

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

INTERAÇÃO GENÓTIPO-AMBIENTE PARA A PRODUÇÃO DE
LEITE EM BUBALINOS NO BRASIL E NA COLÔMBIA

Naudin Alejandro Hurtado Lugo
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL
Agosto de 2009

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

**INTERAÇÃO GENÓTIPO-AMBIENTE PARA A PRODUÇÃO DE
LEITE EM BUBALINOS NO BRASIL E NA COLÔMBIA**

Naudin Alejandro Hurtado Lugo

Orientador: Prof. Dr. Humberto Tonhati

Coorientador: Prof. Dr. Mario Fernando Cerón Muñoz

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL
2009

H967i Hurtado Lugo, Naudin Alejandro
Interação genótipo-ambiente para a produção de leite em bubalinos
no Brasil e na Colômbia/ Naudin Alejandro Hurtado Lugo – –
Jaboticabal, 2009
xv, 53 f. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009
Orientador: Humberto Tonhati
Banca examinadora: Danisio Prado Murani, Joslaine Noely dos
Santos Gonçalves Cyrillo.
Bibliografia

1. Seleção. 2. Bubalinos. 3. Leite. I. Título. II. Jaboticabal -
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.293:637.12

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Naudin Alejandro Hurtado Lugo, nascido em 11 de Junho 1978, na cidade de Medellín (Antioquia) – Colômbia, filho de Rosa Tulia Lugo e Naudin Hurtado Ardila. É pai de Aphzael Santiago Hurtado Herrera. Iniciou em fevereiro de 1997 o curso de graduação em Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade de Antioquia, obtendo o título de Zootecnista em outubro de 2005. Em agosto de 2007, ingressou no Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Câmpus de Jaboticabal–SP, como bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, obtendo o título de mestre em 27 de agosto de 2009, sob orientação do Prof. Dr. Humberto Tonhati (FCAV-Unesp- Brasil) e coorientação do Prof Dr. Mario Cerón Muñoz (FCA-UdeA-Colômbia).

Un día tuve un sueño,
Un extraño sueño
Y recorrí sus largas calles,
Y recorrí de un rincón a otro,
En este mi extraño sueño.
Soñé, viví, naci y morí bajo su ilusión, bajo su suave vida...
Naci tantas veces en este sueño que no puede más recordarlas.
En mi profundo sueño...
Trate de vivir, amar y sentir bajo las suaves manos de su cielo.
Y desperté sobre este sueño ha tanto tiempo que ya no lo recuerdo...
Más deje que este sueño invadiera cada rincón de mí ser,
Y eternamente sobre su vasta extensión,
Observe el triste rostro de su gente llena de alegría.
Soñe las suaves ilusiones de un pueblo inquieto,
que hizo de este sueño su mejor realidad.
Y soñé el sueño de la libertad,
Y vi la alegría del amor
Y sentí la pasión de su gente,
y gracias a ese sueño aprendí sobre la inmortalidad de su espíritu.
Mas hubo un tiempo en el cual soñé el profundo sueño de la vida...
Y viviendo este sueño concebí a la tristeza,
Aprendí también sobre la indiferencia de sus sombras y
Aprendí aquello que nunca debería haber aprendido...
Gracias a ese profundo sueño,
Aprendí a ser sueño en el valle de los sueños y
Al cual los mortales llamamos **vida**.....
A ese insondable sueño eterna gratitud, por dejarme ser sueño...
Por dejarme ser sueño en el Valle de los sueños...
Mas un día soñé un sueño,
un gran sueño al cual llame **Brasil**.....”

Naudin Hurtado Lugo.

Aos meus pais, aqueles que alimentaram meu ser com a força de suas vidas, amor e sacrifício.

Ao meu filho **Apzhael Santiago**, aos meus irmãos Omar Alexis, Dal Heydi (LUVDEKI), Julieth (SAVITAHJ), Jhoan (ASKROA) aos meus queridos sobrinhos Daniela, kio (EVGEIGMAGDUK) e Sofia, e à minha namorada Hilda Ospina Pineda, todos eles gratidão pelas suas grandes lutas na vida e o seu grande esforço em compreender-me.

A todos meus familiares e amigos pelo seu amor, apoio, incentivo e carinho. Gratidão a eles que me ensinaram que esta vida tem tantos caminhos quantos direções

Dedico e Ofereço

AGRADECIMENTOS

Aos deuses, que me concederam a vida e a oportunidade de caminhar plácido nesta grande azul e verde esfera.

Aos mestres JAH KELIUM ZEUS INDUZEUS e SAMAEEL JOAB BATHOR WEOR, por seus ensinamentos, e aquele grande hálito de vida que me brindam hoje e sempre.

Ao meu coorientador, Mario Céron, por contribuir, colaborar e participar de forma decisiva na elaboração e conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Humberto Tonhati, um grande mestre, gratidão pelas valiosas sugestões e contribuições.

Ao Dr. Mario Fernando Céron Muñoz, meu grande amigo, e a Claudia Elizabet, pelo apoio no decorrer do trabalho e pelos ensinamentos durante todos estes anos.

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

Ao pessoal da Biblioteca muito obrigado pela sua grande ajuda.

À Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade de Antioquia pelo apoio ao longo destes anos.

Ao Prof. Dr. Danisio Prado e ao Prof. Dr. Henrique Nunez, pelas valiosas sugestões e considerações na banca de qualificação.

Ao Prof. Dr. Danisio Prado e ao Profa. Dra. Joslaine Noely dos Santos, pelas sugestões na banca de dissertação.

Ao Dr. Elmer Tapia Valencia, pelas sugestões nas análises e seus valiosos aportes.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro sem o qual meus sonhos teriam sido impossíveis.

À Associação Colombiana de Criadores de Bubalinos, pela concessão das informações utilizadas neste trabalho.

À Associação Brasileira de Criadores de Bubalinos, pela concessão das informações utilizadas neste trabalho.

Aos criadores da Colômbia e do Brasil, uma grande gratidão pelas sugestões e concessão da base de dados.

Ao Professor Mariano Gutierrez pelas suas valiosas sugestões e considerações das informações genealógicas utilizadas neste trabalho.

Aos meus colegas do programa de controle leiteiro Bubalino da Colômbia e do Brasil pelo grande trabalho, esforço e amizade.

Aos meus amigos na Colômbia, Elkin Arboleda, Andres Gutierrez, Divier Agudelo, Paula Angel, Henry Cadavid, Maggiory Mazo, Jacobo Cañas, Professor Cotes.

Aos meus amigos no Brasil e que me ajudaram grandemente, Severino “seve”, Dimas, Roberta, Raul, Jhoanna, Annaiza, Francisco, Daniele.

Aos colegas de Pós-graduação, Leonardo, Roberta, Arione, Rafael, Mônica, André, Davi, Elias, Catatau, Guilherme, Fernando, Diana, Luis Galeano, Julian, Juan David, William, gratidão pelas suas ajudas.

A todas as pessoas trabalhadoras do Estadio de futebol Atanásio Girardot que me ensinaram que a vida é muito simples mais com grandes ensinamentos.

A todas as pessoas que permitiram o desenvolvimento deste trabalho e os quais nunca esquecerei.

A todos estes espíritos imortais, todo meu carinho e gratidão!

“Gratidão a quem me tem brindado
Sofrimento de mãos cheias
E me ensinou que a pena
É uma escola
Entre o pranto e a loucura, a ilusão e a cordura.

A todos gratidão pela aventura de escalar acompanhado
Cada barreira que a rota da vida me tem marcado
Pois eu só sou a suma de tudo o que passei”

Anonimo

ÍNDICE

RESUMO.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO 1- ASPECTOS DA PRODUÇÃO, ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS E INTERAÇÃO GENÓTIPO AMBIENTE EM BUBALINOS LEITEIROS NO BRASIL E NA COLÔMBIA.	
<i>Introdução.....</i>	1
<i>Aspectos gerais das populações bufalinas.....</i>	2
<i>Produção de leite.....</i>	3
<i>Parâmetros genéticos e fenotípicos para a produção de leite</i>	5
<i>Avaliação genética para a produção de leite na Colômbia e no Brasil.</i>	5
<i>Efeitos da interação genótipo ambiente nas avaliações genéticas.....</i>	6
<i>Verificação da interação genótipo ambiente pela correlação genética</i>	8
<i>Referencias.....</i>	10
CAPÍTULO 2- INTERAÇÃO GENÓTIPO-AMBIENTE PARA A PRODUÇÃO DE LEITE EM BUBALINOS NO BRASIL E NA COLÔMBIA.....	
<i>Resumo</i>	18
<i>Introdução.....</i>	19
<i>Material e Métodos</i>	20
<i>Resultados e Discussão</i>	25
<i>Efeito dos fatores ambientais na produção de leite aos 240 e 270 dias da lactação.</i>	25
<i>Médias e desvios-padrão da produção de leite a 240 e 270 dias de lactação nos rebanhos da Colômbia e Brasil.</i>	26
<i>Estatísticas descritivas e parâmetros genéticos para produção de leite aos 240 e 270 dias de lactação para Brasil e Colômbia.</i>	28
<i>Conclusões.....</i>	37
<i>Referências.....</i>	38
ANEXOS.....	45

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1-

Tabela 1. Critérios de seleção em rebanhos Bubalinos leiteiros.....	4
--	---

CAPÍTULO 2-

Tabela 1. Caracterização da matriz de parentesco, produção e distribuição dos animais para os países Brasil e Colômbia.	21
---	----

Tabela 2. Identificação dos reprodutores com número de lactações de suas filhas no Brasil e na Colômbia.....	22
---	----

Tabela 3. Resumo da análise de variância para PL240 na Colômbia.....	45
---	----

Tabela 4. Resumo da análise de variância para PL240 no Brasil.....	45
---	----

Tabela 5. Resumo da análise de variância para PL270 na Colômbia.....	46
---	----

Tabela 6. Resumo da análise de variância para PL270 no Brasil.....	46
---	----

Tabela 7. Avaliação da relação linear dos desvios-padrão em função das médias de PL240 na Colômbia.....	46
--	----

Tabela 8. Avaliação da relação linear dos desvios-padrão em função das médias de PL240 no Brasil.....	47
--	----

Tabela 9. Avaliação da relação linear dos desvios-padrão em função das médias de PL270 na Colômbia.....	47
--	----

Tabela 10. Avaliação da relação linear dos desvios-padrão em função das médias de PL270 no Brasil.....47

Tabela 11. Média estimada, desvio-padrão, coeficientes de variação, estimativas de (co) variância, herdabilidades, repetibilidade e correlação genética da produção de leite a 240 dias da lactação (PL240) para Brasil e Colômbia.....29

Tabela 12. Média estimada, desvio-padrão, coeficiente de variação, estimativas de (co) variância, herdabilidade, repetibilidade e correlação genética (Rg) da produção de leite aos 270 dias de lactação (PL270) para Brasil e Colômbia.....30

Tabela 13 . Valores genéticos (VG) para a produção de leite aos 240 dias da lactação (PL240), classificação (P) e acurácias (A) dos bubalinos para da Colômbia e do Brasil, obtidos na análise bi-carácter.....35

Tabela 14. Valores genéticos (VG) para a produção de leite aos 270 dias da lactação (PL270), classificação (P) e acurácias (A) dos bubalinos da Colômbia e do Brasil, obtidos na análise bicarácter.....36

LISTAS DE FIGURAS

Capítulo 2

- Figura 1.** Médias, desvios-padrão ajustadas e número de observações para a produção de leite aos 240 dias da lactação (PL240) por ano de parto na Colômbia.....48
- Figura 2.** Médias e desvios-padrão ajustadas e número de observações para a produção de leite aos 240 dias da lactação (PL240) por ano de parto no Brasil.....49
- Figura 3.** Médias e desvios-padrão ajustadas e número de observações para a produção de leite aos 270 dias da lactação (PL270) por ano de parto na Colômbia.....50
- Figura 4.** Médias e desvios-padrão ajustadas e número de observações para a produção de leite aos 270 dias da lactação (PL270) por ano de parto no Brasil.....51
- Figura 5.** Valores genéticos dos bubalinos, classificados como 5% superior para a produção de leite aos 240 dias da lactação (Esquerda) e para a produção de leite aos 270 dias da lactação (Direita) obtidos em análises bicarácter na Colômbia e Brasil.....52
- Figura 6.** Valores genéticos dos bubalinos, classificados como 5% inferior para a produção de leite aos 240 dias da lactação (Esquerda) e para a produção de leite aos 270 dias da lactação (Direita) obtidos em análises bicarácter na Colômbia e no Brasil.....53

INTERAÇÃO GENÓTIPO-AMBIENTE PARA A PRODUÇÃO DE LEITE EM BUBALINOS NO BRASIL E NA COLÔMBIA

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo principal determinar a existência de interação genótipo ambiente em Bubalinos do Brasil e da Colômbia por meio da correlação genética para a produção de leite aos 240 (PL240) e aos 270 dias da lactação (PL270). Foram utilizados os arquivos genealógicos e de produção de 12 fazendas do Brasil, localizadas nos estados de São Paulo e Ceará e 5 fazendas da Colômbia, localizadas nos estados de Córdoba e Magdalena. Foram realizadas análises conjuntas para cada característica de tipo bicarácter nos dois países, considerando a produção de leite (PL) em cada país como uma característica distinta. Utilizou-se o método de máxima verossimilhança restrita (REML) com um algoritmo livre de derivações num modelo animal com medidas repetidas. Nas análises preliminares foram incluídos os efeitos fixos: Grupo Contemporâneo (Rebanho e Ano de parto), estação de parto, e como co-variável a idade da búfala (efeito linear e quadrático), os efeitos aleatórios genéticos aditivos de animal, do ambiente permanente da búfala e resíduo. A Correlação genética para a produção de leite foi estimada utilizando os registros produtivos das filhas dos reprodutores em comuns e distribuídas nos diferentes rebanhos para ambos os países. As médias estimadas para a PL240 e PL270 no Brasil e na Colômbia foram de $1638,00 \pm 652,00$ kg e $871,90 \pm 322,90$ kg e, $1722,00 \pm 703,00$ kg e $917,40 \pm 356,20$ kg, respectivamente. As variâncias genéticas, de ambiente permanente e residual, no Brasil e na Colômbia, diferiram e as estimativas da herdabilidade e da repetibilidade variaram para cada característica. As correlações genéticas no Brasil e na Colômbia foram de 0,10 e 0,13, entre PL240 e PL270, respectivamente. Os resultados indicaram a presença de interação genótipo ambiente entre Brasil e Colômbia para a produção de leite aos 240 e 270 dias, este fato pode ter repercussões consideráveis na avaliação genética dos reprodutores devido às diferenças na classificação dos genótipos nos ambientes considerados para as características analisadas nestes países. Dado que a interação genótipo ambiente

compromete o progresso genético das populações de bufalinas leiteiras do Brasil e da Colômbia, recomenda-se a realização de avaliações genéticas para cada país e baseados nos resultados realizar avaliação genética conjunta entre estes países. Considerando a importância da espécie no âmbito da América do Sul e o volume relativamente pequeno de dados utilizados neste estudo, recomenda-se que outras pesquisas sejam realizadas com amostras mais representativas e incluindo outro tipo de variáveis que possam estar influenciando a produtividade dos animais nas fazendas do Brasil e da Colômbia.

Palavras Chave: Seleção, bubalinos, leite

INTERACCIÓN GENOTIPO-AMBIENTE PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN BÚFALINOS DE BRASIL Y COLOMBIA.

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo principal determinar la existencia de la interacción genotipo ambiente en bubalinos lecheros del Brasil y Colombia mediante la correlación genética de la producción de leche a los 240 (PL240) e a los 270 días de la lactancia (PL270). Fueron empleados los archivos genealógicos e productivos de 12 haciendas de Brasil, localizadas en los estados de São Paulo y Ceará, y 5 haciendas de Colombia, localizadas en los estados de Córdoba e Magdalena. Fueron realizados análisis conjuntos para cada característica de tipo bi-carácter en los dos países, considerando la producción de leche (PL) en cada país como una característica diferente. Fue utilizado el método de máxima verosimilitud restringida (REML) mediante un algoritmo libre de derivadas aplicado a un modelo animal con medidas repetidas. En los análisis preliminares fueron incluidos los efectos fijos: de Grupo contemporáneo (Rebaño y año de parto) y estación de parto y como co-variable la edad de la búfala al parto (efecto lineal y cuadrático), y los efectos aleatorios genéticos aditivos del animal, de ambiente permanente de la búfala y residuo. La correlación genética para la producción de leche fue estimada utilizando los registros productivos de las hijas de los reproductores en común y distribuidas en los diferentes rebaños en los dos países. Las medias estimadas para la PL240 y PL270 en Brasil y en Colombia fueron de $1638,00 \pm 652,00$ kg y $871,90 \pm 322,90$ kg y, $1722,00 \pm 703,00$ kg y $917,40 \pm 356,20$ kg, respectivamente. Las variancias genéticas, de ambiente permanente y residual, en Brasil y en Colombia variaron en cada país y las estimativas de heredabilidad y de repetibilidad fueron diferentes para cada característica. Las correlaciones genéticas en Brasil y en Colombia fueron de 0,10 y 0,13 para la PL240 y PL270, respectivamente. Los resultados indicaron la presencia de interacción genotipo ambiente entre Brasil y Colombia para la producción de a los 240 y 270 días de la lactancia, este efecto puede traer considerables repercusiones

en la evaluación genética de los reproductores debido a las diferencias en la clasificación de los genotipos en los ambientes considerados para las características analizadas en estos países. Debido a que la interacción genotipo ambiente compromete el progreso genético de las poblaciones bufalinas del Brasil y Colombia, se recomienda realizar evaluaciones genéticas para cada país y basados en los resultados realizar una evaluación genética conjunta entre estos países. Considerando la importancia de esta especie en el ámbito Suramericano y el volumen relativamente pequeño de los datos utilizados en este estudio, se recomienda que otras investigaciones sean realizadas con muestras más representativas y además de incluir otras variables que puedan estar influenciando sobre la productividad de los animales en las haciendas de Brasil y Colombia.

Palabras Clave: Selección, bubalinos, leche.

INTERACTION GENOTYPE-ENVIRONMENT FOR MILK YIELDS IN BRAZIL AND COLOMBIA BUFFALOES.

ABSTRACT

The objective this study was determined the existence of genotype-environment interaction (GxE) in Brazil and Colombia dairy buffaloes through the genetic correlation of milk yield to 240 (MY240) and 270 (MY270) days of lactation. Data bases genealogical and productive were analyzed from herd of 12 farms in Brazil, located in the São Paulo and Ceará states, and 5 farms of Colombia, located in Cordoba and Magdalena states. Joint analyses were performed for each trait of bi-trait type in the two countries, considering milk yield (MY) in each country as a different trait. The restricted maximum likelihood method (REML) using a derivative-free algorithm applied to an animal model with repeated measures. In preliminary analysis were included as fixed effects of contemporary group (herd and year of birth) and birth season, as co-variable and age of buffalo birth (linear and quadratic effect) and that random effects additive genetic, permanent environment and residual. The genetic correlation for milk yield was estimated using the yield records of daughters of the common sires and distributed in different herds in the two countries. The estimated average in Brazil and Colombia for MY240 and MY270 were $1.638.00 \pm 652.00$ kg and 871.90 ± 322.90 kg and $1.722.00 \pm 703.00$ kg and 917.40 ± 356.20 kg, respectively. The genetic, permanent environmental and residual variance in Brazil and Colombia varied in each country and the estimates of heritability and repeatability were different for each trait. In Brazil and Colombia genetic correlations were 0.10 and 0.13 for MY240 and MY270, respectively. The results indicated presence of GxE between Brazil and Colombia for MY240 and MY270. This effect could have a considerable impact on the genetic evaluation of sires due to differences in classification of genotypes in environments considered for the traits analyzed in these countries. Due to the GxE involves the genetic progress of buffalo populations in Brazil and Colombia, is recommended for each country genetic evaluations based on results and perform a joint genetic evaluation. Considering the importance of this species in South America

area and the relatively small amount of data used in this study, it is recommended that further research be conducted with more representative samples and also include other variables that could be influencing the productivity of animals on herds in Brazil and Colombia.

Key words: Selection, buffaloes, milk

CAPÍTULO 1- ASPECTOS DA PRODUÇÃO, ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS E INTERAÇÃO GENÓTIPO AMBIENTE EM BUBALINOS LEITEIROS NO BRASIL E NA COLÔMBIA.

Introdução

Os bubalinos domésticos têm se constituído numa valiosa alternativa na agropecuária em diferentes países do mundo, isto devido a sua versatilidade para a produção de leite (PL), carne e tração, mantendo-se a base de pastos naturais e resíduos de plantações. Além disso, possuem alta rusticidade, tolerância e resistência a doenças contagiosas e parasitárias. Este conjunto de vantagens tem permitido que sua manutenção seja muito econômica, somado à fácil adaptação a terras inundáveis, costeiras, montanhosas, planícies e condições edafológicas ruins (Cockrill, 1974).

Como consequência destes fatos, os bubalinos apresentam uma grande aceitação para a PL nos diferentes países da América do Sul, especialmente na Argentina, Venezuela, Brasil e Colômbia. Nestes países observa-se grande crescimento da população, onde estão sendo adotadas práticas mais adequadas mediante o manejo sanitário e registro reprodutivo e produtivo, criando importantes bases de dados nestes países.

No caso do Brasil, este aumento na produtividade, especialmente no estado de São Paulo, tem permitido que em vários laticínios especializados o preço pago pelo litro de leite de búfala possa alcançar até cerca de R\$ 1,00. Nos principais estados da Colômbia a PL tem se tornado uma boa opção econômica, já que o preço do leite de búfala é pago até 30% a mais que o leite de bovino (Agudelo et al., 2007).

A Bubalinocultura tem se convertido numa boa opção econômica, quanto à produção e industrialização do leite para a elaboração de produtos láteos. Segundo Duarte et al. (2001), a adoção de uma política de pagamento diferenciada ao produtor, que apresente leite com maior qualidade, poderia estimular os Bubalinocultores e, com isso, intensificar a seleção daqueles animais que produzam uma boa quantidade do leite.

Aspectos gerais das populações bufalinas

A população mundial de Bubalinos (*Bubalus bubalis*) é estimada em 177 milhões de cabeças, sendo o continente asiático o maior produtor desta espécie, com cerca de 171 milhões de cabeças. Na América do Sul, estima-se cerca de 1.300.000 cabeças (Faostat, 2009), e os principais rebanhos estão no Brasil, Venezuela, Argentina e Colômbia.

No Brasil a introdução dos Bubalinos ocorreu no final do século XIX, procedentes de Ásia, Itália e América Central, pela região norte do país (Belém/Pará) e pela região Sudeste (São Paulo e Minas Gerais), e atualmente possui uma população de aproximadamente 1.100.000 cabeças (Anualpec, 2009). Estimando-se que a maioria dos rebanhos encontra-se distribuído, principalmente, nas regiões Norte e Sudeste.

Entre os anos de 1962 e 1989 ocorreram várias importações de animais das raças Murrah, Jafarabadi e Mediterrâneo procedentes da Índia e da Itália. Consequentemente, estes fatos, além do desenvolvimento de trabalhos de seleção artificial, associados à melhoria das condições ambientais nos rebanhos, permitiram que os programas de melhoramento fossem bastante eficazes para conseguir progressos genéticos consideráveis, permitindo a exportação de grande quantidade de material genético para outros países da América do Sul, especialmente para a Colômbia e Venezuela.

No caso da Colômbia, os primeiros Bubalinos foram introduzidos no ano de 1967, pela região sul do país (Valle do Cauca), procedentes de Trinidad e Tobago. Na atualidade, estima-se cerca de 100.000 cabeças (Sanint, 2006; Agudelo et al., 2007). Grande parte dos rebanhos encontra-se distribuído nos estados de Córdoba, Antioquia, Santander, zonas de Llanos Orientais e Amazonas (Agudelo et al., 2007).

Entre os anos de 1993 e 1995 foram importados da Venezuela Bubalinos da raça Murrah, Mediterrâneo, Surti e Nili-Ravi (Sanint, 2006). No final do século XX e princípio do século XXI, ocorreu massiva importação de material genético brasileiro, principalmente de reprodutores da raça Murrah, como: Montenegro, Guatambu,

Ritual, Bingo, Friburgo e Nobre e também de reprodutores da Itália, entre eles: Goku, Memo, Dubak e Mezon, além de material genético Venezuelano (com ascendentes brasileiros).

Portanto, os programas de melhoramento genético estão iniciando com a formação de bases de dados para a posterior avaliação dos animais geneticamente superiores. As primeiras análises têm identificado um número considerável de descendentes de reprodutores brasileiros, mas existem poucas informações sobre o desempenho produtivo destes animais nas diferentes fazendas da Colômbia.

Produção de leite

No princípio da década de 60, pesquisadores de diversos países do mundo intensificaram os estudos em Bubalinos domésticos nas diferentes áreas do conhecimento (Ramos, 1994). Alguns destes estudos relacionaram-se especialmente aos ramos da anatomia, fisiologia, bioquímica e genética (análises de características produtivas e reprodutivas). Estes estudos serviram como base para o desenvolvimento da ciência aplicada à espécie bubalina, embora, estes conhecimentos, em muitas ocasiões, não tenham sido utilizados nas práticas de manejo e nos programas de melhoramento genético para esta espécie.

Este fenômeno pode ser explicado pelas condições econômicas e culturais nos países em desenvolvimento, onde estão presentes a grande maioria destes animais (Alexiev, 1998). Consequentemente observam-se nestes países grandes variações na PL, assim como diferenças nos objetivos dos programas de seleção.

Na maioria dos criatórios Bubalinos do Brasil e da Colômbia, adotam-se regime de criação extensivo, caracterizado pela falta de controle zootécnico e em muitas ocasiões desconhecendo-se os parâmetros genéticos, produtivos e reprodutivos (Tonhati, 1997; Agudelo, 2008). Em consequência, as diferenças na variação da PL podem ser atribuídas ao nível de manejo e às condições ambientais entre rebanhos nestes países.

A produção mundial de leite Bupalino no ano 2002 foi de 70 milhões de toneladas (I.D.F 2003), e no ano 2007 foi superior a 85 milhões de toneladas (Faostat, 2009). Embora a expectativa de produção esteja crescendo acelerada e continuamente, espera-se nos próximos anos uma forte expansão deste tipo de leite na cadeia láctica mundial, sendo que a maioria dos países com rebanhos Bupalinos reportam baixas médias na PL (I.D.F 2003; Anualpec, 2009).

Na América do Sul, especificamente nos rebanhos do Brasil e da Colômbia, foram reportados trabalhos referentes à produção de leite aos 240 dias de lactação (PL240) e à PL270 (Tabela 1). No Brasil, as médias para a PL240 e PL270 foram de $1535,47 \pm 566,19$ kg e $1712,46 \pm 647,86$ kg, respectivamente. Na Colômbia, as médias para a PL240 e PL270 foram de $1025 \pm 213,38$ kg e $1064,59 \pm 260,44$ kg, respectivamente (Tonhati e Ceron-Muñoz, 2002; Tonhati et al., 2004; Hurtado-Lugo et al, 2006; Gutierrez-Valencia et al., 2006).

No entanto nos países asiáticos e europeus as produções são expressas com base na PL270 e PL305 (Tabela 1). As médias de produção variaram desde 796,03 kg até 2.544,58 kg (Sharma e Singh, 1988; Umrikar e Deshpande, 1985; Badran et al., 2002; Rosati e Van Vleck, 2002).

Tabela 1. Critérios de seleção em rebanhos Bupalinos leiteiros.

País	Critério de seleção	Produção de leite (kg)	Herdabilidade	Repetibilidade	Autores
Egito e Ásia	PL305	796,03 – 2.544,58	0,002 - 0,45	0,26 - 0,56	Gurnani et al., 1976; Kumar e Narain 1978; Sharma e Singh, 1988; Umrikar e Deshpande, 1985; Biradar et al., 1991; Mathur et al., 1992; Gogoi et al., 1985.
Itália	PL270	$2.286 \pm 492,10$	0,14	-	Rosati e Van Vleck, 2002
Brasil	PL240 PL270	$1.535,47 \pm 566,19$ $1.712,46 \pm 647,86$	0,15 - 0,14	0,44 - 0,41	Tonhati e Ceron-Muñoz, 2002; Tonhati et al., 2004.
Colômbia	PL240 PL270	$1.025 \pm 213,38$ $1.152 \pm 229,34$	0,16	0,61	Hurtado-Lugo et al., 2006; Gutierrez-Valencia et al., 2006.

Parâmetros genéticos e fenotípicos para a produção de leite

No Brasil, Tonhati et al. (2004) reportaram estimativas de herdabilidades para a PL240 e PL270, que variaram de 0,15 até 0,14, respectivamente. Na Colômbia, Hurtado-Lugo et al. (2006) reportaram uma herdabilidade para a PL270 de 0,16 (Tabela 1). No entanto nos países asiáticos e europeus as herdabilidades para a produção de leite em diferentes raças e cruzamentos variaram de 0,002 até 0,45 (Chakravarti e Rathí 1986; Dutt e Yadav 1988; Kuralkar e Raheja, 1997; Bhat e Taneja, 1986; Singh e Yadav, 1987; Rosati e Van Vleck 2002).

No Brasil, Tonhati et al. (2004) estimaram valores de repetibilidade para a PL240 e PL270 de 0,44 e 0,41, respectivamente (Tabela 1). Na Colômbia, Hurtado-Lugo et al. (2006) reportaram repetibilidade de 0,61 para PL270. Na Ásia os valores de repetibilidade para PL305 variaram desde 0,26 até 0,56 (Gurnami et al., 1976; Kumar e Marain 1978; Umrikar e Deshpande 1985; Gogoi et al., 1985).

Com relação à literatura consultada, observou-se que para as diferentes populações bubalinas os critérios de seleção e estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos para a produção de leite adotaram metodologias variadas segundo os países e as regiões. No entanto observou-se que variação na PL dentro e entre raças indicou que esta característica depende da expressão de um conjunto de genes e da influência do meio ambiente (Gogoi et al., 1985; Duarte, 2002; Tonhati e Cerón-Muñoz, 2002; Tonhati et al., 2004; Rosati e VanVleck, 2002).

Avaliação genética para a produção de leite na Colômbia e no Brasil.

A intensificação dos sistemas de produção em animais domésticos deve ser acompanhada por um eficaz sistema de registro dos animais, isto permitirá o desenvolvimento de programas de seleção, visando características de importância econômica. Os animais devem ser identificados e registrados individualmente para evitar erros na base de dados e aumentar a confiabilidade das predições dos valores genéticos (Meyn et al, 2001; Cattin-Vidal, 1990).

No caso da Colômbia, o crescimento do rebanho tem sido devido à grande importação de material genético procedente do Brasil e da Venezuela. Este fato tem permitido que estes países compartilhem algumas informações genealógicas e produtivas similares dos descendentes de reprodutores em comum. No entanto, poucas ou escassas informações têm-se disponíveis sobre o desempenho deste material genético importado nestes ambientes. Portanto, para o caso do Brasil e da Colômbia o criador necessitaria avaliar o desempenho produtivo e econômico destes animais baixo as condições ambientais e de manejo próprias de cada sistema de exploração.

O problema é extraordinariamente complexo já que para obter o máximo progresso através da seleção, os indivíduos deverão ser criados em ambiente ótimo para a correta expressão do caráter selecionado e que, uma vez transferidos para outros ambientes eles possam desenvolver um potencial genético similar ou melhor que em seu ambiente de origem. Isto se torna difícil devido às condições próprias de cada genótipo (fisiológicas, bioquímicas, de regulação gênica, etc) e ambientais (considerações das condições microambientais). Estas mudanças nos genótipos, ambientes e suas interações é conhecido como interação genótipo ambiente (**GxE**).

Efeitos da interação genótipo ambiente nas avaliações genéticas

O efeito da GxE tem sido estudado de forma ampla, tendo como objetivo responder à antiga necessidade de avaliar o desempenho produtivo dos genótipos nos diferentes ambientes aos quais são expostos (Falconer, 1952; Dickerson, 1962; Van Vleck, 1963; Bowman, 1981; Vinson, 1987). Os estudos realizados em bovinos leiteiros demonstraram que o desempenho dos descendentes de reprodutores selecionados pelo potencial produtivo foi diferente de um ambiente para outro (Banos e Smith 1991; Stanton et al, 1991; Cienfuegos-Rivas et al., 1999; Costa et al., 2000; Fikse, 2002; Kolmodin et al., 2002; Calus 2006; Bryant et al., 2007).

Por outro lado, para obter alta acurácia na estimação dos parâmetros genéticos na avaliação genética de diferentes populações domésticas para a PL é preciso levar em conta aqueles fatores que possuem grande efeito sobre as características de

interesse, entre os quais se encontram: fatores climáticos (regionais ou locais), fatores nutricionais (de acordo com o nível de produção), fatores do indivíduo (época do ano, idade e número de parto do indivíduo e da mãe, etc.) e qualidade nos procedimentos de criação dos futuros reprodutores (Vinson, 1987). Em Bubalinos leiteiros, no momento de realizar comparações de indivíduos, deve-se levar em conta os fatores ambientais de idade da búfala, duração da lactação e número de ordenhas (Tonhati e Cerón-Muñoz, 2002).

De forma geral, num ambiente determinado, a expressão fenotípica de um indivíduo é o resultado da ação do genótipo sob a influência do ambiente. Quando são considerados diferentes ambientes, além dos efeitos genéticos e ambientais, tem que se considerar o efeito da interação de ambos os efeitos, o qual é considerado como o efeito da GxE (Cruz e Regazzi, 1994).

O potencial genético dos animais será expresso na medida em que as condições ambientais o permitem. Os fatores fisiológicos e bioquímicos próprios de cada genótipo que se desenvolve em sistemas dinâmicos estão expostos a constantes mudanças, existindo um comportamento diferenciado dos mesmos em termos de resposta às variações ambientais (Via et al., 1995). Consequentemente, o ambiente não modifica diretamente a constituição genética dos indivíduos, mas este pode determinar a extensão com a qual se expressa o genótipo.

Para Falconer (1952) e Bowman (1981), a GxE é mudança na performance relativa de uma determinada característica, expressa por dois ou mais genótipos, medida em mais de um ambiente. Consequentemente, as GxE envolvem alterações na ordem e classificação de manifestação dos genótipos e alterações na magnitude absoluta e relativa das variâncias genéticas, ambientais e fenotípicas, nos diferentes ambientes.

No entanto, os efeitos da GxE reduzem a resposta à seleção, apresentando impacto considerável na PL dos animais e consequentemente o retorno econômico. Na teoria, as GxE podem ser classificadas de acordo com a magnitude das diferenças entre os genótipos e ambiente. No melhoramento genético animal é preciso conhecer se os postos dos genótipos mudam de um ambiente para outro, e se os efeitos das

interações são significativos. Portanto, tem se proposto quatro tipos de interações em animais domésticos (Dickerson, 1962):

GxE, tipo 1: é o caso em que cada animal situa-se em seu próprio microambiente (não existe interação).

GxE, tipo 2: ocorre quando diversos animais são criados dentro de uma mesma área com pequenas diferenças ambientais (existe uma interação muito baixa difícil de detectar).

GxE, tipo 3: esta ocorre quando animais identificados como geneticamente superiores em um determinado ambiente não serão, necessariamente, os de melhor desempenho, se transferidos para outros ambientes ou se sua progênie for criada em condições diferentes do ambiente no qual esses animais foram selecionados, e portanto apresentaram-se diferenças na produtividade e reclassificação dos animais.

GxE, tipo 4: é aquela em que os reprodutores selecionados em ambiente determinado são provados em ambientes totalmente extremos (apresentando mudanças altamente consideráveis na classificação dos postos e valores genéticos, além das magnitudes das variâncias genéticas, ambientais e fenotípicas).

Dentro das situações, as mais importantes a considerar seriam as GxE de tipo três e quatro. Estas duas situações podem complicar o processo de seleção e a recomendação dos melhores indivíduos nos diferentes sistemas de produção. Para verificar a existência da GxE é comumente utilizada a correlação genética entre duas ou mais características medidas em dois ou mais ambientes.

Verificação da interação genótipo ambiente pela correlação genética

Para Falconer (1952), deve-se ter em conta a correlação genética (**R_g**) entre as manifestações fenotípicas da mesma característica em diferentes ambientes, este fato permitiria determinar a existência de GxE entre ambientes. Para Stanton et al. (1991), a forma de quantificar a GxE é mediante o cálculo das **R_g** entre os preditores do valor genético para uma determinada característica obtida para os mesmos indivíduos em dois diferentes ambientes.

Quando o valor da **Rg** é próximo de 1,0, o caráter está sendo controlado pelos mesmos genes nos diferentes ambientes. Para valores inferiores a 0,8, o caráter deverá ser considerado como diferente para cada ambiente, uma vez que não são os mesmos genes, pelo menos parcialmente, que estão agindo em ambas as regiões, indicando, portanto, a presença GxE. Como consequência deste fato, existiriam mudanças nos valores genéticos e na reclassificação dos animais analisados nos diferentes ambientes (Stanton, 1991; Hill et al., 1983), indicando que a seleção de reprodutores em um determinado ambiente não melhoraria o desempenho produtivo dos descendentes em outro ambiente.

Mundialmente, vários autores realizaram estudos em bovinos leiteiros para determinar o impacto da GxE entre Colômbia, México, Porto Rico e Estados Unidos da América, cujas **Rg** variaram entre 0,78 e 0,91 (Stanton et al., 1991); entre Brasil e Estados Unidos de América variaram entre 0,91 e 0,94 (Costa et al., 2001); entre diferentes regiões da Colômbia variaram entre 0,70 e 0,99 (Cerón et al., 2000); entre Austrália, Canadá, Estados Unidos da América e África do Sul variaram entre 0,78 e 0,90 (Fikse et al., 2003); na Nova Zelândia variaram entre 0,92 e 1,00 (Bryant et al., 2007); em diferentes regiões do México variaram entre 0,38 e 0,93 (Valencia et al., 2008).

Os autores citados anteriormente mencionaram que os touros selecionados por seu potencial produtivo em seu país de origem nem sempre expressaram a mesma capacidade nos outros ambientes. As estimativas de **Rg** entre diferentes ambientes podem indicar reclassificação dos reprodutores entre ambientes (Calus and Verkamp., 2003).

Para Van Vleck (1963) é necessário ter em conta que podem existir diferenças nos valores genéticos dos indivíduos e diferentes proporções das variâncias genéticas aditivas e variâncias fenotípicas (heterogeneidade de variâncias) nos diferentes ambientes e não acontecer uma GxE, este efeito é conhecido como pseudointeração.

Como o material genético utilizado em diferentes países difere no desempenho produtivo, é necessária uma avaliação genética conjunta com o propósito de permitir melhor confiabilidade na troca de material genético entre países.

Observa-se que os rebanhos brasileiros e colombianos apresentam os elementos necessários que permitem realizar avaliação genética conjunta, já que estes países compartilham recursos genéticos, sistemas de produção, e programas de melhoramento para características de importância econômica similares.

Assim, o verdadeiro desafio para a avaliação genética conjunta entre ambos os países seria determinar o impacto da seleção em cada população e em cada ambiente devido à variabilidade das condições ambientais, assim como, o impacto do efeito da GxE. O objetivo desta revisão foi apresentar considerações sobre a GxE na produção de leite em populações bufalinas no Brasil e na Colômbia.

Referencias

AGUDELO, D.; CERÓN, M.; BETANCUR, F. Modelación de las funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**. v.21 p.39-58. 2008.

AGUDELO, D.; CERÓN, F.; HURTADO, L. El búfalo como animal productor de carne: producción y mejoramiento genético. **Revista Lasallista de Investigación**, Caldas v4, p,43-49, 2007.

ALEXIEV, A. The water buffalo. ALEXIEV, A. **In chapter: genetic improvement**. St. Kliment :Ohridski University Press, 1998, p. 122- 144.

ANUALPEC: anuário da pecuária brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2009. 304 p.

ASPILCUETA R. **Estimação de parâmetros genéticos para produção de leite e seus constituintes em búfalas**. 2008.55f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

BADRAN, A. E.; BARNARY, A.; MAHDY, A. E.; ASSAR, G. M. Genetic and non-genetic factors affecting the lifetime production traits in Egyptian buffaloes. **Buffalo-Journal**, v.18, n.2, p.235-241, 2002.

BANOS, G.; SMITH, C. Selecting bulls across countries to maximize genetic improvement in dairy cattle. **Journal Animal Breeding Genetics**. v.108. p.174-181, 1991.

BOWMAN, J. **Introdução ao melhoramento genético animal**. Universidade de São Paulo, Brasil, 1981.

BHAT, N AND TANEJA, K. River buffalo. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 3., 1986 Lincoln. **Proceedings...**p.681-68.

BRYANT, J. R.; LÓPEZ-VILLALOBOS, N.; PRYCE, J.; HOLMES, C.; JOHNSON, D.; AND GARRICK, D. Environmental Sensitivity in New Zealand Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, Savoy, n. 90, p. 1538-1547, 2007.

CALUS, M.; VEERKAMP, R. Estimation of environmental sensitivity of genetic merit for milk production traits using a random regression model. **Journal of Dairy Science**, Savoy, n. 86, p. 3756-3764, 2003.

CALUS, M. **Estimation of genotype x environment interaction for yield, health and fertility in dairy cattle**. 2006. Thesis (PhD). –Wageningen, University, Wageningen, 2006.

CATTIN-VIDAL, P. **One Hundred years of milk recording**. 1990. Disponível em (www.icar.org). Acesso em: Jan 2008.

CERON, M.; TONHATI, H.; COSTA, C.; BENAVIDES, F. Interacción genotipo ambiente en ganado Holstein Colombiano. **Archivo Latinoamericano Producción Animal**, v.9, n.2, p74-78. 2001.

CIENFUEGOS-RIVAS, E.; OLTENACU, P.; BLAKE, R.; SCHWAGER, S.; CASTILLO-JUAREZ, H.; RUÍZ, F. Interaction between milk yield of Holstein cows in México and the United States. **Journal of Dairy Science**, Savoy n, 82, p. 2218-2223. 1999.

CHAKRAVARTI, A AND RATHI, S. Genetic responses in lactacional efficiency traits through progeny testing in Murrah buffaloes. **Haryana Agricultural University Journal of Research**, Hissar, v.16, n.2, p.105. 1986.

COCKRILL, R. **The husbandry and health of the domestic buffalo**. Rome: Ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1974.

COSTA, C.; BLAKE, R.; POLLAK, E.; OLTENACU, A.; QUAAS, L AND SEARLE, R. Genetic analysis of Holstein cattle populations in Brazil and the United States. **Journal of Dairy Science**, Savoy, n, 83, p. 2963-2974. 2000.

CRUZ, C.; REGAZZI, A. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG,: Universidade Federal de Viçosa, 1994.

DICKERSON, G. Implications of genetic-environmental interactions in animal breeding. **Animal Production**, Amsterdam, 4, p. 47-63, 1962.

DUARTE, J.M.C. **Parâmetros genéticos e fenotípicos da produção e constituintes do leite e tendência genética da produção de leite em Bubalinos**. 2002, 55f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

DUARTE, J. M. C.; TONHATI, H.; CERON-MUÑOZ, M. F.; MUÑOZ-BERROCAL, M.; CANAES, T. S. Efeitos ambientais sobre a produção no dia do controle e características físico-químicas do leite em um rebanho Bubalino no estado de São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes** v. 56, n. 322, p. 17-20, 2001.

DUTT, G.; YADAV, A. genetic study of milk yield in Nili-ravi buffaloes. **Indian Veterinary Journal**, madras v.65, n.6, p.512-515. 1988.

FALCONER D S. The problem of environment and selection. **Animal Nature**. v 86, p. 293-298, 1952. FAOSTAT. Roma. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=57>. Acesso em: Jan 2009.

FIKSE, W.; REKAYA, R.; AND WEIGEL, A. Genotype x Enviroment interaction for milk production in Guernsery Cattle. **Journal of Dairy Science**, Savoy, n, 86, p.1821-1827. 2003.

FIKSE F. **Advances in international genetic evaluation procedures of dairy cattle**. Department of animal breeding and genetics, swedish university of agricultural sciences, 65f. 2002. Thesis (doutorado of philosophy), Uppsala, p.65, 2002.

GOGOI, P. K. et al. Genetic analysis of milk yield in murreh buffaloes. **Indian Veterinary Journal**, Madras, v.62, n.11, p.970-975, 1985.

GURNAMI, M.; NAGARCENKAR, R.; GUPTA, S. Performance in different lactation and repeatiblility of economic characters in murreh buffaloes. **Indian Veterinary Journal**, Madras, v.29, n.2, p. 117-122. 1976.

GUTIERREZ-VALENCIA, A.; CERÓN-MUÑOZ, M.; HURTADO-LUGO, N. Estimates of correction factors for lactation length, age and calving season in buffaloes of Colombian Atlantic coast. **Livestock Research Rural Development**, v. 18, n. 4. 2006.

HILL, W.; EDWARDS, M.; THOMPSON, R. Heritability of milk yield and composition at different levels and variability of production. **Animal Production**, v,36, p. 59-68. 1983.

HURTADO-LUGO, N.; CERÓN-MUÑOZ, M.; GUTIERREZ-VALENCIA, A. Estimates of genetic parameters of milk yield in test day analysis in buffaloes of the Colombian Atlantic coast. **Livestock Research Rural Development**. v.18, n. 3, 2006.

I.D.F BULLETIN. The world Dairy Situation. **Buffalo milk production**. p.5-6, 2003.

KOLMODIN, R.; STRANDBERG, P.; MADSEN, P.; JENSEN, J.; JORJANI, H. Genotype by environment interaction in Nordic dairy cattle studied using reaction norms. **Acta Agriculture Scandinave**, n,52, p.11-24, 2002.

KUMAR, D.; MARAIN, P. Lactation correction factors and repeatability of economic characters in Sahiwal cows and Murrah buffaloes. **Indian Journal Dairy Science**, v.31, n.3, p.220-225, 1978.

KURALKAR, S.; RAHEJA, K. Relationships among early performance, lifetime production and reproduction traits in Murrah buffaloes. **Indian Journal Animal Science**, New Delhi, v.67, n.9, p.798. 1997.

MEYN, K.; MOCQUOT, J.; WICKHAM, B. A prospective view of animal recording. In: **WORKSHOP ON THE ROLE OF BREEDERS` ORGANIZATIONS AND STATE IN ANIMAL IDENTIFICATION AND RECORDING IN CCE COUNTRIES**, Bled, Slovenia. 9-19, 2001.

QUINTERO, J.; SERNA, J. **Modelos de curvas de lactancia de búfalas en un sistema de producción orgánico**, p-59, 2006. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. Trabajo de pregrado.

RAMOS, A. 1994. Factors affecting productive characteristics of dairy buffaloes under tropical conditions. **IN: IV WORLD BUFFALO CONGRESS**, 4, 1994. São Paulo.

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**, Amsterdam, v.74, n.2, p.82-85, 2002.

SANINT, L. Pasado, presente y futuro del búfalo en Colombia. In: **MEMORIAS DEL III SIMPOSIO DE BUBALINOS DE LAS AMÉRICAS**, 2006, Colombia, p, 32.

SINGH, C.; YADAV, C. Effect of genetics and non-genetics factors on life time production traits in Indian buffaloes. **Indian Journal Animal Science**, New Delhi, v.57, n.6, p.555-558. 1987.

SHARMA, R AND SINGH, B. Genetic studies on Murrah buffaloes in livestock farms in Uttar Pradesh. **IN: WORLD BUFFALO CONGRESS**, 1988, New Delhi. **Proceedings....** p.128-133.

STANTON, T.; BLAKE, R.; QUAAS, D.; VAN VLECK, L AND CARABAÑO, M. Genotype by environment interaction for Holstein milk yield in Colombia, Mexico, and Puerto Rico. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.74, p.1700-1714, 1991.

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

TONHATI, H.; CERÓN-MUÑOZ, M. F. Milk production and quality and buffalo genetic proceeding in the state of Sao Paulo, Brazil. In: 1ST BUFFALO SYMPOSIUM OF THE AMÉRICAS, Belém do Pará.. technical and scientific program...267-280, 2002.

TONHATI, H. et al. Parâmetros genéticos para a produção de leite, gordura e proteína em Bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2051-2056. 2000. Suplemento.

TONHATI, H.; VASCONCELLOS, B.F. Genetic aspects of productive and reproductive traits in a Murrah buffaloes herd in São Paulo – Brazil. In: World Congress On Genetics Applied To Livestock Production, 24., 1998, Armidale. **Proceedings...**p.485-488.

TONHATI, H. Melhoramento genético de Bubalinos para carne e leite. Cruz das Almas. In: **O búfalo no Brasil**. Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, 1997, p.101-113.

UMRIKAR, O.; DESHPANDE, K . Genetic studies on lactation length and dry period in murrah buffaloes. **Indian Journal Animal Science**, New Delhi, v.55, n.10, p.888-892. 1985.

VALENCIA. M.; MONTALDO, H.; RUÍZ, F. Interaction beetwen genotype and geographic region for milk production in mexican holstein cattle. **Archivo de Zootecnia**, n, p. 57:457-463. 2008.

VAN VLECK L. Genotype and environment in sire evaluation. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v,46, p.983-987, 1963.

VIA, S.; GOMULKIEWICZ, R.; DE JONG, G.; SCHEINER, S.; SCHLICHTING, C.; VAN TIENDEREN, P. Adaptive and phenotypic plasticity: Consensus and controversy. **Trends in Ecology Evolution**, london, v, 10, p.212-217, 1995.

VINSON W. Pontential bias in genetic evaluations from differences in variation within herds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v, 70, p.2450-2455, 1987.

CAPÍTULO 2- INTERAÇÃO GENÓTIPO-AMBIENTE PARA A PRODUÇÃO DE LEITE EM BUBALINOS NO BRASIL E NA COLÔMBIA

Resumo

Desde a década de 90 os produtores da Colômbia vêm fazendo importações de material genético Bubalino (animais e sêmen), especialmente do Brasil. Mesmo que esta prática tenha permitido considerável aumento da conectabilidade entre os rebanhos ainda existem poucas informações sobre o desempenho produtivo destes genótipos no âmbito dos dois países. Foram utilizados os arquivos genealógicos e de produção de 12 fazendas do Brasil e de 5 fazendas da Colômbia. Realizaram-se análises conjuntas para cada característica de tipo bicarácter nos dois países, considerando a produção de leite em cada país como uma característica distinta. Em todas as análises preliminares foram incluídos os efeitos fixos de grupo contemporâneo (rebanho e ano de parto), estação de parto, e como covariável a idade da búfala e os efeitos aleatórios: genético aditivo de animal, do ambiente permanente da búfala e resíduo. As médias estimadas para a PL240 e PL270 no Brasil e na Colômbia foram de $1638,00 \pm 652,00$ kg e $871,90 \pm 322,90$ kg e, $1722,00 \pm 703,00$ kg e $917,40 \pm 356,20$ kg, respectivamente. As variâncias genéticas, de ambiente permanente e residual, foram diferentes no Brasil e na Colômbia, e apresentaram-se estimativas da herdabilidade e da repetibilidade diferentes para cada característica. As correlações genéticas foram de 0,10 e 0,13, entre PL240 e PL270, respectivamente. Os resultados indicaram a presença de interação genótipo ambiente entre Brasil e Colômbia, o que pode ter repercussões consideráveis na avaliação genética dos reprodutores devido às diferenças na classificação dos genótipos nos ambientes considerados para as características analisadas. Em função da estrutura da base de dados comum aos dois países e ainda em formação, requerem-se estudos adicionais orientados à identificação de fatores ambientais específicos relacionados a estas interações.

Introdução

Desde a década de 90 os produtores colombianos vêm fazendo importações de material genético Bubalino (animais e sêmen), especialmente do Brasil. Mesmo que esta prática tenha permitido considerável aumento da conectabilidade entre os rebanhos ainda existem poucas informações sobre o desempenho produtivo destes genótipos no âmbito dos dois países.

O efeito da interação genótipo ambiente (GxE) tem sido estudado de forma ampla, tendo como objetivo responder à antiga necessidade de avaliar o desempenho produtivo dos genótipos nos diferentes ambientes aos quais são expostos (Banos e Smith 1991; Stanton et al, 1991; Cienfuegos-Rivas et al., 1999; Costa et al., 2000; Fikse, 2002). Diferentes pesquisas realizadas em bovinos leiteiros demonstraram que o desempenho dos descendentes de reprodutores selecionados pelo potencial produtivo foi diferente de um ambiente para outro (Stanton et al, 1991; Cienfuegos-Rivas et al., 1999; Costa et al., 2000).

Os efeitos da GxE reduzem a resposta à seleção, apresentando impacto negativo na produção do leite (PL) dos animais e, portanto, o retorno econômico nos sistemas de exploração que utilizam germoplasma importado seria consideravelmente mais baixo (Stanton et al., 1991; Cienfuegos-Rivas et al., 1999; Costa et al., 2000; Calus et al., 2004; Valencia et al., 2008).

Segundo Banos e Smith (1991) e Fikse (2002), a avaliação dos recursos genéticos em condições socioeconômicas, culturais e ambientais similares pode trazer progresso genético considerável, quando os países em questão têm similares níveis de produção e objetivos de seleção.

Nos países da América do Sul, o esquema de avaliação genética em Bubalinos está se internacionalizando rapidamente, especialmente no caso do Brasil e da Colômbia. Nestas populações, observa-se uma grande variação da PL dentro e entre raças, indicando que esta característica depende da expressão de um conjunto de genes e da influência do meio ambiente (Tonhati et al., 2000; Tonhati e Ceron-Muñoz, 2002; Duarte, 2002; Gutierrez-Valencia et al., 2006; Hurtado-lugo et al., 2006). Estas

informações sugerem que os recursos genéticos dos Bubalinos do Brasil e da Colômbia resultam de programas de seleção similares e uma avaliação genética conjunta para a seleção de reprodutores poderia trazer progresso genético considerável nas características de importância econômica.

O verdadeiro desafio da avaliação genética conjunta seria determinar o impacto da seleção em cada população e em cada ambiente devido à variabilidade genética e das condições ambientais dos sistemas de criação de ambos os países. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar a presença da GxE para a produção de leite em Bubalinos do Brasil e da Colômbia.

Material e Métodos

Utilizou-se os arquivos genealógicos e de produção de 12 fazendas leiteiras do estado de São Paulo e do Ceará, Brasil, e 5 fazendas leiteiras dos estados de Córdoba e Magdalena, Colômbia. Para a verificação, consistência e depuração das bases genealógicas foram utilizados os arquivos genealógicos das fazendas, os livros genealógicos da Associação Colombiana de Bubalinos (ACB) e da Associação Brasileira dos Criadores de Bubalinos (ABCB), assim como, as bases de dados mantidas na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp, Câmpus de Jaboticabal, SP, e da Faculdade de Ciências Agrárias/UDEA, campus de Medellín, ANT.

Na análise de consistência de dados não foram considerados registros de animais com identificação duvidosa, sem data de nascimento, com registro de produção sem data de partos e ordem de parto. A duração da lactação foi restringida entre 120-450 dias e a ordem de parto entre 1 e 9.

A PL foi estimada para os 240 (PL240) e 270 (PL270) dias da lactação, adotando-se o cálculo sugerido pelo International Committee for Animal Recording - ICAR- (ICAR, 2002). Para as lactações que não atingiram as durações consideradas foram aplicados fatores de ajuste sugeridos por Gutierrez-Valencia et al. (2006), e Tonhati et al. (2004), para Colômbia e Brasil, respectivamente.

A descrição dos arquivos de pedigree que originaram a matriz de numeradores dos coeficientes de parentesco (NRM) está apresentada na Tabela 1. Depois das análises de consistência e reorganização dos arquivos, restaram um total de 13.857 búfalas com pai e mãe conhecidas e 1.439 búfalas com mães desconhecidas (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização da matriz de parentesco, produção e distribuição dos animais para os países Brasil e Colômbia.

	Número de informações	
Número de registros	25877	
Número de animais endogâmicos	3530	
com coeficiente médio de endogamia	5,16%	
Número de reprodutores	806	
	Brasil	Colômbia
Número de rebanhos	12	5
Número de búfalas	5710	8147
Número de búfalas com mães desconhecidas	119	1320
Número de lactações	4888	9531
Número de búfalas com lactações	1806	3291
Número de lactações das filhas dos reprodutores em comum nos dois países	1683	
Número de reprodutores com filhas	272	519
Número de reprodutores em comum com filhas e produções nos dois países	27	

As informações iniciais de produção para o Brasil e a Colômbia totalizavam 27.881 lactações de 7.492 búfalas registradas desde 1987 até dezembro de 2008. Depois das depurações contou-se com 14.419 lactações de 5.097 búfalas (Tabela 1). Na tabela 2 estão listados os reprodutores comuns aos dois países, assim como, o número de lactações de suas filhas.

Tabela 2. Identificação dos reprodutores com número de lactações de suas filhas no Brasil e na Colômbia

Código do reprodutor	Número de lactações das filhas		Total
	Colômbia	Brasil	
23238	2	4	6
23239	2	4	6
20942	1	7	8
4093	2	7	9
11283	2	8	10
11721	1	11	12
29868	2	10	12
26644	1	13	14
13967	1	13	14
11027	5	14	19
23225	2	18	20
23226	15	5	20
21297	1	22	23
4494	9	20	29
26493	8	24	32
14439	25	7	32
26249	28	12	40
26310	14	27	41
26309	13	30	43
14180	3	45	48
23236	17	40	57
23254	24	42	66
4509	28	128	156
14262	114	51	165
14004	85	134	219
13404	13	208	221
12883	21	340	361

Foram realizadas análises considerando a produção de leite em cada país como uma característica distinta e a GxE foi avaliada mediante apreciação da correlação genética (**R_g**) para as PL240 e PL270 nos diferentes ambientes. Nas análises dos dados para as PL240 e PL270 foram considerados os efeitos fixos de **GC** (Rebanho e Ano de parto) e estação de parição (**Colômbia**: 1-Janeiro/Abril; 2-Maio/Julho; 3-Agosto-Outubro; 4-Novembro/Dezembro. **Brasil**: 1-Abril/Setembro; 2-

Outubro/Março), e a idade da búfala ao parto como covariável, em forma linear e quadrática. As análises foram realizadas utilizando-se modelo animal (com medidas repetidas) de tipo bicaracter, por meio do método de máxima verossimilhança restrita (REML- Restricted Maximum Likelihood) com um algoritmo livre de derivações.

Os componentes de (co)variância e as soluções para os efeitos nas diferentes análises foram estimados por meio de procedimentos iterativos no pacote MTDFREML (Boldman et al., 1995). Para estimar os componentes de (co)variância, assumiu-se que o critério de convergência de $-2 \log$ verossimilhança fosse igual ou menor que 10^{-9} .

Modelos utilizados para avaliar o efeito da GxE mediante a correlação genética e para obter os valores genéticos dos animais em cada país para PL240 e PL270:

$$y_i = X_i\beta_i + Z_ia_i + W_ipe_i + e_i$$

Em que:

- y_i = Vetor de observações para a i-ésima característica.
i= produção de leite no Brasil e Colômbia;
- β_i = Vetor dos efeitos fixos de fixos: **GC**, estação de parição e como co-variável o efeito linear e quadrático da idade da vaca ao parto para a i-ésima característica;
- a_i = Vetor de efeito aleatório genético aditivo do animal para a i-ésima característica;
- pe_i = Vetor do efeito aleatório de ambiente permanente da vaca para a i-ésima característica;
- e_i = Vetor de efeitos aleatórios residuais para a i-ésima característica.

X_i é a matriz de incidência relacionada ao efeito fixo de **GC**, estação de parição e idade da vaca (β_i) para o vetor de observações (y_i). Z_i é uma matriz de incidência

relacionada ao vetor do efeito aleatório genético aditivo do animal (a_i) para o vetor de observações (y_i). W_i é a matriz de incidência relacionada ao efeito aleatório do ambiente permanente (pe_i) para o vetor de observações (y_i).

O modelo para análise bicarácter em notação matricial pode ser assim descrito:

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} W_1 & 0 \\ 0 & W_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} pe_1 \\ pe_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix}$$

Assumindo que:

$$E \begin{bmatrix} y \\ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X\beta \\ \end{bmatrix};$$

$$E \begin{bmatrix} a \\ pe \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix};$$

$$\text{Var} \begin{bmatrix} a \\ pe \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G & 0 & 0 \\ 0 & P & 0 \\ 0 & 0 & R \end{bmatrix};$$

Em que:

$$\text{Var}(a) = G = G_0 \otimes A = \begin{bmatrix} \sigma_{a_1}^2 A & \sigma_{a_{12}}^2 A \\ \sigma_{a_{21}}^2 A & \sigma_{a_2}^2 A \end{bmatrix}$$

A= matriz de parentesco entre animais.

Todas as relações genéticas aditivas foram consideradas por meio da inclusão do numerador da matriz A, incluindo a informação de pedigree completa de cada animal contendo os registros de 11 gerações.

$$\text{Var (pe)} = P = \begin{bmatrix} \sigma_{pe_1}^2 I_{n_1} & 0 \\ 0 & \sigma_{pe_2}^2 I_{n_2} \end{bmatrix}$$

Em que;

I_{n_i} = matriz identidade de ordem igual ao número de animais com registro no país i, para i=Brasil ou Colômbia.

$$\text{Var (e)} = R = \begin{bmatrix} \sigma_{e_1}^2 I_{m_1} & 0 \\ 0 & \sigma_{e_2}^2 I_{m_2} \end{bmatrix}$$

Onde;

I_{m_i} = matriz identidade de ordem igual ao número de observações no país i, para i=Brasil ou Colômbia.

Resultados e Discussão

Efeito dos fatores ambientais na produção de leite aos 240 e 270 dias da lactação.

Os resultados do efeito dos fatores ambientais para a produção de leite aos 240 (PL240) e aos 270 dias de lactação (PL270) para Colômbia e Brasil são apresentados nas tabelas 3, 4, 5 e 6. Os resultados indicaram que os efeitos fixos do rebanho, ano de parição, estação de parição, a interação Rebanho por ano de parição e o efeito quadrático da idade da búfala ao parto exerceram efeito significativo ($P < 0,001$) na produção de leite para PL240 e PL270.

$$\text{Var (pe)} = P = \begin{bmatrix} \sigma_{pe_1}^2 I_{n_1} & 0 \\ 0 & \sigma_{pe_2}^2 I_{n_2} \end{bmatrix}$$

Em que;

I_{n_i} = matriz identidade de ordem igual ao número de animais com registro no país i, para i=Brasil ou Colômbia.

$$\text{Var (e)} = R = \begin{bmatrix} \sigma_{e_1}^2 I_{m_1} & 0 \\ 0 & \sigma_{e_2}^2 I_{m_2} \end{bmatrix}$$

Onde;

I_{m_i} = matriz identidade de ordem igual ao número de observações no país i, para i=Brasil ou Colômbia.

Resultados e Discussão

Efeito dos fatores ambientais na produção de leite aos 240 e 270 dias da lactação.

Os resultados do efeito dos fatores ambientais para a produção de leite aos 240 (PL240) e aos 270 dias de lactação (PL270) para Colômbia e Brasil são apresentados nas tabelas 3, 4, 5 e 6. Os resultados indicaram que os efeitos fixos do rebanho, ano de parição, estação de parição, a interação Rebanho por ano de parição e o efeito quadrático da idade da búfala ao parto exerceram efeito significativo ($P < 0,001$) na produção de leite para PL240 e PL270.

Os valores dos coeficientes de determinação (R^2) das tabelas 3, 4, 5 e 6 indicaram que as variáveis incluídas no modelo explicaram até 59,58% da variação total da PL240 e PL270. Os menores coeficientes de determinação observados na Colômbia em relação ao Brasil indicaram que, além dos fatores incluídos no modelo, outros fatores devem estar influenciando de maneira significativa as características estudadas. Entre estes fatores pode-se indicar umidade, temperatura, altura sobre o nível do mar, o sistema de criação (intensivo ou extensivo), tipo de manejo nutricional, práticas de manejo dos animais, manejo sanitário e o tipo de instalações, entre outras.

Médias e desvios-padrão da produção de leite a 240 e 270 dias de lactação nos rebanhos da Colômbia e Brasil.

Nas figuras 1, 2, 3 e 4 são apresentados as médias, desvios-padrão e número de observações da PL240 e PL270 nos rebanhos Bubalinos na Colômbia e no Brasil. As figuras 1 e 2 indicam que a PL240 da Colômbia aumentou em média 3,01 kg por ano, no período de 1998 a 2008, enquanto que no Brasil, a taxa de aumento foi de 50,46 kg por ano. Para a PL270 na Colômbia, o aumento foi de 1,68 kg, e no Brasil de 55,74 kg por ano no período de 1987 a 2005 (Figuras 3 e 4).

Em relação aos efeitos não genéticos, vários autores relataram que o ano e a estação de parto e ordem de parto influenciaram sobre a PL em bubalinos (Umrikar e Deshpande, 1985; Singh e Yadav, 1987; Dutt e Yadav, 1988). No Brasil, Tonhati e Vasconcellos (1998) e Tonhati et al. (2000) observaram a influência do ano, estação e da ordem do parto sobre a PL, sendo que estes últimos autores também consideraram a idade da búfala ao parto. As médias e desvios-padrão da PL por ano de parto para PL240 e PL270 na Colômbia e no Brasil (Figuras 1, 2, 3 e 4) corroboram a influência dos efeitos ambientais e a diferente constituição genética dos rebanhos nestes países, assim como a maior duração dos programas de melhoramento genético no Brasil.

Na análise da Figura 2, verifica-se que, no Brasil, apesar de ter aumentado linearmente as médias da PL240 de 655,88 kg (1987) para 1908,23 kg (2005), o que equivaleu a um incremento de 190,94 %, não se observou, neste período, esta mesma tendência nos desvios-padrão para esta característica. Na análise de regressão dos desvios em função das médias de produção (Tabela 8), constata-se a não associação linear nem quadrática dos desvios e das médias. Se o desvio-padrão tivesse aumentado linearmente conforme aumentaram as médias de produção, isto seria indicativo de heterogeneidade de variâncias entre anos de parto. A ausência de associação linear dos desvios em função das médias de produção de leite também foi obtida para PL240 na Colômbia (Figura 1 e Tabela 7).

Na análise das figuras 3 e 4 e das tabelas 9 e 10, pode-se verificar a ausência da associação linear dos desvios em função das médias da PL270 na Colômbia e no Brasil. Observando-se neste último que as médias da PL270 variou de 739,38 kg (1987) para 2170,29 kg (2005), o que equivaleu a um incremento de 193,53 %. A não associação linear dos desvios-padrão com as médias da produção difere dos resultados reportados por Hill et al. (1983), Calus and Verkamp, (2003) e Van Der Werf et al. (1994). Estes autores constataram que o aumento da produção ao longo dos anos encontrava-se associado a um acréscimo no desvio-padrão fenotípico, o que conseqüentemente, levou a presença de heterogeneidade de variâncias entre anos.

Tapia et al. (2009) recomendaram utilizar metodologias que além de considerar os fatores ambientais do rebanho, ano, estação de parição e a idade ao parto, incluíssem fontes adicionais de informação. Na literatura são relatados vários fatores que podem influenciar a variância fenotípica, entre eles; manejo dos animais, nível de produção, ano, estado, país, região geográfica, raças ou grupos genéticos, ordem de parto das vacas e tamanho dos rebanhos (Short et al., 1990; Costa et al., 2000; Ceron-Muñoz, 2001). Especificamente no manejo dos animais encontram-se: o sistema de ordenha, uso ou não de aparelhos automáticos utilizados na fazenda, sistema de armazenamento de alimentos e a frequência do fornecimento de concentrados às vacas leiteiras (Short et al., 1990). A consideração de estes efeitos

poderia permitir um ajuste mais preciso dos efeitos ambientais, a fim de minimizar a variância residual e possibilitar avaliações genéticas mais precisas e acuradas na PL240 e PL270, tanto no Brasil como na Colômbia.

Ao analisar o efeito dos fatores ambientais que incidem na produção (Tabelas 3, 4, 5 e 6), verificaram-se que as diferenças na produção de leite para as características analisadas no Brasil e na Colômbia podem ser atribuídas não somente às condições ambientais e diferenças genéticas mas também devido aos processos de seleção e à diferente constituição genética dos rebanhos. Na Colômbia a bubalinocultura é uma atividade mais recente, portanto, estas são as primeiras avaliações, enquanto que no Brasil, esta espécie está sendo aprimorada há mais tempo por programas de melhoramento genético (Figuras 1, 2, 3 e 4).

Estatísticas descritivas e parâmetros genéticos para produção de leite aos 240 e 270 dias de lactação para Brasil e Colômbia.

As estatísticas descritivas (média estimada, desvio-padrão e coeficiente de variação) assim como as estimativas da variância genética aditiva, de ambiente permanente e residual e as estimativas da herdabilidade, repetibilidade e **Rg** entre o Brasil e a Colômbia para a PL240 e PL270 são apresentadas nas tabelas 11 e 12 .

As médias estimadas para a PL240 na Colômbia e no Brasil foram de $871,90 \pm 322,90$ kg e $1.638,00 \pm 652,00$ kg, respectivamente (Tabela 11). Enquanto que, as médias estimadas para a PL270 foram $917,40 \pm 356,20$ kg e $1.722,00 \pm 703,00$ kg, respectivamente (Tabela 12). Outros estudos em Bubalinos leiteiros nestes países relataram que as PL240 e PL270 variaram des 1.025 ± 213.38 kg a $1.712,46 \pm 647,86$ kg (Tonhati e Cerón-Muñoz, 2002; Tonhati et al., 2004; Hurtado-Lugo et al., 2006; Gutierrez-Valencia et al., 2006). Os valores médios reportados para a produção de leite neste estudo concordam com os valores obtidos para rebanhos bubalinos leiteiros na Ásia, Índia e Europa, e que variaram de 796,03 kg a 2544,58 kg (Gogoi et al., 1985; Sharma and Singh 1988; Satpal-Singh et al., 1990; Biradar et al., 1991; Tien

e Tripathi 1991; Mathur and Mathur 1992; Montiel-Urdaneta et al., 1997; Rosati e Van Vleck 2002).

Tabela 11. Média estimada, desvio-padrão, coeficientes de variação, estimativas de (co) variância, herdabilidades, repetibilidade e correlação genética da produção de leite a 240 dias da lactação (PL240) para Brasil e Colômbia.

	Colômbia	Brasil
Média estimada (kg)	871,30	1638,00
Desvio-padrão	322,90	652,00
Coeficientes de variação (%)	37,06	39,81
Variância genética aditiva (Kg^2)	13063,56	43730,88
% da variância genética aditiva *	100,00	334,76
Variância de ambiente permanente (Kg^2)	11817,61	53366,46
% da variância de ambiente permanente *	100,00	451,60
Variância residual (Kg^2)	38839,16	117143,74
% da variância residual *	100,00	301,61
Herdabilidade	0,21	0,20
Repetibilidade	0,39	0,45
Covariância genética	2332,51	
Correlação genética (R_g)	0,10	

* Com relação à PL240 da Colômbia

A partir dos resultados das tabelas 11 e 12, observou-se que as maiores médias da PL240 e da PL270, podem ser explicadas pela diferente constituição genética dos rebanhos bubalinos destes países, pelos diferentes efeitos dos fatores ambientais e o tempo em que estes rebanhos estão em processo de seleção nos dois países (Tabelas 3, 4, 5 e 6).

Ao comparar as estimativas da variância genética aditiva, de ambiente permanente e residual entre o Brasil e a Colômbia (Tabelas 11 e 12), observou-se que as estimativas de variâncias foram heterogêneas, sendo que as maiores estimativas verificaram-se no Brasil. Por isso, as maiores estimativas dos

componentes de variância observadas no Brasil seriam decorrentes das maiores médias de produção para PL240 e PL270. Os valores dos componentes de variância desta pesquisa encontram-se dentro do reportado pela literatura para esta espécie (Tonhati et al., 2000; Tonhati e Ceron-Muñoz, 2002; Duarte, 2002; Rosati e Van Vleck 2002; Tonhati et al., 2004; Hurtado-lugo et al.,2006).

Tabela 12. Média estimada, desvio-padrão, coeficiente de variação, estimativas de (co) variância, herdabilidade, repetibilidade e correlação genética (Rg) da produção de leite aos 270 dias de lactação (PL270) para Brasil e Colômbia.

	Colômbia	Brasil
Média estimada (kg)	917,40	1722,00
Desvio-padrão	356,20	703,00
Coeficientes de variação (%)	38,83	40,82
Variância genética aditiva (Kg ²)	15705,72	50649,81
% da variância genética aditiva *	100,00	322,50
Variância de ambiente permanente (Kg ²)	13180,33	64286,83
% da variância de ambiente permanente *	100,00	487,75
Variância residual (Kg ²)	44663,02	143107,13
% da variância residual *	100,00	320,12
Herdabilidade	0,21	0,20
Repetibilidade	0,39	0,45
Covariância genética	3651,21	
Correlação genética (Rg)	0,13	

* Com relação à PL270 da Colômbia

Observa-se na tabela 11 as estimativas de variância heterogêneas entre o Brasil e a Colômbia para PL240, mais os coeficientes de herdabilidade nestes dois países foram semelhantes (0,21 e 0,20, respectivamente). Nas estimativas da variância e da herdabilidade para PL270 resultados semelhantes foram observados (Tabela 12). As diferentes pesquisas na pecuária leiteira consideraram que a heterogeneidade de variâncias foi em decorrência da diferença entre os sistemas de produção, regiões (condições ambientais), tamanho e manejo dos rebanhos, e

número de filhas por reprodutor (Garrick and Van Vleck, 1987; Calus et al., 2004; König et al., 2005; Valencia et al., 2008). Stanton (1991) e Calus et al. (2004) sugeriram que a resposta à seleção de reprodutores da raça Holandesa em diferentes países estava associada ao tamanho das fazendas e ao número de filhas por reprodutor em cada rebanho. Para o presente estudo o número de reprodutores de conectabilidade envolvido na avaliação da GxE para a PL pode ser um fator considerável nas estimativas dos componentes de (co)variância nos rebanhos Bubalinos da Colômbia e do Brasil, devido ao número de filhas com lactações para cada reprodutor em cada país, conseqüentemente este fator deve ser considerado em futuras avaliações genéticas conjuntas para estes países.

Os coeficientes de herdabilidade da PL240 e PL270 foram semelhantes entre os países (Tabelas 11 e 12). No Brasil Tonhati et al. (2000) estimaram valores de herdabilidades para a PL270 similares, entanto que na Colômbia Hurtado-Lugo et al. (2006) estimaram valores de herdabilidades inferiores aos obtidos para a mesma característica. Na Itália, o valor de herdabilidade obtido para a PL270 foi de 0,14 (Rosati e Van Vleck 2002). Na Índia, valores de herdabilidade para produção de leite em Bubalinos variaram de 0,002 a 0,45 (Gogoi et al., 1985; Umrikar e Deshpande 1985; Vij, 1986; Bhat e Taneja 1986; Chakravarti e Rathi 1986; Singh e Yadav 1987; Dutt e Yadav 1988; Sharma and Singh 1988; Biradar et al., 1991; Kuralkar e Raheja 1997).

Para Short et al. (1990) maiores valores de herdabilidade são estimadas ao se trabalhar com primeiras lactações do que com várias lactações da mesma vaca. Este fato é devido à maior variabilidade da produção de leite em búfalas de primeira lactação e a ausência de seleção por baixo rendimento. Isso indica que os valores estimados para a PL sofrem uma grande influência dos efeitos não genéticos e, por conseguinte, as melhorias nas condições de ambiente aumentariam rapidamente a produção.

As estimativas de repetibilidade para a PL240 e PL270 para Colômbia e Brasil foram similares (Tabelas 11 e 12). No Brasil e na Colômbia, Tonhati e Cerón-Muñoz (2002) e Hurtado-Lugo et al. (2006) reportaram valores de 0,41 e 0,16,

respectivamente. Na Índia reportaram-se repetibilidades similares ou superiores para a PL270 ou PL305 que variaram desde 0,26 até 0,56 (Gogoi et al., 1985 e Gurnani et al., 1976, Kumar e Marain, 1978).

A **Rg** estimada para a PL240 foi de 0,10 (Tabela 11) e para PL270, de 0,13 (Tabela 12). Estes valores indicaram a existência de importante GxE e, portanto, podem-se esperar diferentes expressões de alguns genes nos descendentes dos reprodutores para as fazendas da Colômbia e do Brasil (Tabelas 11 e 12). Portanto, a expressão fenotípica da característica analisada não seria controlada pelos mesmos genes e existiriam mudanças nos valores genéticos dos animais analisados nos diferentes ambientes (Stanton, 1991; Hill et al., 1983; Zwald et al., 2003, Calus and Verkamp., 2003).

Mundialmente, vários autores realizaram estudos em bovinos leiteiros para determinar o impacto da GxE entre Colômbia, México, Porto Rico e Estados Unidos da América, cujas **Rg** variaram entre 0,78 e 0,91 (Stanton et al., 1991); entre Brasil e Estados Unidos de América variaram entre 0,91 e 0,94 (Costa et al., 2001); entre diferentes regiões da Colômbia variaram entre 0,70 e 0,99 (Cerón et al., 2000); entre Austrália, Canadá, Estados Unidos da América e África do Sul variaram entre 0,78 e 0,90 (Fikse et al., 2003); na Nova Zelândia variaram entre 0,92 e 1,00 (Bryant et al., 2007); em diferentes regiões do México variaram entre 0,38 e 0,93 (Valencia et al., 2008).

De forma geral, em populações bovinas leiteiras, encontraram-se valores de **Rg** para a produção de leite, que variaram de 0,38 até 1,00. Para os valores inferiores a 0,8, o caráter deverá ser considerado como diferente para cada ambiente, uma vez que não são os mesmos genes, pelo menos parcialmente, que estão agindo nas diferentes regiões, indicando, portanto, a presença GxE.

Para Van Vleck (1963) é necessário ter em conta que podem existir diferenças nos valores genéticos dos indivíduos e diferentes proporções das variâncias genéticas aditivas e variâncias fenotípicas nos diferentes ambientes e não acontecer uma GxE, este efeito é conhecido como pseudointeração. Isto não aconteceu neste estudo, já

que observaram-se diferenças nas variâncias, além de uma considerável reclassificação dos reprodutores para a PL240 e para a PL270 (Figuras 5 e 6).

Os autores citados anteriormente mencionaram que os reprodutores selecionados por seu potencial produtivo em seu país de origem nem sempre expressaram a mesma capacidade nos outros ambientes. As estimativas de **Rg** entre diferentes ambientes podem indicar reclassificação dos reprodutores entre ambientes (Calus and Verkamp., 2003).

Neste estudo verificou-se alta presença da GxE para a PL na Colômbia e no Brasil (Tabelas 11 e 12). Como consequência deste fato existiriam mudanças nos valores genéticos e na reclassificação dos animais analisados nos diferentes ambientes (Stanton, 1991; Hill et al., 1983; Calus and Verkamp., 2003), indicando que a seleção de reprodutores avaliados como superiores no Brasil poderia não melhorar o desempenho produtivo dos seus descendentes na Colômbia. Verificou-se diferenças no potencial produtivo, além de mudanças nos postos da classificação dos genótipos nos diferentes ambientes (Tabelas 13 e 14).

Em gado Holandês, Valencia et al. (2008) determinaram uma **Rg** para a PL de 0,38 entre duas regiões mexicanas, significando que, as progênies não teriam o mesmo desempenho nos diferentes ambientes considerados. Fikse et al. (2002) reportaram que as **Rg** da PL em diferentes países não somente dependem da GxE, mas também das diferenças entre os sistemas de avaliação e as metodologias utilizadas em cada país. Estudos realizados em países latino-americanos demonstraram que a **Rg** foi diminuindo quando as diferenças nas condições geográficas, climáticas e de manejo foram aumentando (Stanton et al., 1991; Cienfuegos-Rivas et al., 1999; Valencia et al., 2008).

Os baixos valores obtidos neste estudo para a **Rg** (considerando-se uma alta GxE) para as populações bubalinas do Brasil e da Colômbia podem ser explicadas pela limitada expressão do potencial genético nas fazendas que apresentam difíceis condições ambientais e de manejo, além da quantidade de informação produtiva disponível (Tabela 1) e a disponibilidade do número de lactações dos descendentes com produções dos bubalinos de conectabilidade para ambos países (Tabela 2).

Robertson (1959) considerou que a presença de **Rg** menor que 0,80 teria um considerável efeito negativo na seleção dos futuros reprodutores nos programas de seleção, se considerar avaliação genética conjunta entre dois países, e portanto, apresentar-se-ia impacto considerável nas respostas à seleção. Van Vleck (1963) considerou que se a **Rg** entre expressões de um ou mais genótipos em um ou mais ambientes for muito menor que a unidade também pode ser considerada como GxE. A partir das estimativas da **Rg** constataram-se que as progênes dos reprodutores apresentariam desempenho diferente de ambiente para ambiente para PL240 e para a PL270. Yang e Baker (1991) consideraram que os efeitos da GxE poderiam estar mascarando as mudanças produzidas pelas variações de um ambiente para outro. Portanto, considera-se necessário levar em conta o efeito da **Rg** na PL240 e PL270 em futuras avaliações conjuntas e programas de seleção nos dois países.

Nas tabelas 13 e 14 são apresentados os sumários dos 27 bubalinos em comum com filhas que tiveram lactações na Colômbia e o Brasil, sendo indicadas as estimativas dos valores genéticos, acurácias e a classificação dos bubalinos.

Tabela 13 . Valores genéticos (VG) para a produção de leite aos 240 dias da lactação (PL240), classificação (P) e acurácias (A) dos bubalinos para da Colômbia e do Brasil, obtidos na análise bi-carácter.

Código do reprodutor	Colômbia			Brasil		
	VG	A	P	VG	A	P
14004	182,00	0,89	40	391,32	0,91	1
14610	59,34	0,44	3342	341,11	0,7	4
14180	191,73	0,54	25	282,91	0,8	36
14262	115,56	0,87	497	193,81	0,83	261
4509	181,25	0,78	41	152,05	0,89	487
4494	105,75	0,67	760	104,81	0,58	935
20942	-4,96	0,08	9204	101,97	0,39	995
23236	115,88	0,78	494	86,24	0,77	1455
12883	143,72	0,76	168	67,59	0,95	1771
11027	136,36	0,48	220	33,69	0,49	2976
21297	143,49	0,45	173	17,79	0,69	3650
23238	75,25	0,36	2150	8,87	0,43	4153
26309	126,05	0,69	329	-1,52	0,7	7124
23239	106,72	0,4	733	-15,28	0,44	8281
23226	144,79	0,69	159	-45,64	0,33	9071
14439	230,17	0,75	6	-47,56	0,66	9105
11721	30,80	0,33	5244	-50,23	0,46	9159
26249	49,65	0,81	3957	-70,18	0,67	9443
4093	83,21	0,3	1694	-111,78	0,4	9895
26310	118,85	0,7	441	-138,51	0,7	10089
13967	-61,58	0,25	10579	-143,38	0,59	10159
13404	144,98	0,7	156	-143,96	0,93	10164
23225	123,08	0,44	374	-219,41	0,66	10474
11283	-14,58	0,1	9665	-237,41	0,42	10508
26644	81,97	0,5	1749	-259,02	0,56	10543
26493	86,90	0,61	1532	-406,98	0,61	10602
23254	157,31	0,78	90	-572,57	0,72	10613

Os valores genéticos para a PL240 variaram desde 391,32kg até -572,57kg (Tabela 13), e para a PL270 desde 420,93até -431,27 kg (Tabela 14).

Tabela 14. Valores genéticos (VG) para a produção de leite aos 270 dias da lactação (PL270), classificação (P) e acurácias (A) dos bubalinos da Colômbia e do Brasil, obtidos na análise bicarácter.

Código do reprodutor	Colômbia			Brasil		
	VG	A	P	VG	A	P
14004	203,26	0,89	31	420,93	0,91	1
14610	62,97	0,45	3461	362,21	0,7	5
14180	190,98	0,55	51	308,18	0,81	34
14262	118,07	0,88	650	180,86	0,84	374
4509	172,61	0,79	86	150,97	0,9	551
4494	116,97	0,68	671	109,00	0,59	999
20942	2,81	0,04	7738	133,23	0,39	697
23236	118,85	0,79	632	90,19	0,78	1491
12883	157,55	0,77	148	64,98	0,95	2004
11027	151,18	0,48	184	24,76	0,5	3477
21297	164,24	0,46	109	35,68	0,7	2963
23238	98,52	0,36	1343	7,38	0,44	4301
26309	136,35	0,69	317	-20,87	0,7	8335
23239	124,96	0,4	501	-10,94	0,45	8062
23226	185,14	0,7	58	-55,55	0,33	9119
14439	209,87	0,77	26	-58,11	0,67	9165
11721	42,03	0,34	4682	-23,67	0,46	8419
26249	43,13	0,82	4606	-107,53	0,67	9699
4093	85,48	0,47	1967	182,24	0,4	356
26310	131,25	0,71	396	-174,21	0,7	10213
13967	-64,91	0,25	10516	-157,95	0,59	10093
13404	166,02	0,7	105	-159,17	0,93	10100
23225	148,22	0,45	204	-245,24	0,66	10423
11283	-14,68	0,11	9541	-269,80	0,42	10472
26644	104,03	0,5	1119	-298,62	0,57	10509
26493	116,71	0,62	675	-431,27	0,62	10548
23254	196,36	0,79	41	-676,33	0,72	10564

A reclassificação dos genótipos e as diferenças na escala dos valores genéticos dos bubalinos entre ambientes para PL240 pode ser observada na tabela

13 e na figura 5, para 5% dos bubalinos classificados como superiores, e na tabela 14 e figura 6 para 5% dos bubalinos classificados como inferiores nos dois países.

Entanto na tabela 15 e figuras 5 e 6 são apresentados os valores genéticos dos bubalinos classificados como 5% superior e 5% inferior para a PL270, respectivamente. Observaram-se reprodutores com valores genéticos negativos para a PL240 e PL270 no Brasil, mas que foram positivos na Colômbia, além acontecendo variações nos postos (re-classificação) para cada característica em cada país (Tabelas 13 e 14). A correlação de Spearman para os valores genéticos para a PL240 e PL270 foram altos e positivos de 0,43 e 0,47 ($P < 0,005$), respectivamente.

Os resultados encontrados neste estudo indicaram que existiu alteração na reclassificação dos postos dos bubalinos, além das diferenças dos valores genéticos, entre ambientes, indicando que a GxE influencia de maneira considerável nos resultados da seleção (Lynch and Walsh, 1998). Para este caso, considerar-se-ia importante ao momento de selecionar os reprodutores por os seus valores genéticos e principalmente considerar as condições ambientais as quais serão submetidos os futuros descendentes destes reprodutores para as características analisadas. Procurando assim uma avaliação criteriosa dos animais, evitando grandes investimentos em reprodutores, que podem não corresponder ao esperado em determinadas regiões destes países.

Conclusões

Os resultados relacionados às estimativas das correlações genéticas obtidas para as produções de leite aos 240 e 270 dias da lactação, assim como a como os correlações entre os valores genéticas dos animais entre o Brasil e a Colômbia indicaram a existência de interação genótipo ambiente.

Dado que a interação genótipo ambiente compromete o progresso genético das populações de bufalinas leiteiras do Brasil e da Colômbia, recomenda-se a realização de avaliações genéticas para cada país e baseados nos resultados realizar avaliação genética conjunta entre estes países. Considerando a importância da espécie no

âmbito da America do sul e o volume relativamente pequeno de dados utilizados neste estudo, recomenda-se que outras pesquisas sejam realizadas com amostras mais representativas e incluindo outro tipo de fontes variação adicionais próprias que possam afetar o desenvolvimento dos animais destes países.

Referências

BANOS, G.; SMITH, C. Selecting bulls across countries to maximize genetic improvement in dairy cattle. **Journal Animal Breeding Genetics**. v.108. p.174-181, 1991.

BIRADAR, U et al. Lifetime production in Surti buffaloes. **Indian Journal Animal Science**, New Delhi, v.44, n.5, p.352-353, 1991.

BOLDMAN, K. et al. **A manual for use of MTDFREML**. Lincoln: Department of Agricultura / Agricultural Research Service, 1995. 120, p. 1995.

BHAT, N AND TANEJA, K. River buffalo. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 3., 1986 Lincoln. **Proceedings...**p.681-68.

BRYANT, J. R.; LÓPEZ-VILLALOBOS, N.; PRYCE, J.; HOLMES, C.; JOHNSON, D.; AND GARRICK, D. Environmental Sensitivity in New Zealand Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, Savoy, n. 90, p. 1538-1547, 2007.

CALUS, M., BIJMA, P AND VEERKAMP, R. Effects of data structure on the estimation of covariance functions to describe genotype by environment interactions in a reaction norm model. **Genetics Selection Evolution**, london, v,36, p. 489-507, 2004.

CALUS, M.; VEERKAMP, R. Estimation of environmental sensitivity of genetic merit for milk production traits using a random regression model. **Journal of Dairy Science**, Savoy, n. 86, p. 3756-3764, 2003.

CERON, M.; TONHATI, H.; COSTA, C.; BENAVIDES, F. Interacción genotipo ambiente en ganado Holstein Colombiano. **Archivo Latinoamericano Producción Animal**, v.9, n.2, p74-78. 2001.

CIENFUEGOS-RIVAS, E.; OLTENACU, P.; BLAKE, R.; SCHWAGER, S.; CASTILLO-JUAREZ, H.; RUÍZ, F. Interaction between milk yield of Holstein cows in México and the United States. **Journal of Dairy Science**, Savoy n, 82, p. 2218-2223. 1999.

COSTA, C.; BLAKE, R.; POLLAK, E.; OLTENACU, A.; QUAAS, L AND SEARLE, R. Genetic analysis of Holstein cattle populations in Brazil and the United States. **Journal of Dairy Science**, Savoy, n, 83, p. 2963-2974. 2000.

CHAKRAVARTI, A AND RATHI, S. Genetic responses in lactacional efficiency traits through progeny testing in Murrah buffaloes. **Haryana Agricultural University Journal of Research**, Hissar, v.16, n.2, p.105. 1986.

DUARTE, J.M.C. **Parâmetros genéticos e fenotípicos da produção e constituintes do leite e tendência genética da produção de leite em Bubalinos**. 2002, 55f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

DUTT, G.; YADAV, A. genetic study of milk yield in Nili-ravi buffaloes. **Indian Veterinary Journal**, madras v.65, n.6, p.512-515. 1988.

FIKSE, W.; REKAYA, R.; AND WEIGEL, A. Genotype x Enviroment interaction for milk production in Guernsery Cattle. **Journal of Dairy Science**, Savoy, n, 86, p.1821-1827. 2003.

FIKSE F. **Advances in international genetic evaluation procedures of dairy cattle.** Department of animal breeding and genetics, swedish university of agricultural sciences, 65f. 2002. Thesis (doutorado of philosophy), Uppsala, p.65, 2002.

FREITAS, A. Avaliação de procedimentos na estimação de parâmetros genéticos em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.29,n.1,p. 94-102. 2000.

GARRICK, D.; VAN VLECK, L. Aspects of selection for performance in several environments with heterogeneous variance. **Journal of Dairy Science**, Savoy, n, 65, p. 400-421. 1987.

GOGOI, P. K. et al. Genetic analysis of milk yield in murrah buffaloes. **Indian Veterinary Journal**, Madras, v.62, n.11, p.970-975, 1985.

GURNAMI, M.; NAGARCENKAR, R.; GUPTA, S. Performance in different lactation and repeatability of economic characters in murrah buffaloes. **Indian Veterinary Journal**, Madras, v.29, n.2, p. 117-122. 1976.

GUTIERREZ-VALENCIA, A.; CERÓN-MUÑOZ, M.; HURTADO-LUGO, N. Estimates of correction factors for lactation length, age and calving season in buffaloes of Colombian Atlantic coast. **Livestock Research Rural Development**, v. 18, n. 4. 2006.

HILL, W.; EDWARDS, M.; THOMPSON, R. Heritability of milk yield and composition at different levels and variability of production. **Animal Production**, v,36, p. 59-68. 1983.

HURTADO-LUGO, N.; CERÓN-MUÑOZ, M.; GUTIERREZ-VALENCIA, A. Estimates of genetic parameters of milk yield in test day analysis in buffaloes of the Colombian Atlantic coast. **Livestock Research Rural Development**. v.18, n. 3, 2006.

ICAR. Section 2.4 Guidelines for buffalo milk recording for low to medium and medium to high input production systems. In: **International agreement of recording practices**. p. 204. 2002. Disponível em: (www.icar.org) Acessado em: jan 2008.

KONIG, S.; DIETL, G.; RAEDER, I.; SWALVE, H. Genetic relationships for dairy performance between large-scale and small-scale farm conditions. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v, 88, p. 4087-4096, 2005.

KUMAR, D.; MARAIN, P. Lactation correction factors and repeatability of economic characters in Sahiwal cows and Murrah buffaloes. **Indian Journal Dairy Science**, v.31, n.3, p.220-225, 1978.

KURALKAR, S.; RAHEJA, K. Relationships among early performance, lifetime production and reproduction traits in Murrah buffaloes. **Indian Journal Animal Science**, New Delhi, v.67, n.9, p.798. 1997.

LYNCH, M.; WALSH, B. **Genetics and analysis of quantitative traits**. Masschusetts: sinauer Associates, 1998, 979 p.

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

MONTIEL-URDANETA ET AL. Factors influencing milk production in cross breed buffaloes in a very dry tropical area of Venezuela. IN: WORLD BUFFALO CONGRESS, 5., 1997, Caserta, **Proceedings...** v.1, p.204-207.

ROBERTSON, A. The sampling variance of the genetic correlation coefficient. **Biometrics**, washington v.15, p.469-85, 1959.

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**, Amsterdam, v.74, n.2, p.82-85, 2002.

SATPAL-SINGH ET AL. Inheritance of economic traits in Murrah buffaloes. **Haryana Agricultural University Journal of Research**, Hissar, v.20, n.1, p.1-5. 1990.

SINGH, C.; YADAV, C. Effect of genetics and non-genetics factors on life time production traits in Indian buffaloes. **Indian Journal Animal Science**, New Delhi, v.57, n.6, p.555-558. 1987.

SHARMA, R AND SINGH, B. Genetic studies on murrah buffaloes in livestock farms in Uttar Pradesh. IN: WORLD BUFFALO CONGRESS, 1988, New Delhi. **Proceedings....** p.128-133.

STANTON, T.; BLAKE, R.; QUAAS, D.; VAN VLECK, L AND CARABAÑO, M. Genotype by environment interaction for Holstein milk yield in Colombia, Mexico, and Puerto Rico. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.74, p.1700-1714, 1991.

SHORT, T.; BLAKE, R.; QUAAS, R. Heterogeneous within-herd variance: genetics parameters for first and second lactations milk yield of grade Holsteins cows. **Journal Animal of Dairy Science**, Savoy, v.73, n.11, p.3312-3320, 1990.

TAPIA, F.; RAMOS, A.; WECHSLER, F.; PRADO, D.; LUI, J.; ALENCARIANO, F. Avaliação da heterogeneidade dos componentes de variância na produção de Leite de vacas da raça Holandesa. Em edição 2009.

TIEN, N.Q.; TRIPATHI, V.N. Effect of age and weight at first calving on first lactation production in Murrah buffaloes. **Buffalo Bulletin**, v.10, n.1, p.3-7, 1991.

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

TONHATI, H.; CERÓN-MUÑOZ, M. F. Milk production and quality and buffalo genetic procceding in the state of Sao Paulo, Brazil. In: 1ST BUFFALO SYMPOSIUM OF THE AMÉRICAS, Belém do Pará.. technical and scientific program...267-280, 2002.

TONHATI, H. et al. Parâmetros genéticos para a produção de leite, gordura e proteína em Bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2051-2056. 2000. Suplemento.

TONHATI, H.; VASCONCELLOS, B.F. Genetic aspects of productive and reproductive traits in a Murrah buffaloes herd in São Paulo – Brazil. In: World Congress On Genetics Applied To Livestock Production, 24., 1998, Armidale. **Proceedings...**p.485-488.

UMRIKAR, O.; DESHPANDE, K . Genetic studies on lactation length and dry period in murrah buffaloes. **Indian Journal Animal Science**, New Delhi, v.55, n.10, p.888-892. 1985.

VALENCIA. M.; MONTALDO, H.; RUÍZ, F. Interaction beetwen genotype and geographic region for milk production in mexican holstein cattle. **Archivo de Zootecnia**, n, p. 57:457-463. 2008.

VAN DER WERF, J.; MEUWISSEN, T.; DE JONG, G. Effects of correlation for heterogeneity of variance on bias and accuracy of breeding value estimation for Dutch dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v,77, p.3177-3184, 1994.

VAN VLECK L. Genotype and environment in sire evaluation. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v,46, p.983-987, 1963.

VIJ, P.K. Phenotypic and genetic parameters of some production traits in buffaloes. . **Indian Veterinary Journal**, Madras, v.63, n.10, p.838-845, 1986.

YANG, R.; BAKER, J.. Genotype-environment interactions in two wheat crosses. **Crop Science**, Madisson, v, 31, p. 83–87, 1991.

ZWALD, N.; WEIGEL, W.; FIKSE, F.; REKAYA, R. Application of a multiple-trait herd cluster model for genetic evaluation of dairy sires from seventeen countries. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v, 86, p.376-382, 2003.

ANEXOS

Tabela 3. Resumo da análise de variância para PL240 na Colômbia

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
Rebanho	4	11702373,45 **
Ano de parição	10	1147122,98 **
Estação de parição	3	2601496,72 **
Rebanho*Ano de parição	14	1347488,39 **
Idade ao parto		
Linear	1	9130760,66 **
Quadrática	1	6300896,43 **
Resíduo	9497	39863,90
Total corrigido	9530	
Coefficiente de variação=20,14 % ** P<0,001 R²=33,01%		

Tabela 4. Resumo da análise de variância para PL240 no Brasil

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
Rebanho	12	27809639,40 **
Ano de parição	18	5351498,00 **
Estação de parição	1	1236046,70 **
Rebanho*Ano de parição	72	1912626,90 **
Idade ao parto		
Linear	1	64434336,80 **
Quadrática	1	38918999,70 **
Resíduo	4782	145388,00
Total corrigido	4887	
Coefficiente de variação=22,06 ** P<0,001 R²=59,58 %		

Tabela 5. Resumo da análise de variância para PL270 na Colômbia

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
Rebanho	4	14911285,94 **
Ano de parição	10	1453937,05 **
Estação de parição	3	2699901,42 **
Rebanho*Ano de parição	14	1840300,29 **
Idade ao parto		
Linear	1	9444332,97 **
Quadrática	1	6392153,35 **
Resíduo	9497	46848,70
Total corrigido	9530	
Coefficiente de variação=19,96 % ** P<0,001 R²=34,36%		

Tabela 6. Resumo da análise de variância para PL270 no Brasil

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
Rebanho	12	30172864,30 **
Ano de parição	18	6465044,90 **
Estação de parição	1	2370358,90 **
Rebanho*Ano de parição	72	2349808,60 **
Idade ao parto		
Linear	1	75188939,10 **
Quadrática	1	45079969,50 **
Resíduo	4782	173834,00
Total corrigido	4887	
Coefficiente de variação=21,89 ** P<0,001 R²=58,78 %		

Tabela 7. Avaliação da relação linear dos desvios-padrão em função das médias de PL240 na Colômbia.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	P Value
Linear	1	222,98 **	0,19
Quadrática	1	0,0037 **	0,99
Resíduo	8	107,78	
Total corrigido	10		
R² = 20,54 % ** N.S		Coefficiente de variação = 5,22 %	

Tabela 8. Avaliação da relação linear dos desvios-padrão em função das médias de PL240 no Brasil.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	P Value
Linear	1	7035,04 **	0,10
Quadrática	1	7084,10 **	0,10
Resíduo	16	2368,74	
Total corrigido	28		
R² = 27,14 %	** N.S	Coeficiente de variação = 13,02 %	

Tabela 9. Avaliação da relação linear dos desvios-padrão em função das médias de PL270 na Colômbia.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	P Value
Linear	1	10136,45 **	0,09
Quadrática	1	7796,34 **	0,14
Resíduo	8	3153,96	
Total corrigido	10		
R² = 26,22 %	** N.S	Coeficiente de variação = 13,74 %	

Tabela 10. Avaliação da relação linear dos desvios-padrão em função das médias de PL270 no Brasil.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	P Value
Linear	1	124,56 **	0,91
Quadrática	1	72,95 **	0,53
Resíduo	16	136,43	
Total corrigido	18		
R ² = 15,32 %		** N.S	
Coeficiente de variação = 5,40 %			

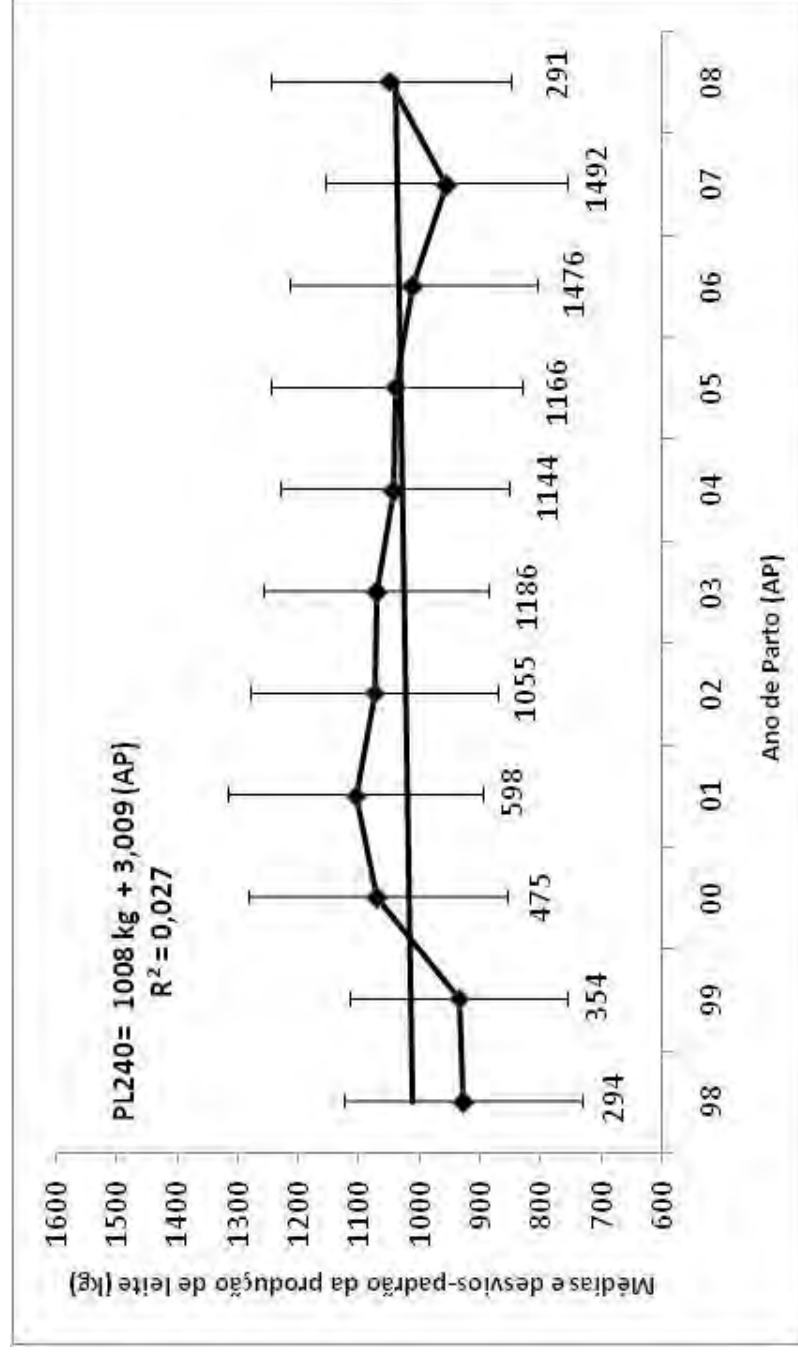


Figura 1. Médias, desvios-padrão ajustadas e número de observações para a produção de leite aos 240 dias da lactação (PL240) por ano de parto na Colômbia.

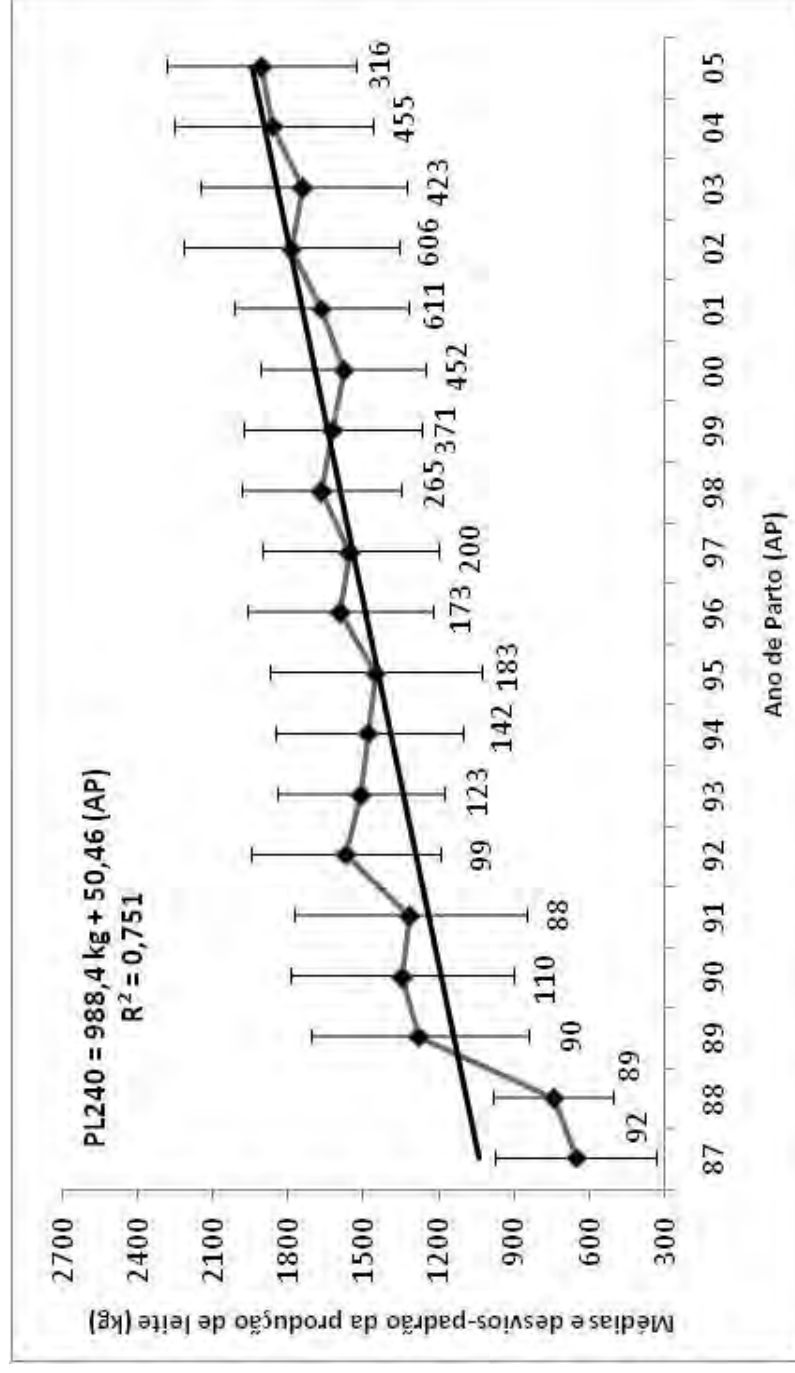


Figura 2. Médias e desvios-padrão ajustadas e número de observações para a produção de leite aos 240 dias da lactação (PL240) por ano de parto no Brasil.

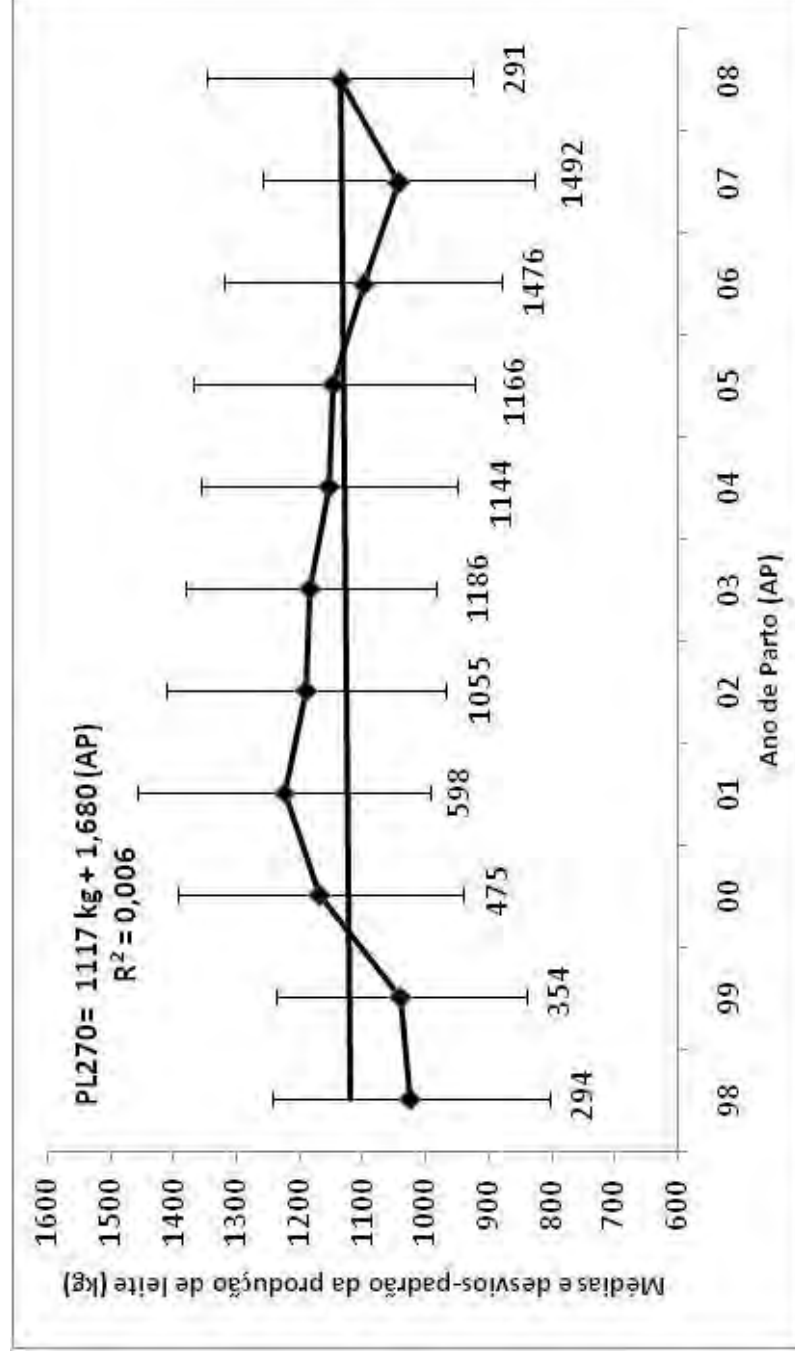


Figura 3. Médias e desvios-padrão ajustadas e número de observações para a produção de leite aos 270 dias da lactação (PL270) por ano de parto na Colômbia

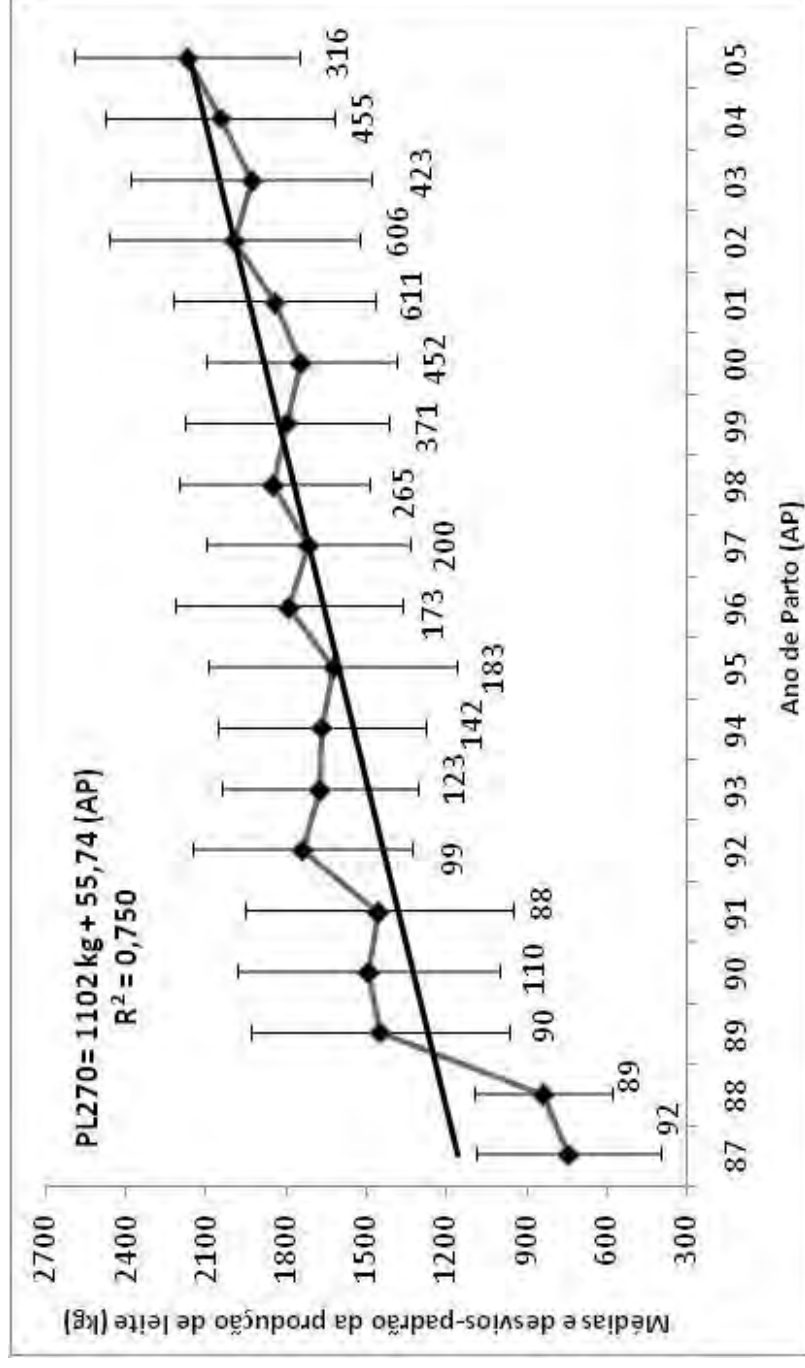


Figura 4. Médias e desvios-padrão ajustadas e número de observações para a produção de leite aos 270 dias da lactação (PL270) por ano de parto no Brasil.

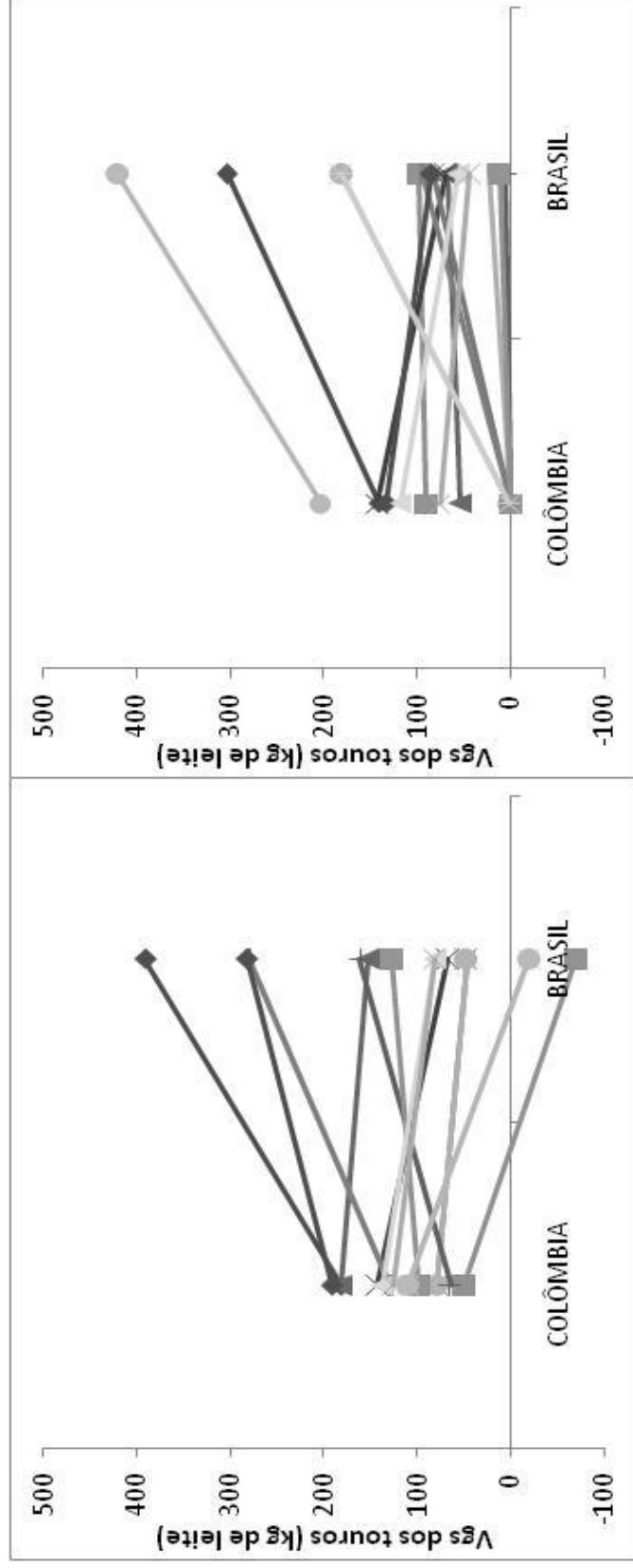


Figura 5. Valores genéticos dos bubalinos, classificados como 5% superior para a produção de leite aos 240 dias da lactação (Esquerda) e para a produção de leite aos 270 dias da lactação (Direita) obtidos em análises bicarácter na Colômbia e Brasil.

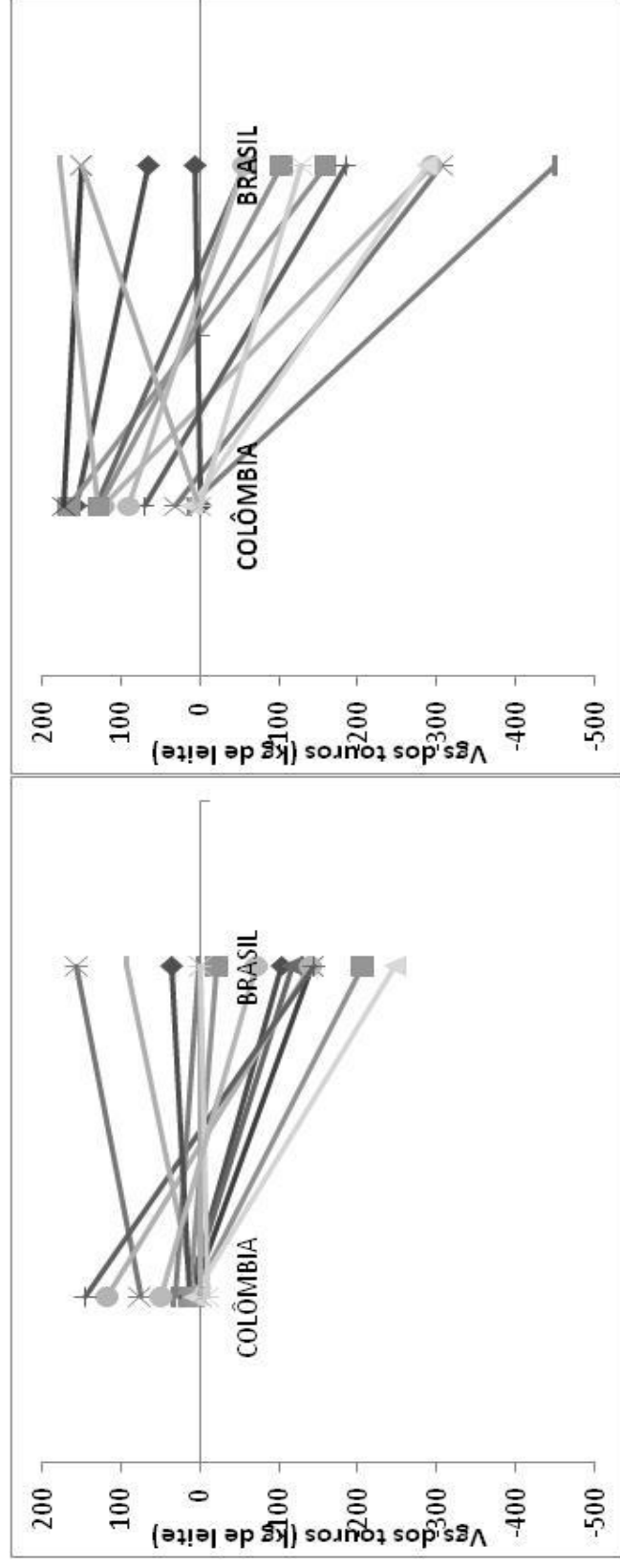


Figura 6. Valores genéticos dos bubalinos, classificados como 5% inferior para a produção de leite aos 240 dias da lactação (Esquerda) e para a produção de leite aos 270 dias da lactação (Direita) obtidos em análises bicarácter na Colômbia e no Brasil.