

Correlações genéticas entre algumas características de tipo e intervalo de partos em vacas da raça Holandesa

[Genetic correlations for some type traits and calving interval in Holstein cows]

R.P.A. Silva¹, A. Thaler Neto^{2*}, J.A. Cobuci³, A.A. Valloto⁴,
J.A. Horst⁴, P.G. Ribas Neto⁴

¹Aluna de pós-graduação – Centro de Ciências Agroveterinárias – Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UEDESC – Lages, SC

²Centro de Ciências Agroveterinárias – Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UEDESC – Lages, SC

³Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre, RS

⁴Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa – APCBRH – Curitiba, PR

RESUMO

Estimaram-se correlações genéticas entre algumas características de tipo e intervalo de partos (IP) em vacas da raça Holandesa no Estado do Paraná. Foram analisados registros de conformação de 23.014 vacas, classificadas no período de 2000 a 2010, oriundas de 248 rebanhos, filhas de 797 touros. Os componentes de variância necessários para obtenção das estimativas das herdabilidades e das correlações genéticas foram obtidos pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML), utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS. As estimativas de herdabilidade para as características de tipo variaram de 0,09 a 0,24 e para IP foi 0,05. As estimativas de correlação genética entre as características de tipo foram, em geral, de pequena magnitude, sendo o maior valor observado entre largura de peito e profundidade corporal (0,52). As estimativas de correlação genética entre as características de tipo e IP foram, em sua maioria, de pequena magnitude. A baixa correlação genética entre ângulo de garupa e IP (0,02) sugere que a seleção para ângulo de garupa pode não ser efetiva em determinar ganho genético para fertilidade.

Palavras-chave: bovinos de leite, conformação, fertilidade, seleção

ABSTRACT

Genetic correlations between type traits and calving interval (CI) in Holstein cows in Parana State – Brazil were estimated. The data comprised linear classification of 23,014 cows, from 248 herds, classified from 2000 to 2010, daughters of 797 sires. Variance components for heritability and genetic correlation were estimated with Restricted Maximum Likelihood method (REML), using the MIXED procedure of statistics package SAS. Heritability estimates for type traits ranged from 0.09 to 0.24 and for CI it was 0.05. Genetic correlation estimations among type traits were, in general, of low magnitude, with the higher value between chest width and body depth (0.52). Estimates of genetic correlations between type traits and CI were mostly small. The low genetic correlation between rump angle and CI (0.02) suggests that the selection for rump angle may not be effective in determining genetic gain for fertility.

Keywords: dairy cattle, conformation, fertility, selection

INTRODUÇÃO

Em bovinos leiteiros, por razões econômicas, os programas de melhoramento genético têm dado ênfase à seleção para as características relacionadas à produção por acreditar-se que

vacas de alta produção podem proporcionar maior rentabilidade à atividade leiteira. No entanto, quando a seleção é direcionada somente para as características produtivas, pode ocorrer efeito negativo no mérito genético dos animais para outras características, como, por exemplo, nas características funcionais – fertilidade,

Recebido em 3 de fevereiro de 2013

Aceito em 16 de dezembro de 2013

*Autor para correspondência (*corresponding author*)

E-mail: thalerneto@gmail.com

longevidade, sanidade – e em algumas características de conformação (Péres-Cabal *et al.*, 2006; Lagrotta *et al.*, 2010).

Efeitos positivos sobre longevidade das vacas estão relativamente bem documentados para algumas características de tipo, especialmente da seleção para conformação do sistema mamário (Boettcher *et al.*, 1998; Nash *et al.*, 2002; Nash *et al.*, 2003), em razão de ganhos em termos de sanidade da glândula mamária e da conformação de pernas e pés (Weigel, 2002; Caraviello *et al.*, 2004; VanRaden, 2004), que está relacionada à capacidade da locomoção das vacas. Contudo, a eficiência da seleção para fertilidade, a partir da resposta correlacionada por seleção para conformação, em especial a seleção para ângulo de garupa, ainda não foi devidamente comprovada (Shapiro e Swanson, 1991; Wall *et al.*, 2005). Existem algumas evidências de diminuição de fertilidade relacionada à seleção para aumento da angulosidade (Dadati *et al.*, 1986; Pryce *et al.*, 2000; Makgahlela *et al.*, 2009).

O trabalho teve por finalidade estimar correlação genética entre algumas características lineares de tipo e destas com intervalo de partos em vacas da raça Holandesa no Estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Os registros reprodutivos e de conformação das vacas foram provenientes da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), oriundos dos Serviços de Registro Genealógico e de Classificação Linear para Tipo e do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros (PARLPR). O arquivo original continha informações de 34.846 vacas da raça Holandesa, com classificação linear para tipo – pontuação de 1 a 9 – realizada no período de 2000 a 2010. Foram analisadas sete características de tipo com possível relação com fertilidade – medida como intervalo de partos – em vacas leiteiras. Assim, consideraram-se garupa – largura e ângulo –, conformação e capacidade – largura de peito e profundidade corporal, – caracterização leiteira – angulosidade – e pernas e pés – pernas vista lateral e ângulo de casco.

A fim de melhorar a consistência da base de dados contendo características lineares de tipo,

foram impostas as seguintes restrições: avaliar somente vacas entre 22 a 72 meses de idade; grupos contemporâneos formados por, no mínimo, cinco vacas classificadas em um mesmo dia e rebanho, sendo filhas de, no mínimo, dois touros diferentes; vacas filhas de touros com, no mínimo, três filhas na base de dados, distribuídas em dois ou mais rebanhos; vacas com estágio de lactação de até 400 dias no momento da classificação. Para as vacas classificadas mais de uma vez foram utilizados somente os dados da primeira classificação. Para diminuir o efeito de seleção prévia sobre os resultados, para touros com mais de 200 filhas foram utilizados somente 200, escolhidas aleatoriamente. Após satisfeitas tais restrições, restaram registros de 23.014 vacas, filhas de 797 touros, pertencentes a 248 rebanhos distribuídos pelo Estado do Paraná.

Na base de dados reprodutivos adotaram-se restrições, como grupos contemporâneos formados por no mínimo três vacas paridas no mesmo rebanho-ano-estação; vacas filhas de touros com três a 200 filhas; vacas com intervalos de partos entre 300 e 600 dias; vacas paridas entre 32 e 96 meses de idade. Aplicadas essas restrições, a base final continha 51.237 registros de intervalos de partos de 24.740 vacas, filhas de 1003 touros, manejadas em 294 rebanhos. Visando obter normalidade dos resíduos, os intervalos de partos foram previamente transformados em uma escala linear de 1 a 9 sendo 1 para 300 a 332 dias, 2 para 333 a 366 dias, 3 para 367 a 399 dias, 4 para 400 a 432 dias, 5 para 433 a 465 dias, 6 para 466 a 498 dias, 7 para 499 a 531 dias, 8 para 532 a 564 dias e 9 para 565 a 600 dias.

Os componentes de variância para as características de conformação e para o intervalo de partos foram obtidos por meio do método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML), utilizando-se o PROC MIXED (*Mixed Linear Model*), do pacote estatístico SAS, sendo empregados dois modelos estatísticos:

$$Y_{ijklm} = \mu + rac_i + ec_j + el_k + b_1(IC - \bar{IC}) + b_2(IC - \bar{IC})^2 + t_l + e_{ijklm},$$

em que: Y_{ijklm} é a observação da característica linear de tipo da m -ésima vaca classificada, no i -ésimo rebanho-ano de classificação, da j -ésima estação de classificação, no k -ésimo estágio de lactação, do l -ésimo touro; μ , a média geral da

população; rac_i , o efeito fixo do rebanho-ano de classificação; ec_j , o efeito fixo da estação de classificação – verão, outono, inverno e primavera –; el_k , o efeito fixo da estação de classificação; b_1 e b_2 , os coeficientes de regressão linear e quadrática do efeito da idade da vaca à classificação; IC , a idade da vaca à classificação, dada em meses; \bar{IC} , a idade média da vaca à classificação; t_i , o efeito aleatório do touro; e_{ijklm} , o efeito aleatório do erro associado a cada observação e

$$Y_{ijkl} = \mu + rap_i + ep_j + b_1(I - \bar{I}) + b_2(I - \bar{I})^2 + t_k + e_{ijkl}$$

em que: Y_{ijkl} é a variável resposta do intervalo de partos da l -ésima vaca, parida no i -ésimo rebanho-ano de parto, da j -ésima estação de parto, filha do k -ésimo touro; μ , a média geral da população; rap_i , o efeito fixo do rebanho e ano de parto; ep_j , o efeito fixo da estação de parto; b_1 e b_2 , os coeficientes de regressão linear e quadrática; I , o efeito fixo da idade da vaca à classificação, dada em meses; \bar{I} , o efeito fixo da idade média da vaca à classificação; t_k , o efeito aleatório do reprodutor pai da vaca; e_{ijkl} , o efeito aleatório do erro associado a cada observação.

Na estimação das correlações genéticas de características de tipo e intervalo de parto, foram utilizados, respectivamente, os mesmos bancos de dados e restrições já descritos. Os componentes de variância e covariância foram obtidos pela análise das características aos pares

(duas a duas), utilizando-se a metodologia da Máxima Verossimilhança Restrita (REML) e procedimento MIXED, do pacote estatístico SAS.

Para a estimativa dos componentes de variância e covariância de características de tipo, o modelo estatístico foi similar ao empregado na estimação das respectivas herdabilidades. Para a estimativa dos componentes de variância e covariância de características de tipo e intervalo de partos, as variáveis independentes do modelo estatístico foram o efeito aleatório de touro e o efeito fixo do rebanho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, as estimativas de herdabilidade para as características de tipo foram de baixa a moderada – 0,09 a 0,24 (Tab. 1). Esses resultados indicam que, para a maioria dessas características, ganhos genéticos podem ser alcançados quando submetidas à seleção para tais. As estimativas de herdabilidade para as características de garupa foram de moderada a baixa magnitude. Nesses casos, o valor mais elevado foi para ângulo de garupa (0,20). Os valores estimados são similares aos estimados por Rennó *et al.* (2003). Os valores estimados são mais baixos que os encontrados por Klassen *et al.* (1992), Misztal *et al.* (1992), Berry *et al.* (2004) e Tsuruta *et al.* (2005), os quais obtiveram estimativas de herdabilidades mais altas para características de garupa – 0,29 a 0,46.

Tabela 1. Estimativas de herdabilidade (h^2) e respectivos desvios-padrão (DP), variância genética aditiva e variância residual para características lineares de tipo e intervalo de partos em vacas da raça Holandesa

Característica	$h^2 \pm DP$	Variância genética aditiva	Variância residual
Conformação e capacidade			
Profundidade corporal	0,24±0,021	0,268	1,039
Largura de peito	0,19±0,018	0,234	1,199
Caracterização leiteira			
Angulosidade	0,21±0,020	0,247	1,120
Garupa			
Largura de garupa	0,15±0,016	0,250	1,632
Ângulo de garupa	0,20±0,019	0,207	0,972
Pernas e pés			
Ângulo de casco	0,09±0,013	0,169	1,280
Pernas vista lateral	0,13±0,014	0,123	1,306
Eficiência reprodutiva			
Intervalo de partos	0,05±0,007	0,1853	3,551

Correlações genéticas...

Para conformação e capacidade, a profundidade corporal apresentou herdabilidade moderada, resultado semelhante ao obtido por Gengler *et al.* (1999) com animais da raça Pardo-Suíço. Com animais de outras raças de origem europeia foram encontrados valores de herdabilidade acima de 0,31 (Jamrozik *et al.*, 1991; Harris e Freeman, 1992; Klassen, 1992). A largura de peito apresentou estimativa de herdabilidade semelhante à observada por Short e Lawlor (1992) e mais baixa que as verificadas por Thompson *et al.* (1981) e Pryce *et al.* (2000).

A herdabilidade estimada para angulosidade foi semelhante à verificada por Harris *et al.* (1992), com vacas da raça Guernsey, e por Klassen *et al.* (1992), com vacas da raça Holandesa. Valores mais elevados foram estimados por Berry *et al.* (2004).

Para pernas e pés – ângulo de casco e pernas vista lateral – foram encontrados os menores coeficientes de herdabilidade. Esses valores são similares aos estimados em diversos trabalhos (Misztal *et al.*, 1992; Rennó, 2003; Wall *et al.*, 2005). Assim o ganho genético para essas características torna-se um desafio à seleção para conformação em bovinos de leite, especialmente por se tratar de características favoravelmente correlacionadas com longevidade e, com isso, diretamente ligadas à lucratividade da atividade leiteira.

A herdabilidade estimada para intervalo de partos foi de baixa magnitude, coincidindo com a baixa herdabilidade para indicadores de eficiência reprodutiva em bovinos de leite estimada por Campos *et al.* (1994) e Wall *et al.* (2005). A elevada variância residual (Tab. 1) pode estar relacionada a fatores ambientais que podem afetar a capacidade de a vaca retornar à

reprodução após o parto e manter a gestação a termo.

Observam-se que as correlações genéticas entre as características de tipo foram, em geral, de pequena magnitude, sugerindo a necessidade de seleção independente para a maioria delas (Tab. 2). A correlação genética mais expressiva foi observada entre largura de peito e profundidade corporal, semelhando com o valor obtido por Rennó *et al.* (2003), com a raça Pardo-Suíço, no Brasil. Outros autores estimaram valores consideravelmente mais altos, os quais variaram de 0,80 a 0,92 (Harris e Freeman, 1992; Short e Lawlor, 1992; Berry *et al.*, 2004). Correlações genéticas expressivas também foram observadas entre profundidade corporal e angulosidade – correlação positiva – e largura de peito e angulosidade – correlação negativa. Naquele caso, seleção para vacas com elevada angulosidade tende a aumentar a profundidade corporal. Entretanto, animais com alta pontuação para ambas as características estão sujeitos a apresentarem problemas metabólicos e maior risco de descarte (Hansen *et al.*, 1999; Caraviello *et al.*, 2004), sendo recomendável selecionar animais que apresentem escores intermediários para ambas as características. Klassen *et al.* (1992) e Misztal *et al.* (1992) estimaram correlações entre profundidade corporal e angulosidade semelhantes aos do presente trabalho, porém com menor magnitude. A seleção para angulosidade pode determinar a redução da largura de peito. As estimativas encontradas na literatura foram de baixa magnitude e positivas (Short e Lawlor (1992) ou negativas (Klassen *et al.* (1992), necessitando-se de mais estudos para melhor compreender a relação genética aditiva entre essas características.

Tabela 2. Estimativas de correlação genética entre as características lineares de tipo e intervalo de partos em vacas da raça Holandesa

	AG	PVL	AC	ANG	LP	PC	IP
LG	-0,33**±0,060	-0,35**±0,065	-0,16±0,075	-0,11±0,065	0,12±0,069	-0,08±0,065	-0,33**±0,073
AG		-0,25**±0,061	-0,10±0,070	-0,23**±0,058	-0,04±0,065	-0,10±0,061	0,02±0,076
PVL			-0,39**±0,066	-0,14±0,065	-0,30**±0,065	-0,25**±0,063	-0,36**±0,073
AC				-0,36**±0,060	-0,03±0,074	-0,26**±0,065	0,41**±0,072
ANG					-0,41**±0,052	0,41**±0,049	0,32**±0,066
LP						0,52**±0,046	-0,26*±0,074
PC							-0,02±0,075

LG = largura de garupa; AG = ângulo de garupa; PVL = pernas vista lateral; AC = ângulo de casco; ANG = angulosidade; LP = largura de peito; PC = profundidade corporal; IP = intervalo de partos. Erro da estimativa da covariância entre as características: *(P<0,05); **(P<0,01).

O ângulo de garupa apresentou correlações genéticas negativas com largura de garupa, pernas vista lateral e angulosidade (Tab. 2). A correlação negativa entre as características ângulo e largura de garupa apresentaram valor semelhante ao estimado por Short e Lawlor (1992) e indica que a seleção para garupas largas pode aumentar a frequência de vacas com garupa invertida. Entretanto, a pequena magnitude dos valores das estimativas indica a necessidade de avaliar as características de maneira independente.

Foram observadas estimativas moderadas para correlação genética entre pernas vista lateral e ângulo de casco, sugerindo que seleção direcionada para pernas retas poderá resultar em alto ângulo de casco ou vice-versa. Entretanto, na prática, a eficácia de tal processo é restrita, visto que a baixa herdabilidade para essas características (Tab. 1) limita o ganho genético na seleção para elas.

De maneira geral, as estimativas de correlações genéticas entre as características de tipo e intervalo de partos foram baixas (Tab. 2). Não foi observada correlação genética entre ângulo de garupa e intervalo de partos, semelhantemente aos resultados de Dadati *et al.* (1986), Shapiro e Swanson (1991), Pryce *et al.* (2000) e Wall *et al.* (2005). Esse resultado não sugere que a seleção para garupa invertida diminua a eficiência reprodutiva; portanto, contrário à informação corrente de que se evite a utilização de touros com avaliação genética negativa para ângulo de garupa, ou garupa invertida, visando minimizar problemas de fertilidade. Contudo, em virtude do pequeno número de trabalhos sobre esse assunto, deve-se interpretar com cautela a possibilidade de alteração do potencial reprodutivo por meio da seleção para conformação de garupa.

A correlação positiva estimada entre largura de garupa e intervalo de partos sugere que a seleção para garupas amplas pode resultar em alguma resposta correlacionada em aumento da eficiência reprodutiva. Esse valor de correlação foi mais alto que os encontrados por Pryce *et al.* (2000) e Wall *et al.* (2005), os quais estimaram correlações genéticas entre largura de garupa e intervalo de partos iguais a -0,02 e -0,01, respectivamente. Como as estimativas de correlação genética entre largura de garupa e fertilidade apresentam valores muito diferentes

na literatura, a aplicação dos resultados do presente trabalho no estabelecimento de estratégias de seleção visando à melhoria da fertilidade por meio da seleção para largura de garupa, depende da realização de mais estudos. Além disso, salienta-se que, mesmo que a seleção para essa característica possa trazer pequenos ganhos para fertilidade, haverá efeitos negativos sobre o ângulo de garupa e pernas vista lateral, em razão das correlações genéticas negativas encontradas.

Para pernas e pés, correlação genética desfavorável foi observada entre ângulo de casco e intervalo de partos. A correlação genética negativa entre pernas vista lateral e intervalo de partos indica que, ao estabelecer programas de seleção que visam diminuir os problemas com pernas muito retas, poderá haver ganho em intervalo de partos. Entretanto, ressalta-se que se trata de características de baixa herdabilidade e de difícil melhoria. Alguns autores observaram valores diferentes do presente trabalho. Wall *et al.* (2005) encontraram correlação genética próxima a zero entre pernas e pés e intervalo de partos, semelhantemente ao valor observado por Dadati *et al.* (1986). Pryce *et al.* (2000) obtiveram estimativas de -0,20 e 0,19 para correlação genética entre ângulo de casco e intervalo de partos e entre pernas vista lateral e intervalo de partos, respectivamente.

Com relação à angulosidade, foi verificada correlação genética positiva com intervalo de partos, associação desfavorável quando a seleção é voltada para aumento da angulosidade, que pode resultar em maior intervalo de partos. Isso pode ser explicado pelo fato de vacas com elevada pontuação para essa característica tenderem a apresentar menor escore corporal. Essa estimativa assemelha-se à de diversos trabalhos (Dadati *et al.*, 1986; Pryce *et al.*, 2000; Makgahlela *et al.*, 2009).

Para as características que compõem a conformação e capacidade, somente a largura de peito apresentou correlação genética favorável, -0,26, com o intervalo de partos. Deve-se salientar que a largura do peito apresentou correlação genética negativa com angulosidade (Tab. 2), o que pode explicar a correlação genética com sinal contrário à estimada para angulosidade. O valor estimado no presente trabalho para a correlação entre largura do peito e intervalo de

partos foi mais baixo que o relatado por Dadati *et al.* (1986).

CONCLUSÕES

A seleção visando evitar vacas com garupa invertida não tende a determinar ganhos genéticos para fertilidade, medida pelo intervalo de partos. A seleção para largura de garupa pode permitir alguma melhoria nos intervalos de partos das vacas e a seleção para elevada angulosidade deve ser evitada em razão da possível redução da fertilidade.

AGRADECIMENTOS

À Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), pela disponibilização dos dados e pela oportunidade de desenvolver estudos com essa raça.

REFERÊNCIAS

- BERRY, D.P.; BUCKLEY, F.; DILLON, P. *et al.* Genetic relationships among linear type traits, milk yield, body weight, fertility and somatic cell count in primiparous dairy cows. *Irish J. Agr. Food Res.*, v.43, p.161-176, 2004.
- BOETTCHER, P.J.; DEKKERS, J.C.; KOLSTAD, B.W. Development of an udder health index for sire selection based on somatic cell score, udder conformation, and milking speed. *J. Dairy Sci.*, v.81, p.1157-1168, 1998.
- CAMPOS, M.S.; WILCOX, C.J.; BECERRIL, C.M.; DIZ, A. Genetic parameters for yield and reproductive traits of Holstein and Jersey cattle in Florida. *J. Dairy Sci.*, v.77, p.867-873, 1994.
- CARAVIELLO, D.Z.; WEIGEL, K.A.; GIANOLA, D. Analysis of the relationship between type traits and functional survival in US Holstein cattle using a Weibull proportional hazards model. *J. Dairy Sci.*, v.87, p.2677-86, 2004.
- DADATI, E.; KENNEDY, I.B.W.; BURNSIDE, E.B. Relationships between conformation and calving interval in Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, v.69, p.3112-3119, 1986.
- GENGLER, N.; WIGGANS, G.R.; WRIGHT, J.R. Animal model genetic evaluation of type traits for five dairy cattle breeds. *J. Dairy Sci.*, v.82, p.1350, 1999.
- HANSEN, L.B.; COLE, J.B.; MARX, G.D.; SEYKORA, A.J. Productive life and reasons for disposal of Holstein cows selected for large versus small body size. *J. Dairy Sci.*, v.82, p.795-801, 1999.
- HARRIS, B.L.; FREEMAN, A.E. Genetic and phenotypic parameters for type and production in Guernsey dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.75, p.1147-1153, 1992.
- JAMROZIK, J.; SCHAEFFER, L.R.; BURNSIDE, E.B.; SULLIVAN, B.P. Estimates of heritabilities of Canadian Holstein conformation traits by threshold model. *Can. J. Anim. Sci.*, v.71, p.629-632, 1991.
- KLASSEN, D.J.; MONARDES, H.G.; JAIRATH, L. *et al.* Genetic correlations between lifetime production and linearized type in Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.*, v.75, p. 2272-2282, 1992.
- LAGROTTA, M.R.; EUCLYDES, R.F.; VERNEQUE, R.S. *et al.* Relação entre características morfológicas e produção de leite em vacas da raça Gir. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.45, p.423-429, 2010.
- MAKGAHLELA, M.L.; MOSTERT, B.E.; BANGA, C.B. Genetic relationships between calving interval and linear type traits in South African Holstein and Jersey cattle. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, v.39, p.90-92, 2009.
- MISZTAL, I.; LAWLOR, T.J.; SHORT, T.H. Multiple-trait estimation of variance components of yield and type traits using an animal model. *J. Dairy Sci.*, v.75, p.544-551, 1992.
- NASH, D.L.; ROGERS, G.W.; COOPER, J.B. *et al.* Relationships among severity and duration of clinical mastitis and sire transmitting abilities for somatic cell score, udder type traits, productive life, and protein yield. *J. Dairy Sci.*, v.85, p.1273-1284, 2002.
- NASH, D.L.; ROGERS, G.W.; COOPER, J.B. *et al.* Heritability of intramammary infections at first parturition and relationships with sire transmitting abilities for somatic cell score, udder type traits, productive life, and protein yield. *J. Dairy Sci.*, v.86, p. 2684-2695, 2003.

- PÉRES-CABAL, M.A.; GARCIA, C.; GONZALES-RECIO, O.; ALENDA, R. Genetic and phenotypic relationship among locomotion, type traits, profit, production, longevity and fertility in Spanish dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.89, p.1776-1783, 2006.
- PRYCE, J.E.; COFFEY, M.P.; BROTHERSTONE, S. The genetic relationship between calving interval, body condition score and linear type and management traits in registered Holsteins. *J. Dairy Sci.*, v.83, p.2664-2671, 2000.
- RENNÓ, F.P.A.; ARAÚJO, C.V.; PEREIRA, J.C. *et al.* Correlações genéticas e fenotípicas entre características de conformação e produção de leite em bovinos da raça Pardo-Suíça no Brasil. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, p.1419-1430, 2003.
- SHAPIRO, L.S.; SWANSON, L.V. Relationships among rump and rear leg types and reproductive performance in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.2767-2773, 1991.
- SHORT, T.H.; LAWLOR, T.J. Genetic parameters of conformation traits, milk yield, and herd life in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, v.75, p.1987-1998, 1992.
- THOMPSON, J.R.; FREEMAN, A.E.; WILSON, D.J. *et al.* Evaluation of a linear type program in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, v.24, p.1610-1617, 1981.
- TSURUTA, S.; MISZTAL, I.; LAWLOR, T.J. Changing definition of productive life in US Holsteins: effect on genetic correlations. *J. Dairy Sci.*, v.88, p.1156-1165, 2005.
- VANRADEN, P.M. Invited review: selection on net merit to improve lifetime profit. *J. Dairy Sci.*, v.87, p.3125-3131, 2004.
- WALL, E.; WHITE, I.M.; COFFEY, M.P.; BROTHERSTONE, S. The relationship between fertility, rump angle, and selected type information in Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci.*, v.88, p.1521-1528, 2005.
- WEIGEL, K.A. Cow longevity: a closer look at the ways traits affect cow survival. *Hoard's Dairyman*, v.147, p.659, 2002.