



Abanico Veterinario. Janeiro-Dezembro 2021; 11:1-14. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2021.40>  
Artigo Original. Recebido: 05/07/2021. Aceito:08/10/2021. Publicado: 30/10/2021. Chave: e2021-53.

## Características de conformação associadas à produção de leite e composição láctea das vacas Holstein

Conformation traits associated with milk yield and composition of Holstein cows

Cortes-Hernández José<sup>\*1</sup> , Ruíz-López Felipe<sup>2</sup> , García-Ruiz Adriana<sup>\*\*2</sup> 

<sup>1</sup>Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P 04510. Ciudad de México, México. <sup>2</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Km. 1, Carretera a Colón, Col. Ajuchitlán Colón, C.P. 76280, Querétaro. México. \*Autor responsável: Cortes-Hernández José. \*\*Autor para correspondência: García-Ruiz Adriana. E-mail: jgch1992@hotmail.com, ruiz.felipe@inifap.gob.mx, garcia.adriana@inifap.gob.mx

### RESUMO

A associação entre os sistemas de conformação de tipo e a produção de leite (PL), gordura (PG) e proteína (PP) foi avaliada através da correlação dos características de conformação (CC) com os valores genéticos previstos para o leite (HTPL), gordura (HTPGK) e proteína (HTPPK) do gado Holstein para determinar até que ponto o CC influencia a produção animal. O estudo incluiu 31.711 CC, 87.871 PL, 65.593 PG e 43.717 cadastro PP. Os CC foram agrupados em quatro sistemas gerais: estrutura e capacidade (SEC), pernas e cascos (SP), úbere (SU) e anca (SA). O efeito das classes de ponto final (PF) sobre os níveis PL, PG e PP também foi avaliado através da análise de variância. HTPL tinha uma correlação de 0,28 com SU, 0,17 com SA, 0,08 com SP e -0,05 com SEC ( $P < 0,001$ ). As correlações de HTPGK e HTPPK com os diferentes sistemas foram baixas, destacando-se as encontradas com SU, 0,15 e 0,21 ( $P < 0,001$ ), respectivamente. As associações fenotípicas e correlações de valores genéticos relatadas neste estudo sugerem que a seleção de vacas por CC pode modificar a produção de leite, gordura e proteína.

**Palavras-chave:** Associação fenotípica, correlação entre valores genéticos, características de conformação, leite, gordura, proteína.

### ABSTRACT

The association between type conformation systems and milk (MP), fat (FP) and protein (PP) production was evaluated through the correlation between conformation traits (CC) and genetic value predictions for milk (HTPL), fat (HTPGK) and protein (HTPPK) of Holstein cattle, to determine the extent to which CC influence animal production. The study included 31,711 CC, 87,871 MP, 65,593 FP and 43,717 PP records. The CC were grouped into four general systems: structure and capacity (SEC), legs and hooves (SP), udder (SU) and haunch (SA). The effect of end point (FP) classes on MP, FP and PP levels was also evaluated through analysis of variance. HTPL had a correlation of 0.28 with SU, 0.17 with SA, 0.08 with SP and -0.05 with SEC ( $P < 0.001$ ). The correlations of HTPGK and HTPPK with the different systems were low, highlighting those found with SU, 0.15 and 0.21 ( $P < 0.001$ ), respectively. The phenotypic associations and correlations of genetic values reported in this study suggest that selection of cows by CC can modify milk, fat and protein production.

**Keywords:** phenotypic association, correlation between genetic values, conformation traits, milk, fat, protein.



## INTRODUÇÃO

A ênfase dada até os anos 70 ao melhoramento genético para a produção de leite no gado Holstein causou uma diminuição nas taxas de progresso genético em características como composição do leite, reprodução, saúde e aspectos de conformação, o que gerou repercussões na funcionalidade dos animais ([Corrales et al., 2012](#); [De Vries, 2017](#); [Van Raden et al., 2021](#)).

Os avanços nas metodologias estatísticas aplicadas à seleção genética e o uso de ferramentas computacionais permitiram a inclusão de novas características em programas de melhoramento genético ([Misztal & Legarra, 2017](#)). Alguns países desenvolveram metodologias sofisticadas para a inclusão de características com alto valor econômico em índices de seleção, enquanto outros incluíram um grande número de características em suas avaliações, mas todos buscando um animal mais eficiente através da inclusão de características que não só aumentam a quantidade de leite ([Miglior et al., 2017](#)), mas também reduzem os custos de produção de leite ([Getu & Misganaw, 2015](#)).

As características de conformação (CC) são características morfológicas que determinam a aptidão funcional dos animais. Vários estudos demonstraram sua relação positiva com a PL ([Corrales et al., 2012](#); [Manafiazar et al., 2015](#)), sugerindo que a CC pode ser usada como critério de seleção precoce para melhorar o desempenho animal e aumentar a produção, longevidade e saúde animal ([Battagin et al., 2013](#); [Madrid & Echeverri, 2014](#)). Desde a década de 1970, no México, tem sido realizado um trabalho de qualificação de CC do gado Holstein, baseado no sistema recomendado pela [World Holstein Friesian Federation o WHFF](#); ([Valencia et al., 2008](#)). A partir da avaliação do CC, informações individuais de produção, composição do leite e cadastro de pedigree, os valores genéticos de numerosas características foram previstos e permitiram a identificação dos animais mais produtivos ([Getu & Misganaw, 2015](#)), funcionais para seu CC e adaptados às suas necessidades ([Zavadilová & Štřpková, 2012](#)). O objetivo do presente estudo foi avaliar a associação entre sistemas de conformação e classes de pontos finais (PF), com a produção de leite (PL), gordura (PG) e proteína (PP) através da correlação de Pearson entre medidas diretas (fenótipos) e previsões de valor genético do gado Holstein mexicano.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo incluiu informações de animais Holstein nascidos de 1992 a 2010, que estavam no sistema de controle de produção e no programa de qualificação de conformação da Associação Holstein do México ([AHM](#)). Foram coletados dados de 94 rebanhos localizados nos estados mexicanos de Aguascalientes, Baja California Norte, Chihuahua, Coahuila, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Querétaro, Michoacán, Nayarit, Puebla, San Luis Potosí, Tlaxcala e Zacatecas. Foram incluídos cadastros fenotípicos



para 87.871 lactações para a produção de leite e 65.593 lactações para componentes do leite (gordura e proteína) correspondentes a 43.717 e 31.711 animais, respectivamente. Os rendimentos acumulados de leite e componentes lácteos foram obtidos como a soma dos rendimentos das três primeiras lactações ajustados para 305 dias e o equivalente de maturação (Toledo *et al.*, 2014). Para evitar o vieses de idade, foram incluídos apenas animais que tiveram a oportunidade de chegar à terceira lactação. Além disso, foram incluídas informações fenotípicas e preditores de valores genéticos para o seguinte CC: estatura (STA), altura ao garrote (ACRZ), angularidade (AG), tamanho (TAMNH), profundidade do corpo (PROFD), resistência do lombo (LOM), largura do peito (ANPE), ponta da anca (PUNA), largura da anca (ANCA), qualidade do osso (CALHU), vista lateral das pernas traseiras (VLPT), vista posterior das pernas traseiras (VPPT), ângulo do casco (ANPEZ), profundidade do calcânhar (PROTL), posição posterior do mamilo (POSPP), posição anterior do mamilo (POSPA), comprimento do mamilo (LONPE), profundidade do úbere (PU), fixação anterior do úbere (IAU), altura da fixação posterior do úbere (AIUP), ligamento suspensório médio (LM), textura do úbere (TEX), largura da fixação posterior do úbere (ANIUP) e pontos finais (PF). A descrição de cada uma das características acima é apresentada na Tabela 1, considerando que apenas algumas delas têm uma qualificação objetiva, com diferenças em centímetros e em outras a qualificação é subjetiva, portanto o qualificador deve ser certificado por organismos internacionais de raça.

Os CC foram avaliados em uma escala de 1 a 9, com exceção da PF, que foi avaliada numa escala de 70 a 89 pontos. Os CC foram agrupados em quatro sistemas de conformação, ponderando as características que faziam parte de cada um dos sistemas pelos pesos recomendados pelo WHFF (Madrid & Echeverri, 2014; De Jong, 2020) e utilizados no AHM. Finalmente, foi avaliado o impacto dos sistemas sobre PL, PG e PP. Os sistemas estudados foram:

#### **Sistema de úbere (SU)**

$$SU = (PU * 0.16) + (TEX * 0.14) + (LM * 0.14) + (IAU * 0.18) + (POSPA * 0.07) \\ + (LONPE * 0.02) + (AIUP * 0.12) + (AIUP * 0.10) + (POSPP * 0.07)$$

#### **Sistema de pernas e cascos (SP)**

$$SP = (ANPEZ * 0.18) + (PROTL * 0.22) + (CALHU * 0.12) + (VLPT * 0.17) + (VPPT \\ * 0.31)$$

#### **Sistema de Estrutura e Capacidade (SEC)**

$$SEC = (STA * 0.12) + (ACRZ * 0.03) + (TAMNH * 0.17) + (ANPE * 0.23) + (PROFD \\ * 0.17) + (LOM * 0.28)$$

#### **Sistema da anca (SA)**

$$SA = (PUNA * 0.62) + (ANCA * 0.38)$$



**Tabela 1. Características de conformação avaliadas**

<b>Característica</b>	<b>Pontos de referência anatômicos para a classificação.</b>
1- Tamanho (TAMNH)	Agrupamento de características, tais como altura ao garrote, altura ao punho, angularidade, profundidade do corpo, largura do peito e força do lombo.
2- Textura do úbere (TEX)	Aparência suave, maleável, carnudo, bem regado e bem conformado.
3- Posição posterior do mamilo (POSPP)	Localização das tetas traseiras em relação ao centro do quarto.
4- Comprimento do mamilo (LONPE)	Classificação das tetas anteriores, 1 centímetro equivale a um ponto, escala de 1 a 9 cm.
5- Posição anterior do mamilo (POSPA)	Mede a posição das tetas anteriores em relação à linha central do bairro.
6- Ligamento suspensivo mediano (LMR)	Profundidade da ranhura na base traseira do úbere.
7- Profundidade do úbere (PU)	Distância entre a parte mais baixa do piso do úbere e a altura dos jarretes. Cada diferença de 3 cm representa um ponto na escala de medida da característica, tomando como referência o nível nos jarretes, cuja pontuação é 3.
8- Altura de inserção posterior do úbere (AIUP)	Distância entre a vulva e o início do úbere. Este valor está relacionado com a altura do animal.
9- Inserção anterior do úbere (AIU)	Localização e força com a qual o úbere adere à parede abdominal.
10- Ângulo de casco (ANPEZ)	Ângulo formado entre a parte frontal do casco e o piso do membro torácico direito.
11- Vista lateral das pernas traseiras (VLPT)	Ângulo formado na parte da frente dos jarretes.
12- Vista posterior das pernas traseiras (VPPT)	Direção das pernas traseiras quando vistas por trás.
13- Largura do anca (ANCA)	Distância entre as pontas dos ossos posteriores do quadril (ischiae) 2 cm por ponto.
14- Dica do anca (PUNA)	Diferencia de la medición de la altura entre íleon e isquion.
15- Força do lombo (LOM)	Deve ser reta com um ligeiro declive para trás e firme na aparência.
16- Altura ao garrote (ACRZ)	Medida exata do solo sobre a perna dianteira até o garrote do animal; 1,35 m a 1,60 m, 3 pontos por cm.
17- Profundidade do corpo (PROFD)	Distância entre a coluna vertebral e o umbigo no nível da última costela, seu ponto de referência é ótico.
18- Angularidade (AG)	Separação e ângulo das costelas. A avaliação é baseada em três componentes, ângulo e abertura das costelas (80%), qualidade do osso (20%).
19- Largura do tórax (ANPE)	Medição entre os membros anteriores em seu ponto mais alto. É utilizada uma escala de referência de 13 a 29 centímetros, 2 cm por ponto.
20- Estatura (STA)	Medição exata desde o solo até a alcatra da escala animal; 1,30 m a 1,54 m, 3 pontos por cm.
21- Qualidade óssea (CALHU)	Aparência de ossos planos não muito grosseiros, dando ao animal uma apreciação fenotípica da feminilidade.
22- Largura de inserção do úbere posterior (ANIUP)	Medir a largura do úbere próximo à altura da inserção posterior.
23- Profundidade do calcanhar (PROTL)	Meça a distância do calcanhar ao solo com base no ângulo do casco, normalmente 45°.
24- Pontos finais	Classificação geral do animal, ponderada de acordo com as classificações obtidas por sistema. Ela tem uma escala de 79 a 89.



Para estudar o efeito do CC nas características de produção, foram geradas quatro classes fenotípicas, tomando como referência o valor PF obtido na avaliação de conformação realizada na primeira lactação de cada animal, seguindo as recomendações do WHFF, (2018). As classes foram: regular (RE) com 74 pontos ou menos, boa (BO) entre 75 e 79 pontos, melhor (ME) entre 80 e 84 pontos e muito boa (MB) com 85 pontos ou mais. Para avaliar o efeito das classes CC sobre a permanência dos animais no galpão, foi analisado o número médio de lactações por animal. O efeito da conformação avaliada como classe PF sobre PL, PG, PP e número de lactações por animal (NLAC), foi avaliado através de uma análise de variância, medindo as diferenças entre os mínimos quadrados significativos com o procedimento GLM usando o pacote estatístico SAS 9.3 (SAS Institute. 2019).

Os valores genéticos previstos utilizados no estudo para as diferentes características foram obtidos e fornecidos pelo INIFAP e AHM (Ruíz *et al.*, 2020), a instituição encarregada de realizar as avaliações da raça Holstein. Para determinar a associação fenotípica do CC com PL, PG e PP, bem como a associação entre seus valores genéticos previstos (que no caso das características de produção são as capacidades de transmissão previstas para PL, PG e PP; HTPL, HTPGK e HTPPK respectivamente), foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson (Wayne, 2017), usando o programa do Instituto SAS Institute (2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Associações fenotípicas*

Os resultados obtidos mostraram que mais de 60% dos animais incluídos no estudo têm uma pontuação igual ou superior a 80 PF, indicando que mais da metade da população está nas duas primeiras classes de conformação (ME e MB). A tabela 2 mostra que existe uma diferença estatística ( $P < 0,001$ ) entre as classes PF sobre PL, PG, PP e NLAC, observando que o aumento da classe PF aumenta o nível de produção nos três características estudadas (PL, PG e PP) e na NLAC.

Os animais MB tinham 0,26 a mais lactações do que os animais RE. Esta diferença representa aproximadamente 79 dias a mais na lactação, o que aumenta a produção total dos animais e torna cada animal mais rentável. Estes resultados se refletem nas médias PL dos animais da classe MB, que mostraram 21% mais PL do que a classe RE. Os resultados obtidos na população em estudo, coincidem com os relatados em estudos anteriores realizados no gado Holstein na Colômbia, onde mostraram que os CC estão positivamente correlacionados com a produção de leite Madrid & Echeverri, 2014. Ao contrário das características de produção, os CC podem ser ferramentas de seleção precoce em bovinos leiteiros, uma vez que a qualificação pode ser obtida no início da



primeira lactação; além disso, foi relatado que essas características têm correlações genéticas positivas com características de interesse econômico, tais como produção de leite, composição do leite e saúde do úbere (Duru *et al.*, 2012).

**Tabela 2. Médias dos mínimos quadrados e erros padrão para a produção de leite, produção de gordura e produção de proteína de acordo com sua classificação de ponto final**

Classe do ponto final	Cadastro de leite	Lactações	Produção de leite	Cadastros de gordura e proteínas	Produção de gordura	Produção de proteínas
RE	1,762	2.02±0.02 <sup>a</sup>	21,231±253 <sup>a</sup>	1,237	674±10.8 <sup>a</sup>	548±10.7 <sup>a</sup>
BO	14,658	2.19±0.01 <sup>b</sup>	23,509±88 <sup>b</sup>	10,491	751±3.7 <sup>b</sup>	625±3.7 <sup>b</sup>
ME	23,329	2.22±0.01 <sup>c</sup>	24,180±69 <sup>c</sup>	17,206	776±2.9 <sup>c</sup>	664±2.9 <sup>c</sup>
MB	3,968	2.28±0.01 <sup>d</sup>	25,804±168 <sup>d</sup>	2,777	827±7.2 <sup>d</sup>	729±7.1 <sup>c</sup>

RE: Regular, BO: Bom, ME: Melhor, MB: Muito bom.

Diferentes letras superescritas na mesma coluna indicam uma diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,001$ ).

Quanto ao leite, para os componentes (PG e PP), as vacas com a maior classe (MB) tiveram maior produção (827 e 729 kg, respectivamente) embora no caso do PP não houvesse diferença significativa ( $P < 0,001$ ) entre as vacas BO e MB. Os resultados mostraram que os animais da classe mais baixa (RE) tinham 22% menos PG e 33% menos PP em comparação com os animais da classe mais alta (MB). Estes resultados corroboram a relação positiva entre a produção de leite e os componentes com a classificação CC (Madrid & Echeverri, 2014), e corroboram os relatórios de correlações genéticas positivas (Zavadilová & Štípková, 2012) indicando que vacas com melhor estrutura anatômica tendem a melhorar sua eficiência fisiológica.

As correlações entre os sistemas de conformação foram moderadas a baixas, destacando-se aquelas entre SU e SEC (0,40), entre SU e SP (0,29) e entre SEC e SA (0,27) (Tabela 3).

A magnitude destas correlações mostra a dependência anatômica e funcional que existe entre os sistemas e a possibilidade de ser melhorada por seleção individual; por exemplo, VPPT e VLPT estão relacionados com a inclinação do hilo e o desenvolvimento e tamanho do úbere são altamente influenciados pelo TAMNH e STA, características da SEC. As correlações entre os sistemas CC e as características produtivas eram geralmente baixas, destacando-se apenas as correlações SP, mostrando uma correlação de 0,47 com PP e 0,38 com PG. Resultados similares não foram relatados para outras populações.



**Tabela 3. Correlações fenotípicas (abaixo da diagonal) e valores genéticos (acima da diagonal) entre os sistemas de conformação com a produção de leite, gordura e proteína**

	Sistema				Produção		
	Úbere	Pernas e Cascos	Estrutura e capacidade	Anca	Leite	Gordura	Proteína
Úbere		0.53*	0.45*	0.13*	0.28*	0.15*	0.21*
Pernas e Cascos	0.29*		0.47*	0.08*	0.08*	0.06*	0.08*
Estrutura e capacidade	0.40*	0.18*		0.30*	-0.05*	-0.01	-0.08
Anca	0.08*	-0.03	0.27*		0.17*	0.08*	0.09*
Leite	0.07*	0.16*	0.02	0		0.69*	0.76*
Gordura	0.11*	0.38*	0.01	-0.05*	0.64*		0.92*
Proteína	0.11*	0.47*	0.02	-0.05*	0.63*	0.95*	

\* Correlações com significado estatístico ( $P < 0,001$ )

#### *Correlações entre valores genéticos*

A correlação encontrada entre HTPL e HTPPK foi alta e positiva (0,76), semelhante à encontrada com HTPGK (0,69), o que significa que vacas com maior valor genético previsto para a produção de leite tendem a ter um valor genético mais alto para a produção total de sólidos (Madrid & Echeverri, 2014). As correlações encontradas entre os sistemas de conformação com HTPGK e HTPPK foram em sua maioria positivas. A SEC mostrou as menores correlações com HTPL (-0,05), e nenhum significado para HTPGK e HTPPK. A correlação entre SU e HTPL foi baixa e positiva (0,28), sendo o sistema mais correlacionado com HTPL.

De todos os CCs da SEC, a correlação encontrada entre STA e HTPL foi a mais alta (0,21) (Tabela 4).

**Tabela 4. Estimativas dos coeficientes de correlação da Pearson entre as características de conformação do corpo e da coxa com preditores de valores genéticos para a produção de leite, gordura e proteína**

	Estatura	Altura ao garrote	Tamanho	Largura do tórax	Profundidade	Lombo	Ponto de partida	Largura de alça
HTPL	0.21*	-0.07*	0.01	-0.06*	-0.12*	0.02	0.08*	0.18*
HTPGK	0.16*	-0.04*	0.08*	0.01	-0.05*	-0.00	0.04*	0.09*
HTPPK	0.17*	-0.07*	0.05*	-0.06*	-0.12*	-0.05*	0.07*	0.08*

HTPL: Predição de valor genético para o leite, HTPGK: Predição de valor genético para a gordura, HTPPK: Predição de valor genético para a proteína.

\* Correlações com significado estatístico ( $P < 0,001$ ).

Embora as estimativas neste estudo fossem correlações entre valores genéticos, elas eram semelhantes às correlações genéticas relatadas em uma população de vacas



Holstein primíparas na Turquia pela [Tapki & Ziya GÜZEY \(2013\)](#), que foi de 0,24, mas maior do que a relatada em outra população da mesma raça em vacas em terceiro parto no mesmo país, que foi de 0,14 ([Duru et al., 2012](#)), indicando que a estatura animal influencia a capacidade de produção de leite. Nos galpões, recomenda-se selecionar animais com uma pontuação STA de 7, pois estas vacas têm a mesma capacidade de produção de leite que as vacas maiores, reduzindo assim o custo de manutenção de energia nestes animais. A correlação encontrada entre PUNA e HTPL foi baixa e positiva (0,08), divergindo parcialmente com outros autores ([Weller & Ezra, 2016](#)) que relataram valores negativos e baixos (-0,04). A correlação entre ANCA e HTPL foi maior (0,18) e semelhante àquelas relatadas no gado Holstein turco ([Duru et al., 2012](#)), onde relataram uma correlação de 0,19 entre as mesmas características. A ANCA determina a separação entre as pernas traseiras da vaca e quanto mais afastadas estiverem, mais largo será o úbere, permitindo ao úbere armazenar e produzir uma quantidade maior de leite ([Getu & Misganaw, 2015](#)). As correlações entre ANCA com HTPGK e HTPPK foram baixas e significativamente diferentes  $p < 0,001$  (0,09 e 0,08, respectivamente). SU tinha uma correlação positiva com HTPL (0,28), um resultado que indica que vacas com úberes fortes, grandes e bem implantados produzem mais leite. Das características SU, o PU tinha uma correlação baixa e negativa com HTPL (-0,05), (Tabela 5).

**Tabela 5. Estimadores dos coeficientes de correlação da Pearson entre as características de conformação do úbere com os preditores de valores genéticos para a produção de leite, gordura e proteína**

	Profundidade do úbere	Textura	Ligamento mediano	Inserção anterior do úbere	Posição anterior do mamilo	Comprimento do mamilo	Inserção do úbere posterior		Posição posterior do mamilo
							Comprimento	Largura	
<b>HTPL</b>	-0.05*	0.33*	0.40*	0.26*	0.35*	0.05*	0.33*	0.37*	0.47*
<b>HTPGK</b>	0.01	0.24*	0.29*	0.21*	0.24*	-0.05*	0.24*	0.24*	0.31*
<b>HTPPK</b>	0.02*	0.27*	0.34*	0.20*	0.29*	-0.07*	0.30*	0.31*	0.35*

HTPL: Predição de valor genético para o leite, HTPGK: Predição de valor genético para a gordura, HTPPK: Predição de valor genético para a proteína.

\* Correlações com significado estatístico ( $P < 0,001$ ).

Para as mesmas características, no gado Holstein da Itália ([Samoré et al., 2010](#)) relataram correlações genéticas negativas (-0,37), mas inferiores às relatadas na Colômbia ([Corrales et al., 2012](#)), onde encontraram uma correlação negativa e alta (-0,72). Os resultados mostram que, nessas populações, as vacas com alto potencial de produção de leite têm uma profundidade de úbere mais rasa, uma vez que os animais com úbere raso têm pouca quantidade de tecido mamário e, portanto, sua capacidade de produção e armazenamento é limitada ([Piccardi et al., 2012](#)).





Similar ao PU, LONPE mostrou uma baixa correlação de valores genéticos com HTPL (0,05 respectivamente;  $p < 0,001$ ). As demais características do SU mostraram uma correlação positiva e moderada com HTPL, destacando a correlação entre HTPL com POSPP (0,47) e LM (0,40) (Tabela 5). Estes resultados coincidem com os relatados na Colômbia (Corrales *et al.*, 2012), uma população na qual foi encontrada uma correlação positiva entre HTPL com AIUP e BF, porque úberes largos com alta inserção estão relacionados com a quantidade de tecido mamário e maior capacidade de armazenamento de leite. A relação entre HTPL e POSPP pode se dever em grande parte ao fato de que animais com tetas bem posicionadas são mais fáceis de ordenhar e, portanto, tendem a produzir mais leite e, ao mesmo tempo, podem ter uma menor incidência de doenças da glândula mamária. Correlações entre as características dos SU e HTPGK e HTPPK mostraram tendências similares às do HTPL, resultados que indicam que uma boa conformação do úbere contribui para aumentar a capacidade de produção de leite, gordura e proteína (Ptak *et al.*, 2011).

Vários autores concordam que as vacas com boa locomoção tendem a ser grandes produtoras de leite e permanecem no rebanho por mais tempo do que as vacas com pontuação ruim no sistema de pernas (Wasana *et al.*, 2015). Neste estudo, as correlações de valores genéticos entre SP e HTPGK, e HTPPK foram baixas (0,06 e 0,08 respectivamente), similares às correlações genéticas relatadas numa população Holstein da Itália (Battagin *et al.*, 2013), que encontrou uma correlação de 0,07 com HTPGK e 0,02 com HTPPK. A correlação de SP com HTPL também foi baixa (0,08), diferente daquela relatada na mesma população, na qual eles estimaram uma correlação de 0,24. As características individuais de SP que apresentaram a maior correlação com HTPL foram ANPEZ e CALHU (0,22 e 0,34, respectivamente), enquanto estes mesmos CC apresentaram uma correlação média com HTPGK e HTPPK (Tabela 6).

No gado Holstein da Espanha, Pérez-Cabal & Alenda (2006) relatou uma baixa correlação genética positiva de 0,12 entre VPPT e HTPL, resultados que coincidem com os relatados neste estudo, onde foi encontrada uma correlação de 0,16. No Reino Unido, Holstein cattle Ptak *et al.* (2011) sugeriram que as pernas e cascos estão indiretamente relacionadas à produção de leite, uma vez que vacas com escores ruins para ANPEZ, VLPT e VPPT mostram uma deterioração na longevidade, produção e fertilidade, além de serem características relacionadas à repetição do serviço aos 56 dias; sugerindo que animais com bons escores para pernas podem ter menor probabilidade de repetir o serviço, reduzindo os dias abertos (Wall *et al.*, 2005). A importância das características de SP nos sistemas de produção é que as vacas têm que se deslocar diariamente para serem ordenhadas e se não tiverem boa força de membros e locomoção, com o tempo isto pode causar uma deterioração na vida produtiva (Kern *et al.*, 2015).



Tabela 6. Estimadores dos coeficientes de correlação da Pearson entre a conformação das pernas e as características de angularidade com preditores de valores genéticos para a produção de leite, gordura e proteína

	Ângulo do casco	Profundidade e do calcanhar	Qualidade dos ossos	Vista lateral das pernas traseiras	Vista posterior das pernas traseiras	Angularidade
HTPL	0.22*	0.16*	0.34*	0.12*	0.16*	0.34*
HTPGK	0.19*	0.17*	0.24*	0.06*	0.15*	0.27*
HTPPK	0.20*	0.17*	0.28*	0.08*	0.16*	0.30*

HTPL: Predição de valor genético para o leite, HTPGK: Predição de valor genético para a gordura, HTPPK: Predição de valor genético para a proteína.

\* Correlações com significado estatístico ( $P < 0,001$ ).

A correlação entre AG e HTPL encontrada neste estudo foi positiva (0,34) (Tabela 6), semelhante à encontrada na população Holstein brasileira (Campos *et al.*, 2015) onde relataram uma correlação (0,38). Da mesma forma, nas vacas Holstein turcas, Duru *et al.* (2012) relataram uma correlação positiva de 0,21 para as mesmas características, enquanto na Colômbia, Corrales *et al.* (2012) relataram uma correlação inferior (0,14). Embora a metodologia para encontrar a relação entre as características fosse diferente, os resultados no México são semelhantes aos apresentados na Itália em Brown Swiss cattle (Samoré *et al.*, 2010), com uma correlação entre AG e HTPL de 0,36. Com os resultados encontrados, pode-se inferir que vacas mais anguladas tendem a produzir mais leite, porque animais com maior separação entre as costelas e maior ângulo têm melhor capacidade corporal; além disso, os animais tendem a ter ossos mais achatados, um aspecto importante na deposição e extração de cálcio durante a lactação (Carvajal-Hernández *et al.*, 2002).

## CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Os resultados mostram que é possível utilizar dados fenotípicos das características de conformação como preditores precoces da produção de leite no gado Holstein, destacando as características SU e SP; mas é aconselhável levar em conta as outras características morfológicas. A obtenção de valores genéticos e a realização de programas de criação levarão a vacas mais funcionais e lucrativas. A quantidade de proteína e gordura também estão positivamente associadas a algumas características de conformação, especialmente do sistema do úbere, por exemplo, POSPP, LM e ANIUP. Para determinar a relação genética entre CC com características produtivas, é necessário realizar análises bivariadas e determinar as correlações genéticas entre os diferentes características, o que pode reforçar os resultados encontrados neste estudo.



## AGRADECIMENTOS E FONTE DE FINANCIAMENTO

Agradecimento à Associação Holstein do México pelas informações fornecidas. Este projeto foi financiado pelo Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal do Instituto Nacional de Pesquisa Florestal, Agrícola e Pecuário,, sob o nome "Estudo da consanguinidade e seu efeito sobre os traços produtivos e reprodutivos no gado Holstein" com o número SIGI: 11513634465.

## LITERATURA CITADA

ASOCIACIÓN HOLSTEIN DE MÉXICO. 2021. Holstein de México, A.C. Sitio web: <https://holstein.com.mx/>

BATTAGIN M, Sartori C, Biffani S, Penasa M, Cassandro M. 2013. Genetic parameters for body condition score, locomotion, angularity, and production traits in Italian Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*. 96(8):5344–5351. ISSN 0022-0302. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6352>

CAMPOS RV, Cobuci JA, Kern EL, Costa CN, McManus CM. 2015. Genetic parameters for linear type traits and milk, fat, and protein production in holstein cows in Brazil. *Asian-Australas J Anim Sci*. 28(4):476-84. PMID: 25656190; PMCID: PMC4341096. <https://doi.org/10.5713/ajas.14.0288>

CARVAJAL-HERNÁNDEZ M, Valencia-Heredia RE, Segura-Correa CJ. 2002. Duración de la lactancia y producción de leche de vacas Holstein en el Estado de Yucatán, México. *Revista Biomédica*. 13(1):25–31. <https://doi.org/10.32776/revbiomed.v13i1.292>

CORRALES J, Cerón-Muñoz M, Cañas J, Herrera C, Calvo S. 2012. Parámetros genéticos de características de tipo y producción en ganado Holstein del departamento de Antioquia. *MVZ Córdoba*. 17(1):2870–2877. <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=83599>

DE JONG G. 2020. Progress of type armonisation. v1. <http://www.whff.info/documentation/documents/WHFFprogressoftypeharmonisation2020.pdf>

DE VRIES A. 2017. Economic trade-offs between genetic improvement and longevity in dairy cattle. PMID: 28215896. *Journal of Dairy Science*. 100(5):4184–4192. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11847>



DURU S, Kumlu S, Tuncel E. 2012. Estimation of variance components and genetic parameters for type traits and milk yield in Holstein cattle. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 36(6):585–591. <https://doi.org/10.3906/vet-1012-660>

GETU A. Misganaw G. 2015. The Role of Conformational Traits on Dairy Cattle Production and Their Longevities. *Open Access Library Journal*. 2:1-9. <https://doi.org/10.4236/oalib.1101342>

KERN EL, Cobuci JA, Costa CN, McManus CM, Campos GS, Almeida TP. 2015. Genetic association between longevity and linear type traits of holstein cows. *Scientia Agricola*. 72(3):203–209. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0007>

MADRID S, Echeverri J. 2014. Association between conformation traits and productive performance in Holstein cows in the department of Antioquia, Colombia. *Veterinaria y Zootecnia*. 8(1):35–47. ISSN 2011-5415. <https://doi.org/10.17151/vetzo.2014.8.1.3>

MANAFIAZAR G, Goonewardene L, Miglior F, Crews DH, Basarab JA, Okine E, Wang Z. 2015. Genetic and phenotypic correlations among feed efficiency, production and selected conformation traits in dairy cows. *Animal*. 10(3):381–389. PMID: 26549643. <https://doi.org/10.1017/S1751731115002281>

MIGLIOR F, Fleming A, Malchiodi F, Brito LF, Martin P, Baes CF. 2017. A 100-Year Review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 100(12):10251–10271. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12968>

MISZTAL I, Legarra A. 2017. Invited review: Efficient computation strategies in genomic selection. *Animal*. 11(5):731–736. <https://doi.org/10.1017/S1751731116002366>

JOSÉ MORO MJ, Ruiz LFJ. 1998. Mejoramiento genético de características de conformación en ganado Holstein. *Veterinaria México*. 29(4):385-398. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=15539>

PÉREZ-CABAL MA, García C, González-Recio O, Alenda R. 2006. Genetic and phenotypic relationships among locomotion type traits, profit, production, longevity, and fertility in Spanish dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 89(5):1776–1783. PMID: 16606749. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72246-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72246-9)

PICCARDI M, Balzarini M, Bó GA, Funes AC. 2012. Asociación entre las características morfológicas y la producción de leche en vacas Holstein. *Revista Veterinaria*. 23(2):134–137. ISSN: 1668–4834. <https://doi.org/10.30972/vet.2321793>



PTAK E, Jagusiak W, Zarnecki A, Otwinowska-Mindur A. 2011. Heritabilities and genetic correlations of lactational and daily somatic cell score with conformation traits in Polish Holstein cattle. *Czech Journal of Animal Science*. 56(5):205–212. <https://doi.org/10.17221/1432-cjas>

Ruiz, L.F.J., García, R.A. Cortes H.J.G, 2020. ¿Qué Toro? Evaluación genética cuatrimestral de toros y vacas Holstein para producción, componentes y células somáticas de leche, longevidad y conformación. Estudio No 61, agosto 2020. INIFAP CENID FyMA. Querétaro, México. <https://holstein.com.mx/servicios/evaluaciones-geneticas/#>

SAMORÉ AB, Rizzi R, Rossoni A, Bagnato A. 2010. Genetic parameters for functional longevity, type traits, somatic cell scores, milk flow and production in the Italian Brown Swiss. *Italian Journal of Animal Science*. 9(2):145–152. ISSN: 1828-051X. <https://doi.org/10.4081/ijas.2010.e28>

SAS Institute. 2019. Statistical Analysis Software SAS/STAT®. Version 9.3, Cary, N.C., USA: SAS Institute Inc., ISBN: 978-1-60764-599-3. [https://www.sas.com/es\\_mx/industry/life-sciences/solution/real-world-evidence.html](https://www.sas.com/es_mx/industry/life-sciences/solution/real-world-evidence.html)

TAPKI I, Ziya GÜZEY M. 2013. Genetic and Phenotypic Correlations between Linear Type Traits and Milk Production Yields of Turkish Holstein Dairy Cows. *Green Journal of Agricultural Sciences*. 3(11):755–761. ISSN: 2276-7770. <https://doi.org/10.15580/GJAS.2013.11.072913763>

TOLEDO HO, Ruiz-López FJ, Vásquez CG, Berruecos JM, Elzo MA. 2014. Estimation of genetic parameters for milk production in Holstein cattle in Mexico under two modes of production control. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*. 5(4):443–457. ISSN 2448-6698. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v5i4.4016>

VALENCIA M., Montaldo HH, Ruíz-Lopez FJ. 2008. Parámetros genéticos para características de conformación, habilidad de permanencia y producción de leche en ganado Holstein en México. *Técnica Pecuaria en México*. 46(3):235–248. ISSN: 0040-1889. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v46i3.1807>

VAN RADEN PM, Cole J, Parker Gaddis KL. 2021. Net merit as a measure of lifetime profit: 2021 revision. *AIPL Research Reports*. e-353707. <https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=353707>



WALL E, White IMS, Coffey MP, Brotherstone S. 2005. The relationship between fertility, rump angle, and selected type information in Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science*. 88(4):1521–1528. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72821-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72821-6)

WASANA N, Cho GH, Park SB, Kim SD, Choi JG, Park BH, Do CH. 2015. Genetic relationship of productive life, production and type traits of Korean Holsteins at early lactations. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 28(9):1259–1265. PMID: 26194223. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0034>

WAYNE WD. 2017. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. Limusa. 4th ed. Pp. 432-470. México. ISBN: 978-968-18-6164-3. <https://www.academia.edu/17988752>

WELLER JI, Ezra E. 2016. Genetic and phenotypic analysis of daily Israeli Holstein milk, fat, and protein production as determined by a real-time milk analyzer. *Journal of Dairy Science*. 99(12):9782–9795. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11155>

World Holstein Friesian Federation. 2018. World Holstein Friesian Federation. Sitio web. <http://www.whff.info/index.php>

ZAVADILOVÁ L, Štípková M. 2012. Genetic correlations between longevity and conformation traits in the Czech Holstein population. *Czech Journal of Animal Science*. 57(3):125–136. <https://doi.org/10.17221/5566-cjas>