatos indicam que os búfalos podem ser interessantes para geração de renda e contribuir para um maior desenvolvimento do setor pecuário.

Tabela 1. Número de observações (N^o), média, desvios-padrão (DP), coeficiente de variação (CV), mínimo, máximo e número de grupos de contemporâneos (NGC) para cada característica considerada¹.

	N^o	Média	DP	C.V(%)	Mínimo	Máximo	NGC
PL305	4.757	1.813,15	697,40	38,37	800,40	3.196,40	133
%G	897	6,87	1,01	14,72	4,08	9,88	48
%P	897	4,26	0,29	6,84	3,78	4,99	48

PL305 = Produção do leite truncada aos 305 dias (kg), %G = Porcentagem de gordura. %P = Porcentagem de proteína.

Na Tabela 2, são apresentadas as estimativas da herdabilidade (diagonal), correlações genéticas (acima da diagonal) e correlações fenotípica (abaixo da diagonal) para produção de leite (PL305), porcentagem de gordura (%G) e proteína (%P) obtidas em análises tri-características. As estimativas de herdabilidade obtidas em análises prévias, em modelos unicaracterísticos, mostraram erro padrão de 0,04 para PL305, 0,08 para %G e 0,09 para %P.

As estimativas do coeficiente de herdabilidade para PL305 (Tabela 2) estão próximas às estimativas obtidas por TONHATI et al. (2000a) e RAMOS et al. (2006), de 0,24 e 0,21, respectivamente. No entanto TONHATI et al. (2000b) encontraram estimativas de herdabilidade superiores (0,38), quando pesquisaram parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas. Por outro lado, valores menores, de 0,14, foram relatados por ROSATI e VAN VLECK (2002), na Itália. Os valores obtidos das estimativas de herdabilidade para PL305 indicaram que existe

suficiente variabilidade genética aditiva para tornar eficiente a seleção de reprodutores e matrizes, no sentido de se obter ganhos para a característica PL305.

As estimativas de herdabilidade para %G e %P (Tabela 2) foram muito próximo das estimadas por TONHATI et al. (2000a), de 0,21 e 0,26 para %G e %P, respectivamente e superiores a 0,17 e 0,10, as obtidas por ROSATI e VAN VLECK (2002). As estimativas de herdabilidade para PL305, %G e %P encontradas por ROSATI e VAN VLECK (2002), foram baixas, mas apontam para a existência de considerável variabilidade, fazendo com que as estimativas dos componentes de variância fenotípica e ambiental fossem grandes. Os autores sugeriram que a ocorrência de erros de identificação de paternidade e perda da variabilidade genética da população também possam ter influenciado, negativamente, na estimação dos parâmetros genéticos.

Tabela 2. Estimativas da herdabilidade (diagonal), correlações genéticas (acima da diagonal) e correlações fenotípica (abaixo da diagonal) para produção de leite (PLT), porcentagem de gordura (%G) e proteína (%P) em análises tri-características.

	PLT	%G	%P
PLT	0,25	-0,16	-0,24
%G	-0,29	0,18	0,53
%P	-0,31	0,48	0,31

As correlações genéticas entre PL305, %G e %P foram baixas e negativas (Tabela 2), indicando que, na população estudada, o grupo de genes que atua sobre uma característica tem um efeito contrário sobre a outra. Os resultados sugerem que, quando se pratica seleção para aumentar a produção de leite, em longo prazo, pode ocorrer um decréscimo na qualidade do leite em termos de porcentagens de gordura e proteína. Resultados semelhantes foram obtidos por TONHATI et al. (2000a), para correlações genéticas entre PL305, %G e %P (-0,18 e -0,23). ROSATI e VAN VLECK (2002), para as mesmas características, obtiveram -0,08 e -0,12 respectivamente.

As correlações fenotípicas entre as PL305, %G e %P foram baixas e negativas (Tabela 2), este resultado indica que as características são influenciadas pelos mesmos fatores ambientais e genéticos não aditivos.

As correlações genéticas e fenotípicas entre %G e %P foram moderadas (Tabela 2), semelhantes às obtidas por TONHATI et al. (2000a) e superiores à relatada por ROSATI e VAN VLECK (2002). O resultado sugere que a seleção na direção de uma característica deverá provocar ganho correlacionado na outra.

Conclusões

As estimativas de herdabilidade das características estudadas foram moderadas, indicando que existe variação genética entre os animais no sentido de se alcançar progresso genético na população mediante a seleção.

As estimativas de correlações genéticas negativas entre a produção de leite e as porcentagens de gordura e proteína, embora baixas, podem indicar que a seleção simultânea para estas características poderá ser não eficiente. As estimativas de correlações genéticas entre as porcentagens de gordura e proteína indicam que a seleção na direção de uma delas pode resultar em ganho genético correlacionado na outra.

Referências Bibliográficas

BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; VAN VLECK, L.D. et al. **A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances. [DRAFT]**. Beltsville: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 125p., 1995.

DE FRANCISCIS G. e DI PALO R. Buffalo milk production. In: World Buffalo Congress, 4., 1994, Sao Paulo. **Produceedings...** v. 1, p.137-146, 1994.

DEKKERS, J.C.M, GIBSON, J.P. Applying breeding objectives to dairy cattle improvement. In: Symposium in honor of prof. C. SMITH. **Journal of Animal Science**, v. 81(supl. 2): p.19-35, 1998.

DUARTE J; TONHATI H; CERON-MUÑOZ M; SENO L; LIMA L; CHABARIBERI L; OLIVEIRA J; REICHART R. Parâmetros genéticos para a produção de leite no dia de controle em búfalas no Estado de Sao Paulo-Brasil. **II Simpósio de Búfalas de las Américas**. 2004. Argentina.

HATWOR, R.K, CHAWLA, D.S. Repeatability estimates of some production and reproduction traits and milk constituents of Murrah buffaloes. **Ind. Vet. J.** v.65, p.133-136, 1988.

HURTADO-LUGO, N.; CERÓN-MUÑOZ, M.; GUTIÉRREZ-VALENCIA A. Estimación de parámetros genéticos para la producción de leche en el día de control en búfalos de la Costa Atlántica Colombia. **Livestock Research for Rural Development** 18(3), 2006.

MADALENA, F.E. Economic evaluation of breeding objectives for milk and beef production in tropical environments. In: World Congress Genetic Applied Livestock Production, 3, 1986, Lincoln, NA. **Proceedings** ... Lincoln, WCGALP, 1986, v.9, p.33-43.

MALHADO C.H.; RAMOS A.; CARNEIRO P.; SOUZA J.; PICCININ A.; Parâmetros e tendências da produção de leite em bubalinos da raça Murrah no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.376-379, 2007.

MODARDES, H. Programa de pagamento de leite por qualidade em Québec, Canadá. In: Simpósio Internacional Sobre Qualidade do Leite, 1, Curitiba, 1998. **Anais...** Curitiba: UFPR, p. 40-43, 1998.

PEARSON, R.E., MILLER, R.H. Economic definitions of total performance breeding goals and breeding values for dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.64, p.857-869, 1981.

PIETERS, T., CANAVESI, F., CASSANDRO, M. Consequences of differences in pricing systems between regions on economic values and revenues of a national dairy cattle breeding scheme in Italy. **Livestock Prod. Sci.**, v.49, p.23-32, 1997.

- RAGAB, M.T., FARRAG, F.H.H., MOSTAFA, M.A. Fat and protein percentages in the Egyptian buffalo milk. **Journal of Animal Science**, v.54(12): p.1111-1118, 1984.
- RAMOS, A. A.; MALHADO, C. H. M.; CARNEIRO, P. L. S. et al. Caracterização fenotípica e genética da produção de leite e do intervalo entre partos em bubalinos da Raça Murrah. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.8, p.1261-1267, 2006.
- ROSATI, A., VAN VLECK, L.D. Estimation of genetic parameters for milk, fat, protein and mozzarella cheese production in Italian river buffalo population. **Lvstck. Prod. Sci.**, v.74, p.185 –190, 2002.
- 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, India. **Proceedings...** New Delhi, 1988. p.128-133.
- SINGH, A., BASU, S.B., BHATIA, K.L. Milk fat and SNF percentages of Murrah buffaloes, **Journal of Animal Science**, v.32(4), p. 446-449, 1979.
- SPANGHERO, M., SUSMEL, P. Chemical composition and energy content of buffalo milk. **Journal of Animal Science**, v.63, p.629-633, 1996.
- STEVERINK, M., GROEN, A.B., BERENTSEN, P.B.M. The influence of environmental policies for dairy farms on dairy cattle breeding goals. **Lvstck. Prod. Sci.**, v. 40, p.251-261, 1994.
- TONHATI, H., MUÑOZ, M. F. C., OLIVEIRA, J. A., DUARTE, J. M. C., FURTADO, T. P., TSEIMAZIDES, S. P., Parâmetros genéticos para a produção de leite, gordura e proteína em bufalinos **Ver. Bras. Zool.** V.29(Suppl. 1): p. 2051-2056, 2000a.
- TONHATI, H.; VASCONCELLOS, F. B.; ALBUQUERQUE, L. G. Genetic aspects of productive and reproductive traits in a Murrah buffalo herd in São Paulo, Brazil. **Journal Animal Breeding Genetics**. v. 117, p. 331-336, 2000b.
- TONHATI H. and CERÓN-MUÑOZ M. Milk production and quality and buffalo genetic breeding in the State of Sao Paulo, Brazil. In: I Buffalo Symposium of Americas. September, Belem do Para. Brasil. **Proceedings**. P.267– 280, 2002.

VERRUMA, M.R., SALGADO, J.M. Análise química do leite de búfala em comparação ao leite de vaca. **Sci. Agric.**, v. 51(1): p.131-137, 1994.

VISCHER, P.M., BOWMAN, P.J., GODDARD, M.E. 1994. Breeding objectives for pasture based dairy production systems. **Lvstck. Prod. Sci.**, v. 40, p.123-138, 1994.

CAPÍTULO 3- PARÂMETROS GENÉTICOS PARA AS PRODUÇÕES DE LEITE E SEUS CONSTITUINTES NO DIA DO CONTROLE E ACUMULADAS ATÉ 305 DIAS DE LACTAÇÃO PARA BÚFALAS DA RAÇA MURRAH NO BRASIL

Parâmetros Genéticos para as Produções de Leite e seus Constituintes no dia do Controle e Acumuladas até 305 dias de Lactação para Búfalas da Raça Murrah no Brasil

RESUMO: Com o objetivo de verificar a existência de variação na produção de leite, gordura, proteína e sólidos totais, consideradas no dia do controle, e a produção acumulada até os 305 dias de lactação, foram analisadas 4.757 lactações completas de búfalas da raça Murrah. A produção de cada mês da lactação foi considerada como característica distinta em análises uni e bi-características. O modelo matemático incluiu como aleatórios os efeitos genético aditivo direto, de ambiente permanente e o residual. Além disso, foram considerados como efeitos fixos, o grupo de contemporâneos (rebanho-ano-mês do controle), número de ordenhas diárias e a idade da búfala ao parto como covariável (efeito linear e quadrático). Os mesmos efeitos foram incluídos no modelo para produção acumulada até 305 dias, sendo o efeito fixo do grupo de contemporâneos definido por rebanho-ano-estação de parto. Os componentes de (co) variância foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita. Estimativas de herdabilidade obtidas nas análises bi-características oscilaram entre 0,15 e 0,24 para produção de leite, 0,16 e 0,23 para produção de gordura, 0,13 e 0,22 para produção de proteína e 0,14 e 0,24 para produção de sólidos totais. As correlações genéticas e fenotípicas foram positivas entre os controles dentro de uma mesma característica e entre os controles das diferentes características consideradas. Estimativas de herdabilidades das características analisadas foram maiores do terceiro ao sexto mês da lactação.

Introdução

As produções de leite, gordura e proteína são características comumente estudadas nos rebanhos participantes de controles leiteiros. Com o test-day model pode-se estudar a produção de leite no dia do controle (PLDC), definida como a somatória de todas as pesagens de leite de uma vaca durante o período de 24 horas, em substituição à produção de leite aos 305 dias (PL305), calculada utilizando-se fórmulas e fatores de extensão. Além disso, o uso da PLDC para a avaliação genética dos animais permite quantificar fatores específicos de cada dia de controle, os quais, mudam não somente de animal para animal, mas também de um controle para outro, melhorando a acurácia das estimativas de herdabilidade e permitindo selecionar com maior confiabilidade os melhores indivíduos para serem futuros reprodutores.

Outras vantagens quando se utilizam as PLDC nas avaliações genéticas, seriam a inclusão de animais com apenas um controle leiteiro, a possibilidade da avaliação genética para persistência da lactação, menores custos para a realização do controle leiteiro, maior intensidade de seleção e redução do intervalo de gerações. Alguns autores ressaltam que os efeitos de meio que podem afetar determinados controles ou fases da lactação, como, por exemplo, grupo de manejo, data do controle, número de ordenhas, rebanho, forma da curva de lactação, número de dias em produção, tratamentos preferenciais em certos grupos de vacas e efeitos específicos para cada vaca no dia do controle, tais como, duração do período de serviço anterior e corrente, duração do período seco, etc., que eram até então, ignorados nos modelos tradicionais (MEYER et al.; 1989; PTAK e SCHAEFFER, 1993; e SHARBABAK, 1997).

O uso das PLDC tem resultado em estimativas de herdabilidade maiores do que as obtidas pelo ajuste de modelos para P305, sugerindo maior confiabilidade nas estimativas dos valores genéticos dos animais. Neste contexto, o uso de modelos das PLDC em substituição ao modelo tradicional para PL305 têm sido investigados por REKAYA et al. (1995); WIGGANS e GODDARD (1997); e VARGAS et al. (1998) entre outros. Isso é possível uma vez que espera-se que as PLDC sejam, em geral, altamente correlacionadas com as produções acumuladas. Embora assumam nenhuma

estrutura de covariâncias entre os registros sucessivos, este procedimento é computacionalmente mais exigente, contudo é necessário conhecer a magnitude das covariâncias entre as PLDC na lactação, antes da seleção.

Estudos com dados de gado Holandês, Gir e búfalas Murrah, mostraram que as correlações genéticas entre as PLDC e a PL305 são superiores no período intermediário da lactação quando comparadas àquelas do período inicial e final da lactação (BIGNARDI, 2006; GONZÁLES-HERRERA 2006; HURTADO-LUGO et al., 2006).

Existem poucas informações em búfalos leiteiros sobre os parâmetros genéticos das produções de leite e seus constituintes ao longo da lactação, portanto, esse estudo foi realizado com o objetivo de verificar a possibilidade da utilização das produções de leite e dos constituintes no dia do controle como critério de seleção nas avaliações genéticas de búfalas em substituição ao modelo tradicional de produções aos 305 dias de lactação.

Material e Métodos

As informações do presente estudo foram provenientes de 12 rebanhos controlados e cadastrados no Programa de Controle Leiteiro de Búfalo gerenciado pelo Departamento de Zootecnia da FCAV-UNESP/Jaboticabal, SP, Brasil. Estes rebanhos têm como finalidade a exploração leiteira de animais da Raça Murrah.

Foram Consideradas nas análises as lactações com o primeiro controle realizado até 60 dias após o parto, sendo as mesmas, truncadas aos 305 dias. Foram eliminadas lactações com durações menores que 90, bem como, produções de leite acumulada na lactação menores que 300 e maiores que 3.500 kg. Além disso, foram eliminados grupos de contemporâneos que continham número de observações menor que 4. Após estas restrições, permaneceram no arquivo de dados informações de 1.578 búfalas, filhas de 187 touros, com partos registrados entre os anos de 1985 a 2005. Para verificar a influência da idade da vaca ao parto e do número de dias em lactação sobre as produções no dia de controle ou a duração da lactação sobre a produção aos 305

dias de lactação sobre as características analisadas foram realizadas análises preliminares, pelo método de quadrados mínimos, utilizando o procedimento GLM (SAS, 2000).

A produção de leite no dia do controle foi separada em 9 classes de 30 dias, totalizando 9 controles (PLDC1 a PLDC9). As características foram analisadas por meio de modelos animais uni-características e bi-características. Para as PLDC o modelo incluíram o efeito aleatório genético aditivo, ambiente permanente e os efeitos fixos de grupo de contemporâneos, o número de ordenha diárias, como covariável, a idade da vaca ao parto (regressão linear e quadrática). Os grupos de contemporâneos foram definidos, como rebanho-ano-mês de controle.

Para a análise das produções totais aos 305 dias de lactação foram incluídos no modelo os mesmos efeitos, com grupo de contemporâneos definido por rebanho-ano-estação de parto. As estações de parto foram agrupadas em: abril a setembro (estação 1) e outubro a março (estação 2).

As análises bi-características foram realizadas entre as 9 produções de leite, gordura, proteína e sólidos totais no dia do controle e entre estas e a produção acumulada de leite, gordura, proteína e sólidos totais até 305 dias de lactação. Em todas as análises foi utilizado um arquivo de “pedigree”, contendo identificação de animal, pai e mãe, totalizando 11.760 animais na matriz de parentesco.

Em notação matricial, o modelo geral pode ser descrito como:

$$y = X\beta + Za + Wp + \varepsilon;$$

em que:

y = é o vetor das produções acumulada até 305 dias ou em cada controle leiteiro;

β = é vetor das soluções para os efeitos fixos contendo grupo de contemporâneos, número de ordenhas diárias e covariáveis;

a = é o vetor das soluções para os efeitos aleatórios genéticos aditivos;

p = é o vetor das soluções para os efeitos de ambiente permanente;

\mathbf{X} , \mathbf{Z} e \mathbf{W} são as matrizes de incidência, para os efeitos fixos, efeitos aleatórios genéticos aditivos de ambiente permanente, respectivamente;

$\boldsymbol{\varepsilon}$ = é o vetor do efeito aleatório residual.

Este modelo tem as seguintes pressuposições:

$$E[\mathbf{a}_i] = E[\mathbf{p}_i] = E[\mathbf{e}_i] = \mathbf{0} \text{ e } \text{Var} = \begin{bmatrix} \mathbf{a}_1 \\ \mathbf{a}_2 \\ \mathbf{p}_1 \\ \mathbf{p}_2 \\ \mathbf{e}_1 \\ \mathbf{e}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_{a_1}^2 & A\sigma_{a_1a_2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ A\sigma_{a_2a_1} & A\sigma_{a_2}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_{p_1}^2 & I\sigma_{p_1p_2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_{p_2p_1} & I\sigma_{p_2}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & I\sigma_{e_1}^2 & I\sigma_{e_1e_2} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & I\sigma_{e_2e_1} & I\sigma_{e_2}^2 \end{bmatrix};$$

Em que: A é a matriz de parentesco, I é a matriz identidade, $\sigma_{a_i}^2$, $\sigma_{p_i}^2$ e $\sigma_{e_i}^2$ são as variâncias genéticas aditivas, ambiente permanente e residuais para a característica i ($i = 1, 2$), respectivamente, e $\sigma_{a_1a_2}$, $\sigma_{p_1p_2}$ e $\sigma_{e_1e_2}$ são as covariâncias genéticas aditivas, de ambiente permanente e residuais entre as características 1 e 2, respectivamente.

Os componentes de (co)variâncias, necessários à estimação dos parâmetros genéticos, foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita, que utiliza algoritmo livre de derivadas, disponível no pacote MTDFREML (BOLDMAN et al., 1995). O critério de convergência admitido foi de 1×10^{-9} .

Resultados e Discussão

As médias observadas, os desvios-padrão para as produções de leite, gordura, proteína e sólidos totais no dia do controle e para as produções acumuladas até 305 dias encontram-se na Tabela 1. As produções médias de leite no dia do controle (Tabela 1) representam uma curva de lactação típica para búfalas Murrah, ou seja, inicia-se com 8,12 kg, apresentando um discreto aumento da produção de leite até o pico da lactação, que ocorreu no segundo controle (8,61 kg), decrescendo com o avanço da lactação até atingir 4,76 kg. A média para PL305 foi a esperada para uma

lactação de uma búfala Murrah. Valores próximos foram descritos por RAMOS et al. (2006), e MALHADO et al. (2007), para esta raça no Brasil, os quais, encontraram média de produção de leite de 1.650 ± 687 kg e $1.863,5 \pm 687$ kg, respectivamente. SHABADE et al. (1993), analisando informações de animais da raça Murrah na Índia, mostraram valor de 1.892,21 kg. ROSATI e VAN VLECK (2002), para a raça Mediterrânea na Itália, obtiveram médias para PL305 de 2.286,80 kg.

Tabela 1. Número de observações (N), médias (kg) e desvios-padrão (DP em kg) para as produções de leite, gordura, proteína e sólidos totais no dia de controle e produções acumuladas até os 305 dias.

	Controle		Leite		Gordura		Proteína		Sólidos Totais	
	N	Média±DP	N	Média±DP	N	Média±DP	N	Média±DP	N	Média±DP
1	6153	8,12±3,14	825	0,44±0,16	821	0,32±0,11	821	1,19±0,41		
2	6175	8,61±3,17	936	0,47±0,16	936	0,32±0,10	936	1,28±0,39		
3	6032	8,30±3,10	885	0,46±0,15	885	0,30±0,10	885	1,24±0,39		
4	5862	7,74±2,92	888	0,46±0,17	887	0,29±0,10	887	1,18±0,40		
5	5580	7,17±2,72	885	0,44±0,15	885	0,27±0,10	885	1,10±0,37		
6	5211	6,56±2,55	784	0,42±0,16	784	0,25±0,11	784	1,03±0,39		
7	4816	5,94±2,30	710	0,39±0,14	709	0,23±0,09	709	0,93±0,34		
8	4075	5,43±2,17	593	0,40±0,15	593	0,23±0,09	593	0,93±0,35		
9	3710	4,76±1,96	502	0,39±0,15	502	0,22±0,09	502	0,88±0,34		
305 dias	4757	1.813,15±69	897	118,31±29	897	81,61±17	897	311,37±86		

Os constituintes do leite (gordura, proteína e sólidos totais) variaram semelhantemente à produção de leite, com maiores valores médios no início da lactação. Isto indica que quanto maior é a produção de leite maior é a produção dos constituintes. Em bovinos leiteiros da raça Holandesa (SWALVE, 1995), há maior produção de gordura e proteína, quando maior a produção de leite. A produção total de gordura e proteína foi inferior ao reportado por ROSATI e VAN VLECK, (2002), de $196,9 \pm 45,6$ kg e $104,7 \pm 21,7$ kg respectivamente. Estes valores superiores podem ser devidos a maiores médias das porcentagens de gordura e proteína na raça

Mediterrânea, criada na Itália, quando comparada com a raça Murrah no Brasil, além da maior produção de leite.

As produções no dia do controle de leite (PLDC), gordura (PGDC), proteína (PPDC) e sólidos totais (PSTDC) apresentaram coeficientes de variação altos, indicando que pode existir grande variação na forma da curva da lactação dos animais desses rebanhos. Os coeficientes de variação foram mais altos para as produções dos controles do sexto para o final da lactação, provavelmente, devido ao menor número de observações.

As estimativas dos componentes de variâncias genéticas, de ambiente permanente e fenotípicas para as produções no dia do controle e para produções até os 305 de lactação em análises bi-características são apresentadas na Figura 1. As estimativas de variâncias genéticas aditivas da produção de leite aumentaram do início ($1,26 \text{ kg}^2$) até o terceiro mês ($1,32 \text{ kg}^2$), declinando até o final da lactação ($0,52 \text{ kg}^2$). Estes resultados diferem dos reportados por HURTADO-LUGO et al. (2006), que estimaram maiores variâncias no quinto controle. Por outro lado, BIGNARDI (2006), estudando bovinos da raça Holandesa encontrou a maior variância genética no terceiro mês de lactação, concordando com o resultado encontrado no presente trabalho. As variâncias de ambiente permanente não variaram muito durante o decorrer da lactação, sendo as maiores no 2^o e 3^o mês de lactação e as menores no 8^o, 9^o e 1^o mês de lactação. As variâncias fenotípicas tiveram a mesma tendência que as variâncias genéticas aditivas. A magnitude das estimativas das variâncias residuais (dados não apresentados), para todos os controles mensais de produção, sugere a existência de grandes diferenças de meio ambiente entre os sistemas de produção dos animais no presente estudo.

As estimativas de herdabilidade (Figura 2) para a produção de leite variaram 0,15 até 0,24, sendo maiores no meio da lactação (terceiro mês da lactação). Estas estimativas são superiores às relatadas por HURTADO-LUGO et al. (2006), que estimaram valores entre 0,01 e 0,20, sendo a maior no quinto controle da lactação. As estimativas de herdabilidade maiores no meio do controle, corrobora com FERREIRA et al., (2003) e RODRIGUES et al., (2005), que reportaram que as produções de leite do

meio da lactação podem ser usadas para predição dos valores genéticos em substituição à produção até 305 dias, promovendo redução do número de controles leiteiros e do intervalo de gerações. Também, GADINI, (1997) e JAMROZIK e SCHAEFFER, (1997), observaram que a seleção deveria ser praticada no 4º ou 5º controle, pois, o meio da lactação tem se mostrado mais herdável que as demais fases.

A estimativa de herdabilidade para PL305 foi de 0,26, semelhante aos valores relatados na literatura para a raça Holandesa no Brasil (ALMEIDA et al., 1997; ZAMBIANCHI et al., 1997; FERREIRA et al., 2003 e MELO et al., 2005). As estimativas de herdabilidade para as PLDC foram inferiores à obtida para a PL305, contrário aos resultados obtidos por KETTUNEN et al. (1998); MACHADO et al. (1998) e MELO (2005).

Para a produção de gordura (Figura 1), as variâncias genéticas aditivas aumentaram do início ($3,02 \times 10^{-3} \text{ kg}^2$) até o quinto mês ($4,01 \times 10^{-3} \text{ kg}^2$) declinando até o final da lactação ($2,64 \times 10^{-3} \text{ kg}^2$). Em bovinos leiteiros, SWALVE (1995) encontrou maior variância genética no início da lactação com diminuição até o quarto controle, posteriormente, aumentando até o sexto mês e voltando a cair até o nono controle. SILVESTRE et al. (2005) obtiveram maiores variâncias no início da lactação, declinando até o quarto mês e aumentando, posteriormente, até o final da lactação. As estimativas para o efeito de ambiente permanente permaneceram quase constantes nos três primeiros meses da lactação, para posteriormente aumentar até o quinto controle, seguido de um declínio até o final da lactação. SILVESTRE et al. (2004), observaram maior variância de ambiente permanente no início da lactação declinando até o quarto controle, posteriormente aumenta até o final da lactação, o comportamento foi muito similar as variâncias genéticas aditivas. As estimativas de variância fenotípica aumentaram do início até o quinto mês, declinando até o final da lactação. SWALVE (1995), encontrou estimativas de variâncias fenotípicas maiores no início do controle até o terceiro mês de lactação, logo se manteve constante até o final da lactação. SILVESTRE et al. (2004), encontrou maior variância fenotípica no início da lactação com diminuição até o sétimo controle, mantendo-se no restante da lactação.

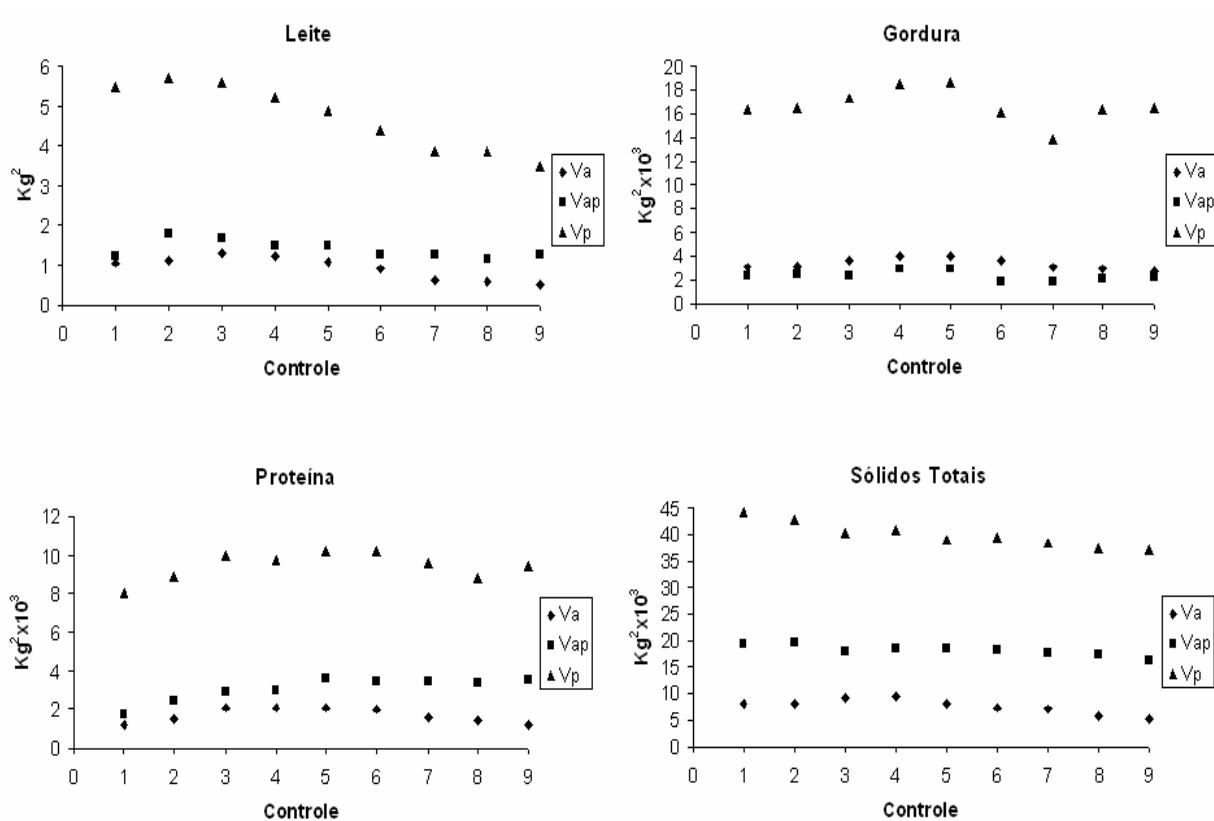


Figura 1- Variâncias genéticas aditivas (V_a), de ambiente permanente (V_{ap}) e fenotípicas (V_p) estimadas em análises bicaracterísticas para a produção de leite (acima, à esquerda), de gordura (acima, à direita), de proteína (abaixo, à esquerda), e produção de sólidos totais no dia de controle (abaixo à direita).

As estimativas de herdabilidade da produção de gordura (Figura 2) variaram de 0,16 a 0,23, sendo maior no sexto mês da lactação. Em estudos com bovinos leiteiros GENGLER et al. (1997); LIDAUER e MÄNTYSAARI (1999) encontraram a mesma tendência para as herdabilidades da produção de gordura, com maior estimativa no sexto mês de lactação. A herdabilidade de produção total de gordura (PG305), foi de 0,21, sendo inferior à herdabilidade dos controles mensais. Estimativas de para herdabilidade de produção total de gordura encontradas por ROSATI e VAN VLECK (2002), foi inferior (0,17).

Para a produção de proteína (Figura 1) observa-se que as variâncias genéticas aditivas foram aumentando do início da lactação ($1,19 \times 10^{-3} \text{ kg}^2$), até o quarto e quinto controles ($2,12 \times 10^{-3} \text{ kg}^2$) declinando até o final da lactação ($1,21 \times 10^{-3} \text{ kg}^2$). Esta tendência foi similar em bovinos da raça Holandesa (SWALVE, 1995). No entanto, SILVESTRE et al. (2005) encontraram maiores variâncias no início, diminuindo até o quarto mês e aumentando até o final da lactação. Para as estimativas de variâncias de ambiente permanente, o comportamento foi quase constante onde a maior variância ocorreu no primeiro ($5,12 \times 10^{-3} \text{ kg}^2$) controle e a menor, no oitavo controle ($4,39 \times 10^{-3} \text{ kg}^2$).

A estimativa de herdabilidade obtida neste estudo foi maior no quarto mês da lactação (0,22), semelhante aos resultados obtidos com bovinos leiteiros (SWALVE, 1995; LIDAUER e MÄNTYSAARI, 1999). No entanto, GENGLER et al. (1997) e SILVESTRE et al. (2004) encontraram maiores herdabilidades no 9º e 7º mês da lactação. A herdabilidade de produção total de proteína (PP305) foi de 0,18, estimativas para esta característica foram menores (0,14) aos relatados por ROSATI e VAN VLECK (2002).

Para a produção de sólidos totais (Figura 1) as variâncias genéticas aumentaram do início ($8,21 \times 10^{-3} \text{ kg}^2$) até o quarto mês ($9,56 \times 10^{-3} \text{ kg}^2$) declinando até o final da lactação ($5,19 \times 10^{-3} \text{ kg}^2$). As estimativas das variâncias de ambiente permanente foram maiores no início declinado até ao final da lactação. Para as variâncias fenotípicas, maiores magnitudes ocorreram no início da lactação, declinando posteriormente, até o final da lactação.

As estimativas de herdabilidade para as produções de sólidos totais oscilaram entre 0,14 a 0,24 sendo a maior no quarto mês da lactação. A estimativa de herdabilidade para produção total de sólidos totais (PST305) foi de 0,26, sendo superior às estimativas de herdabilidade, nos meses de controle para esta característica.

O comportamento das estimativas das variâncias genéticas aditivas, ambiente permanente e fenotípicas dos constituintes do leite ao longo da lactação, ainda não está definidas, por isso se precisa seguir serem feitos mais estudos com respeito aos constituintes.

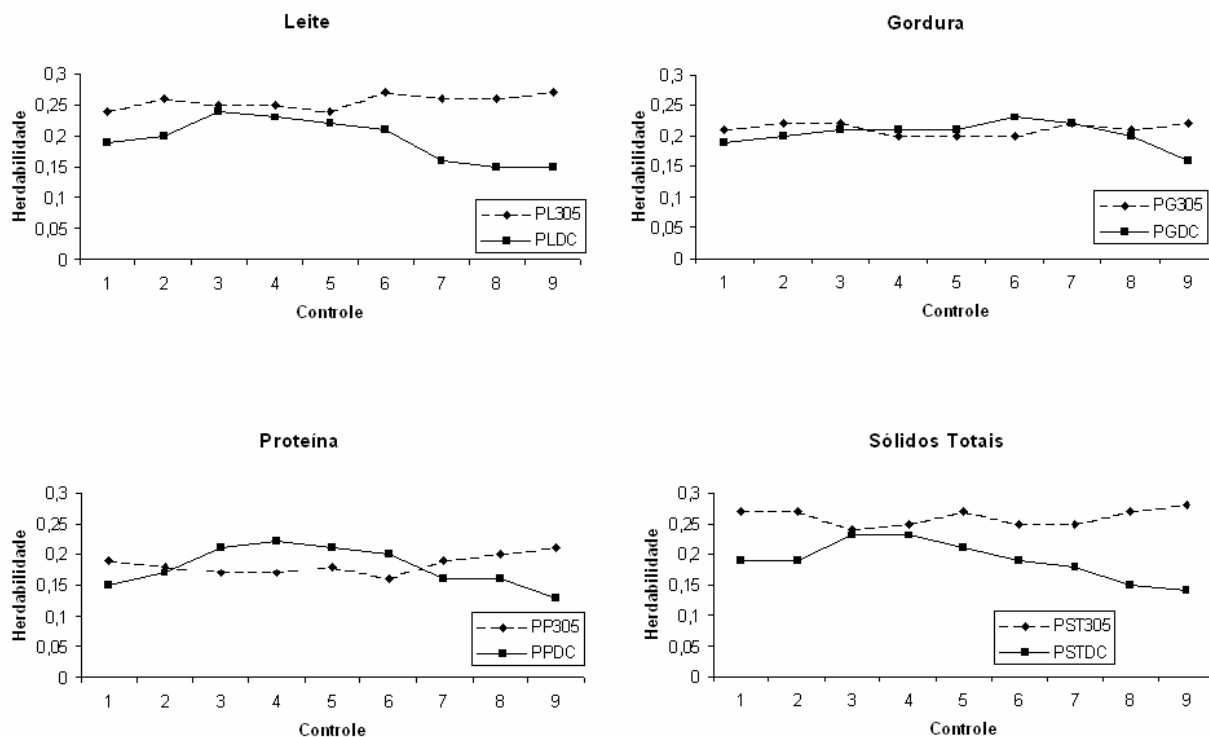


Figura 2- Estimativas de herdabilidade em análises bicaracterísticas para as produções totais de leite (PL305), gordura (PG305), proteína (PP305), e sólidos totais (PST305) e as produções no dia de controle para leite (PLDC), gordura (PGDC), proteína (PPDC) e sólidos totais (PSTDC).

Na Tabela 2 estão apresentadas as correlações genéticas e fenotípicas das produções totais de leite (PL305), gordura (PG305), proteína (PP305) e sólidos totais (PST305) com os controles mensais de cada característica. Observa-se, que as correlações genéticas da PL305 com os respectivos controles mensais são altas e positivas e variaram de 0,89 a 1,00. Estimativas semelhantes em búfalas leiteiras foram relatadas por HURTADO-LUGO et al. (2006), que variaram de 0,87 a 1,00. Para bovinos leiteiros, as correlações genéticas entre as características analisadas também são altas e positivas (ALI e SCHAEFFER, 1987; FERREIRA, 1999; BIGNARDI 2006).

As correlações genéticas dos constituintes (PG305, PP305 e PST305) com os suas respectivas produções mensais foram altas e positivas variando de 0,52 a 0,88, sendo as maiores entre os seis primeiros controles. As correlações fenotípicas das características analisadas foram moderadas as quais variaram de 0,29 a 0,67.

Tabela 2. Estimativa de correlações genéticas (r_a) e fenotípicas (r_f) entre as produções totais de leite (PL305), gordura (PG305), proteína (PP305) e sólidos totais (PST305) com os respectivos controles mensais.

Correlação		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PL305	r_a	0,99	0,89	0,91	0,97	1,00	0,99	0,98	0,94	0,95
	r_f	0,54	0,63	0,63	0,67	0,66	0,64	0,61	0,54	0,47
PG305	r_a	0,82	0,88	0,78	0,80	0,76	0,71	0,74	0,69	0,79
	r_f	0,39	0,49	0,46	0,45	0,42	0,43	0,42	0,34	0,30
PP305	r_a	0,68	0,78	0,82	0,80	0,82	0,76	0,72	0,81	0,77
	r_f	0,35	0,42	0,46	0,50	0,47	0,44	0,39	0,35	0,29
PST305	r_a	0,62	0,69	0,78	0,86	0,75	0,66	0,59	0,52	0,46
	r_f	0,29	0,40	0,41	0,40	0,42	0,43	0,41	0,39	0,37

Os resultados mostrados na Figura 1, Figura 2 e na Tabela 2 sugerem a possibilidade de utilizar as produções no dia de controle, principalmente aquelas do terceiro ao sexto, como critérios de seleção. Além de apresentar maior variabilidade genética quando comparadas às produções nos demais controles, a seleção direta para as produções do terceiro ao sexto controle de lactação traria ganhos também para as produções acumuladas até os 305 dias de lactação.

As estimativas de correlação genética (Tabela 3) para as produções de leite no dia do controle variaram de 0,54 a 1,00 e mostraram que 64% das correlações genéticas foram maiores que 0,90, sendo maiores entre controles adjacentes. MELO (2005), e BIGNARDI (2006), relataram variação entre 0,64 a 1,00 e 0,30 a 1,00 respectivamente. As menores estimativas de correlação genética ocorreram entre a produção de leite no primeiro mês (PLDC1) e as demais PLDC, o que pode ter ocorrido devido à dificuldade

de se modelar a produção de leite no início da lactação. As correlações fenotípicas foram todas positivas e os valores estimados variaram de 0,21 (entre o PLDC1 e PLDC9) e 0,69 (entre PLDC4 e PLDC5). A proporção das correlações fenotípicas obtidas entre os controles com valor abaixo de 0,60 foi de 88,89 %. Conforme aumentou a distância entre os controles, houve uma gradual diminuição da correlação fenotípica.

As estimativas das correlações genéticas (Tabela 3), para as PGDC, PPDC e PSTDC variaram entre 0,46 e 0,99, 0,47 e 0,94, e 0,46 e 0,97, respectivamente. A maior parte dos valores estimados foram altos e próximos da unidade. Observa-se também que são maiores as estimativas quando as PGDC, PPDC e PSTDC estão mais próximas. As correlações genéticas foram menores entre as PGDC, PPDC e PSTDC da primeira metade da lactação com a produção do nono controle, o que pode ser explicado pelo fato de que as lactações das búfalas tendem a ser mais curtas e menos persistentes. GENGLER et al. (1997) e SILVESTRE et al. (2004), estimando parâmetros genéticos em vacas leiteiras para leite, gordura e proteína, também encontraram correlações genéticas altas entre controles adjacentes, e baixas entre controles mais distantes.

As correlações fenotípicas (Tabela 3), entre as PGDC foram positivas e variaram de 0,36 (entre PGDC1 e PGDC9) a 0,76 (entre PGDC1 e PGDC2), entre as PPDC variaram de 0,35 a 0,71 e entre as PSTDC variaram de 0,35 a 0,69. Resultados semelhantes foram relatados em estudos de bovinos leiteiros para produção de leite, gordura e proteína, por GENGLER et al. (1997), e SILVESTRE et al. (2004).

Tabela 4. Estimativas de herdabilidade (diagonal) e correlações genéticas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) entre as produções de leite, gordura, proteína e sólidos totais no dia do controle, em análises bi-características.

		Leite								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Leite	1	0,18	0,96	0,97	0,91	0,86	0,78	0,79	0,66	0,54
	2	0,55	0,2	0,98	0,93	0,87	0,89	0,82	0,6	0,84
	3	0,51	0,64	0,24	0,94	0,95	0,94	0,90	0,69	0,89
	4	0,48	0,59	0,66	0,23	0,91	0,98	0,97	0,85	0,90
	5	0,42	0,53	0,58	0,69	0,22	0,98	0,94	0,95	0,94
	6	0,36	0,46	0,51	0,52	0,64	0,19	0,99	0,96	0,94
	7	0,26	0,39	0,46	0,48	0,52	0,56	0,15	0,99	1,00
	8	0,25	0,30	0,36	0,39	0,43	0,44	0,52	0,13	0,98
	9	0,21	0,27	0,29	0,31	0,33	0,34	0,4	0,46	0,13
		Gordura								
Gordura	1	0,18	0,96	0,86	0,75	0,68	0,55	0,48	0,49	0,46
	2	0,76	0,19	0,95	0,86	0,76	0,69	0,63	0,56	0,54
	3	0,71	0,71	0,21	0,96	0,89	0,80	0,74	0,67	0,54
	4	0,63	0,65	0,68	0,21	0,97	0,89	0,83	0,76	0,65
	5	0,48	0,59	0,62	0,68	0,21	0,96	0,91	0,87	0,81
	6	0,52	0,54	0,55	0,61	0,67	0,23	0,99	0,90	0,83
	7	0,57	0,48	0,51	0,56	0,62	0,64	0,22	0,96	0,89
	8	0,43	0,46	0,48	0,5	0,54	0,59	0,68	0,18	0,93
	9	0,36	0,41	0,43	0,46	0,49	0,57	0,61	0,67	0,15
		Proteína								
Proteína	1	0,16	0,93	0,86	0,78	0,71	0,68	0,59	0,52	0,47
	2	0,71	0,18	0,94	0,86	0,82	0,74	0,67	0,59	0,53
	3	0,67	0,69	0,21	0,92	0,85	0,79	0,71	0,65	0,58
	4	0,62	0,64	0,68	0,22	0,90	0,86	0,78	0,70	0,64
	5	0,59	0,60	0,62	0,69	0,21	0,92	0,85	0,80	0,72
	6	0,51	0,55	0,57	0,63	0,67	0,2	0,91	0,82	0,79
	7	0,46	0,49	0,51	0,56	0,61	0,66	0,15	0,91	0,84
	8	0,4	0,43	0,44	0,51	0,56	0,59	0,67	0,15	0,92
	9	0,35	0,39	0,41	0,46	0,49	0,51	0,59	0,64	0,13
		Sólidos								
Sólidos	1	0,19	0,97	0,91	0,84	0,79	0,72	0,72	0,64	0,46
	2	0,69	0,19	0,95	0,86	0,80	0,75	0,68	0,57	0,52
	3	0,63	0,67	0,22	0,91	0,84	0,77	0,70	0,62	0,55
	4	0,60	0,63	0,67	0,22	0,90	0,83	0,76	0,69	0,62
	5	0,55	0,59	0,61	0,68	0,21	0,9	0,81	0,76	0,69
	6	0,51	0,53	0,55	0,61	0,66	0,19	0,91	0,82	0,76
	7	0,44	0,50	0,5	0,57	0,60	0,67	0,17	0,91	0,81
	8	0,39	0,44	0,43	0,50	0,54	0,59	0,66	0,15	0,90
	9	0,35	0,37	0,40	0,43	0,48	0,50	0,56	0,64	0,14

As correlações genéticas entre as PLDC e as PGDC (Figura 3) variaram entre 0,31 a 0,71, sendo mais baixas quando comparadas às PLDC com as PPDC (Figura 4) que variaram de 0,48 a 0,96. GENGLER et al. (1997), estimando parâmetros genéticos em vacas leiteiras para leite, gordura e proteína, encontraram as mesmas tendências. As

correlações genéticas entre as PLDC e as PSTDC (Figura 5) variaram de 0,33 a 0,86 sendo maiores nos controles adjacentes. Na Figura 6, estão apresentadas as correlações genéticas entre as PPDC e as PGDC que variaram de 0,41 e 0,90. As correlações fenotípicas foram menores entre as PLDC e as PGDC, variando entre 0,23 a 0,61, as maiores correlações fenotípicas foram entre as PLDC e as PPDC, variando entre 0,31 a 0,92.

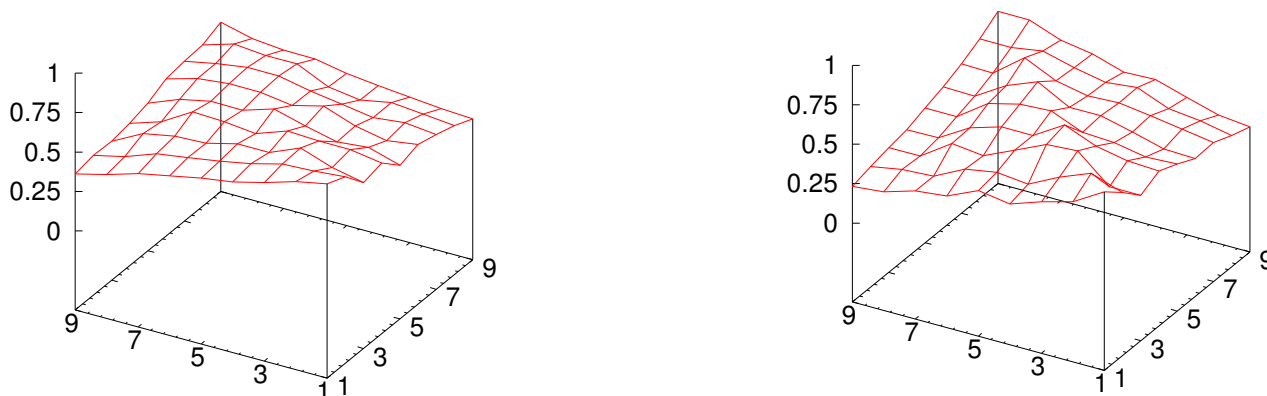


Figura 3 Estimativas de correlações genéticas (esquerda) e fenotípica (direita) entre as produções de leite e gordura do dia do controle de búfalas da raça Murrah.

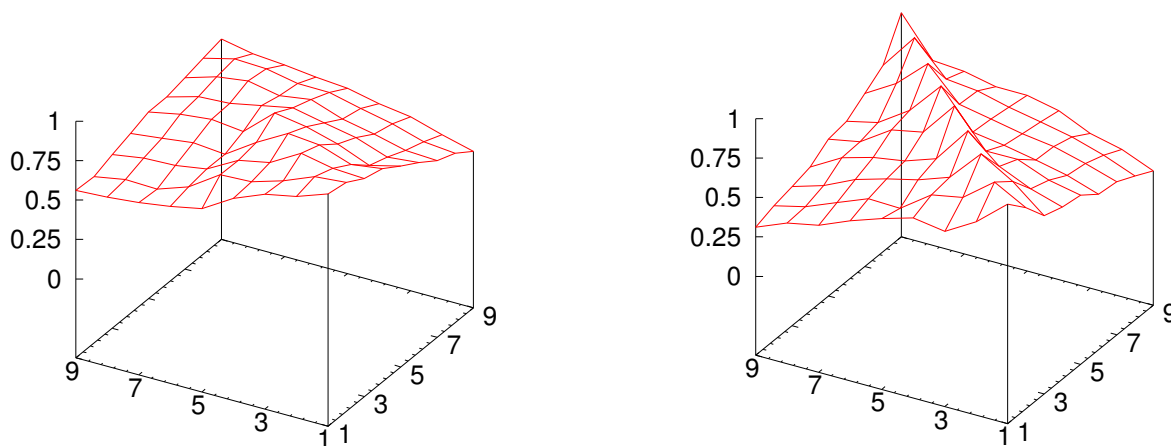


Figura 4. Estimativas de correlações genéticas (esquerda) e fenotípica (direita) entre as produções de leite e proteína do dia do controle de búfalas da raça Murrah.

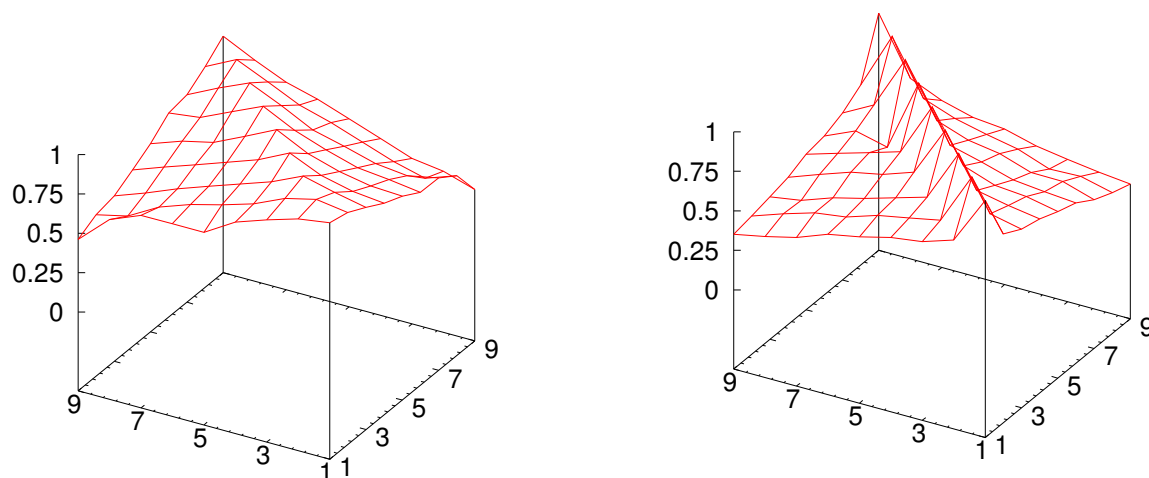


Figura 5 Estimativas de correlações genéticas (esquerda) e fenotípica (direita) entre as produções de leite e sólidos totais do dia do controle de búfalas da raça Murrah.

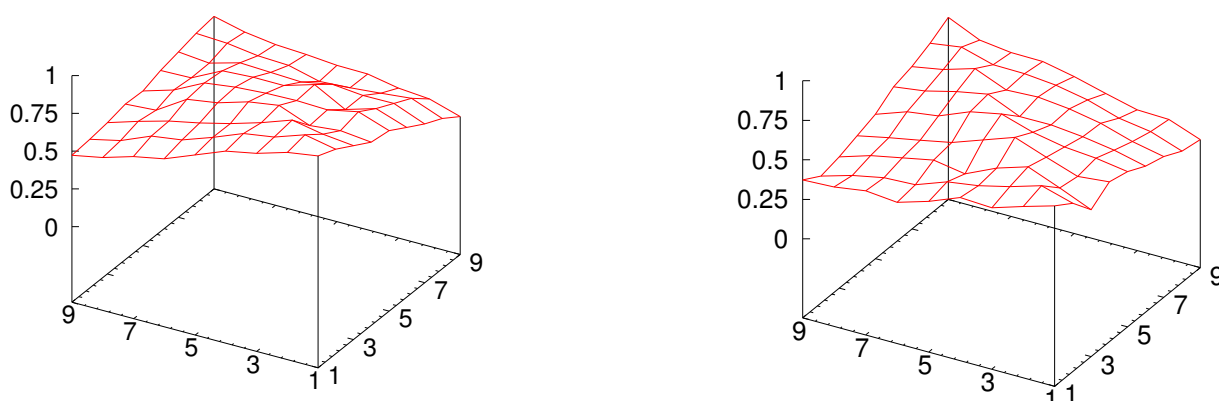


Figura 6 Estimativas de correlações genéticas (esquerda) e fenotípica (direita) entre as produções de gordura e proteína do dia do controle de búfalas da raça Murrah.

No anexo 1 estão apresentadas as covariâncias das análises bi-características entre as produções das características avaliadas no dia do controle.

Conclusões

O meio da lactação (3^o ao 6^o controle) mostrou-se o período mais herdável e altamente correlacionado com as produções acumulada aos 305 dias, indicando que a seleção direta para esses controles proporcionaria ganhos também para as produções aos 305 dias. Portanto, as produções no dia do controle poderiam ser utilizadas como critérios de seleção para substituir ou complementar as avaliações genéticas baseadas nas produções aos 305 dias.

As produções de no dia do controle das características analisadas foram altamente correlacionadas, dentro da uma mesma característica e entre diferentes características, indicando que a seleção de uma das características influenciara nas outras características no mesmo sentido.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, R.; RIBAS, N.P.; MONARDES, H. Estudo dos efeitos genéticos sobre as características produtivas de vacas da raça Holandesa na região de Batavo, Paraná. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora:Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.68-70, 1997.

ALI, T.E.; SCHAEFFER, L.R. Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v.67, n.3, p.637-644, 1987.

BIGNARDI, A. B. **Estimação de parâmetros genéticos para produção de leite de primeiras lactações de vacas da raça Holandesa usando modelos de dimensão infinita**. 2006. 41p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; VAN VLECK, L.D. et al. **A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances.**

- [DRAFT]**. Beltsville: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 125p., 1995.
- DE FRANCISCIS G. e DI PALO R. Buffalo milk production. In: World Buffalo Congress, 4., 1994, Sao Paulo. **Produceedings**. Volue 1, p. 137-146, 1994.
- DUARTE J, TONHATI H, CERÓN-MUÑOZ M, SENO L, LIMA L, CHABARIBERI L, OLIVEIRA J e REICHART R. 2004 Parâmetros genéticos para a produção de leite no dia de controle em búfalas no Estado de Sao Paulo-Brasil. **II Simpósio de Búfalas de las Américas**. 2004. Argentina.
- EL FARO, L. **Estimação de componentes de (co)variância para produção de leite no dia do controle de primeiras lactações de vacas Caracu, aplicando-se “test-day models” de dimensão finita e modelos de regressão aleatória**. 2002. 102p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.
- FERREIRA, W.J. **Parâmetros genéticos para produção de leite no dia do controle de vacas da raça Holandesa**. 1999. 103p. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- FERREIRA, W.J.; TEIXEIRA, N. M., EUCLYDES, R. F.; VERNEQUE, R. S.; LÓPES, P. S.; TORRES, R. A.; WENCESLAU, A. A.; DA SILVA, M. V.; MAGALHÃES, M. N.; Avaliação genética de bovinos da raça holandesa usando a produção de leite no do controle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.295-303, 2003.
- GADINI, C.H. **Genetic evaluation of test day production traits and somatic cell score**. Lincoln: University of Nebraska, 1997. 91p. Thesis (PhD) – University of Nebraska, 1997.
- GENGLER N.; TIJINI A.; WIGGANS G. R.; PHILPOT J. C. Estimation of (co)variance components of test day yields for U.S. Holsteins. Proceeding of the 1997 **Interbull** meeting, Vienna, Austria, August 28-29, 1997.
- GONZÁLES-HERRERA L.; 2006. **Estimação de parâmetros genéticos para produção de leite e persistência da lactação de vacas Gir, usando modelos de dimension finita e infinita**. 2006. 42p. Dissertação (Mestrado em Genética e

Melhoramento Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias_Unesp. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

HURTADO-LUGO, N.; CERÓN-MUÑOZ, M.; GUTIÉRREZ-VALENCIA A. Estimación de parámetros genéticos para la producción de leche en el día de control en búfalos de la Costa Atlántica Colombia. **Livestock Research for Rural Development** 18(3), 2006.

JAMROZIK, J. SCHAEFFER, L. R. Estimates of genetic parameters for a test-day model with random regressions for yield traits of first lactation Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 762-770, 1997.

KEOWN, J.F.; Van Vleck, L.D. Selection on test day fat percentage and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.54, n.2, p.199-203, 1971.

KETTUNEN, A.; MÄNTYSAARI, E.A.; STRANDÉN, I. Estimation of genetic parameters for first lactation test day milk production using Random Regression Models. In: World congress of genetics applied to livestock production, 6., 1998, Armidale, Australia. **Proceedings...** Armidale: University of New England, 1998. p.307-310.

LIDAUER, M.; e MÄNTYSAARI, E.A. Multiple trait reduced rank random regression test-day model for production traits. Proceeding of the 1999 **Interbull** meeting Zurich, Switzerland, August 26-27, 1999.

MACHADO, S.G. **Parâmetros genéticos e de ambiente produção de leite no dia do controle da primeira lactação de vacas da raça Holandesa**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1997. 75p. Dissertação (Mestrado Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 1997.

MACHADO, S.G.; FREITAS, M.A.R.; GADINI, C.H. Genetic parameters of test-day milk yield of Hostein cows. In: World congress of genetics applied to livestock production, 6., 1998, Armidale, Australia. **Proceedings...** Armidale: University of New England, 1998. p.427-430.

MALHADO C.H.; RAMOS A.; CARNEIRO P.; SOUZA J.; PICCININ A.; Parâmetros e tendências da produção de leite em bubalinos da raça Murrah no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.376-379, 2007.

- MELO, C.M.R. Parâmetros genéticos para as produções de leite no dia do controle e da primeira lactação de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.34, n.3, p.796-806, 2005.
- MEYER, K.; GRASER, H.; HAMMOND, K. Estimates of genetic parameters for first lactation test day production of Australian black and white cows. **Livestock Production Science**, v.21, n.3, p.177-199, 1989.
- PTAK, E.; SCHAEFFER, L.R. Use of test day yields for genetic evaluation of dairy sires and cows. **Livestock Production Science**, v.34, p.23-34, 1993.
- REKEYA, R., BEJAR R., CARABAÑO, M.J., ALENDA, R. Genetic parameters for test day measurements in Spanish Holstein-Freisan. In: **INTERBULL**, 11. Prague, 1995 Proceeding. Prague: Czech Republic, 1995, p. 1-8. (Bulletin 11).
- RODRIGUES, CL.M.; PACKER, I.U.; COSTA, CL.N.; MACHADO, P.F.; Parâmetros genéticos para as produções de leite no dia do controle e da primeira lactação de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.796-806, 2005.
- ROSATI, A., VAN VLECK, L.D. Estimation of genetic parameters for milk, fat, protein and mozzarella cheese production in Italian river buffalo population. **Livestock Prod. Sci.**, 74 (2002) 185 - 190
- SAS INSTITUTE, **SAS/STAT Software**: changes and enhancement through release 8.2. Cary, 2000.
- SHAHRBABAK M.M. **feasibility of random regression for Iranian Holstein test day records**. Guelph, 1997. Iv. Thesis (Ph.D)-University of Guelph.
- SHARMA R. e SINGH B. 1998 Genetic studies on Murrah Buffaloes in livestock farms in Uttar Pradesh In: World Buffalo Congress, 2., 1988, New Delhi. **Proceeding**. p. 128-133, 1988.
- SILVESTRE, A. M.; PETIM-BATISTA, F.; COLAÇO, J. Genetic parameter estimates of Portuguese dairy cows for milk, fat and protein using a spline test-day model. **Journal of Dairy Science** v.88, p.1225-1230, 2005.
- SWALVE, H.H. The effect of test day models on the estimation of genetic parameters and breeding values for dairy yield traits. **Journal of Dairy Science**, v.78,n.4,p.929-

938,1995.

TONHATI H. e CERÓN-MUÑOZ M. Milk production and quality and buffalo genetic breeding in the State of Sao Paulo, Brazil. In: I Buffalo Symposium of Americas. September, Belem do Para. Brasil. **Proceedings**. 2002 p 267 – 280.

VARGAS, B.; PEREZ, E.; AREDONK, J. Analysis of test day yield data of Costa Rica dairy cattle. **Journal of Dairy Science** v. 81(1) p. 225, 1998.

WIGGANS, G. R., GODDARD, M.E. A computationally feasible test day model for genetic evaluation of yields traits in the United States. **Journal of Dairy Science** , v.80, p.795-1800, 1997.

ZAMBIANCHI, A.R.; FREITAS, M.A.R.; PEREIRA, C.S. Aspectos genéticos e de ambiente da produção de leite e intervalo entre partos de vacas da raça Holandesa. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.13-15. , 1997.

Anexo 1. Estimativas de covariâncias genéticas (acima da diagonal) e covariâncias fenotípicas (abaixo da diagonal) entre as produções no dia do controle em análises bi-característica.

	leite									gord*									prot*								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	39,7	38,1	32,6	36,4	29,5	34,0	27,9	23,7	20,9	33,5	36,2	40,5	38,3	35,0	31,4	24,6	21,9	17,6
2	3,0	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	40,6	40,0	38,6	41,4	35,9	31,5	31,4	26,8	23,2	33,6	38,3	44,3	39,9	35,5	33,0	27,1	24,5	21,0
3	2,8	3,6	1,2	1,1	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	40,9	43,4	47,6	45,9	38,1	37,7	33,3	30,9	26,8	35,4	38,7	51,0	47,8	43,5	40,1	32,2	29,7	25,7
4	2,5	3,2	3,6	1,1	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	35,1	37,3	39,0	43,3	39,0	39,8	32,9	28,3	16,2	29,9	33,5	41,9	45,6	43,6	39,4	31,8	29,4	25,1
5	2,2	2,8	3,1	3,5	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	32,4	33,9	37,9	37,3	41,3	35,4	33,9	27,4	26,6	24,6	32,1	38,8	39,0	43,9	40,2	33,9	30,7	26,0
6	1,8	2,4	2,7	2,6	3,2	0,8	0,7	0,7	0,7	27,2	29,1	31,4	35,0	33,7	35,1	30,1	28,5	24,6	21,0	24,3	30,2	29,5	32,1	34,7	29,6	27,8	24,3
7	1,5	2,3	2,7	2,6	2,8	2,3	0,7	0,7	0,7	24,5	26,8	30,1	34,9	33,0	33,2	32,3	28,9	25,7	19,5	21,2	28,2	29,8	32,3	32,2	30,5	28,7	24,4
8	1,4	1,7	2,1	2,1	2,4	2,4	3,1	0,7	0,7	19,8	21,4	25,7	25,6	28,4	29,6	28,4	27,7	24,7	17,5	20,0	25,7	26,4	29,1	29,4	27,1	26,9	23,3
9	1,1	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	2,3	2,6	16,8	18,2	19,7	21,5	23,1	25,5	25,4	24,0	26,1	16,6	18,0	23,6	24,7	26,6	26,1	24,2	24,3	23,7	
1	6,0	4,9	4,5	4,0	4,3	3,1	2,9	2,5	2,4	2,8	2,8	2,6	2,4	2,1	1,9	1,9	1,7	1,6	1,8	1,7	1,7	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	
2	5,2	5,9	5,2	4,4	4,6	3,9	2,9	2,7	2,8	13,0	3,2	3,2	3,0	2,8	2,5	2,1	2,0	1,9	2,0	1,9	1,8	1,9	1,7	1,5	1,2	1,0	
3	4,1	4,1	7,0	6,1	5,1	3,9	4,0	3,2	3,1	12,5	12,5	3,6	3,5	3,2	2,9	2,4	2,3	2,1	2,2	2,4	2,1	2,2	1,8	1,8	1,4	1,3	
4	4,5	4,6	5,1	6,1	4,9	4,5	3,9	3,0	3,1	11,5	11,9	12,8	3,8	3,5	3,2	2,7	2,4	2,0	2,1	2,2	2,3	2,1	2,1	1,8	1,3	1,3	
5	4,0	3,9	4,4	4,7	5,5	5,0	4,4	3,3	3,5	8,8	10,8	11,6	13,3	3,6	3,3	2,8	2,7	1,8	1,9	2,0	2,3	2,1	2,0	1,7	1,3	1,4	
6	3,4	3,5	4,0	4,7	4,7	4,6	4,5	4,3	3,8	8,8	9,1	9,5	11,0	12,1	3,3	2,9	2,7	1,6	1,7	1,9	2,1	2,1	1,9	1,7	1,4	1,4	
7	3,8	4,1	4,5	5,0	4,9	4,9	5,7	5,1	4,8	9,4	7,9	8,7	9,9	10,9	10,4	2,9	2,7	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,7	1,5	1,3	1,2	
8	3,3	3,7	4,0	5,0	4,8	4,8	5,2	6,1	5,5	7,3	7,8	8,4	9,1	9,9	9,9	11,1	2,6	1,1	1,2	1,4	1,4	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	
9	2,8	3,8	3,7	4,5	4,3	4,6	4,8	5,3	6,2	6,7	7,6	8,2	9,1	9,1	10,4	10,9	12,3	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	
1	5,7	4,7	4,0	4,0	3,6	3,1	2,9	2,6	2,0	7,4	6,7	6,1	6,5	5,5	4,4	4,6	4,3	4,6	1,3	1,4	1,3	1,3	1,2	1,0	0,9	0,7	
2	5,2	6,1	5,0	4,5	3,6	3,6	3,4	2,8	2,4	6,7	7,4	6,9	6,5	6,1	4,9	4,6	4,3	3,9	5,7	1,7	1,6	1,5	1,4	1,1	1,0	0,9	
3	4,7	6,1	7,0	5,2	4,7	4,3	4,2	3,5	2,9	5,8	6,8	8,1	7,6	6,3	6,2	5,6	5,2	4,8	6,0	6,5	2,0	1,9	1,8	1,5	1,3	1,1	
4	4,2	4,8	5,5	6,4	4,8	4,2	4,4	3,9	3,0	6,6	6,3	7,4	7,3	7,7	6,2	5,6	5,2	3,1	5,3	5,8	6,8	2,0	1,9	1,5	1,3	1,2	
5	4,2	4,6	5,3	5,0	6,7	5,0	5,1	4,1	3,7	6,4	6,8	7,2	8,1	8,9	9,0	6,5	6,3	5,9	5,3	5,6	6,5	6,9	2,0	1,6	1,5	1,3	
6	3,6	4,2	4,5	4,6	4,8	6,4	5,4	4,4	3,9	5,6	6,3	6,9	7,4	7,4	8,0	7,4	6,9	7,1	4,6	5,3	6,0	6,3	7,0	1,7	1,5	1,3	
7	3,6	4,2	4,6	4,6	4,9	5,1	7,1	5,7	4,6	5,3	5,9	6,9	7,8	8,0	7,3	8,2	7,6	7,7	4,2	4,7	5,5	5,8	6,5	7,1	1,4	1,2	
8	3,0	3,7	4,2	4,3	4,5	4,8	5,4	7,0	5,1	4,4	5,3	5,8	6,9	7,5	7,2	7,0	8,0	8,3	3,6	4,0	4,6	5,0	5,7	6,1	7,1	1,3	
9	2,6	3,3	3,7	4,2	4,4	4,3	5,1	5,2	6,9	4,1	5,1	5,3	6,2	6,9	6,9	6,8	7,4	9,3	3,1	4,0	4,3	4,6	5,1	5,3	6,3	6,6	

* As covariâncias são multiplicadas por 1000