

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

ASPECTOS GENÉTICOS DA PRODUÇÃO DE LEITE E
SEUS CONSTITUÍNTES EM BÚFALAS MISTIÇAS

Johanna Ramirez Diaz
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Janeiro de 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ASPECTOS GENÉTICOS DA PRODUÇÃO DE LEITE E
SEUS CONSTITUINTES EM BÚFALAS MISTIÇAS**

Johanna Ramirez Diaz

Orientador: Prof. Dr. Humberto Tonhati

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Janeiro de 2010

R173a Ramírez, Díaz Johanna
Aspectos Genéticos da Produção de Leite e de Seus Constituintes
em búfalas mestiças/ Johanna Ramírez Díaz – Jaboticabal, 2008
v, 61 f.; 28 cm
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008
Orientador: Humberto Tonhati
Banca examinadora: João Ademir de Oliveira e Maria Eugenia
Mercadante
Bibliografia

1. Bubalus bubalis 2. Leite 3. Cruzamento. I. Título. II. Jaboticabal -
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CUD 636.293:636.082

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

JOHANNA RAMÍREZ DÍAZ - nascida em 23 de novembro de 1983, na cidade de Bogotá - Colômbia, filha de Luis Enrique Ramírez e Maria Magdalena Díaz. Graduou-se como Zootecnista em outubro de 2006 pela Universidad Nacional de Colômbia. Em Março de 2008 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 Embaixada do Brasil na Colômbia e do Conselho Nacional de desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq.

Há homens que lutam um dia, e são bons;
Há outros que lutam um ano, e são melhores;
Há aqueles que lutam muitos anos, e são muito bons;
Porém há os que lutam toda a vida
Estes são os imprescindíveis

Bertold Brecht

“yo, no soy yo; por lo menos no soy el mismo yo interior.
Ese “vagar sin rumbo” por nuestra Mayúscula América
me ha cambiado más de lo que creí... “
EGS

Aos meus pais, Maria Magdalena e Enrique Ramirez pelo amor, exemplo de nobreza, humildade, dedicação, carinho, incentivo e força. Vocês são anjos na minha vida. AMO VOCES PARA SEMPRE.

Aos meus irmãos Ruth, Carolina e Leonel Antonio pelo apoio, pelas demonstrações de irmandade e rezas, pelos mimos e pelos bons desejos. AMO VOCÊS.

Aos meus amados sobrinhos Alejandro, Sandra, Sebastian, Camilo e Juliana, vocês são o tesouro mais valioso que possuo, iluminam a minha vida..AMO VOCÊS.

A toda esta minha família, por abrir mão dos sonhos de vocês para realizar os meus...Devo tudo que sou hoje a vocês.

Dedico

A Deus por fazer conspirar o universo inteiro ao meu favor, por me mostrar cada dia que não posso esquecer o próximo, pela infinita misericórdia para comigo e por tudo o que sou e tenho..Obrigada Senhor.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

À Deus, por guiar e cuidar cada um dos meus passos.

Ao Brasil, por me receber de braços abertos e por me tratar como se fosse brasileira. Meu eterno agradecimento e paixão por este país maravilhoso.

A minha avó Mercedes por todo carinho, rezas, preces, novenas. A você o meu muito obrigada.

Ao meu orientador, Dr. Humberto Tonhati, pela oportunidade de realizar esse mestrado, além de toda paciência, carinho e confiança ...sou muita grata ao Senhor.

Ao Dr. João Ademir de Oliveira, do Departamento de Ciências Exatas da Unesp- FCAV, pela ajuda e conselhos, pela enorme disposição para me socorrer nos momentos difíceis. Muito Obrigada de coração.

Ao Dr. Gerson Barreto Mourão, do Departamento de Zootecnia da ESALQ-USP, pela ajuda, disposição, sugestões e palavras de motivação, muito obrigada.

Ao Dr. Carlos Manrique Perdomo, da Universidad Nacional de Colombia, pelos conselhos de pai, pela amizade, pelo exemplo de mestre que o senhor é. Muito Obrigada.

Ao Dr. Mauricio Elzo da Universidade da Florida, pela paciência, pela bondade de seus conselhos e ajuda constante, sou muito grata ao Sr.

Aos componentes da banca examinadora Dr. João Ademir de Oliveira e Dra. Maria Eugenia Mercadante pelas valiosas sugestões que contribuíram para o aprimoramento do trabalho.

Ao Dr. Jeffrey Frederico Lui pelas correções e sugestões prestadas no Exame Geral de Qualificação para melhorar meu trabalho. Muito Obrigada.

A todos os professores da FCAV-UNESP pelas lições oferecidas durante todo o curso

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

A embaixada do Brasil na Colômbia e ao CNPq, pela concessão da bolsa.

Ao Giorgio Bossi, pelo carinho, apoio constante e oportuno. Não tenho palavras para lhe agradecer toda a força dada em mim.

A os amigos e “irmãos” Henry, Julian David e Luis Gabriel, pela ajuda, incentivo, discussões políticas, bebedeiras, palhaçadas, e especialmente por me fazerem sentir sempre protegida e querida por vocês.... Todo meu carinho e gratidão, Amo Vocês!

A Daniele Araujo (Dani) e a Matilde Pessoa (Matilde Lina), por se tornarem grandes e inesquecíveis amigas... Vocês meninas são demais, obrigada pelas risadas, pela ajuda, pelos conselhos, pelo IMENSO APOIO... Adoro vocês !

Aos grandes amigos do departamento Dimas de Oliveira, Raúl Aspilcueta, Francisco de Araujo Neto, Leonardo Seno de Oliveira e Daví Nogueira pelo imenso carinho, ajuda, conselhos, rizadas, puxões de orelha, choros e os enormes mimos para comigo. Amo vocês.

A Verônica Gonzáles Cadavid, com quem comecei e terminei esta fase tão importante na minha vida, quero lhe expressar minha gratidão, obrigada pelos sentimentos de todas as cores e sabores que juntas compartilhamos neste caminhar.... Obrigada.

As meninas com que compartilhei a minha casa, especialmente Alejandra, Paola, Rosangela, Rafaela e Greyz, vocês estarão para sempre no meu coração. Fizeram minha casa muito feliz. Adoro Vocês.

Ao Roberto Saveiro de Souza e a Elizio Junior pelo carinho ajuda e compreensão, muito obrigada meninos.

As minhas melhores amigas, que mesmo longe sempre estiveram comigo, Susana Alarcón, Pilar Cortez, Nayibe Silva e Pilar Vanegas, vocês me ensinaram muitas coisas. "Porque no se vive celebrando victorias, sino superando derrotas" CG. Amo vocês.

Aos amigos e colegas encontrados pelo meio do caminho Lucia, Arelys, Pedro, Diana, Orlando, Lorena, Javier, Giovani, Adriana, Andrés, Ivan e Victoria, pela sincera amizade.

Aos amigos que ficaram na Colômbia Arturo, Clarita, Natalí, Sandra Patricia, Karen, Magnolia, Mauricio, que sempre tiveram uma palavra de apoio para mim.

Aos Colegas da pós-graduação, Severino, Daniel Jordan, Elias “gafanhoto”, Adam Taiti, Haroldo neves, Vinicius Antunes, por me tratarem com carinho, amizade e pela ajuda durante esse período.

Dou graças a Deus por ter encontrado todos vocês no meu caminho, é muito bom saber que eu posso contar com vocês a qualquer momento e em qualquer lugar... Vocês são parte da minha historia, da minha formação pessoal e profissional... Amo Vocês.

SUMÁRIO

Índice de tabelas.....	viii
Resumo	ix
Abstract.....	xi
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS DOS BUFALOS NO BRASIL ...	1
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Bufalinos no Brasil.....	3
2.2 Cruzamento em Bufalinos	4
2.3 Heterose	5
2.4 Teoria da dominância	7
2.5 Teoria da sobredominância	7
2.6 Teoria da Epistasia.....	8
2.7 Heterozigose propriamente dita.....	8
2.8 Tipos de heterose.....	9
2.9 Parâmetros Genéticos em Bufalinos mestiços	10
3 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	12
CAPITULO 2 – PRODUÇÃO DE LEITE, GORDURA PROTEÍNA E SÓLIDOS TOTAIS NAS DIFERENTES COMPOSIÇÕES RACIAIS DE BUFALINOS ..	17
1 INTRODUÇÃO.....	18
2 MATERIAL E MÉTODOS	20
2.1 Origem dos dados	20
2.2 Edição dos Dados	21
2.3 Análises estatísticas	23
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4 CONCLUSÕES.....	31
5 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	32

CAPITULO 3 - ESTIMAÇÃO DA HERDABILIDADE PARA A PRODUÇÃO DE LEITE, GORDURA, PROTEÍNA E SOLIDOS TOTAIS EM BÚFALAS MISTIÇAS.....	37
1 INTRODUÇÃO.....	39
2 MATERIAL E MÉTODOS	40
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4 CONCLUSÕES.....	45
5 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	46

ÍNDICE DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 1. Número de animais (N) e de observações para produção total de leite (Pltotal), gordura (Gord), proteína (Prot) e sólidos totais (St) dentro de cada grupo genético (GG). 22

Tabela 2. Média geral, número de observações (N), valores mínimos e máximos para a produção de leite (Pltotal), gordura (Gord), proteína (Prot) e sólidos totais (St), no arquivo de dados. 23

Tabela 3. Valores de P do teste F na análise de variância para os efeitos e co-variáveis incluídos nos modelos estudados para produção de leite e seus constituintes.....27

Tabela 4. Soluções estimadas e erros padrão para produção de leite total (Pltotal/kg), proteína (Prot/Kg), gordura (Gord/kg) e sólidos totais (ST/kg), do grupo genético (GG) em função da composição da raça Murrah. 30

Capítulo 3

Tabela 1. Número de observações(N), média, desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV), mínimo e máximo para a produção de leite total (Pltotal), proteína (Prot/Kg), gordura (Gord/kg) e sólidos totais (ST/kg). 42

Tabela 2. Estimativas de herdabilidade e respectivos erros padrao, variância aditiva(σ_A) e de ambiente (σ_E) para a produção de leite total (Pltotal), proteína (Prot), gordura (Gord) e Solidos totais (ST). 43

EFEITO DO GRUPO GENÉTICO E PARÂMETROS GENÉTICOS DA PRODUÇÃO DE LEITE DE BÚFALAS MISTIÇAS

RESUMO

Foram analisadas 1842 informações de produção de leite e constituintes – gordura, proteína e sólidos totais- de búfalas leiteiras de diferentes grupos genéticos (GG) com o objetivo de avaliar o efeito do grupo na produção total de leite (Pltotal) e a produção total de gordura, proteína e sólidos totais em quilogramas. Utilizando a metodologia dos modelos mistos com medidas repetidas no tempo, três diferentes modelos foram analisados. A composição racial (CR) foi formada levando-se em conta a porcentagem de Murrah das búfalas, sendo apresentados como desvio dessa raça. O Modelo um (M1) considerou como efeito fixo a CR, enquanto que o modelo dos (M2), considerou, além da CR, as informações de heterozigose como co-variável, e o modelo três (M3) desconsiderou a CR e utilizou as informações de heterozigose. O efeito do grupo de contemporâneos (GC) definidos por rebanho- ano e estação de parto foi considerado como fixo e a duração da lactação (DL) – efeito linear- e idade da vaca ao parto (IVP) -efeitos linear e quadrático- foram consideradas como co-variáveis nos três modelos. Efeito significativo ($P < 0.05$) do GC, IVP e DL foram observados para todas as características analisadas, enquanto que o efeito da CR não foi significativo em nenhuma das características, independentemente do modelo utilizado. Também foram calculadas as estimativas de herdabilidade (h^2) para Pltotal (kg), e para a produção de proteína (Prot), gordura (Gord) e sólidos totais (ST) das primeiras lactações das búfalas sob análises uni-característica utilizando o método de máxima verossimilhança restrita pelo programa MTDFREML (BOLDMAN *et al.*, 1995) considerando o M1 incluindo os efeitos aleatórios de animal, de ambiente permanente e residual. Os coeficientes de

herdabilidade estimados para a P_{total} , Gord/kg, Prot/kg e ST/kg foram $0,14 \pm 0,05$; $0,37 \pm 0,07$; $0,5 \pm 0,14$; e $0,46 \pm 0,06$ respectivamente.

Palavras-chaves: *Bubalus bubalis*, búfalos mestiços, modelos mistos, cruzamento, herdabilidade

EFFECT OF BREED COMPOSITION AND GENETIC PARAMETERS OF CROSSBRED BUFFALOS' MILK PRODUCTION

ABSTRACT

We analyzed information on 1842 milk production and constituents -fat, protein and total solids- of water dairy buffalo from different breed in order to evaluate the effect of breed composition (CR) in total milk production (Pltotal) and production in kilograms of fat, protein and total solids. Using the methodology of mixed models with repeated measure, three models were studied. The breed composition was conformed taking into account the percentage of Murrah, as deviation from this breed. Model one (M1) included as fixed effect the CR, whereas the model two (M2), included the information of the CR and heterozygosity as a covariate. The model three (M3) included the information heterozygosity. The effect of contemporary group (CG) conformed by year and season of birth was considered as fixed effect and the duration of lactation (DL) - a linear- and age at calving (IVP)-linear and quadratic effects - were considered as covariates in the three models. We also estimated genetic parameters for Pltotal (kg), and for the production of protein Prot (kg), fat (Gord) and total solids TS (kg) of first lactation of buffaloes. Uni-trait analyses under the method of restricted maximum likelihood method were used for the estimation of variance components and heritability for PLtotal, Gord, Prot and ST. The fixed effects as contemporary group consisting of herd, year and season of calving, and genetic group (GG), linear and quadratic covariate of age at calving (IVP) and the random effects of animal, permanent environment and residual. Estimates of coefficients of heritability estimates for Pltotal, Gord / kg, Prot / kg and ST / kg were $0,14\pm 0,05$; $0,37\pm 0,07$; $0,5\pm 0,14$; e $0,46\pm 0,06$ respectively.

Keywords: *Bubalus bubalis*, crossbreed buffaloes, mixed models, crossbreeding, heritability.

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS DOS BUFALOS NO BRASIL

1 INTRODUÇÃO

Os primeiros búfalos chegaram ao Brasil através da Ilha de Marajó, no Pará, por volta de 1890. Em 1971 foi criado um núcleo de Bufalinos que passou a difundir a raça no país. Neste período muitas associações regionais foram formadas e iniciaram-se as pesquisas nas áreas de nutrição, reprodução e produção de bufalinos. Na década de 90 as associações iniciaram uma série de ações integradas com o objetivo de incrementar a produtividade leiteira dos rebanhos nacionais, por meio da identificação de animais de elevado potencial produtivo, multiplicação deste material genético por inseminação artificial e difusão de núcleos regionais de produtores. Em 2005, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) junto a Associação Brasileira de Criadores de Búfalos (ABCB) implementaram o “Programa de Melhoramento Genético de Búfalos Leiteiros no Brasil”. Atualmente, o rebanho brasileiro está constituído por aproximadamente 1.200.000 animais, representando 1,3 % da população mundial, o qual o situa como o primeiro país sul-americano com maior número de búfalos.

No estado de São Paulo, a população bubalina é de aproximadamente 115.494 animais, o que corresponde a 10% da população nacional (IBGE, 2008), e está caracterizada pela presença de animais puros das raças Murrah, Mediterrâneo e Jafarabadi, mas também pela presença de animais mestiços em proporções não definidas nem controladas.

Dadas suas características diferenciadas para qualidade, tanto para carne quanto para leite, a produção bubalina tem se convertido em uma excelente opção econômica para cadeia agroindustrial. No estado de São Paulo o sistema produtivo está voltado principalmente para a atividade leiteira e, conseqüentemente à produção de derivados lácteos, especialmente a produção do queijo Mussarela. O valor pago pelo litro de

leite de búfala para o produtor, às vezes, chega a ser o triplo do valor pago pelo leite bovino, neste sentido, em função dos atrativos comerciais, os criadores estão mais conscientes sobre a necessidade da utilização de ferramentas que permitam otimizar a eficiência dos rebanhos.

Do ponto de vista genético, o cruzamento permite obter um melhoramento genético rápido, reunindo em um só animal boas características de duas ou mais raças, aproveitando-se a heterose ou vigor híbrido. A heterose é o fenômeno, segundo o qual os filhos apresentam melhor desempenho médio (mais vigor ou maior produção) do que a média dos pais, e esta diferença é mais pronunciada quanto mais divergente (geneticamente diferentes) forem as raças ou linhagens envolvidas no cruzamento (MOURÃO,2005).

A heterose afeta características particulares e não o indivíduo como um todo, e é máxima quando diferentes alelos estão fixados em cada uma das linhas parentais. O vigor híbrido depende das diferenças nas frequências gênicas entre duas populações parentais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Bufalinos no Brasil

A espécie bubalina se estabeleceu e se expandiu em diferentes regiões brasileiras desde 1980. Segundo o IBGE (2008), o rebanho bubalino brasileiro consta de 1.156.870 animais distribuídos entre as regiões Norte (706.072 - 61%), Sul (137.058 - 12%), Nordeste (126.757 - 11%), Sudeste (115.494 - 10%) e Centro-Oeste (71.489 - 6%). A Associação Brasileira de Criadores de Búfalos (ABCB) reconhece oficialmente quatro raças: Murrah, Mediterrâneo, Jafarabadi e Carabao, sendo as três primeiras denominadas búfalos de rio (*Bubalus bubalis*) com $2n=50$ cromossomos, e a última, búfalo de pântano (*Bubalus bubalis* var. *kerebau* ou *Carabao*) com $2n=48$ cromossomos.

No estado de São Paulo o produtor utiliza basicamente animais do tipo búfalo de rio para exploração comercial. Diferenças fenotípicas acentuadas são apresentadas dentro dos búfalos de rio permitindo fácil identificação das raças. Assim, a raça Murrah de origem indiana distingue-se pelo maior porte em relação às outras raças, além de apresentar chifres pequenos e curvados para trás e para cima em forma de espiral; enquanto que animais da raça Jafarabadi também originária da Índia, caracteriza-se por apresentar um perfil craniano ultra convexo, chifres longos, grossos e de seção ovalada ou triangular, os quais estão dirigidos para trás e para baixo, com curvatura final para cima e para dentro, em harmonia com o perfil craniano. Já a raça mediterrânea, formada na Itália, é caracterizada pela profundidade do corpo, tamanho médio de úbere e pelos seus chifres dirigidos para trás e para o lado, em forma de meia lua.

Com referência às características produtivas dos búfalos de rio, a raça Murrah apresenta uma média de produção de leite (PL) de $1863,5 \pm 682,4$ kg com uma duração de lactação de 256 ± 51 dias (MENDES, 2002).

Na Itália, DE FRANCICIS e DI PALO (1994) encontraram média de 1912,0 kg de leite por lactação, enquanto que no estado de São Paulo TONHATI (1994) relatou valores médios de PL de $1019,2 \pm 225,3$ por lactação.

Na literatura consultada são encontrados em búfalas mediterrâneas, produções entre 1500 e 2400 kg de leite. De acordo com RAMOS (1990) a produção diária de leite é de 9,1 kg para búfalas da raça mediterrânea. MARQUES (1991) relatou uma média de PL de $1517 \pm 401,00$ kg por lactação. Produções para a raça Jafarabadi variam de $896,07 \pm 34,63$ kg a 1800 kg de acordo com TONHATI *et al.* (1998) e TEIXEIRA *et al.* (2007) em $215,96 \pm 18,17$ e 300 dias respectivamente.

Em relação aos constituintes do leite, MARQUES (1991), encontrou uma média para produção de gordura (PG) igual a $105,63 \pm 33,42$ kg/lactação, trabalhando com animais mestiços. Para fêmeas da raça Murrah, MENDES *et al.* (2002) reportaram valores para PG de $106,55 \pm 8,61$ kg/lactação. Em búfalas mediterrâneas ROSATI e VAN VLECK (2002) utilizando 10.663 registros de lactações, encontraram valores médios para a produção gordura de $196,96 \pm 45,6$ kg.

2.2 Cruzamento em Bufalinos

O tipo de cruzamento mais utilizado em bufalinos é o rotacional para duas ou três raças. Quando é feito entre duas raças, são utilizados machos puros de cada raça em gerações alternadas, o que proporciona na população após algumas gerações, dois terços de genes de uma raça parental e um terço de outra e assim sucessivamente. Já o cruzamento rotacional entre três raças é realizado partindo-se da F_1 , proveniente de duas raças, com machos puros de uma terceira raça. Cada uma das raças é usada em uma geração, para formar uma população de tri-cross.

Geralmente, parte-se de uma raça local com duas exóticas, formando-se uma população com 37,5% de genes exóticos (AMORIN, 1996).

Em países como China, Burma, Tailândia, Filipinas, Sri Lanka, entre outros, vem sendo praticado cruzamentos entre búfalos de água e búfalos de pântano, com o objetivo de melhorar a produção de leite e o tamanho para trabalho no campo. Segundo BASU e SHARMA (1982), o cruzamento entre Murrah e Surti proporcionou um significativo aumento na produção de leite e a melhora de características reprodutivas. CHANTALANKANA (1978) comparou os desempenhos de búfalos mestiços Murrah x Nili-ravi e animais puros destas raças com búfalos de pântano nos países do sudeste da Ásia. Os animais de pântano (importados) se adaptaram bem ao ambiente local, produzindo de 2 a 3 vezes mais leite que os nativos (Murrah, Nili-ravi e Murrah x Nili-ravi). Os mestiços foram superiores na habilidade de trabalho e produziram quase que a mesma quantidade de leite dos búfalos Murrah.

Na China, LUI *et al.* (1985), trabalhando com características reprodutivas e produtivas de búfalos mestiços Nili-Ravi, Murrah e búfalo de pântano, verificaram resultados favoráveis, principalmente para a produção de carne.

Na Bulgária, NAGARCENKAR (1988) reportou valores similares de produção de leite e peso para animais mestiços Murrah X Búlgaros, quando comparados com animais puros Murrah.

No Brasil, MARQUES (1991) verificou diferenças entre os grupos genéticos provenientes do cruzamento de Murrah com Mediterrâneo, tanto para as características produtivas quanto para as reprodutivas.

2.3 Heterose

De modo geral a produção de leite nos países tropicais é baixa, por isto os criadores têm procurado soluções para melhorar os baixos índices de

produtividade por meio do uso de ferramentas de melhoramento genéticos animal, como cruzamento e seleção.

O cruzamento refere-se ao acasalamento de animais geneticamente diferentes para a produção de animais híbridos ou animais F_1 , e é conduzido em algumas situações para promover a substituição dos genes de raças locais pelos genes de raças exóticas. A finalidade do cruzamento é explorar especificamente os efeitos genéticos não aditivos (heterose) e a complementaridade entre raças.

O termo heterose foi proposto por SHULL (1948) e, de acordo com a definição original, constituía uma medida relativa à média das linhagens paternas, referindo-se assim, a qualquer desvio da aditividade observada nas populações mestiças. Já TEODORO *et al.* (2001), definiram heterose como a superioridade, para uma determinada característica, das progênes cruzadas em relação à média das raças paternas, sendo ela mais intensa quanto mais afastadas geneticamente forem as raças ou linhagens, em relação à sua origem. Em animais domésticos, o reconhecimento da superioridade de progênes resultantes dos cruzamentos entre diferentes raças, foi feito pela primeira vez, em 1907 por Simpson, segundo SHULL (1952).

Na prática, a heterose é explicada pelo aumento da heterozigose nos indivíduos resultantes dos cruzamentos e é devida a duas possíveis causas: à contribuição intralocus (dominância) e entrelocus (epistasia). O aumento da heterozigose possibilita a produção de maior número de enzimas, garantindo ao híbrido maior “versatilidade bioquímica”, o que o capacita a adaptar melhor seus mecanismos fisiológicos e de desenvolvimento às circunstâncias de ambiente (FALCONER e MACKAY, 1996).

A literatura científica tem apresentado resultados do efeito da heterose, geralmente favoráveis, em diversas espécies de animais. Por exemplo: em coelhos (CARREGAL, 1994), em galinhas poedeiras (GAVORA *et al.*, 1996), em frangos de corte (DEEB e LAMONT, 2002), em suínos (CASSADY *et al.*, 2002), em bovinos de corte (GREGORY e CUNDIFF, 1999) e em gado leiteiro (SHARMA *et al.*, 2000). Em geral, os estudos indicam grandes vantagens em desempenho de animais oriundos de cruzamentos sobre animais de raças puras.

A geração de heterose pode ser explicada através de diferentes teorias que a relacionam com os tipos de ação e interação gênica: dominância, sobredominância e epistasia, embora existam outras teorias que não se baseiam em processos genéticos. Entre essas, pode-se incluir a teoria da heterozigose propriamente dita.

2.4 Teoria da dominância

A teoria da dominância foi proposta pela primeira vez por KEEBLE e PELLEW (1910), onde se pressupõe dominância dos alelos favoráveis e ineficácia dos recessivos, sendo o resultado final um aumento no vigor, que por sua vez é proporcional às diferenças nas frequências gênicas das variedades cruzadas.

Esta teoria foi amplamente criticada em diferentes aspectos por vários autores: CROW (1948, 1952), JONES (1917), COLLINS (1921) e STRICKBERGER (1976).

2.5 Teoria da sobredominância

Proposta por HULL (1945), teoria da sobredominância baseia-se na interação entre alelos do mesmo loco. Na teoria Mendeliana, a sobredominância significa que há locos nos quais os heterozigotos apresentam melhor desempenho do que ambos os homozigotos e que o vigor aumenta em proporção direta à quantidade de heterozigose. Isto envolve um tipo de função fisiológica, segundo a qual o heterozigoto desempenha tal função mais eficientemente que qualquer um dos homozigotos numa amplitude maior de ambientes ou condições. Assim cada um dos alelos em um loco heterozigoto desempenharia funções diferentes, e

a soma de seus diferentes produtos seria superior ao produto simples de qualquer um dos alelos em homozigose.

2.6 Teoría da Epistasia

SHERIDAN (1980) propôs que a heterose devida a epistasia poderia resultar de duas situações. A primeira, denominada epistasia paterna, refere-se à possibilidade de diferentes combinações gênicas epistáticas, presentes em homozigose nas raças paternas, serem passadas às progênes cruzadas. A segunda situação, denominada epistasia do F_1 , seria caracterizada pela interação de diferentes genes presentes nas raças paternas mestiças, nas progênes cruzadas. Assim, a epistasia é uma interação estatística entre locos. Vários pesquisadores têm estendido os modelos estatísticos de maneira a incluir epistasia (HIROOKA *et al.*, 1998; CASSADY *et al.*, 2002; DEMEKE *et al.*, 2003; GOUVEIA *et al.*, 2004).

Outros pesquisadores, como HILL (1982), desenvolveram parâmetros para expressar a heterose em termos dos efeitos de dominância (incluindo sobredominância) e de epistasia. Deste modo, ambos os tipos de interação (dentro e entre locos) podem ser quantificados quanto a seus efeitos no fenômeno da heterose para características quantitativas.

2.7 Heterozigose propriamente dita

A heterozigose refere-se à proporção esperada de locos em que os dois alelos derivam de raças ancestrais diferentes, e espera-se que estejam relacionados com a contribuição da dominância para a heterose (MACKINNON *et al.*, 1996).

Conforme proposto por DICKERSON (1969), acredita-se que existe uma relação linear entre os efeitos de dominância e de recombinação, além

de uma relação linear de ambos os efeitos e a porcentagem da heterozigose dos indivíduos, sendo então a heterose diretamente relacionada com a heterozigose. Segundo SHERIDAN (1981), a limitada evidência experimental disponível indica que, em muitos casos, o nível de heterose em populações cruzadas, exceto para populações F_1 , é menor do que seria predito com base na porcentagem de heterozigose. Contudo, segundo EAST (1936) a heterozigose por si só explicaria a heterose.

MCGLOUGHLIN (1980) mostrou que há uma relação linear entre heterose e heterozigose quando os efeitos maternos, de diferença aditiva entre raças, ou quaisquer outros efeitos de confundimento são adequadamente considerados na avaliação do efeito da heterose.

2.8 Tipos de heterose

Segundo NITTER (1978) podem-se identificar três tipos de heterose: a) heterose individual ou direita, que pode ser observada como o aumento do desempenho da progênie mestiça em relação à média dos pais, que não é atribuível aos efeitos maternos, paternos ou ligados ao sexo; b) heterose materna, que é atribuível à utilização de fêmeas cruzadas ao invés de puras e pode ser quantificada como heterose na população, entretanto, proporcionada, por exemplo, pela melhoria do ambiente intra-uterino e maior produção de leite durante a fase gestacional e pós-natal; c) heterose paterna, que se refere à vantagem na utilização de reprodutores cruzados em alternativa aos reprodutores puros, sobre o desempenho da progênie mestiça.

É importante ressaltar que, na maioria das vezes, a heterose apresenta-se inversamente proporcional aos coeficientes de herdabilidade da característica analisada. A geração de heterose depende do grau de dominância e das diferenças nas frequências gênicas das populações utilizadas nos cruzamentos, promovendo assim, a maximização da heterozigose (MOURÃO, 2005).

Segundo ELER (2001), a heterose será máxima quando um alelo estiver fixado na população A ($p=1$ e $q=0$) e o outro estiver fixado na população B ($p'=0$ e $q'=1$). Neste caso, a heterose será dependente apenas dos desvios da dominância. Algumas características são aparentemente favorecidas pela heterose, por exemplo, a viabilidade, a sobrevivência e a fertilidade dos animais. De maneira geral, os alelos dominantes possuem efeitos favoráveis, embora não se possa generalizar esta afirmativa de que geram vigor e, os recessivos tendam a reduzi-los.

Utilizando como modelo teórico o cruzamento entre dois grupos genéticos divergentes, pode-se mostrar a presença e as alterações nas proporções teóricas de heterozigose nas gerações filiais F_1 e F_2 , considerando a teoria de dominância. A população mestiça da geração F_2 conservará 50% da heterozigose observada na geração F_1 , portanto, isto indica que a retenção da heterose será também de apenas 50%, pois se sabe que a heterose depende essencialmente da heterozigose (MOURÃO, 2005).

2.9 Parâmetros Genéticos em Bufalinos mestiços

A importância das características produtivas em programas de melhoramento genético está relacionada com as taxas de ganho genético animal. Em geral, as características econômicas dos animais domésticos são de natureza poligênica, embora o fenótipo do indivíduo não seja somente o resultado da sua constituição genética, mas a interação entre seus genes e a interação destes com os efeitos ambientais. Assim sendo, a produção do leite da búfala é resultado dos efeitos genéticos e ambientais.

Neste sentido, os indivíduos podem ser avaliados pelos seus fenótipos, no caso de quaisquer características observáveis e/ou mensuradas. Segundo HUDSON e KENNEDY (1985), as estimativas de parâmetros genéticos permitem monitorar a eficácia da estratégia de melhoramento e assegurar que a pressão de seleção seja direcionada para

as características de importância econômica, além de auxiliar na definição dos objetivos da seleção.

Em búfalas leiteiras existem poucos trabalhos que estimem parâmetros genéticos para as características de produção ou reprodução, levando-se em conta a composição racial da população.

Estimativas de herdabilidade (h^2) para característica de produção de leite são bastante diferenciadas em função dos métodos de estimação, população, época ou região. Sendo assim, MARQUES (1991) trabalhando com bufalinos mestiços encontrou um valor de $h^2 = 0,34 \pm 0,151$ para a produção de leite, enquanto TONHATI *et al.*,(2004), utilizando 3.888 lactações de 1.630 búfalas, em dez rebanhos no estado de São Paulo, obtiveram estimativa da herdabilidade de 0,14 para a mesma característica.

Outros autores como HURTADO-LUGO *et al.* (2005), analisando um rebanho de animais mestiços com alta linhagem da raça Murrah, de linhas búlgaras e brasileiras, na Colômbia, apresentaram valores de $h^2 = 0,16$. Ainda, EPIFANIO (2007) trabalhando com 1.182 registros de fêmeas bubalinas da raça Murrah e seus mestiços, reportou valores de $h^2 = 0,22 \pm 0,15$.

Estimativas de herdabilidade para a porcentagem de gordura e proteína foram reportadas por MARQUES (1991), que obteve estimativas de h^2 de $0,04 \pm 0,07$ para a produção de gordura e de $0,36 \pm 0,17$ para a porcentagem de gordura, levando-se em conta diferentes grupos genéticos. ROSATI e VANVLECK (2002) reportaram valores iguais a 0,29 e 0,12 respectivamente, enquanto que TONHATI *et al.* (2002a), relataram valores de 0,21 e 0,26 respectivamente.

3 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AMORIN, R. A. Melhoramento genético dos búbalinos. Em: **O Búfalo no Brasil**. Universidade Federal da Bahia. Bahia-UFBA. p.45-77. **1996**.

BASU, S.B; SHARMA, P.A. Crossbreeding in buffaloes, **A review of Agro-Animal Science and Health**, v.6, p.465-466, 1982.

CASSADY, J. P.; YOUNG, L. D.; LEYMASTER, K. A. Heterosis and recombination effects on pig growth and carcass traits, **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2286-2302, 2002.

CHANTALANKANA, H.; Performance of swamp, river and crossbred buffaloes in Southeast Asia. In: **Proceedings of the FAO/SIDA/GOI/ Seminary on Reproduction and Artificial Insemination of Buffaloes**, NDRI, Karnal and FAO Animal production and Health, Paper 13: p 129 -142, 1978.

COLLINS, G.N. Dominance and the vigor of first generation hybrids, **The American Naturalist**, v.55, n.637, p.116-133, 1921.

CARREGAL, R. D.; LEDUR, M. C.; BIANCHINI S.E. Avaliação da heterose e da habilidade materna na fase de crescimento de coelhos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v. 23, n. 2, p.165-172, 1994.

CROW, J.F. Dominance and overdominance. In: Gowen, J.W.(ed) **Heterosis**, p.282-297, 1952. Iowa State College Press, Ames, Iowa.

CROW, J.F. Alternative hypotheses of hybrid vigor. **Genetics**, v.33, p. 477-487, 1948.

DE FRANCISCIS, G.; DI PALO, R. Buffalo milk production. In: **IV World Buffalo Congress, 1994, São Paulo, Brazil. Proceedings**. São Paulo, 1994. v. 1, p. 137-146, 1994.

DEEB, N.; LAMONT, S.J. Genetic architecture of growth and body composition in unique chicken populations, **Heredity**, v. 93, p.107-117, 2002.

DEMEKE, S.; NESES, F.W.; SCHOEMAN, S.J. Variance components and genetic parameters for early growth traits in a mixed population of purebred *Bos indicus* and crossbred cattle. **Livestock Production Science**, v.84, n. 1, p.11-21, 2003.

DICKERSON, G.E. Experimental approaches in utilizing breed resources. **Animal Breeding Abstract**, v.37, p.191-202. 1969.

EAST, E.M. Heterosis, **Genetics**, v.21, p 375-397, 1936.

ELER J.P. Teoria e Métodos em Melhoramento Animal, 2^{da}ed., Pirassununga, SP: fzea/USP, 2001, 262p (Apostila).

EPIFANIO, R.A. **Estimação de parâmetros genéticos para características produtivas em búfalos (*Bubalus bubalis*)na Amazônia oriental**. Pará: Universidade Federal do Pará, 2007. 67p. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Pará.

FALCONER D. S; MACKAY T.F. Introduction to Quantitative Genetics, 4th edition Edinburgh Gate, Harlow. England, 469 p, 2001.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F. **Introduction to Quantitative Genetics**. 4th edition. New York, 464 p, 1996.

GAVORA, J.S. et al. Prediction of heterosis from DNA fingerprints in chickens, **Genetics**. v. 144, p. 777-784, 1996.

GOUVEIA, E.; QUEIROZ, S.; CARVALHEIRO, R.; et al,. Incluindo epistasia e complementaridade em modelos de avaliação de efeitos genéticos em bovinos cruzados. **V simpósio Da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal**, Pirassununga 2004.

HILL, W.G. Dominance and epistasis as components of heterosis, **Journal Animal Breeding and Genetics**, v.99, p. 161-168, 1982.

HIROOKA, H.; GROEN, A.F.; VANDER WERF, J.H.J. Estimation of additive and non-additive genetic parameters for carcass traits on bulls in dairy, dual purpose and beef cattle breeds, **Livestock Production Science**, v.54, n.2, p. 99-105, 1998.

HUDSON, G.F.; KENNEDY, B.W. Genetic evaluation of swine for growth rate and backfat thickness, **Journal Animal Science**, v. 61, n.1, p. 83-91. 1985.

HULL, F. H. Recurrent selection for specific combining ability in corn. **Journal American Society Agronomic**, v.37, p.134-145, 1945.

HURTADO-LUGO, N.; CERÓN-MUÑOZ, M.; GUTIÉRREZ-VALENCIA A. Producción de leche en búfalas de la Costa Atlántica Colombiana, **Livestock Research for Rural Development**, v.17, n. 2, 2005.

IBGE. Diretoria de Pesquisas, Coordenação e Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal 2003. Disponível em www.ibge.gov.br. Acesso em 10/2009.

JONES, D.F. Dominance of linked factors as a means of accounting for heterosis. **Genetics**, v.2. p. 466-479, 1917.

KEEBLE, F; PELLEW, C. The mode of inheritance of stature and of time of flowering in peas (*Pisum sativum*), **Journal of Genetics**, v.1, p.47-56, 1910.

KELLY, M.J. et al. Differences between Brahman, Santa Gertrudis and Belmont Red breeds in subcutaneous fat distribution over the carcass. In: **6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**, Austrália, January 1998. Proceedings, v. 23, p. 109-112, 1998.

LUI, C.H.; CHANG, S.; HUANG, H. The Chinese indigenous buffaloes and its crossbreeding efficiency. **Proceedings of the Buffalo Seminary**, p.76-89. 1985.

MACKINNON, M.J.; THORPE, W.; BAKER, R.L. Sources of genetic variation for milk production in a crossbred herd in the tropics. **Animal Science**, v.62, p.5-16, 1996.

MARQUES J.R.F. **Avaliação genético-quantitativa de algumas características do desempenho produtivo de grupo genéticos de búfalos** (*Bubalus bubalis* L). 1991. 148p (Tese Doutorado em Zootecnia) Botucatu, IB-UNESP 1991.

MCGLOUGHLIN, P. The relationship between heterozygosity and heterosis in reproductive traits in mice, **Animal Production**, v. 30 p. 69-70. 1980.

MENDES, J.A.; GOMES, M.I.; HALT, R.C. Efeito da Utilização da Somatotrópina Bovina Recombinante (bST) sobre a Produção de Leite em Búfalas, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n. 3, p.1230-1234, 2002.

MOURÃO B.G. **Estimação de efeitos genéticos aditivos diretos e maternos e não aditivos e, predição do desempenho de pesos, perímetro escrotal e musculosidade em uma população de bovinos de corte compostos (*Bos taurus x Bos indicus*)** Pirassununga: Universidade de São Paulo, 2005. 111p. Tese (Doutorado de Zootecnia) - Universidade de São Paulo, 2005.

NAGARCENKAR, R. Economic traits in milk buffaloes and potentials of genetic improvement. In: Buffalo Production and Health. In: **Proceedings of the World Buffalo Congress**, New Delhi. p. 1-15, 1986.

NITTER, G. Breed utilization for meat production in sheep. **Animal Breeding Abstract**, v. 46, p.131-143, 1978.

RAMOS, A.A. Resultados V torneio leiteiro de búfalas do Brasil central. Botucatu, FMVZ/ UNESP, p.13, 1990.

RAMOS,S.; PAL,R. Reliability of prediction of first lactation, lifetime and herd-life production from part lactation in murrah buffaloes, In: **World Buffalo Congress**, 1990. p. 115-27. N.Delhi, 1988 proceedings, 1990.

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.

SHARMA, B.S.; PRABHAKARAN, V.T.; PIRCHNER, F. Gene action and heterosis in lifetime traits of Friesian x Sahiwal crosses, **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 117, p. 319-330, 2000.

SHERIDAN , A.K. Crossbreeding and heterosis. **Animal Breeding**. Abstract 49, p. 131-144. 1981.

SHERIDAN, A.K. A new explanation for egg production heterosis in crosses between White Leghorns and Australorps. **British Poultry Science**, v. 21, p. 85-88, 1980.

SHULL, G.H. Beginnings of the heterosis concept. In: Gowen, J.W (ed) **Heterosis**, p. 15-48. 1952 Iowa State College Press, Ames Iowa 1952.

SHULL, G.H. What is "Heterosis"? **Genetics**, v.33, p. 439-446, 1948.

STRICKBERGER, M.W. **Genetics**, Macmillan Publishing Co., New York, 914p, 1976.

TEIXEIRA, B.R.; FERREIRA, M.G.; AVANTE, M. L.; et al.,. Introdução de búfalos no Brasil e sua aptidão leiteira. **Revista Científica eletrônica de Medicina Veterinária**, Ano IV, n. 8, 2007.

TEODORO, R.L., VERNEQUE, R. S., MARTINEZ, M.L. Gestão Estratégica para o Desenvolvimento da Pecuária Leiteira na Região Campo das Vertentes, Juiz de Fora: **EMBRAPA Gado de Leite**, Belo Horizonte: CEMIG, p. 177-188, 2001.

TONHATI, H ; VASCONCELLOS, B. ; DUARTE, J. M. et al.,. Sazonalidade de Partos, Repetibilidade e Fatores que Afetam a Produção de Leite e a Duração da Lactação em Búfalas da Raça Jafarabadi. **Revista Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 4, p. 89-95, 1998.

TONHATI, H.; CERON-MUÑOZ, M. F.; OLIVEIRA, J. A; et al.,. Parâmetros genéticos para a produção de leite, gordura e proteína em búfalos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p.2051-2056,. Suplemento 1, 2002a.

TONHATI, H.; CERON-MUÑOZ, M.; DUARTE, J. Estimates of correction factors for lactation length and genetic parameters for milk yield in buffaloes. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.2, p.251-257, 2004.

TONHATI, H.; PARANHOS, M.; OLIVEIRA, J. Calving season and Milk production of the buffalo in Ribera Valley, São Paulo State, Brazil. In: **IV World Buffalo Congress, 1994**, São Paulo, Brazil. Proceedings. São Paulo, p. 177-8. v. II, p.171-3, 1994.

CAPITULO 2 – PRODUÇÃO DE LEITE, GORDURA, PROTEÍNA E SÓLIDOS TOTAIS NAS DIFERENTES COMPOSIÇÕES RACIAIS DE BUFALINOS

Produção de Leite, Gordura, Proteína e Sólidos Totais nas Diferentes Composições Raciais de Bufalinos

Resumo: No presente estudo foram analisadas 1842 lactações completas de búfalas leiteiras pertencentes a seis grupos genéticos, com o objetivo de verificar o efeito da raça e da heterozigose na produção total de leite (Pltotal), gordura (Gord) proteína (Prot) e sólidos totais (ST) em quilogramas (kg). A composição racial (CR) foi formada levando-se em conta a porcentagem de Murrah das búfalas, sendo apresentados como desvio dessa raça. foram: CR1 (Murrah), CR2 ($\frac{7}{8}$ Murrah), CR3 ($\frac{3}{4}$ Murrah), CR4 ($\frac{1}{2}$ Murrah), CR5 ($\frac{1}{4}$ Murrah) e CR6 (outra composição). A formação dos grupos de contemporâneos (GC) levou em conta o rebanho, ano e estação de parto. GC com menos de quatro informações foram eliminados. Três modelos (M1, M2 e M3) foram utilizados para as análises das informações baseados na metodologia dos modelos mistos. O modelo M1 considerou como efeitos fixos GC, GG e como co-variáveis, a idade da búfala ao parto (IBP), efeitos linear e quadrático, e a duração da lactação (DL), efeito linear, e como efeito aleatório o animal. O M2 considerou, além dos efeitos do M1, a heterozigose e o GG como co-variáveis. O terceiro modelo (M3) considerou todos os efeitos incluídos no M2, com exceção do efeito do CR. O GC, a IBP e a DL influenciaram significativamente a Pltotal e as produções totais dos constituintes do leite (Prot, Gord, ST). O GG não apresentou diferenças significativas para nenhuma das características avaliadas nos diferentes modelos.

Palavras - chave: *Bubalus bubalis*, heterozigose, modelos mistos

1 INTRODUÇÃO

Uma das funções mais importantes dos bufalinos é, sem dúvida, a produção de leite e, quase sempre, é o objetivo visado no estado de São Paulo. Dentro da produção de leite de búfala, existe um *marketing* muito grande para a venda de derivados, principalmente para queijos tipo mussarela e iogurtes. O queijo mussarela tem mercado assegurado com preços compensatórios (VALLE, 1990).

A qualidade do leite da búfala, quando comparado com o leite bovino, possibilita maior aproveitamento final, já que em função da menor quantidade de água e maiores teores de proteína, gordura e minerais permitem um maior rendimento no laticínio. Estas vantagens podem ser materializadas porque existe uma tendência mundial em pagar o leite pelo peso e quantidade de seus constituintes. Por isto, a produção de leite das búfalas pode ser compensada pelo maior preço pago em virtude da qualidade do leite produzido (FARIA *et al.*, 2002).

Muitos têm sido os trabalhos avaliando a produção de leite, em diferentes locais, com diferentes raças de búfalas, sendo que dentre eles, DE FRANCICIS e DI PALO (1994); TONHATI (1994 2000); YOUSSEF e KHATTAB (1997); ROSATI e VAN VLECK (2002); e MENDES (2007), encontraram uma variação de 1207,7 a 2286,8 kg de leite em períodos de lactação variando de 200 a 308 dias. Por outro lado, em búfalas mestiças, no Brasil, são poucos os trabalhos desenvolvidos sobre suas produções de leite (MARQUES, 1991; GOMES, 2007, EPIFANIO, 2007). Para os constituintes do leite, no entanto, não há na literatura consultada referências sobre o assunto, exceto o trabalho de PATIÑO *et al.* (2003) na Argentina, que relataram para porcentagem de gordura, proteína e sólidos totais, em animais puros da raça Murrah valores de $7,04 \pm 1,25\%$, $3,73 \pm 0,82\%$ e $16,58 \pm 2,58\%$, respectivamente; enquanto que para animais Murrah x Mediterrâneo, os valores foram: $7,60\% \pm 1,81\%$, $3,73 \pm 0,88\%$ e $16,81\% \pm 2,59\%$, respectivamente.

Considerando esses aspectos, o objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito das diferentes composições raciais de bufalinos leiteiros na produção total de leite (Pltotal), proteína (Prot), gordura (Gord) e sólidos totais (St) em quilogramas de rebanhos leiteiros no estado de São Paulo – Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Origem dos dados

As informações analisadas no presente trabalho foram provenientes de duas propriedades localizadas no estado de São Paulo, participantes do programa de controle leiteiro de bufalinos, mantido pelo Departamento de Zootecnia da Unesp/FCAV, campus de Jaboticabal/SP, Brasil.

A primeira propriedade, Fazenda Santa Eliza, localizada em Dourado/SP, é caracterizada por possuir animais da raça Murrah, Mediterrâneo e Jafarabadi, com distinto número e grau de mestiçagem e com tendência a absorção da raça Murrah. Os animais são criados em pastagens, principalmente dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, e suplementados com cana de açúcar picada e uréia no período seco (abril a setembro). A suplementação mineral é regularmente oferecida através do consumo *ad libitum* de sal e o controle sanitário é realizado conforme as recomendações do Ministério da Agricultura.

Na segunda propriedade, Fazenda Rio Pardo, localizada em Bocaina/SP, predominam animais das raças Murrah e Mediterrâneo, também em diferente número e grau de mestiçagem, com tendência a manter animais cruzados. A suplementação no período seco é feita à base de cana picada, uréia e cevada, com suplementação de sal mineral *ad libitum*.

Nas duas propriedades, a ordenha, é mecanizada e praticada duas vezes por dia (manhã e tarde) com o bezerro ao pé, após as búfalas receberem banho. O controle leiteiro é normalmente realizado uma vez por mês, sendo que amostras do leite são enviadas à Clínica do Leite da Escola Superior de Agricultura: "Luiz de Queiroz" - Esalq/USP, Piracicaba/SP, para análises.

Estavam disponíveis observações da produção diária de leite e constituintes (porcentagem de gordura, proteína, lactose e sólidos totais) de búfalas puras e mestiças nascidas no período de 1989 a 2008.

O arquivo de dados apresentava informações referentes ao pedigree (animal, pai e mãe), à produção de leite e às porcentagens dos constituintes (gordura, proteína e sólidos totais). Dentro do pedigree, informações de raça eram definidas como: animais da raça Murrah (Mu), Mediterrânea (Me), Jafarabadi (Ja) animais mestiços (Ms ou Mt) e sem raça (ND).

2.2 Edição dos Dados

Foi necessário estabelecer a genealogia para cada um dos touros (pais) e das búfalas (mães) com a finalidade de determinar a sua raça e, portanto, a composição genética correta para a progênie. Assim, levaram-se em conta as particularidades de cada uma das informações:

1. Animais com duplo registro e informações diferentes de raça;
2. Animais sem informação de raça, nem informações dos parentais;
3. Animais com informação de raça, sem informações dos parentais, com registro e;
4. Animais com informações não compatíveis com as dos pais

Para isto, tomou-se como critério as informações de raça da geração zero, sendo construído o pedigree a partir das mesmas. Quando os animais desta geração não apresentavam informações de raça, foram utilizados os registros raciais dos filhos, nos casos em que esta informação existia, estabelecendo-se assim a raça dos pais. Nos casos de incompatibilidade de informações raciais entre pais e filhos, estas foram corrigidas. Desta forma,

todas as informações do arquivo de pedigree foram corrigidas, estabelecidas ou confirmadas para todos os animais.

O arquivo de produção apresentava informações da Pltotal, Prot, Gord e ST, além das informações da idade da búfala ao parto (IBP) e duração da lactação (DL) após as consistências.

Informações das características estudadas que estavam fora da amplitude de valores biologicamente aceitáveis, ou seja, que se apresentavam além do intervalo da média \pm três desvios padrão das mesmas, dentro de cada grupo contemporâneo, foram eliminadas, bem como lactações menores que 100 e superiores à 340 dias.

Os grupos de contemporâneos (GC) foram definidos por rebanho-ano e estação de parto. As estações de parto foram agrupadas em: estação 1 (abril a setembro) e estação 2 (outubro a março). Foram eliminados GC que continham número de observações menores do que quatro (4) animais. O número total de animais e observações para cada característica analisada é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 Número de animais (N) e de observações para produção total de leite (Pltotal), gordura (Gord), proteína (Prot) e sólidos totais (ST) por cada composição racial (CR).

CR	N	Pltotal	Prot	Gord	ST
Murrah (Mu)	322	730	443	440	435
7/8 Murrah	15	35	28	28	28
3/4 Murrah	79	123	97	95	97
1/2 Murrah	262	626	559	570	551
1/4 Murrah	19	32	29	29	28
OT	123	296	175	175	158
Total	820	1842	1331	1337	1297

Os valores mínimos e máximos permitidos para cada característica e a média da produção de leite e constituintes são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Média geral, número de observações (N), valores mínimos e máximos para a produção total de leite (Pltotal), gordura (Gord/kg), proteína (Prot/kg) e sólidos totais (ST/kg).

Característica	Valor aceitável		
	Média	Mínimo	Máximo
PLTOTAL/kg	1811,00 ± 504,83	423,105	3658,457
Gord/Kg	122,47 ± 31,56	41,004	207,554
Prot/kg	76,34 ± 19,56	36,103	134,059
ST/kg	310,04 ± 75,77	149,041	526,252

Para a estimação da heterozigose direta (HTZ) foram utilizadas as informações de raça, tomada como o valor do desvio em relação à raça Murrah (OT), que varia de zero (0) até um (1). O valor de heterozigose, conforme a equação proposta por Wolf et al. (1995), foi calculado como:

$$HTZ = a_M^t a_O^b + a_O^t a_M^b$$

em que a_M^t, a_O^t , e a_O^b, a_M^b denotam a proporção de genes da raça Murrah ou outra raça no pai e na mãe da búfala, respectivamente.

2.3 Análises estatísticas

As informações para Pltotal, Prot, Gord e ST foram analisadas pela metodologia dos modelos mistos, utilizando-se o procedimento PROC MIXED do programa SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC), empregando-se três modelos distintos.

O primeiro modelo (M1) considerou como efeitos fixos, GC e o GG (fração racial como desvio da raça Murrah) e, como covariáveis, a idade da búfala ao parto (IBP), efeitos linear e quadrático, e a duração da lactação (DL), efeito linear, e como aleatório, o efeito do animal, o modelo descrito pode ser representado por:

$$Y_{ijk} = \mu + GC_i + GG_{ij} + \beta_1 IBP + \beta_2 IBP^2 + \beta_3 DL + EA + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} é o valor fenotípico do k-ésimo animal;

μ é uma constante inerente para cada característica;

GC_i é o efeito do i-ésimo grupo de contemporâneos;

GG_{ij} é o efeito da j-ésima fração racial (efeito aditivo de raça);

EA é o efeito aleatório da búfala;

β_1 e β_2 são coeficientes de regressão linear (L) e quadrático (Q), respectivamente, para IBP;

β_3 é o coeficientes de regressão L para DL; e

e_{ijk} é o efeito residual

O segundo modelo (M2) incluiu como fixos, os efeitos de GC, de CR e os efeitos genéticos não aditivos das heterozigoses (HTZ), além das covariáveis de IBP (linear e quadrático) e DL (linear), como representado a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + GC_i + GG_{ij} + (h^d_{MxO} + h^d_{OxM}) + \beta_1 IBP + \beta_2 IBP^2 + \beta_3 DL + EA + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} é o valor fenotípico do k-ésimo animal;

μ é uma constante inerente para cada característica;

GC_i é o efeito do i-ésimo grupo de contemporâneos;

GG_{ij} é o efeito da j-ésima fração racial (efeito aditivo de raça);

EA é o efeito aleatório da búfala;

$h^d_{MxO} + h^d_{OxM}$ é a heterozigose (HTZ) direta da búfala;

β_1 e β_2 são coeficientes de regressão linear (L) e quadrático (Q), respectivamente, para IBP;

β_3 é o coeficientes de regressão L para DL;

e_{ijk} é o efeito residual,

O terceiro modelo (M3) considerou todos os efeitos incluídos no M2, com exceção do efeito genético aditivo de raça, de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + GC_i + (h^d_{MxO} + h^d_{OxM}) + \beta_1 IBP + \beta_2 IBP^2 + \beta_3 DL + EA + e_{ijk}$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os efeitos incluídos no modelo foram significativos ($P < 0,01$) com exceção do efeito do GG (Tabela 3). Em relação à significância de GC e das co-variáveis incluídas nos modelos estudados sobre Pltotal, Prot, Gord e ST, isso era esperado, uma vez que é sabido que os fatores ambientais contidos no grupo de contemporâneos afetam a produção e os constituintes de leite.

A idade da búfala ao parto (IBP) apresentou efeitos linear e quadrático ($P < 0,01$) sobre todas as características avaliadas. O efeito da IBP tem sido relatado por vários autores (ASPILCUETA, 2008; GOMES, 2007; MARQUES, 1991; SAMPAIO, 2001), tanto para a Pltotal quanto para produção de leite no dia do controle e seus constituintes. Assim, o efeito da IBP está relacionado com a produção de leite, e conseqüentemente com as mudanças fisiológicas relacionadas com maturidade do animal.

Em relação à DL foi verificado no presente trabalho efeito linear significativo ($P < 0,01$), sobre todas as características avaliadas. Este resultado pode ser explicado com base no fato da variabilidade presente dentro de DL, uma vez que foram eliminadas somente lactações curtas ($< 100d$) ou prolongadas ($> 340d$). Conforme o exposto por diferentes autores (FACÓ *et al.*, 2009; MADALENA, 1992; MELLO *et al.*, 1994), a remoção da variação na duração da lactação reduziria a diferença na produção de leite entre os grupos genéticos, e da mesma forma o ajuste da produção para a duração da lactação produzirá estimativas viesadas e diminuídas da diferença aditiva entre raças.

No mesmo sentido, FREITAS *et al.* (1995) observaram que o ajuste para a duração da lactação provoca uma diminuição das estimativas de herdabilidade para as características de Pltotal e produção até os 305 dias de lactação, quando comparadas com aquelas obtidas sem tal ajuste. Assim, uma avaliação mais acurada de animais puros e mestiços será obtida se não houver ajuste da produção.

Tabela 3. Valores de P do teste F na análise de variância para os efeitos e co-variáveis incluídos nos modelos estudados para produção de leite e seus constituintes .

		PLTOTAL			
		Efeitos		Co-variáveis	
				IBP	DL
		GC	GG	Linear	Quadrático
Modelo 1	<0,0001	0,8731	-	<0,0001	<0,0001
				Co-variáveis	
Modelo 2	<0,0021	0,8917	0,6777	<0,0001	<0,0001
Modelo 3	0,002	-	0,6917	<0,0001	<0,0001
				PROTEINA	
		Efeitos		Co-variáveis	
				IBP	DL
		GC	GG	Linear	Quadrático
Modelo 1	<0,0001	0,7033	-	<0,0001	<0,0001
				Co-variáveis	
Modelo 2	<0,0001	0,3445	0,5454	<0,0001	<0,0001
Modelo 3	<0,0001	-	0,8173	<0,0001	<0,0001
				GORDURA	
		Efeitos		Co-variáveis	
				IBP	DL
		GC	GG	Linear	Quadrático
Modelo 1	<0,0001	0,1334	-	<0,0001	<0,0001
				Co-variáveis	
Modelo 2	<0,0001	0,0121	0,3337	<0,0001	<0,0001
Modelo 3	<0,0001	-	0,8307	<0,0001	<0,0001
				SOLIDOS TOTAIS	
		Efeitos		Co-variáveis	
				IBP	DL
		GC	GG	Linear	Quadrático
Modelo 1	<0,0001	0,4234	-	<0,0001	<0,0001
				Co-variáveis	
Modelo 2	<0,0001	0,1066	0,4826	<0,0001	<0,0001
Modelo 3	<0,0001	-	0,9643	<0,0001	<0,0001

Em relação aos efeitos genéticos (efeito aditivo de raça e heterozigose), não foram constatadas diferenças significativas para as características avaliadas. Esses resultados diferem dos apresentados por MARQUES (1991), que relatou um efeito significativo do GG na produção de leite e produção de gordura, sendo que as maiores produções foram apresentadas pelos animais mestiços, evidenciando o efeito da heterose.

Entretanto, vários são os aspectos que devem ser levados em consideração nas análises de efeitos genéticos não aditivos, dentre eles o fato de que a heterose geralmente depende do ambiente e da divergência genética entre as raças parentais, outro aspecto seria o tipo de metodologia estatística empregada. Se a heterose manifestada do cruzamento é relativamente grande, conclui-se que os parentais são mais geneticamente divergentes em relação aos parentais que manifestam pequenas ou nenhuma heterose em suas descendências (HALLAUER e MIRANDA FILHO, 1981). De acordo com ALBUQUERQUE *et al.*(2006), que trabalharam com marcadores moleculares RAPD para verificar a variabilidade genética entre raças de búfalos no Brasil (Carabao, Baio, Murrah, Mediterrâneo e Jafarabadi), existe divergência genética menor entre búfalos de raça murrah e mediterrâneo, e entre búfalos murrah e Jafarabadi, quando comparados com as outras raças.

Estas pequenas divergências podem ser explicadas, no caso de animais murrah e mediterrâneo, pela possível introdução de genes da raça mediterrâneo para aumentar a base genética do rebanho murrah no Brasil, (MARQUES *et al.*, 2003), e no caso de animais Murrah e Jafarabadi reflete o fato de os dois grupos genéticos terem sido submetidos no passado, a cruzamentos alternados entre si, sem, no entanto, alterar de maneira significativa o *pool* gênico original dos grupos, os quais podem ser considerados geneticamente distintos, embora haja grupos gênicos compartilhados.

Quanto ao tipo de metodologia estatística empregada é importante mencionar que MARQUES (1991), da mesma forma que outros autores (MARTINEZ *et al.*, 1988; MADALENA *et al.*, 1990; LEMOS *et al.*, 1992;

REGE *et al.*, 1994; KAHN *et al.*, 1995; FACÓ *et al.*, 2002; FACÓ *et al.* 2005a), utilizou o método dos mínimos quadrados, enquanto que no presente trabalho foi utilizada a metodologia dos modelos mistos, que tem se tornado largamente aceita por diferentes pesquisadores (KOMENDER e HOESCHELE, 1989; MACKINNON *et al.*, 1996; KAHN *et al.*, 2000; EL FADILI e LEROY, 2001; DEMEKE *et al.*, 2004; WOLF *et al.*, 2005). Os modelos mistos permitem a estimação simultânea tanto dos parâmetros de cruzamento quanto das herdabilidades e correlações genéticas (EL FADILI e LEROY, 2001). KOMENDER E HOESCHELE (1989) mostraram que a acurácia da estimativa dos efeitos dos cruzamentos pode ser aumentada pela inclusão da matriz de parentesco em um modelo animal.

Além disso, uma implicação importante do uso da metodologia dos mínimos quadrados é a possibilidade de inflacionar a significância dos efeitos, já que este método não estima a estrutura de covariância adequada dos erros na análise de medidas repetidas (RHONDA *et al.*, 2004). Por outro lado, a metodologia dos modelos mistos utiliza o método da máxima verossimilhança restrita (REML) para a estimação da estrutura de variância e covariância dos parâmetros, enquanto que a dos mínimos quadrados utiliza métodos de estimadores de momentos.

Outro fato que pode afetar as estimações dos efeitos aditivos e não aditivos é a estrutura dos dados. De acordo com TEIXEIRA *et al.*, (2003), a estrutura de dados provenientes de rebanhos comerciais apresenta algumas dificuldades na estimação dos efeitos aditivos. ELZO *et al.*, (1999) descreveu a estrutura comum dos dados das populações multirraciais como: 1) utilização de mais de duas raças parentais, 2) acasalamentos dirigidos para a obtenção de animais de uma única composição racial mestiça (cruzamento absorvente), 3) maior número de grupos raciais de pais que de mães, isto é, touros de raças puras e vacas de qualquer composição racial, 4) utilização de múltiplos touros para o acasalamento em monta natural, e 5) uso de touros mestiços com pouca ou nenhuma informação dos parentais ou das progênes.

Assim sendo, no presente trabalho, muitas das características do banco de dados apresentadas por ELZO *et al.*, (1999) foram evidenciadas,

tendo uma estrutura extremadamente desbalanceada, com grande número de raças parentais (com escassa informação) e composições mestiças múltiplas no caso das progênes, mesmo após a verificação as informações de cada animal.

Como pode ser observado na Tabela 4, o efeito do grupo genético, embora não significativo, mostrou uma tendência de redução na produção de leite dos animais mestiços, este resultado pode refletir o efeito do ambiente sobre a manifestação de heterose, logo que nas duas fazendas boas condições de manejo são proporcionadas, assim o desempenho de animais puros é superior quando comparado com os animais mestiços. De acordo com ALENCAR *et al.*, (1995) a superioridade dos animais mestiços depende do ambiente e do tipo de manejo dados aos animais. Com isso, animais de alto potencial genético presentes nas fazendas através de seleção, mostram altos desempenhos com as condições apropriadas de manejo e ambiente.

Tabela 4. Soluções estimadas e erros padrão para produção de leite total (Pltotal), proteína (Prot), gordura (Gord) e sólidos totais (ST), da composição racial (CR) em função da porcentagem da raça Murrah.

GG	CR	Pltotal/kg	Prot/kg	Gord/kg	ST/kg
0	Mu	0,0	0,0	0,0	0,0
0,125	$\frac{7}{8}$ Mu	-54,611 ± 80,75	-1,650 ± 1,84	-8,724 ± 3,33	-12,607 ± 7,29
0,25	$\frac{3}{4}$ Mu	-90,159 ± 50,82	-3,246 ± 1,60	-5,996 ± 3,07	-8,524 ± 3,28
0,5	$\frac{1}{2}$ Mu	-18,132 ± 38,74	-3,918 ± 2,34	-6,997 ± 4,24	-19,706 ± 9,29
0,75	$\frac{1}{4}$ Mu	-81,953 ± 84,60	-1,673 ± 1,79	-5,991 ± 3,42	-10,491 ± 7,08
1	OT	11,382 ± 39,19	-1,253 ± 0,98	-4,321 ± 2,16	10,891 ± 6,09

4 CONCLUSÕES

As produções totais de leite, proteína, gordura e sólidos totais de búfalas mestiças não são afetadas pelo grupo genético e pela heterozigose individual.

5 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALBUQUERQUE, M.S.M.; EGITO, A.A.; MARQUES, J.R.F.; et al. Variabilidade genética em búfalos determinada por marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 623-628, 2006.

ALENCAR, M.M.; BARBOSA, P.F.; TULLIO, R.R.; et al. Peso à desmama de bezerros da raça Nelore e cruzados Canchim x Nelore e cruzados Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.40-46,1995.

ASPILCUETA, B.R.R. **Estimação de parâmetros genéticos para a produção de leite e seus constituintes em búfalas**, Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2008. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2008.

DE FRANCISCIS, G.; DI PALO, R. Buffalo milk production, In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 4., 1994, São Paulo, **Proceedings**, São Paulo, 1994, p.137-146.

DEMEKE, S.; NESER, F.W.C.; SCHOEMAN, S.J. Estimates of genetics parameters for Boran, Friesian, and crosses of Friesian and Jersey with the Boran cattle in the tropical highlands of Ethiopia: milk production traits and cow weight, **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.121, p.163-175, 2004.

EL FADILI, M.; LEROY, P.L. Estimation of additive and nonadditive genetic parameters for reproduction, growth and survival traits in crosses between the Moroccan D´man and Timahdite sheep breeds, **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.118, p.341-353, 2001.

ELZO, M.A.; MARTINEZ, G.; MANRIQUE, C. Multibreed genetic evaluation and its application to Criollo cattle breeding programs, in **Proceedings**, Census and Characterization of Colombian and Criollo Cattle Production

Systems Agricultural Colombian Institute, Bogota, Colombia, p. 150-158, 1999.

EPIFANIO, R.A. **Estimação de parâmetros genéticos para características produtivas em búfalos (*Bubalus bubalis*) na Amazônia Oriental**- 2007, 67p, Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Pará -Embrapa Amazônia Oriental- Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém 2007.

FACÓ, O.; LÔBO, R.N.; MARTINS FILHO, R.; et al., Idade ao primeiro parto e intervalo de partos de cinco grupos genéticos Holandês x Gir no Brasil, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1920-1926, 2005a.

FACÓ, O.; MARTINS F.R.; LÔBO, R.N.B.; et al. Análise do desempenho produtivo de diversos grupos genéticos Holandês x Gir no Brasil, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1944-1952, 2002.

FACÓ, O.; MARTINS F.R.; LÔBO, R.N.B.; et al. Efeito da redução da variação da duração de lactação na avaliação genética de bovinos leiteiros mestiços. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 2, p. 287-292, 2009.

FARIA, M.H.; TONHATI, H.; CERON-MUÑOZ, M.F.; et al. 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.

FREITAS, A.F.; WILCOX, C.J.; COSTA, C.N. Genetic trends in the production of Brazilian dairy crossbreds. **Revista Brasileira de Genética**, v.18, p.55-62, 1995.

GOMES, D.A. **Produção Diária de Leite e Curva de Lactação de Búfalas Mestiças sob dois sistemas de produção em Rondônia**-2007, 67p, Tese de Doutorado- Universidade Federal Rural de Pernambuco - Universidade Federal da Paraíba - Universidade Federal do Ceará- Programa De Doutorado Integrado em Zootecnia, Recife 2007.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. Heterosis. In: **Quantitative Genetics in Maize Breeding**. Ames: the Iowa State University, p.337-373. 1981.

KAHI, A.K.; MACKINNON, M.J.; THORPE, W.; et al. Estimation of individual and maternal additive genetic and heterotic effects for preweaning traits of

crosses of Ayrshire, Brown Swiss and Sahival cattle in the lowland tropics of Kenia, **Livestock Production Science**, v. 44, p.139-146, 1995.

KAHI, A.K.; NITTER, G.; THORPE, W.; et al. Crossbreeding for dairy production in the lowland tropics of Kenya, II, Prediction of performance of alternative crossbreeding strategies, **Livestock Production Science**, v.63, p.55-63, 2000.

KOMENDER, P.; HOESCHELE, I. Use of mixed-model methodology to improve estimation of crossbreeding parameters, **Livestock Production Science**, v.21, n.2, p.101-113, 1989.

LEMOS, A.M.; MADALENA, F.E.; TEODORO, R.L.; et al. Comparative performance of six Holstein-Friesian x Guzera grades in Brazil, 5, Age at first calving, **Revista Brasileira de Genética**, v.15, n.1, p.73-83, 1992.

MACKINNON, M.J.; THORPE, W.; BAKER R.L. Sources of genetic variation for milk production in a crossbred herd in the tropics, **Animal Science**, v.62, p.5-16, 1996.

MADALENA, F.E.; LEMOS, A.M.; TEODORO, R.L. Consequences of removing the variation in lactation length on the evaluation of dairy cattle breeds and crosses, **Revista Brasileira de Genética**, v.15, p.585-594, 1992.

MADALENA, F.E.; LEMOS, A.M.; TEODORO, R.L.; et al. Dairy production and reproduction in Holstein-Friesian and Guzerá crosses, **Journal of Dairy Science**, v.73, p.1872-1886, 1990.

MARQUES, J,R. **Avaliação genético-quantitativa de alguns grupamentos raciais de bufalinos (*bubalus bubalis*)**, Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 1991, 134p, Tese (Doutorado em Genética) - Universidade Estadual Paulista, 1991.

MARQUES, J.R.; COSTA, M.R.; EGITO, A.A.; et al. Conservation of genetic resources of the small populations of domestic animal of the Amazon Region in Brazil. **Animal Genetic Resources Information**, v.33, p.31-40, 2003.

MARTINEZ, M.L.; LEE, A.J.; LIN, C.Y. Age and Zebu-Holstein additive and heterotic effects on lactation performance and reproduction in Brazil, **Journal of Dairy Science**, v.71, n.3, p. 800-808, 1988.

MELLO, A.A.; PENNA, M.V.; MADALENA, F.E.; et al. Efeito da eliminação de lactações curtas e do ajuste pela duração da lactação na herdabilidade da produção de leite em um rebanho Gir, **Archivo Latinoamericano de Producción Animal**, v. 02, n. 02, p. 117-123, 1994.

MENDES, C.H.; AMORIN, R.A.; SOUZA, C.P.; et al. Parâmetros e tendências da produção de leite em bufalinos da raça Murrah no Brasil **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.376-379, 2007.

PATIÑO, E.M.; MENDEZ, F.I.; FAISAL, E.L.; et al. Buffalo milk composition of Murrah and half-bred Murrah x Mediterranean in Corrientes, Argentina. **Buffalo Newsletter**: n.18, p.8-10, 2003.

REGE, J.E.O.; ABOAGYE, G.S.; AKAH, S.; et al. Crossbreeding Jersey with Ghana Shorthorn and Sokoto Gudali cattle in a tropical environment: additive and heterotic effects for milk production, reproduction and calf growth traits, **Animal Production**, v.59, p.21-29, 1994.

RHONDA, K.K.; KESELMAN, H.J.; ALGINA, J.; et al. The Analysis of Repeated Measurements with Mixed-Model Adjusted F Tests, **Educational and Psychological Measurement**, v.64, p. 224 - 242. 2004.

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

SAMPAIO NETO, J.C.; MARTINS FILHO, R.; LÓBO, R.N.; et al. Avaliação dos desempenhos produtivo e reprodutivo de um rebanho bubalino no Estado de Ceará, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.368-373, 2001.

TEIXEIRA, R.; ALBUQUERQUE, L.G. Efeitos ambientais que afetam o ganho de peso pré-desmama em animais Angus, Hereford, Nelore e mestiços Angus-Nelore e Hereford-Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.887-890, 2003.

TONHATI, H. Calving season and milk production of the buffalo in Ribeira Valle, São Paulo State, Brazil, In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 4., 1994, São Paulo, **Proceedings**, São Paulo: 1994, v.2, p.171-173.

TONHATI, H.; MUÑOZ, M.F.; OLIVEIRA, J.A. et al. Parâmetros genéticos para produção de leite, gordura e proteína em bufalinos, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2051- 2056, 2000 (supl.).

VALLE, J.L. Características e usos do leite de bubalinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27.,1990, Campinas, SP. **Anais..** Campinas: SBZ, 1990. p.739-743. 1990.

WOLF, J.; ZAVADILOVÁ, L.; NEMCOVÁ, E. Non-additive effects on milk production in Czech dairy cows, **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.122, p.332-339, 2005.

WOLFINGER, R.D.; CHANG, M. **Comparing the SAS® GLM and MIXED Procedures for Repeated Measures**, In: Annual SAS Users Group Conference, 20., 1995, Cary (NC). **Proceeding**. Cary: SUG, 1995. CD-ROM.

YOUSSEF, M.M.; KHATTAB, R.M. Perspective dell'allevamento bufalino in Egitto, **Bubalus Bubalis**, v.3, n.1, p.7-26, 1997.

CAPITULO 3 - ESTIMAÇÃO DA HERDABILIDADE PARA A PRODUÇÃO DE LEITE, GORDURA, PROTEÍNA E SÓLIDOS TOTAIS EM BÚFALAS MISTIÇAS.

Estimação da Herdabilidade para a Produção de Leite, Gordura, Proteína e Sólidos Totais em Búfalas Mestiças

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, estimativas de herdabilidade foram calculadas para as características de produção de leite total (Pltotal), gordura (Gor), proteína (Prot) e sólidos totais (St). Utilizou-se 809 registros de lactações de búfalas mestiças no estado de São Paulo, Brasil. O modelo matemático incluiu como efeitos fixos a composição racial (CR) e o grupo de contemporâneos (GC) formado por rebanho, ano e estação de parto, a idade da búfala ao parto (IBP) (efeito linear e quadrático) e a duração da lactação (efeito linear) como co-variáveis, além do genético aditivo do animal como aleatório. Foram eliminados GC com menos de quatro observações por grupo. As características foram analisadas por meio do modelo animal em análises uni-característica e os componentes de variâncias foram estimados pelo método de máxima verossimilhança restrita pelo uso do programa MTDFREML (BOLDMAN *et al.*, 1995). As médias e desvios padrão observados foram 1671,33 ± 454,71 kg; 69,38 ± 17,73 kg; 108,49 ± 28,28 kg e 278,73 ± 67,95 kg para produção total de leite Pltotal, produção de proteína (Prot), gordura (Gord), e sólidos totais (ST), respectivamente. As estimativas dos coeficientes de herdabilidade foram 0,14±0.05; 0,5±0.14; 0,37±0.07 e 0,46±0.06 para Pltotal, Prot, Gord, e St, respectivamente. Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que existe considerável variabilidade genética aditiva para as características

estudadas, sendo que esta variabilidade pode ser utilizada para promover o melhoramento genético do rebanho.

1 INTRODUÇÃO

Em razão da gordura e a proteína serem os componentes do leite de maior importância econômica para elaboração do queijo Mozzarella e outros derivados lácteos, os búfalos tornaram-se uma boa opção para produção de leite em função dos altos teores de gordura, proteína e sólidos totais que contém o seu leite, permitindo um maior rendimento na fabricação de produtos lácteos.

Como forma de melhorar o potencial produtivo dos bufalinos o melhoramento genético é ferramenta fundamental, por meio da identificação de indivíduos com genótipos superiores, que sob uso reprodutivo mais intenso, deixam um maior número de descendentes, que promovem o melhoramento da espécie. Ao contrário dos bovinos, em que a multiplicação de estudos visando o maior conhecimento na pecuária de leite é necessidade reconhecida já há algum tempo (FREITAS *et al.*, 1983), os estudos científicos em bubalinos ainda são escassos, principalmente, em animais sem raça definida no Brasil.

Poucos trabalhos têm se desenvolvido no Brasil levando em conta a composição racial dos búfalos na estimação de parâmetros genéticos como herdabilidade e correlações genéticas. Na literatura, a maioria das estimativas ignora o efeito da raça, em função da perda de dados ou do pequeno número de informações. Entretanto, com a finalidade de obter respostas mais acuradas, procedimentos que considerem efeitos não aditivos na estimação de parâmetros genéticos são necessários.

O conhecimento das herdabilidades e correlações genéticas entre as características de interesse à seleção, é de fundamental importância na obtenção de índices econômicos que maximizem a resposta econômica à seleção (VERCESI FILHO *et al.*, 2007).

As estimativas de herdabilidade apresentadas por vários pesquisadores para a produção de leite total variaram de 0,14 a 0,24 (TONHATI *et al.*, 2000; AMORIN *et al.*, 2006; ASPILCUETA, 2008;

HURTADO-LUGO *et al.*, 2009). Estimativas de herdabilidade para os constituintes de leite de búfalas foram reportadas por TONHATI *et al.* (2000a) para as porcentagens de proteína e gordura sendo 0,21 e 0,26 respectivamente, enquanto que ROSATI e VAN VLECK (2002) relataram valores de 0,29 e 0,12.

Existem poucas pesquisas em que se estimaram parâmetros genéticos para os constituintes de leite em búfalas levando em conta a composição mestiça dos búfalos. Neste contexto, este trabalho foi conduzido com o objetivo de estimar a herdabilidade para a produção de leite total (Pltotal), gordura (Gord), proteína (Prot) e sólidos totais (ST), visando obter informações para o estabelecimento de programas de melhoramento genético para estas características.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As informações utilizadas para este estudo são provenientes de dois rebanhos controlados e cadastrados no Programa de Controle Leiteiro de Búfalas, coordenado pelo Departamento de Zootecnia da FCAV-UNESP/Jaboticabal, SP, Brasil. Estes rebanhos têm como finalidade a exploração leiteira. Os animais foram mantidos em pastagens dos gêneros *Brachiaria sp.* e *Panicum sp.* e suplementados com concentrado e sal *ad libitum*. As ordenhas foram realizadas duas vezes por dia com a presença do bezerro para facilitar a descida do leite e os controles leiteiros ocorreram mensalmente.

Foram eliminadas lactações menores que 100 dias e maiores do que 340 dias. Grupos de contemporâneos (GC) foram definidos por rebanho-ano-estação de parto, e as estações de parto agrupadas em: abril a setembro (estação 1) e outubro a março (estação 2). Os GC que continham número de observações menor que quatro (4) foram eliminados.

As características estudadas foram: produção de leite total (Pltotal), gordura (Gord), proteína (Prot) e sólidos totais (ST).

Análises uni-características foram realizadas sob modelo animal visando estimar os componentes de variâncias pelo método de máxima verossimilhança restrita livre de derivadas utilizando-se o programa MTDFREML (BOLDMAN *et al.*, 1995).

O arquivo de genealogia continha as informações de animal, pai e mãe, totalizando 3313 animais na matriz de parentesco. Para as características de Pltotal, Gord, Prot e ST o modelo geral proposto incluiu os efeitos fixos de grupo de contemporâneos, e composição racial (CR), a duração da lactação (efeito linear) e idade da búfala ao parto como co-variáveis (efeito linear e quadrático) e os efeitos aleatórios genéticos aditivos, de ambiente permanente e residual.

A notação do modelo geral na sua forma matricial pode ser descrito como:

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

Em que y é o vetor de observações (Pltotal, Gord, Prot e ST); X , é a matriz de incidência dos efeitos fixos (GC, GG); Z , é a matriz de incidência dos efeitos genéticos aditivos diretos; a , é o vetor de solução para efeitos genéticos aditivos diretos e W , e a matriz de incidência dos efeitos de ambiente permanente e ε , é o vetor de erros aleatórios associados às observações.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de observações, média, desvio padrão, valores máximos e mínimos para Pltotal, Prot, Gord e St em quilogramas são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Número de observações (N), média, desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV), mínimo e máximo para a produção de total de leite (Pltotal), proteína (Prot), gordura (Gord) e sólidos totais (ST).

	N	Média	DP	CV(%)	Mínimo	Máximo	GC
Pltotal	809	1671,33	454,712	27,21	423,10	3364,12	26
Prot/kg	582	69,387	17,733	25,26	21,21	128,34	23
Gord/kg	580	108,496	28,289	26,07	31,75	219,79	23
ST/kg	573	278,735	67,956	20,38	103,54	519,75	22

A média observada para a Pltotal foi superior às obtidas por MALHADO *et al.*, (2009) que trabalharam com animais sem raça definida, encontrando média de produção de $1546,1 \pm 483,8$ kg. MARQUES (1991), e TONHATI (1998), reportaram valores de $1517,16 \pm 407,62$ kg e $1364,84 \pm 253,89$ kg, respectivamente. Valores superiores aos encontrados neste trabalho são apresentados por RAMOS *et al.*, (2006), e ARAUJO *et al.*, (2008) que relataram médias de $1.650 \pm 659,5$ kg e $1885,48$ kg em animais puros de raça Murrah, trabalhando nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste. Em estudo realizado na Itália por ROSATI e VAN VLECK (2002) com búfalas leiteiras, a média foi ainda maior ($2.286,8$ kg). A menor média de Pltotal/kg encontrada neste trabalho, provavelmente, se deve ao fato que a população estudada é de animais mestiços, sendo a produção de leite menor quando comparada com animais puros.

Para Prot, Gord e ST as médias obtidas (Tabela 1) encontraram-se dentro dos valores observados por diversos pesquisadores como DUARTE (2002), EPIFANIO (2007) e ASPILCUETA (2008). Médias estimadas para a porcentagem de proteína variaram de 3,7% a 4,9% (FERNANDES, 2004).

PATIÑO et al. (2002) relataram percentuais de $3,73 \pm 0,82\%$ para fêmeas Murrah, e $3,73 \pm 0,88$ para mestiças (Murrah X Mediterrâneo).

No que se refere à produção de gordura, a média estimada no presente trabalho foi $108,496 \pm 28,289$ kg, valor similar ao reportado por MARQUES (1991) que encontrou média para produção de gordura igual a $105,63 \pm 33,42$ kg trabalhando com diferentes grupos genéticos. Por outro lado, VANKOV *et al.*, (1988), trabalhando com búfalas Murrah e mestiças, encontraram produções de gordura de 136,5, 161,4 e 172,80 quilogramas em períodos de lactações iguais a 282, 178 e 281 dias, respectivamente. Médias da produção de gordura em percentagem variam de 5,4% a 8,6% segundo VERRUMA-BERNARDI et al. (2000), MACEDO et al. (2001), COELHO et al. (2004), AMARAL (2005), HURTADO-LUGO (2005), PATIÑO e GUANZIOLI (2005). Para animais mestiços Murrah x Mediterrâneo a porcentagem de gordura observada por PATIÑO (2002) foi de $7,60 \pm 1,81\%$.

Estas variações nos valores de produção de gordura do leite podem ser explicadas, pelo fato que a gordura é o componente mais susceptível a alterações, em função de inúmeros fatores tais como grupo genético, fontes de alimentação, clima, período de lactação e número de lactações.

Tabela 2 Estimativas de herdabilidade e respectivos erros padrão, variância genética aditiva (σ_A) e de ambiente (σ_E) para a produção de leite total (Pltotal), proteína (Prot), Gordura (Gord) e Sólidos totais (St).

	σ_A	σ_E	h^2
PLtotal	18306,378	85182,938	$0,14 \pm 0,05$
Prot/kg	79,317	78,760	$0,50 \pm 0,14$
Gord/kg	191,163	324,054	$0,37 \pm 0,07$
ST/kg	1165,128	1361,511	$0,46 + 0,06$

Como apresentado na Tabela 2, a estimativa de herdabilidade para a produção de leite (Pltotal) encontrada neste estudo é menor do que a reportada por MARQUES (1991), que encontrou valor de $0,30 \pm 0,15$ para a Pltotal, enquanto que valores similares aos estimados no presente estudo foram encontrados na Itália por ROSSATI e VAN VLECK (2002) e CATTILO *et al.*, (2004) de 0,14 e 0,19 respectivamente. Na Índia, BHAT e TANEJA

(1986); SINGH e YADAV (1987); KURALKAR e RAHEJA (1997) estimaram valores de herdabilidade para produção de leite entre 0,008 a 0,19, HURTADO-LUGO *et al.* (2005) analisando um rebanho de animais mestiços com alta linhagem da raça Murrah, de linhas Búlgaras e Brasileiras, reportaram herdabilidade igual a 0,16.

ASPILCUETA (2008) trabalhando com 12 rebanhos do Programa de Controle Leiteiro de Búfalas apresentou valores de herdabilidade de 0,25 para a produção de leite aos 305 dias de lactação, enquanto que no presente trabalho o valor encontrado para Pl_{total}/kg é de $0,14 \pm 0,05$. Este resultado provavelmente, se deve ao fato de que no presente trabalho foram analisados os registros de uma parte da população (duas das doze fazendas do programa), uma vez que as estimativas dos coeficientes de herdabilidade para a característica produção de leite são bastante diferenciadas em função dos diferentes métodos, populações, épocas e regiões (EPIFANIO, 2007). Contudo, a magnitude da estimativa obtida neste trabalho evidencia a existência de variabilidade genética aditiva, o que pode tornar eficiente selecionar a característica.

As estimativas de herdabilidade para Gord, Prot e ST foram superiores às encontradas por DUARTE (2002). MARQUES (1991) apresentou valores de herdabilidade para a produção de gordura de 0,049 em populações mestiças, enquanto que valores encontrados por ROSATI e VAN VLECK (2002), e EPIFANIO (2007) variaram de 0,11 a 0,24 para a mesma característica. Valores de herdabilidade para porcentagens de gordura e proteína variam de 0,17 a 0,30 e de 0,10 a 0,28 segundo os relatos na literatura consultada (TONHATI *et al.* 2000^a; ROSATI e VAN VLECK, 2002; ASPILCUETA, 2008 e VIEGAS 2008). As maiores estimativas encontradas no presente trabalho em relação às relatadas na literatura pelos autores citados, provavelmente, se deve ao fato que os animais estudados são provenientes de rebanhos onde é praticada a seleção para constituintes do leite há vários anos e portanto, com menor variabilidade genética aditiva para a característica.

É importante frisar que devido ao pequeno tamanho amostral as estimativas devem ser utilizadas com cautela, sendo necessária a realização de mais estudos na estimação de parâmetros genéticos de búfalos mestiços.

4 CONCLUSÕES

Em búfalas mestiças a estimativa de herdabilidade para a produção de leite é baixa ($0,14 \pm 0.05$), enquanto que para os constituintes do leite, os valores estimados de herdabilidade são de media a alta magnitude.

5 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AMARAL, F. R. **Fatores que interferem na contagem de células somáticas e constituintes do leite de búfalas** 2005. 46 p. Dissertação de mestrado -Universidade Federal de Minas Gerais- Programa de Mestrado em Medicina Veterinária Preventiva, MG 2005.

AMORIN, A.R.; MENDES M.C.; CARNEIRO S.P; et al. Caracterização fenotípica e genética da produção de leite e do intervalo entre partos em bufalinos da raça Murrah, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.8, p.1261-1267, Agosto 2006.

ASPILCUETA, B.R. **Estimação de Parâmetros genéticos para Produção de Leite e seus Constituintes em Búfalas** 2008, 67p, Dissertação de Mestrado- Universidade Estadual Paulista- Programa de Mestrado em Genética e Melhoramento Animal, Jaboticabal SP 2008.

ARAÚJO, C.V.; CARDOSO, A.M.C.; RAMOS, A.A.; et al. Heterogeneidade de variâncias e parâmetros genéticos para produção de leite em bubalinos da raça Murrah, mediante inferência Bayesiana. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.9, n.3, p.416-425, 2008.

BHAT, P.N.; TANEJA, V.K. River buffalo, In: Proceedings..., 3rd **World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**, Linton, v.1, p.681-689, 1986.

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.

CATTILO, 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 of Dairy Science**, v.85, p.1298-1306, 2002.

COELHO, K. O.; MACHADO, P. F.; COLDEBELLA, A.; et al. Determinação do perfil físico-químico de amostras de leite de búfalas, por meio de analisadores automatizados. **Ciência Animal Brasileira**, v.5, n.3, p.167-170, jul./set. 2004.

DUARTE, J.M.C. **Estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos da produção e constituintes do leite em bufalinos- 2002**, 35p. Dissertação de Mestrado, -Universidade Estadual Paulista - Programa de Mestrado em Genética e Melhoramento Animal, Jaboticabal. 2002.

EPIFANIO, R.A. **Estimação de parâmetros genéticos para características produtivas em búfalos (Bubalus bubalis) na Amazônia Oriental- 2007**, 67p, Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Pará -Embrapa Amazônia Oriental- Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém 2007.

FERNANDES, S.A. de A. **Levantamento Exploratório da Produção, Composição e Perfil de Ácidos Graxos do Leite de Búfalas em 5 Fazendas do Estado de São Paulo**, 2004. 84 p. Tese de Doutorado em Agronomia, - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo-. Programa Ciência Animal e Pastagens, Piracicaba SP, 2004.

FREITAS, M.A.R.; DUARTE, F.A.M; LÔBO, R.B. Fatores não genéticos de variação na produção de leite de vacas da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.35, p. 575-590, 1983.

HURTADO-LUGO, N.; CÉRON-MUÑOZ, M.F.; LOPERA, M.I.; et al. Determinación de Parámetros Físico-Químicos de Leche Bufalina en un Sistema de Producción Orgánica. **Livestock Research for Rural Development**, v. 17, Art. 1, 2005.

HURTADO-LUGO, N.; CERÓN-MUÑOZ M.F.; TONHATI, H.; et al. Estimación de parámetros genéticos para la producción de leche en el día del control empleando un modelo de regresión aleatoria para primeras lactancias en búfalos de la costa norte de Colombia, **Livestock Research for Rural Development**, v. 21, n. 6, 2009.

KURALKAR, S.V.; RAHEJA, K.L. Relationships among early performance, lifetime production and reproduction traits in Murrah buffaloes, **Indian Journal of Animal Sciences**, v.67, p.798-801, 1997.

LUGO, N.H.; MUÑOZ, M.C.; VALENCIA, A.G. Estimación de parámetros genéticos para la producción de leche en el día del control en búfalos de la Costa Atlántica Colombiana, **Livestock Research for Rural Development**, v.18, n.3, 2006.

MALHADO, C.H.; RAMOS, A.A.; CARNEIRO, S.P.L.; et al. Estimativas de parâmetros genéticos para características reprodutivas e produtivas de búfalas mestiças no Brasil, **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.10, n.4, p.830-839 out/dez, 2009.

MARQUES, J.R.F. **Avaliação genético-quantitativa de alguns grupamentos raciais de bufalinos (*bubalus bubalis*)**, Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 1991, 134p, Tese (Doutorado em Genética) - Universidade Estadual Paulista, 1991.

PATIÑO, E. M.; GUANZIROLI M. C. Composición de Leche de Búfala (*Bubalus bubalis*) de Raza Jafarabadi en Corrientes, Argentina. **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET**. v. 6, n. 5, 2005.

PATIÑO, E.M.; MENDEZ, F.I.; FAISAL, E.L.; et al. Buffalo milk composition of Murrah and half-bred Murrah x Mediterraneo in Corrientes, Argentina. **Buffalo Newsletter**: n.18, p.8-10, 2003.

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. Estimation of genetic parameters for milk, fat, protein and mozzarella cheese production in the Italian river buffalo population, **Livestock Production Science**, v.74, n.2, p.185-190, 2002.

SINGH, B.; YADAV, M.C. Inheritance of part-lactation yield in Indian buffaloes, **Indian Journal Animal Science**, v. 57, p. 453–455, 1987.

TONHATI, H. Controle Leiteiro em Búfalas, In: **Simpósio Nacional De Melhoramento Animal**, Uberaba-MG, 1998, Anais,, Uberaba, MG, p. 53-58, 1998^a.

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

VANKOV, K.; ALEXIEV, A.; PEEVA, T. S. Predicting milk yield in buffaloes.

Zhivotnov DNI Nauki, v.25, n1, p. 38-43, 1988.

VERCESI FILHO, A.E.; MADALENA, F.E.; ALBUQUERQUE, L.G.; et al. Parâmetros genéticos entre características de leite, de peso e a idade ao primeiro parto em gado mestiço leiteiro (Bos taurus x Bos indicus). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.983-990, 2007.

VERRUMA-BERNARDI, M.R.; DAMASIO, M.H.; VALLE, L.L.E.; et al. Elaboração do queijo mozzarella de leite de búfala pelos métodos tradicional e da acidificação direta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.2, p. 138-144, maio/ago 2000.

VIEGAS, C. R.; **Associação Genética entre Produção de Mozzarella e Produção de Leite e Teores de Gordura e Proteína em Bufalinos** -2008, 42p, Dissertação de Mestrado- Universidade Estadual Paulista- Programa de Mestrado em Genética e Melhoramento Animal, Jaboticabal SP 2008.