

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E
AVALIAÇÃO DO PROGRESSO GENÉTICO E FENOTÍPICO
DE CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO E DE QUALIDADE
DE LEITE EM BUBALINOS LEITEIROS**

Thomaz Marques Sena

Zootecnista

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ESTIMAÇÃO DE PARAMETROS GENÉTICOS E AVALIAÇÃO
DO PROGRESSO GENÉTICO E FENOTÍPICO DE
CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO E DE QUALIDADE DE
LEITE EM BUBALINOS LEITEIROS.**

Thomaz Marques Sena

Orientador: Prof. Dr. Humberto Tonhati

Coorientadora: Dra. Daiane Cristina Becker Scalez

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.

S474e	<p>Sena, Thomaz Marques</p> <p>Estimação de parâmetros genéticos e avaliação do progresso genético e fenotípico de características de produção e de qualidade de leite em bubalinos leiteiros / Thomaz Marques Sena. -- , 2019</p> <p>31 f. + 1 CD-ROM</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara,</p> <p>Orientador: Humberto Tonhati</p> <p>Coorientadora: Daiane Cristina Becker Scalez</p> <p>1. Melhoramento genético. 2. Genética animal. 3. Genética quantitativa. I. Título.</p>
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

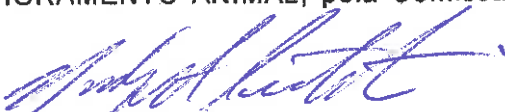
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E AVALIAÇÃO DO PROGRESSO GENÉTICO E FENOTÍPICO DE CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO E DE QUALIDADE DE LEITE EM BUBALINOS LEITEIROS

AUTOR: THOMAZ MARQUES SENA

ORIENTADOR: HUMBERTO TONHATI

COORIENTADORA: DAIANE CRISTINA BECKER SCALEZ

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em GENÉTICA E MELHORAMENTO ANIMAL, pela Comissão Examinadora:



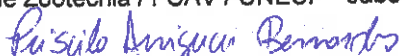
Prof. Dr. HUMBERTO TONHATI

Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Pós-doutorando GERARDO ALVES FERNANDES JÚNIOR

Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Pós-Doutoranda PRISCILA ARRIGUCCI BERNARDES

Centro Avançado de Pesquisa de Bovino de Corte-IZ / Sertãozinho/SP

Jaboticabal, 31 de julho de 2019

2019

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Thomaz Marques Sena — Nascido em 03 de fevereiro de 1992 na cidade de Tabatinga – SP. Em março de 2012 ingressou no curso de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal. Durante a graduação foi bolsista da FAPESP de iniciação científica sob orientação do Professor Dr. Ricardo Andrade Reis, por duas vezes consecutivas e foi membro bolsista do Programa de Educação Tutorial – PET. Desenvolveu seu Trabalho de Conclusão de Curso no ano de 2017 sob orientação do Professor Dr. Humberto Tonhati. Graduou-se em agosto de 2017 e ingressou no mesmo mês no curso de Mestrado em Genética e Melhoramento Animal sob orientação do Professor Dr. Humberto Tonhati e coorientação da Dra. Daiane Cristina Becker Scalez, durante esse período foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

“A chave é a capacidade do homem de fazer a seleção acumulativa: a natureza nos dá variações sucessivas e o homem as acumula em certas direções que lhe são úteis. ”

– Charles Darwin.

Dedico

*Aos meus pais, Ivanilde Machado Marques Sena e Irso Marques Sena,
por todo o amor e carinho, à minha avó
Onofra Peixoto (in memoriam) por suas
incríveis histórias e amor e à minha esposa,
Caroline Alves Garcia, por todo amor e
carinho.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por todas as oportunidades por ter guiado meus pensamentos e passos, e me abençoado em cada decisão.

Aos meus pais, Ivanilde e Irso por tudo que fizeram e ainda fazem por mim. O que me tornei se deve por todas as lições de vida e sacrifícios que fizeram por mim. Passamos por vários perrengues, mas vocês sempre me ajudaram a superar. Obrigado por seus ensinamentos, exceto os que se referiam aos de cura de umbigo, esses tive que reaprender.

À minha esposa Caroline Alves Garcia por todos os momentos incríveis que passamos juntos, por todos os anos sonhando juntos as mesmas coisas e agora conquistando casados. Obrigado por me apoiar, por ter tido paciência, por sempre estar ao meu lado e acreditar em mim. Obrigado pela sua companhia, pelo amor, por sempre falar algo que fizesse o meu dia incrivelmente feliz. Obrigado por ser minha linda e incrível esposa que eu tanto amo e admiro.

Agradeço aos meus cachorros e meu gatinho, embora eles não possam ver o que escrevo. Agradeço ao Thor, Pina e Moana, que me ensinaram que sempre devemos estar felizes com o que temos e que o que mais importa é estar com quem amamos.

Aos meus sogros Vera Lúcia e Ricardo, por terem colocado no mundo a mulher mais linda e incrível que eu já conheci na vida, por estarem sempre nos ajudando e por aquelas horas de conversa com a minha mãe em lei (sogra), segunda mãe.

Agradeço ao Prof. Dr. Humberto Tonhati, que vem me orientando desde a graduação. Obrigado por seus ensinamentos.

Agradeço a Dr. Daiane Cristina Becker Scalez, por sua orientação e pela paciência que teve ao me acompanhar durante todo o processo de execução e correções desse trabalho.

SUMÁRIO

	Página
Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais.....	1
Introdução.....	1
Revisão de literatura.....	2
Produção de leite e seus constituintes.....	2
Herdabilidade.....	3
Repetibilidade.....	4
Correlação genética.....	4
Tendência fenotípica e genética.....	5
Referências.....	8
CAPÍTULO 2 - Estimação de parâmetros genéticos e avaliação do progresso genético e fenotípico de características de produção e de qualidade de leite em bubalinos leiteiros.....	13
Resumo.....	13
Introdução.....	12
Material e métodos.....	13
Resultados e discussão.....	15
Conclusão.....	19
Referências	19

ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E AVALIAÇÃO DO PROGRESSO GENÉTICO E FENOTÍPICO DE CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO E DE QUALIDADE DE LEITE EM BUBALINOS LEITEIROS

RESUMO — A espécie bubalina (*Bubalus bubalis*) é originária do continente Asiático e hoje encontra-se difundida mundialmente. Os criadores têm optado pela atividade leiteira nessa espécie, destinando a produção leiteira à elaboração de produtos lácteos. A espécie tem como atrativo econômico a alta produção de proteína e gorgura, que aliada a boa capacidade de produção leiteira, resulta em alto rendimento queijeiro. A crescente demanda pelos derivados do leite bubalino nos últimos anos incentivou os produtores a incrementarem a produção iniciando à seleção de animais superiores. O termo repetibilidade é uma estimativa que sugere que as produções anteriores podem ser utilizadas como indicadores de produções futuras, auxiliando no descarte de fêmeas do rebanho. As estimativas de herdabilidade determina a resposta a seleção e a correlação genética nos informa como as características estão associadas em um nível genético, ambas as estimativas tendo impacto nas estimativas de tendência genética apresentados pelas características. Objetivou-se nesse estudo a avaliação dos parâmetros genéticos e dos progressos fenotípico e genético para produção total de leite truncada aos 305 dias (PL), de gordura (PTG) e de proteína (PTP), em 13 rebanhos que fazem parte do programa de controle leiteiro mantido pelo Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP. As análises foram realizadas considerando um modelo multicaracterística, cujos efeitos fixos considerados foram os grupos de contemporâneos (GC), formados por rebanho, estação do ano (seca: de abril a outubro; e águas: de novembro a março) e ano do parto, além da duração da lactação e número de ordenhas, e idade da vaca ao parto como efeito linear e quadrático, como (co)variável idade da vaca ao parto com efeito linear e quadrático, como efeitos aleatórios foram considerados o efeito genético aditivo, de ambiente permanente e o efeito residual. Um número mínimo de 4 animais por GC foi considerado. A tendência fenotípica e genética foi estimada por meio de regressão do valor fenotípico e dos valores genéticos dos animais sobre o ano de nascimento. O coeficiente angular foi submetido ao teste t. A PL, PTG e PTP, foram respectivamente, 2111,65 kg, 134,30 kg e 93,42 Kg. As estimativas de herdabilidade para PL, PTG e PTP, foram respectivamente, 0,24, 0,20 e 0,20. As estimativas de herdabilidade para PL, PTG e PTP, foram respectivamente 0,45, 0,31 e 0,40. A correlação genética entre PL e PTG, PTP, foi 0,96 e 1,0, respectivamente. Os ganhos fenotípicos e genéticos foram 11,67 kg (p-valor < 0,001) e 5,987 kg (p-valor < 0,001) de leite por ano, 0,17 kg (p-valor = 0,76) e 0,052 kg (p-valor = 0,161) de gordura por ano, 0,032 kg (p-valor = 0,92) e 0,0566 kg (p-valor = 0,04525) de proteína por ano. O ganho genético e fenotípico mais expressivo foi para produção de leite. As estimativas de herdabilidade para PL, PTG PTP sugerem que é possível os animais responderem a programas de seleção.

Palavras-chave: herdabilidade, repetibilidade, correlação genética, tendência genética, tendência fenotípica

ESTIMATION OF GENETIC PARAMETERS AND EVALUATION OF THE GENETIC AND PHENOTYPICAL PROGRESS OF PRODUCTION AND QUALITY TRAITS OF MILK IN DAIRY BUFFALO

ABSTRACT — The bubaline species (*Bubalus bubalis*) originates from the Asian continent and is now widespread worldwide. The breeders have opted for the dairy activity in this species, destining the dairy production to the elaboration of dairy products. The species has as economical attraction the high protein and weevil production, which allied to the good milk production capacity, results in high cheese yield. The increasing demand for buffalo milk derivatives in recent years has encouraged producers to increase production by starting to select superior animals. The term repeatability is an estimate that suggests that previous productions can be used as indicators of future productions, assisting in the discarding of females from the herd. Heritability estimates determine the selection response and genetic correlation informs us how traits are associated at a genetic level, both estimates having an impact on genetic trend estimates presented by traits. The objective of this study was to evaluate the genetic parameters and the phenotypic and genetic progress for total truncated milk yield at 305 days (MY), fat (FY) and protein (PY) in 13 herds that are part of the breeding program. dairy control maintained by the Department of Animal Science of FCAV / UNESP. The analyzes were performed considering a multivariate model, whose fixed effects considered were the groups of contemporaries (CG), formed by herd, season (drought: from April to October; and waters: from November to March) and year of calving. In addition to the duration of lactation and number of milkings, and age of cow at calving as linear and quadratic effect, as (co) variable age of cow at calving with linear and quadratic effect, as random effects were considered the additive genetic effect of environment. permanent and residual effect. A minimum number of 4 animals per GC was considered. Phenotypic and genetic trends were estimated by regression of phenotypic value and genetic values of animals over year of birth. The angular coefficient was submitted to the t test. The MY, FY and PY, respectively, were 2111.65 kg, 134.30 kg and 93.42 Kg. The heritability estimates for MY, FY and PY were, respectively, 0.24, 0.20 and 0.20. The heritability estimates for MY, FY and PY were respectively 0.45, 0.31 and 0.40. The genetic correlation between MY, FY and PY, was 0.96 and 1.0, respectively. Phenotypic and genetic gains were 11.67 kg (p-value <0.001) and 5.987 kg (p-value <0.001) of milk per year, 0.17 kg (p-value = 0.76) and 0.052 kg (p -value = 0.161) of fat per year, 0.032 kg (p-value = 0.92) and 0.0566 kg (p-value = 0.04525) of protein per year. The most significant genetic and phenotypic gain was for milk production. Heritability estimates for MY, FY and PY suggest that animals may respond to selection programs.

Keywords: heritability, repeatability, genetic correlation, genetic trend, phenotypic trend

CAPÍTULO 1 - Considerações gerais

Introdução

A espécie bubalina (*Bubalus bubalis*) é originária do continente Asiático e hoje encontra-se difundida mundialmente. A população de bubalinos no Brasil, referente ao ano de 2017, foi estimada em 1,35 milhões de cabeças, com destaque para o estado do Pará que contém 38% do rebanho nacional, com 514.308 cabeças, seguido pelo Amapá, com 286.477 cabeças, representando 21% do rebanho (MAPA, 2018).

A Associação Brasileira de Criadores de Búfalos reconhece quatro raças divididas em dois grupos principais: Búfalo-de-rio (River Buffalo), representado pelas raças Mediterrânea, Murrah e Jafarabadi; e Búfalo-do-pântano (Swamp Buffalo) representado pela raça Carabao (A.B.C.B., 2017). Os criadores têm optado pela atividade leiteira nessa espécie, destinando a produção à fabricação de derivados lácteos devido ao alto valor agregado e, conseqüentemente, maior rentabilidade econômica (Tonhati et al., 2008).

A crescente demanda pelos derivados do leite bubalino nos últimos anos incentivou os produtores a incrementarem a produção, primeiramente promovendo melhorias nas condições de manejo, desse modo, visando aumentar a receita, os produtores deram início à seleção de animais superiores por meio da avaliação genética e programas de controle leiteiro (Seno et al., 2007).

O termo repetibilidade refere-se a expressão de um mesmo caráter em épocas diferentes, sendo uma estimativa que sugere que as produções anteriores podem ser utilizadas como indicadoras de produções futuras, auxiliando, deste modo, no descarte de fêmeas do rebanho. As estimativas de herdabilidade determina a resposta a seleção e a correlação genética nos informa como as características estão associadas em um nível genético, ambas as estimativas tendo impacto nas estimativas de tendência genética apresentados pelas características.

A estimativa da tendência genética da população para as características de interesse econômico, nos permite extrair informações sobre a correta escolha dos reprodutores ao longo das gerações e, assim verificar a eficiência de programas de seleção (Ferraz et al. 2001). Alguns autores realizaram estudos para a espécie bubalina (Ramos et al., 2006; Malhado et al., 2007; Seno et al., 2010) nos quais foram

observados ganho fenotípico de 27,74 Kg de leite por ano e ganhos genéticos entre 0,85 a 3,30 Kg de leite por ano. Segundo Amin et al., (2015) as variações nos valores genéticos modificaram de -0,22 para 0,17 kg, -1,41 a 1,36 g e -0,82 a 0,70 g, para produções no dia do controle de leite, gordura e proteína, respectivamente. Como a produção de leite possui correlações genéticas positivas com a produção total de gordura (PTG) e proteína (PTP), espera-se que os ganhos genéticos anuais dessas características tenham a mesma variação.

Revisão de literatura

Produção de leite e seus constituintes

A produção total de leite (PL) é a quantidade de leite produzida em determinado período de lactação. Na espécie bubalina é comum essa característica ser expressa em 270 dias ou 305 dias de lactação. A PL é uma característica facilmente mensurável dentro das fazendas produtoras e de grande importância o descarte, reforçando assim, a importância do controle leiteiro nas propriedades.

O leite de búfala destaca-se pelos altos teores de gordura e proteína (Tonhati et al., 2008 e Aspilcueta-Borquis et al., 2010ab). Diversos fatores afetam a produção do leite, e sua constituição, como o número de lactações (Duarte, 2001 e Sundaram et al., 2013), observando aumento na PL, aos 305 dias, até a quinta lactação, seguida de declínio da produção (Lee et al., 2006 e Yadav et al., 2013); estágio da lactação (Bhonsie et al., 2003 e Yadav et al., 2013) e estação do ano (Bhonsie et al., 2003 e Amaral et al., 2004), assim como fatores ambientais que influenciam a expressão dessas características. A constituição genética dos animais também influencia na expressão dos fenótipos. As diferentes raças bubalinas contribuem para as alterações observadas na produção de leite e de seus constituintes (Bhonsie et al., 2003; Moiola e Borghese, 2007 e Misra et al., 2008).

Tabela 1 — Produção de leite, produção e porcentagem de seus constituintes, em diferentes países.

Autor	País	Característica	Valor
Aspilcueta-Borquis et al., 2010a	Brasil		1614
Aspilcueta-Borquis et al. 2010b	Brasil		1813
Rodrigues et al., 2010	Brasil		1663,8
Sundaram et al., 2013	India	PL (kg)	2051,42 a 2291,42
Bezerra Júnior et al., 2014	Brasil		2218,03
Barros et al., 2016	Brasil		1872,7
Nasr, 2017	Egito		1890,26 a 2439,61
Chitra et al., 2019	India		1977,6
Aspilcueta-Borquis et al. 2010b	Brasil		118,3
Kumar et al., 2016	India	PTG (kg)	175,74
Chitra et al., 2019	India		151,2
Aspilcueta-Borquis et al., 2010b	Brasi	PTP (kg)	81,6

PL – Produção Total de Leite; PTG – Produção Total de Gordura e PTP – Produção Total de Proteína.

Herdabilidade

A herdabilidade determina a resposta a seleção e o potencial genético individual a partir do valor fenotípico do animal, sendo uma estimativa não apenas referente à uma determinada característica, mas relativa também, à população e às circunstâncias ambientais a que foram submetidos os indivíduos, uma vez que, a herdabilidade depende da grandeza de todos os componentes de variância e das frequências alélicas, as quais sujeitas à seleção, mutação e à deriva genética (Falconer e Mackay, 1996).

Na literatura, foram observadas estimativas de herdabilidade, em búfalos, para PL entre 0,093 e 0,38; PTG entre 0,054 e 0,27; PTP de 0,093 a 0,22 (Rosati e Van Vlec, 2002; Malhado et al., 2007; Aspilcueta-Borquis et al., 2010b; Baharizade, 2012; Malhado et. Al., 2012; Malhado et al. 2013; Madad et al., 2013; Aspilcueta-Borquis et al., 2013; Singh et al., 2016 e Barros et al. 2016).

Os diferentes valores encontrados na literatura são de comum ocorrência, variando entre populações, pois estas estão submetidas a diferentes efeitos de ambiente, programas de seleção e estruturas de população. Os valores citados pelos autores indicam variabilidade suficiente para população responder a um programa de seleção.

Repetibilidade

O termo repetibilidade refere-se a expressão de um mesmo caráter em épocas diferentes, em geral, aplica-se a produções anuais do mesmo animal, sendo uma estimativa que sugere que as produções anteriores podem ser utilizadas como indicadores de produções futuras, auxiliando, deste modo, no descarte de fêmeas do rebanho. A repetibilidade não é fixa, variando entre populações e os fatores que afetam a herdabilidade tendem a afetar a repetibilidade de maneira similar (bourdon, 2014), e a relação entre ambas as estimativas é que a repetibilidade representa o limite superior do coeficiente de herdabilidade (Falconer e Mackay, 1996). Na literatura foram reportados estimativas de repetibilidade, em bubalinos, para PL variando de 0,33 a 0,69 (tonhati et al. 2000, Rodrigues et al. 2010 e Bezerra Júnior et al. 2014), segundo, os autores, as estimativas sugere que é possível descartar as fêmeas tomando como valores a primeira lactação, mantendo no rebanhos as búfalas mais promissoras. Para a para PTG foi reportado estimativa de 0,29 (Rodrigues et al. 2010), sugerindo que as produções anteriores não podem ser utilizadas para predição de produção futura.

Correlação genética

A correlação entre duas variáveis é a covariância corrigida pelos desvios padrão de cada característica. A correlação genética é importante para saber quais as características estão associadas em um nível genético, sendo que as suas causas são a pleiotropia, quando um par de alelos condiciona mais de uma característica, e o desequilíbrio de ligação, associação não aleatória dos alelos de dois ou mais loci (Falconer e Mackay, 1996 e Hill, 2001). A pleiotropia promove correlações mais estáveis, em contrapartida, as correlações decorrentes do desequilíbrio de ligação tendem a ser transitórias (Hill, 2001).

Para a espécie bubalina a PL possui correlações genéticas altas e positivas com a PTG e PTP, respetivamente, 0,94 e 0,93 (Rosati e Van Vlec, 2002 e Rodrigues et al., 2010) (Peeva, 1997; Tonhati, 2000; Rosati e Van Vlec, 2002 e Aspilcueta-Borquis et al., 2010a). As correlações genéticas obedecem aos mesmos padrões para

outras espécies produtoras de leite (De Paula et al., 2008; Brito et al., 2010 e Penasa et al., 2010), indicando que os genes que afetam a produção de leite afetam a produção de seus constituintes de mesmo modo. Assim como a herdabilidade, a correlação genética pode ser alterada ao longo de sucessivas gerações de rebanhos sob seleção, como consequência, possivelmente, da mudança da frequência alélica nos loci pleiotrópicos (Hill, 2001).

Como o foco de muitas fazendas produtoras de leite bubalino é a elaboração de queijo tipo mozzarella, alguns autores evidenciaram que, a PL, PTG e PTP contribui positivamente para o incremento do rendimento queijeiro, ao selecionar o rebanho para que haja um incremento na PL (Rosati e Van Vlec, 2002 e Aspilcueta-Borquis et al., 2010b), sugerindo assim, que os programas de seleção priorizem selecionar animais para o aumento dessas características.

Tendência fenotípica e genética

Em rebanho de bubalinos no Brasil, Ramos et al. (2006), Malhado et al. (2007) e Seno et al. (2010) demonstraram uma tendência genética para PL positiva (0,85 a 3,30 kg de leite por ano), mas muito pequena e a maior parte do ganho observado ao longo dos anos é devido a melhorias de manejo.

Já Hossein-Zadeh et al. (2016), trabalhando com búfalos no Irã, divulgaram valores positivos de ganho fenotípico para PL (8,79 Kg por ano), embora o ganho genético do rebanho tenha sido negativo (-1,50Kg por ano). Agudelo-Gómez et al. (2015), mostraram ganhos positivos para PL (270 dias de lactação), sendo que o ganho em macho é maior que em fêmeas, 3,27 e 2,61 Kg por ano, respectivamente. Em bovinos, foram estimados ganho genético anual para produção de leite (PL) variando entre 6,47 a 55 Kg (Rangel et al. 2008; Peixoto et al., 2006; Boligon et al., 2005; Balieiro et al., 2000 e Lee et al., 1985), produção de gordura entre 0,11 a 1,08 Kg (Rangel et al., 2008; Boligon et al., 2005; Balieiro et al., 2000 e Lee et al., 1985), para produção de proteína 0,25 e 0,45 (Rangel et al., 2008).

O estudo da tendência genética em determinado rebanho é um elemento expressivo na avaliação dos programas de seleção, uma vez que corresponde às mudanças observadas nos valores genéticos dos animais para determinada

característica (Potocnik et al., 2007), regredido a média do valor genéticos em cada ano de nascimento ou parto (Albuquerque et al., 1996). Diversos autores destacaram a importância da tendência genética para animais com aptidão leiteira, como os bubalinos (Amin et al. 2015; Seno et al., 2010; Malhado et al., 2007; Ramos et al., 2006) e bovinos (Lee et al., 1985; Balieiro et al., 2000; Durães et al., 2001; Araújo et al., 2003; Boligon et al., 2005; Peixoto et al., 2006 e Rangel et al., 2008

Referências

A.B.C.B. Associação brasileira de criadores de búfalo. Disponível em: <<http://www.bufalo.com.br/home/>>. Acesso em: 29 ago. 2017.

Agudelo-Gómez DA, Savegnago PR, Buzanskas ME, Ferraudo AS, Munari PD, Cerón-Muñoz MF (2015). Genetic principal components for reproductive and productive traits in dual-purpose buffaloes in Colombia. **Journal of Animal Science**. 93(8), 3801–3809.

Albuquerque LG, Queiroz SA, Dias ASC e Fries LA (1996) Comparações e questionamentos sobre metodologias para estimar realizações e tendências genéticas. In: Anais da 33a, **Reunião Anual Da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, p.313-315.

Altiero V, Moio L e Addeo F. (1989) Previsione della resa in mozzarella sulla base del contenuto in grasso e proteine del latte di bufala. **Scienza Tecnica Lattiero-Casearia**. 40 (6), 425–433

Amin AMS, Khalil MH, Mourad KA, Afifi EA, Ibrahim MK (2015). Genetic and phenotypic trends for test day milk, fat and protein yields applying random regression model in Egyptian buffaloes. **Egyptian Journal of Animal Production**, 52, Suppl. Issue, April (2015), pp. 52. 19-29.

Araújo CV, De Almeida Torres R, Rennó FP, Pereira CJ, Pereira CS, Araújo SI, De Almeida Torres Filho R, Da Silva HC, Rennó LNE, Da Rocha Kaiser F (2003) Tendência genética para características produtivas em bovinos da raça Pardo-Suíça, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1872-1877.

Aspilcueta Borquis RR, Araujo Neto FR, Santos DJA, Baldi F, Tonhati H, (2013) Acurácia dos métodos de seleção genômica em bubalinos. In: X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal. Uberaba. **X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal**. v. x. p. 10.

Aspilcueta-Borquis R R A, Sesana R C, Berrocal M H M, Seno L De O, Bignardi A B, Faro L El, Albuquerque L G, Camargo G M F , Tonhati H (2010b) Genetic parameters for milk, fat and protein yields in Murrah buffaloes (*Bubalus bubalis* Artiodactyla, Bovidae). **Genetics and Molecular Biology**, v.33, p. 71-77.

Aspilcueta-Borquis RR A, Palo R, Araujo Neto FR, Baldi F, Camargo GMF, Albuquerque LG, Zicarelli L, Tonhati H (2010a) Genetic parameter estimates for buffalo milk yield, milk quality and mozzarella production and their relationship applying Bayesian inference. **Genetics and Molecular Research**, v.9, p.1636-1644.

Aspilcueta-Borquis, R. R. A.; Neto, F. R. A.; Baldi, F.; Hurtado-Lugo, N.; De Camargo, G. M. F.; Muñoz-Berrocal, M.; Tonhati, H (2013) Multiple-trait random regression models for the estimation of genetic parameters for milk, fat, and protein yield in buffaloes. **Journal of Dairy Scienc.** v.96, p. 5923-5932.

Baharizadeh M, (2012) Estimates of genetic parameters of production traits for Khuzestan buffaloes of Iran using repeated-records animal model. *Pak Vet J*, 32: 618-620.

Balieiro, E. S., Pereira, J. C. C., Valente, J., Verneque, R. S., Balieiro, J. C. C., & Ferreira, W. J. (2000). Estimativas de parâmetros genéticos e de tendências fenotípica, genética e de ambiente de algumas características produtivas da raça Gir leiteiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 52(3), 266-275.

Barros CC, Borquis RRA, Fraga AB e Tonhati H (2016) Genetic parameter estimates for production and reproduction traits in dairy buffaloes. **Revista Caatinga**. v. 29, p. 216-216.

Bezerra Júnior JS, Fraga AB, Couto AG, Barros CC, Silva RMO (2014) Produção de leite, duração da lactação e intervalo de partos em búfalas mestiças Murrah **Revista Caatinga**. 27(2):184–191.

Bhonsie D, Chourasia SK, Singh M, Jain RK (2003) Factors influencing major milk constituents in Murrah buffaloes. **Indian Journal of Animal Sciences**. 73:107-109.

Bijma P, Woolliams Ja (2000) Prediction of rates of inbreeding in populations selected on best linear unbiased prediction of breeding value. **Genetics**, v.156, p.361-373.

Boligon AA, Rorato PRN, Ferreira GBB, Weber T, Kipperrt CJE, Andreazza J (2005) Herdabilidade e tendência genética para as produções de leite e de gordura em rebanhos da raça Holandesa no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1512-1518.

Chitra A, Jain A, Kumar M, Ratwan P, Gupta AK (2018) Effect of genetic and non-genetic factors on milk yield and milk composition traits in Murrah buffaloes. **Indian Journal of Animal Research**. v. 52, n. 2, p. 304–308.

Costa Filho MHB, De Lima Júnio DM, Do Nascimento RAH, Da Silva FJS, Novaes LP, Júnior JGBG, Silva MJMS, Moreno GMB (2014) Sazonalidade e variação na qualidade do leite de búfalas no Rio Grande do Norte. **Acta Veterinaria Brasilica**, 8(3), 201-208.

De Paula MC, Martins EN, Da Silva LOC, de Oliveira CAL, Valotto AA, Gasparino E (2008). Estimates of genetic parameters for yield and composition of milk of Holstein cows in Paraná State. **Brazilian Journal of Animal Science**.37: 824-828.

Durães MC, Freitas AD, Valente J, Teixeira NM, Barra RB (2001) Tendência genética para a produção de leite e de gordura em rebanhos da raça holandesa no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.66-70.

Falconer DS e Mackay TFC (1996) Introduction to quantitative genetics. 4.ed. Edinburgh : Longman Group Limited, 464p.

Ferraz JBS, Eler JP, Figueiredo LGG, Mattos EC, Silveira ACL (2001) Tendência genética em bovinos da raça Pardo Suíço Corte no Brasil. In: XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Produccion Animal (ALPA), 2001, Havana. **Memorias de la XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Produccion Animal (ALPA)** - CDROM. Havana: ALPA. p. 1823-1828.

Gonçalves HC, Silva MDA, Wechsler FS, Ramos ADA, Pulsz LM, Losi TC (2002) Parâmetros e tendência genética da produção de leite de cabra no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2204-2208.

Hallowell GJ, Van Der Westhuizen J e Van Wyk JB (1998). Genetic and environmental trends for first lactation traits milk traits in the South African Ayrshire breed. **South African Journal of Animal Science**, 28(1): 38-45.

Hill, WG. Genetic Correlation. In: Brenner, S. e Miller, J. H. **Encyclopedia of genetics**. Elsevier Science Inc.2001. p.823-825.

Hossein-Zadeh NG (2017) Estimates of genetic parameters and genetic trends for production and reproduction traits in Iranian buffaloes (*Bubalus bubalis*). **Animal Production Science**, v.57, n.2, p.216-222.

Ikonen T, Ahlfors K, Kempe R, Ojala M, e Ruottinen O (1999) Genetic parameters for the milk coagulation properties and prevalence of non-coagulating milk in Finnish dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 82:205–214

Kumar, M., Vohra, V., Ratwan, P., Valsalan, J., Patil, C. S., e Chakravarty, A. K. (2016). Estimates of genetic parameters for fat yield in Murrah buffaloes. **Veterinary world**, 9(3), 295-8.

Lee JY, Kim IH (2006) Advancing parity is associated with high milk production at the cost of body condition and increased periparturient disorders in dairy herds. **Journal of Veterinary Science**. 7:161-66.

Lee KL, Freeman AE, Johnson, LP (1985) Estimation of genetic change in the registered Holstein cattle population. **Journal of Dairy Science**. 68 , pp. 2629-2638.

Madad M, Ghavi Hossein-Zadeh N, Shadparvar AA (2013) Genetic and phenotypic parameters for productive traits in the first three lactations of Khuzestan buffaloes in Iran. **Archiv fur Tierzucht**. 56, 423–429.

Malhado CH, Ramos A, Carneiro P, Souza J, Piccinin A (2007) 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.

Malhado CHM, Malhado ACM, de Amorim Ramos A, Carneiro PLS, de Souza JC, Pala A (2013) Genetic parameters for milk yield, lactation length and calving intervals of Murrah buffaloes from Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 42, 565–569.

Malhado CHM, Malhado ACM, Ramos AA, Carneiro PLS, Siewerdt F, Pala A (2012) Genetic parameters by Bayesian inference for dual purpose Jaffarabadi buffaloes. **Archiv fur Tierzucht**. 55, 567–576.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Departamento de Saúde Animal.em: < http://www.agricultura.gov.br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/febre-aftosa/documentos-febreaftosa/DadosderebanhobovinoebubalinodoBrasil_2017.pdf>. Acesso em: 29 março 2019.

Misra SS, Sharma A, Bhattacharya TK, Kumar P, Saha RS (2008) Association of breed and polymorphism of α -s1 and α -s2 casein genes with milk quality and daily milk and constituent yield traits of buffaloes (*Bubalus bubalis*). **Buffalo Bulletin**. 27:294–301.

Moioli B, Borghese A. Buffalo breeds and management systems. In: **Borghese A (ed) Buffalo Production and Research**. FAO, Rome, 2007, 51-73

Nasr MAF (2017) The impact of cross-breeding Egyptian and Italian buffalo on reproductive and productive performance under a subtropical environment. **Reproduction in Domestic Animals**. v. 52, n. 2, p. 214-220.

Peeva TZ (1997) Composition of buffalo milk, correlation between components and effect of some factors on them. In: **World Buffalo Congress, 5, Caserta, Italia**. p.217-220.

Peixoto MGCD., Verneque RS, Teodoro RL, Penna VM, Martinez ML (2006) Genetic trend for milk yield in Guzerat herds participating in progeny testing and MOET nucleus schemes. **Genetics and Molecular Research**., 5, pp. 454-465

Popa R, Popa D, Diaconescu C, Bacila V, Bota A e Dronca D (2014) Genetic parameters estimates for milk yield, milk quality and mozzarella production of Romanian buffalo. **Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies**, 71 (2): 236-241

Potocnik K, Stepec M e Krsnik J (2007). Genetic trends for production and non-production traits. **Biotechnology in Animal Husbandry**. 23, p 47 – 53.

Ramos AA, Malhado CHM, Carneiro PLS, Gonçalves HC, Azevedo, DMMR (2006) Caracterização fenotípica e genética da produção de leite e do intervalo entre partos em bubalinos da raça Murrah. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.41, p.1261- 1267.

Rangel AHN, Araújo TPM, Lima GF C, Borba, LHF, Peixoto M, Gabriela CD e Lima Júnior DM (2018) Estimation of genetic and phenotypic trends for dairy traits of Gyr and Guzerá breeds. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 40, e35685.

Rodrigues AE, Marques JRF, Araújo CV, Camargo Júnior RNC, Dias LNS (2010) Estimação de parâmetros genéticos para características produtivas em búfalos na Amazônia oriental. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 62, n.3, p.712-717.

Rosati A, Van Vleck LD (2002) 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.

Seno LO, Cardoso VL, El Faro L, Sesana RC, Aspilcueta-Borquis RR, De Camargo GMF, Tonhati H (2010) Genetic parameters for milk yield age at first calving and interval between first and second calving in milk Murrah buffaloes. **Livestock Research for Rural Development**, (2), 22.

Seno LO, Cardoso VL, Tonhati H (2007) Valores econômicos para as características de produção de leite de búfalas no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.2016-2022.

Singh M, Singh A, Gupta Ak, Dash Sk, Shivahre Pr, Sahoo Sk, Ambhore GS (2016). Genetic parameters of 305 days and monthly test-day milk yields in murrah buffaloes. **Indian Journal of Animal Sciences**. 86(1),55–60.

Sundaram M, Harharan G (2013) Preliminary study on Evaluation of Effect of Lactation number on Milk yield and Milk composition in Murrah (*Bubalus bubalis*) Buffaloes. **Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences**. 1(7):21-23.

Tonhati H, Mendoza-Sánchez G, Sesana RC, Aspilcueta-Borquis RR, De Albuquerque LG (2008) Programa de mejoramiento genético de búfalos. **Revista Argentina de Producción Animal**,v.28, n.1, p.53-67.

Tonhati H, Muñoz MFC, Oliveira JA, Duarte JMC, Furtado TP, Tseimazides SP (2000) Parâmetros genéticos para produção de leite, gordura e proteína em bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, p.2051-2056.

Vallas M., Bovenhuis H., Kaart T., Parna K., Kiiman H., Pärna E. (2010) Genetic parameters for milk coagulation properties in Estonian Holstein cows. **Journal of Dairy Science**.93, pp. 3789-3796.

Yadav SP, Sikka P, Kumar D, Sarkar S, Pandey AK, Yadav PS, Sethi RK (2013). Variation in milk constituents during different parity and seasons in Murrah buffaloes. **Indian Journal of Animal Sciences**. 83(7): 747-7.

CAPÍTULO 2 - Estimação de parâmetros genéticos e avaliação do progresso genético e fenotípico de características de produção e de qualidade de leite em bubalinos leiteiros.

RESUMO — A espécie bubalina (*Bubalus bubalis*) é originária do continente Asiático e hoje encontra-se difundida mundialmente. Os criadores têm optado pela atividade leiteira nessa espécie, destinando a produção leiteira à elaboração de produtos lácteos. A espécie tem como atrativo econômico a alta porcentagem de gordura e proteína no leite, que aliada a boa capacidade de produção leiteira, resulta em alto rendimento queijeiro. Objetivou-se nesse estudo a avaliação dos parâmetros genéticos e dos progressos fenotípico e genético para produção total de leite truncada aos 305 dias (PL), de gordura (PTG) e de proteína (PTP), em 13 rebanhos que fazem parte do programa de controle leiteiro mantido pelo Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP. As análises foram realizadas considerando um modelo multicausal, cujos efeitos fixos considerados foram os grupos de contemporâneos (GC), formados por rebanho, estação do ano (seca: de abril a outubro; e águas: de novembro a março) e ano do parto, além da duração da lactação e número de ordenhas, e idade da vaca ao parto como efeito linear e quadrático, como (co)variável idade da vaca ao parto com efeito linear e quadrático, como efeitos aleatórios foram considerados o efeito genético aditivo, de ambiente permanente e o efeito residual. Um número mínimo de 4 animais por GC foi considerado. A tendência fenotípica e genética foi estimada por meio de regressão do valor fenotípico e dos valores genéticos dos animais sobre o ano de nascimento. O coeficiente angular foi submetido ao teste t. A PL, PTG e PTP, foram respectivamente, 2111,65 kg, 134,30 kg e 93,42 Kg. As estimativas de herdabilidade para PL, PTG e PTP, foram respectivamente, 0,24, 0,20 e 0,20. A correlação genética entre PL e PTG, PTP, foi 0,96 e 1,0, respectivamente. Os ganhos fenotípicos e genéticos foram 11,67 kg (p-valor < 0,001) e 5,987 kg (p-valor < 0,001) de leite por ano, 0,17 kg (p-valor = 0,76) e 0,052 kg (p-valor = 0,161) de gordura por ano, 0,032 kg (p-valor = 0,92) e 0,0566 kg (p-valor = 0,04525) de proteína por ano. O ganho genético e fenotípico mais expressivo foi para produção de leite. As estimativas de herdabilidade para PL, PTG PTP sugerem que é possível os animais responderem a programas de seleção.

Palavras-chave: herdabilidade, repetibilidade, correlação genética, tendência genética, tendência fenotípica

Introdução

Em alguns trabalhos realizados no Brasil, foram obtidas estimativas de herdabilidade para produção de leite variando de 0,17 a 0,34 (Tonhati et al., 2008, Aspilcueta-Borquis et al., 2010a e Barros et al., 2016); entre 0,18 a 0,42 para %G, entre 0,23 a 0,50 para %P (Aspilcueta-Borquis et al., 2010a e Barros et al., 2016), 0,21 para produção de gordura (PTG) e 0,18 para proteína (PTP) (Aspilcueta-Borquis et al., 2010b). Essas estimativas sugerem que é possível alcançar progresso genético por meio de seleção, pois existe variabilidade genética para essas características.

A correlação genética é consequência da pleiotropia e do desequilíbrio de ligação, e é útil para saber quais características estão associadas em um nível genético, sendo determinante, juntamente com a herdabilidade, para saber a direção e a magnitude da resposta correlacionada de uma característica, ao selecionar outra (Falconer e Mackay, 1996 e Hill, 2001). A PL possui correlações genéticas altas e positivas com a PTG e PTP, respectivamente, 0,94 e 0,93 (Rosati e Van Vleck, 2002 e Rodrigues et al., 2010).

Além das estimativas de herdabilidade e correlações genéticas para verificar se é possível fazer seleção e se, ao praticar seleção para determinada característica, afetaria outras características economicamente importantes, é primordial avaliar se há progresso genético e fenotípico alcançado por uma população sob seleção. Isso pode ser avaliado por meio da tendência genética, que ao ser avaliada com devida periodicidade, nos permite extrair informações sobre a correta escolha dos reprodutores ao longo das gerações e verificar a eficiência de programas de seleção (Durães et al., 2001).

Alguns estudos demonstraram que a tendência genética em rebanho de bubalinos para PL é positiva (Ramos et al., 2006; Malhado et al., 2007 e Seno et al., 2010), mas muito pequena e que a maior parte do ganho observado ao longo dos anos é devido a melhorias de manejo. Segundo esses autores foram observados ganho fenotípico de 27,74 Kg de leite por ano e ganhos genéticos entre 0,85 a 3,30 Kg de leite por ano. Hossein-Zadeh et al. (2016), trabalhando com búfalos no Irã, divulgaram valores positivos de ganho fenotípico para PL, embora o ganho genético do rebanho tenha sido negativo para essa característica. Diversos autores ressaltaram a importância da tendência genética em bovinos como avaliação da eficiência do

programa de seleção (Lee et al., 1985; Balieiro et al., 2000; Durães et al., 2001; Araújo et al., 2003; Boligon et al., 2005; Peixoto et al., 2006 e Rangel et al., 2008).

Apesar dos vários trabalhos apresentando estimação de componentes de variância para características de produção em búfalos, poucos avaliam o progresso genético da população, sendo o último feito no ano de 2010, com dois rebanhos produtores de leite no estado de São Paulo. Nesse sentido, este estudo teve como objetivo estimar parâmetros genéticos e avaliar as tendências genética e fenotípica para produção de leite, produção e porcentagem de gordura e proteína em búfalos Murrah criados no Brasil.

Material e métodos

No presente estudo foram utilizados os registros do controle de produção de 3339 búfalas predominantemente Murrah, filhas de 160 touros, com idade entre 2 e 20 anos ($6,158 \pm 3,085$ anos) e registros de nascimento dos animais entre 1970 a 2017 e com partos entre 1987 a 2016. Os animais pertencem a 13 rebanhos do programa de controle leiteiro mantido pelo Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP. As lactações foram até 305 dias, com um mínimo de 90 dias de lactação. As características estudadas são a produção total de leite (PL), de gordura (PTG) e de proteína (PTP), a porcentagem de gordura (%G) e de proteína (%P). As estatísticas descritivas dos dados utilizados são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Número de observações por característica (N), grupos de contemporâneos (GC), média, desvios-padrão (DP), valor mínimo (mín) e máximo (max).

Característica	N	GC	Média	DP	min.	max.
PL (kg)	10919	212	2111,65	732,546	500,4	4495,88
PTG (kg)	1801	29	134,305	43,1925	22,1641	292,788
PTP (kg)	1801	29	93,4199	28,1694	17,2859	198,047

PL – Produção Total de Leite aos 305 dias, PTG – Produção Total de Gordura aos 305 dias e PTP – Produção Total de Proteína aos 305 dias.

Os componentes de (co)variância das características estudadas foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita utilizando o programa computacional Wombat (Meyer, 2007). Para a estimação dos componentes de variância e valores genéticos foram realizadas análises considerando um modelo

multicaracterística. Como efeitos fixos foram considerados os grupos de contemporâneos (GC), que foram formados considerando rebanho, estação do ano (seca: abril a outubro e águas: novembro a março) e ano do parto, além da duração da lactação, número de ordenhas, como covariável idade da vaca ao parto com efeito linear e quadrático. Um número mínimo de quatro animais por GC foi considerado.

O modelo multicaracterística utilizado pode ser representado, em notação matricial, como:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{a} + \mathbf{W}\mathbf{ep} + \mathbf{e}$$

em que \mathbf{y} é o vetor com as observações das características, $\boldsymbol{\beta}$ é o vetor dos efeitos fixos, \mathbf{a} é o vetor de efeitos aleatórios que representam o efeito genético aditivo, \mathbf{ep} é o vetor solução dos efeitos de ambiente permanente, \mathbf{e} é o vetor dos efeitos aleatórios residuais e \mathbf{X} , \mathbf{Z} e \mathbf{W} são as matrizes de incidência dos efeitos fixos, aleatórios genéticos aditivos e de ambiente permanente, respectivamente. Foram assumidas as seguintes pressuposições:

$$E[\mathbf{y}] = [\mathbf{X} \cdot \boldsymbol{\beta}]$$

$$E \begin{bmatrix} \mathbf{a} \\ \mathbf{ep} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \cdot V \begin{bmatrix} \mathbf{a} \\ \mathbf{ep} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{A} \otimes \mathbf{G} & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{I} \otimes \mathbf{P} & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{I} \otimes \mathbf{R} \end{bmatrix}$$

Em que:

A = matriz de coeficiente de parentesco entre os animais

I = matriz identidade

G = matriz de (co)variâncias genéticas entre as características;

P = matriz de (co)variâncias de ambiente permanente entre as características;

R = matriz de (co)variância residual entre as características

Após a estimação dos parâmetros e a predição dos valores genéticos dos animais, as tendências genéticas e fenotípicas para todas as características foram estimadas pelas regressões das variáveis dependentes (valores genéticos dos animais) sobre o ano de nascimento, por regressão linear simples. O coeficiente angular foi submetido ao teste t.

Resultados e discussão

Médias para as características estudadas

A média para PL foi de 2111,65Kg \pm 732,576 kg (Tabela 1). Estudando búfalos no Brasil foram reportados médias de produção de leite variando entre 1614 à 2218kg de leite (Aspilcueta-Borquis et al., 2010a; Aspilcueta-Borquis et al. 2010b; Rodrigues et al., 2010, Bezerra Júnior et al. 2014 e Barros et al., 2016), na Índia foram divulgados média de 1997 kg de leite (Chitra et al., 2019) e 2291kg de leite (Sundaram et al., 2013). A PTG e a PTP foram, em média, 134,3 \pm 49,2 kg e 93,42 \pm 28,17 kg, respectivamente. Aspilcueta-Borquis et al. (2010b) encontraram média para produção de gordura em rebanhos brasileiros inferiores aos encontrados neste trabalho (118,3 kg), enquanto para PTP, os mesmos autores encontraram valor semelhante ao do presente estudo. No entanto, Kumar et al. (2016) e Chitra et al. (2019) encontraram valores superiores em rebanhos na Índia.

A alta PL, PTG e PTP é de grande importância para a cadeia produtiva do leite, pois influencia na renda do produtor, uma vez que influencia no rendimento dos derivados lácteos produzidos, em especial o queijo tipo mozzarella. O rendimento de queijo é definido como a quantidade de queijo produzido a partir de 100 kg de leite, tendo influência de fatores intrínsecos ao animal como a composição do leite, variantes genéticas das proteínas do leite, fatores fisiológicos, fase de lactação, contagem de células somáticas, e fatores referentes ao processo de produção (Abd El-Gawad e Ahmed, 2011) e do tipo de queijo a ser elaborado.

Estimativas de parâmetros

As estimativas de herdabilidade (Tabela 2) para produção de leite corroboram com estudos feitos em rebanhos bubalinos no Brasil, variando de 0,25 a 0,31 (Barros et al., 2014; Aspilcueta-Borquis et al., 2010a; Aspilcueta-Borquis et al., 2010b; Rodrigues et al., 2010).

As estimativas de herdabilidade para produção de gordura e proteína foram de 0,20. Próximo as estimativas encontradas neste trabalho foram reportadas por Aspilcueta-Borquis et al. (2010b) tanto para a PTG e PTP sendo, respectivamente, igual a 0,21 e 0,18. Estimativas de herdabilidade para PTG inferiores foram divulgados

por Rosati e Van Vleck (2002) na Itália (0,11) e superiores foram divulgados por Kumar et al. (2016) na Índia (0.33 ± 0.16).

Tabela 2 – Componentes de variância e herdabilidade para produção total de leite aos 305 dias (PL), de gordura (PTG), de proteína (PTP), porcentagem de gordura (%G) e porcentagem de proteína (%P).

Característica	σ_a^2	σ_{ep}^2	σ_r^2	σ_p^2	h^2	SE	r
PL	87784,4	78260,5	200305	366350	0,24	0,01	0,45
PTG	333,45	183,179	1151,19	1667,82	0,20	0,05	0,31
PTP	149,772	99,7857	479,075	728,633	0,20	0,05	0,34

σ_a^2 — variância genética aditiva, σ_{ep}^2 — variância de ambiente permanente, σ_r^2 — variância residual, σ_p^2 — variância de fenotípica, h^2 — herdabilidade, SE — erro padrão da herdabilidade e r — repetibilidade.

Os parâmetros genéticos das características de interesse econômico nos permitem predizer o progresso que pode ser atingido por meio da seleção dos animais. Dentre estes, a estimativa de herdabilidade tem grande importância, pois mede a proporção da variação fenotípica que pode ser passada a progênie, sendo uma estimativa não apenas referente a determinada característica, mas relativa também, a população e às circunstâncias ambientais a que foram submetidos os indivíduos.

Em virtude da estimativa herdabilidade depender da grandeza de todos os componentes de variâncias e das frequências alélicas, as quais sujeitas à seleção, mutação e à deriva genética (Falconer e Mackay, 1996), sendo a causa de diferentes estimativas de herdabilidade encontradas na literatura para uma mesma característica. As estimativas de herdabilidade encontradas neste estudo sugerem que os rebanhos possuem variabilidade genética suficiente para responder a um programa de seleção.

A repetibilidade das característica para PL está dentro da faixa encontrada em literatura em que foram reportados estimativas de repetibiliadade, em bubalinos, para PL variando de 0,33 a 0,69 (Tonhati et al. 2000, Rodrigues et al. 2010 e Bezerra Júnior et al. 2014). Já para a PTG foram reportados valores inferiores. Segundo Rodigres et al (2010) a repetibilidade para PTG foi de 0,29. Segundos os autores, para a PL, as primeiras produções podem ser utilizadas como indicativo de futuras produções, auxiliando desse modo o descarte de animais do rebanho. A PL possui correlações altas e positivas com a PTG e PTP (Tabela 3). Em literatura, foram

reportados valores para a correlação entre PL e PTG de 0,87 e 0,94 e para PL e PTP de 0,95 (Rosati e Van Vleck, 2002, Rodrigues et al., 2010).

Tabela 3 – Correlação genética para produção total de leite aos 305 dias (PL), de gordura (PTG) e de proteína (PTP).

	PL (kg)	PTG (kg)	PTP (kg)
PL (kg)	—	0,96	1
PTG (kg)		—	0,97
PTP (kg)			—

Tendências Genéticas

A estimativa da tendência fenotípica e genética para a PL é apresentada na Figura 2. O ganho fenotípico foi de 11,67 kg (p-valor < 0,001) de leite por ano e o ganho genético anual de 5,987 kg (p-valor < 0,001) de leite no período de 1981 a 2017. Isso indica que além do progresso genético alcançado, há também, um componente ambiental, evidenciando as melhorias de manejo.

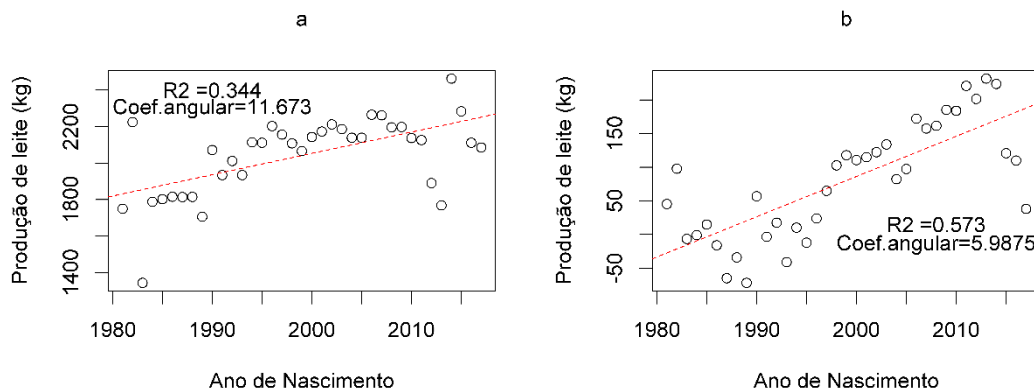


Figura 2 – Tendência fenotípica (a) e tendência genética (b) para produção total de leite (PL) aos 305 dias (kg/ano), em fêmeas bubalinas.

Alguns autores no Brasil apresentaram valor maior para o ganho fenotípico, 27,74 Kg de leite, e valores menores, variando entre 0,85 a 3,30 kg de leite por ano, para o ganho genético (Ramos et al., 2006; Malhado et al., 2007 e Seno et al., 2010). Em bovinos foi estimada ganho genético anual, para produção de leite variando entre 6,47 a 55 Kg (Lee et al., 1985; Balieiro et al., 2000; Boligon et al., 2005; Peixoto et al., 2006 e Rangel et al. 2008).

A PTG não apresentou ganho fenotípico e genético significativo, 0,17 kg (p-valor = 0,76) e 0,052 kg (p-valor = 0,161) de gordura por ano, respectivamente (Figura 2). Estimativas superiores do ganho genético foram observadas para produção de gordura, entre 0,11 a 1,08 Kg por ano, em bovinos leiteiros (Lee et al., 1985, Balieiro et al., 2000; Boligon et al., 2005 e Rangel et al., 2008). A PTP não apresentou ganho fenotípico — 0,032 kg/ ano (p-valor = 0,92), mas o ganho genético foi de 0,0566 kg (p-valor = 0,04525) de proteína por ano (Figura 3). Em bovinos com aptidão leiteira, os ganhos genéticos para produção de proteína são de 0,25 e 0,45 (Rangel et al., 2008).

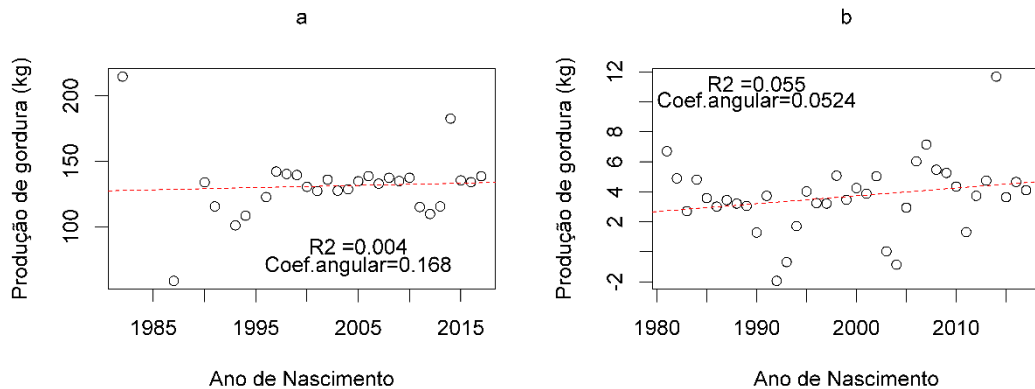


Figura 3 – Tendência fenotípica (a) e tendência genética (b) para produção total de gordura (PTG) aos 305 dias (kg/ano), em fêmeas bubalinas.

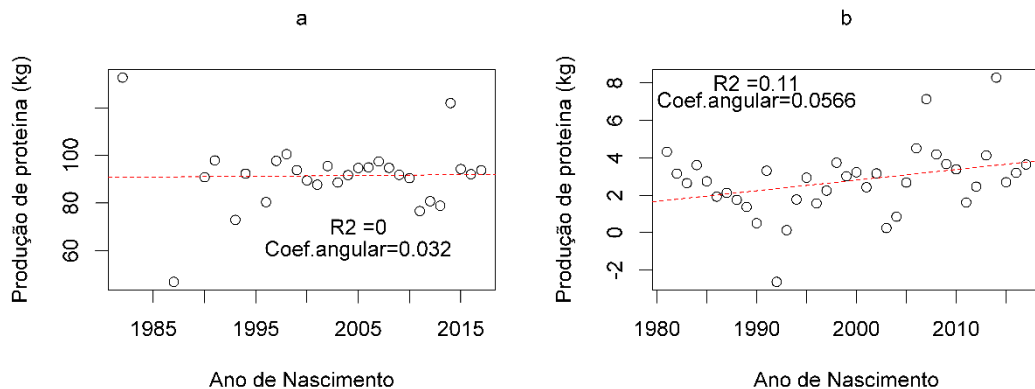


Figura 4 – Tendência fenotípica (a) e tendência genética (b) para a produção total de proteína (PTP) aos 305 dias (kg/ano), em fêmeas bubalinas.

As tendências genéticas da PL e PTP são positivas, embora consideradas pequenas. Para as PL e seus constituintes apresentaram a mesma variação, tal fato é devido à seleção dos animais priorizar a PL e as correlações entre as características

serem positivas (Tabela 3). Com isso a resposta correlacionada à seleção da PTP possui o mesmo sentido, de acréscimo, quando selecionado para aumento da PL. Dentro do período estudado (1981 a 2017), observou-se incremento no valor genético para PL, PTG e PTP de 215,5 kg, 1,87 kg e 2,04 kg, respectivamente. O motivo dos ganhos genéticos terem sido pequenos pode ser reflexo da herdabilidade das características ser relativamente pequenas, sendo este um dos coeficientes do ganho genético.

Conclusão

As estimativas de herdabilidade para PL, PTG e PTP sugerem que é possível os rebanhos responderem a programas de seleção. As correlações genéticas entre as características evidenciam o a associação positiva entre a PL e a produção de seus constituintes, implicando na tendência fenotípica e genética das características. A tendência genética pra PL e PTP, embora pequenas foram positivas durante o período estudado.

Referências

- Abd El-Gawad MAM e Ahmed NS (2011) Cheese yield as affected by some parameters review. **Acta Scientiarum Polonorum: Technologia Alimentaria**, 10(2), 131-153.
- Altiero V, Moio L e Addeo F. (1989) Previsione della resa in mozzarella sulla base del contenuto in grasso e proteine del latte di bufala. **Scienza Tecnica Lattiero-Casearia**. 40 (6), 425–433.
- Araújo CV, De Almeida Torres R, Rennó FP, Pereira CJ, Pereira CS, Araújo SI, De Almeida Torres Filho R, Da Silva HC, Rennó LNE, Da Rocha Kaiser F (2003) Tendência genética para características produtivas em bovinos da raça Pardo-Suíça, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1872-1877.
- Aspilcueta-Borquis R R A, Sesana R C, Berrocal M H M, Seno L De O, Bignardi A B, Faro L El, Albuquerque L G, Camargo G M F , Tonhati H (2010b) Genetic parameters for milk, fat and protein yields in Murrah buffaloes (*Bubalus bubalis* Artiodactyla, Bovidae). **Genetics and Molecular Biology**, v.33, p. 71-77.
- Aspilcueta-Borquis RR A, Palo R, Araujo Neto FR, Baldi F, Camargo GMF, Albuquerque LG, Zicarelli L, Tonhati H (2010a) Genetic parameter estimates for buffalo milk yield, milk quality and mozzarella production and their relationship applying Bayesian inference. **Genetics and Molecular Research**, v.9, p.1636-1644.

Balieiro, E. S., Pereira, J. C. C., Valente, J., Verneque, R. S., Balieiro, J. C. C., e Ferreira, W. J. (2000). Estimativas de parâmetros genéticos e de tendências fenotípica, genética e de ambiente de algumas características produtivas da raça Gir leiteiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 52(3), 266-275.

Barros CC, Borquis RRA, Fraga AB e Tonhati H (2016) Genetic parameter estimates for production and reproduction traits in dairy buffaloes. **Revista Caatinga**. v. 29, p. 216-216.

Barros CC, Oliveira DP, Hurtado-Lugo NA, Borquis RRA e Tonhati H (2014) Estimates of genetic parameters for economic traits in dairy buffalo. In: **10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**. Vancouver.

Boligon AA, Rorato PRN, Ferreira GBB, Weber T, Kipperrt CJE, Andreazza J (2005) Herdabilidade e tendência genética para as produções de leite e de gordura em rebanhos da raça Holandesa no estado do Rio Grande do Sul. **Resvista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1512-1518.

Brito LF, Silva FG, Melo ALP, Caetano GC, Torres RA, Rodrigues MT e Menezes GRO (2011) Genetic and environmental factors that influence production and quality of milk of Alpine and Saanen goats. **Genetics and Molecular Research** 10 3794–3802.

Chitra A, Jain A, Kumar M, Ratwan P, Gupta AK (2018) Effect of genetic and non-genetic factors on milk yield and milk composition traits in Murrah buffaloes. **Indian Journal of Animal Research**. v. 52, n. 2, p. 304–308.

Costa Filho MHB, De Lima Júnio DM, Do Nascimento RAH, Da Silva FJS, Novaes LP, Júnior JGBG, Silva MJMS, Moreno GMB (2014) Sazonalidade e variação na qualidade do leite de búfalas no Rio Grande do Norte. **Acta Veterinaria Brasilica**, 8(3), 201-208.

Durães MC, Freitas AD, Valente J, Teixeira NM, Barra RB (2001) Tendência genética para a produção de leite e de gordura em rebanhos da raça holandesa no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.66-70

Falconer DS e Mackay TFC (1996) Introduction to quantitative genetics. 4.ed. Edinburgh : Longman Group Limited, 464p.

Hallowell GJ, Van Der Westhuizen J e Van Wyk JB (1998). Genetic and environmental trends for first lactation traits milk traits in the South African Ayrshire breed. **South African Journal of Animal Science**, 28(1): 38-45.

Hill, WG. Genetic Correlation. In: Brenner, S. e Miller, J. H. **Encyclopedia of genetics**. Elsevier Science Inc.2001. p.823-825.

Hosseini-Zadeh NG (2017) Estimates of genetic parameters and genetic trends for production and reproduction traits in Iranian buffaloes (*Bubalus bubalis*). **Animal Production Science**, v.57, n.2, p.216-222.

- Kumar, M., Vohra, V., Ratwan, P., Valsalan, J., Patil, C. S., e Chakravarty, A. K. (2016). Estimates of genetic parameters for fat yield in Murrah buffaloes. **Veterinary world**, 9(3), 295-8.
- Lee KL, Freeman AE, Johnson, LP (1985) Estimation of genetic change in the registered Holstein cattle population. **Journal of Dairy Science**. 68 , pp. 2629-2638.
- Malhado CH, Ramos A, Carneiro P, Souza J, Piccinin A (2007) 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.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Departamento de Saúde Animal.em: < http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/febre-aftosa/documentos-febreaftosa/DadosderebanhobovinoebubalinodoBrasil_2017.pdf>. Acesso em: 29 março 2019.
- Meyer K (2007) Wombat-a tool for mixed model analyses in quantitative genetics by restricted maximum likelihood (REML). **Journal of Zhejiang University Science B**, 8: 815-821.
- Nasr MAF (2017) The impact of cross-breeding Egyptian and Italian buffalo on reproductive and productive performance under a subtropical environment. **Reproduction in Domestic Animals**. v. 52, n. 2, p. 214-220.
- Peixoto MGCD., Verneque RS, Teodoro RL, Penna VM, Martinez ML (2006) Genetic trend for milk yield in Guzerat herds participating in progeny testing and MOET nucleus schemes. **Genetics and Molecular Research**., 5 , pp. 454-465.
- Penasa M, Cecchinato A, Battagin M, De Marchi M, Pretto D, Cassandro M. (2010) Bayesian inference of genetic parameters for test-day milk yield, milk quality traits, and somatic cell score in Burlina cows. **Journal of Applied Genetics**.51, 489-495.
- Ramos AA, Malhado CHM, Carneiro PLS, Gonçalves HC, Azevedo, DMMR (2006) Caracterização fenotípica e genética da produção de leite e do intervalo entre partos em bubalinos da raça Murrah. **Pequisa Agropeária Brasileira**. v.41, p.1261- 1267.
- Rangel AHN, Araújo TPM, Lima GF C, Borba, LHF, Peixoto M, Gabriela CD e Lima Júnior DM (2018) Estimation of genetic and phenotypic trends for dairy traits of Gyr and Guzerá breeds. **Acta Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 40, e35685.
- Rodrigues AE, Marques JRF, Araújo CV, Camargo Júnior RNC, Dias LNS (2010) Estimação de parâmetros genéticos para características produtivas em búfalos na Amazônia oriental. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 62, n.3, p.712-717.
- Rosati A, Van Vleck LD (2002) 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.

Seno LO, Cardoso VL, El Faro L, Sesana RC, Aspilcueta-Borquis RR, De Camargo GMF, Tonhati H (2010) Genetic parameters for milk yield age at first calving and interval between first and second calving in milk Murrah buffaloes. **Livestock Research for Rural Development**, (2), 22.

Sundaram M, Harharan G (2013) Preliminary study on Evaluation of Effect of Lactation number on Milk yield and Milk composition in Murrah (*Bubalus bubalis*) Buffaloes. **Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences**. 1(7):21-23.

Tonhati H, Mendoza-Sánchez G, Sesana RC, *Aspilcueta-Borquis RR, De Albuquerque LG* (2008) Programa de mejoramiento genético de búfalos. **Revista Argentina de Producción Animal**, v.28, n.1, p.53-67.

Tonhati H, Muñoz MFC, Oliveira JA, Duarte JMC, Furtado TP, Tseimazides SP (2000) Parâmetros genéticos para produção de leite, gordura e proteína em bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, p.2051-2056.

Yadav SP, Sikka P, Kumar D, Sarkar S, Pandey AK, Yadav PS, Sethi RK (2013). Variation in milk constituents during different parity and seasons in Murrah buffaloes. **Indian Journal of Animal Sciences**. 83(7): 747-7.