

Estudio de las correlaciones entre valores genéticos producción – reproducción y tipo lineal de los toros Holstein en Ecuador

Maldonado, D.A. ^{1@}; Duchi, N.A. ¹; Díaz, H. ¹; Taolombo, P.A. ¹; Navas González, F.J. ^{2,3}; y Delgado Bermejo, J.V. ^{2,3}

¹Escuela Superior de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Zootecnia. Sede Orellana-Coca y Sede Riobamba -Ecuador.

²Andalusian Institute of Agricultural Research and Training (IFAPA), Alameda del Obispo, Córdoba, España.

³Departamento de Genética. Universidad de Córdoba. España.

RESUMEN

En Chimborazo-Ecuador se estudió las correlaciones entre PTA (habilidad de transmisión predicha) de toros Holstein con valores genéticos disponibles en Ecuador: Producción-Tipo lineal-Reproducción, mediante el uso de banco de datos de toros Holstein utilizados en EEUU, que son comercializados en Ecuador; de los cuales se seleccionó 25 toros, los datos se procesaron mediante estadística descriptiva y análisis de correlación lineal por el método de Pearson utilizando SPSS versión Statistic 19. Entre parámetros productivos y reproductivos, el 56% de las características no se correlacionan, es decir son independientes; las que progresan de manera directa son PL=Vida productiva y LIV=Habitabilidad con DPR=Tasa de preñez de las hijas; P=Vida productiva; y LIV= Habitabilidad con CCR=Tasa de concepción de la vaca; PL=Vida productiva con HCR=Tasa de concepción de las hijas; PL=Vida productiva y LIV=Habitabilidad con FI= Índice de fertilidad. Con correspondencia a la correlación entre parámetros productivos y de tipo lineal, se indica que el 82,61% de las características son independientes; mientras que para PTAP= Habilidad predicha de trasmisión de proteína, PTAF=Habilidad predicha de trasmisión de grasa con CL=Carácter lechero; PTAP= Habilidad predicha de trasmisión de proteína con RLSV=; PTAM=Habilidad predicha de trasmisión de leche con TL=Longitud de pezones anteriores, progresan de manera directa. Para la correlación entre parámetros reproductivos y de tipo lineal el 67,82% de las características son independientes; los que progresan de manera directa son: SRC con PTAT; SCR con BDI=Índice de composición de cuerpo; SCR con RH=Altura ubre posterior.

Study of correlations between genetic values production - reproduction and type in Holstein breed sires in Ecuador

SUMMARY

In Chimborazo-Ecuador study of correlations between predicted ability to transmit protein (PTAP): Production-, type, and Reproduction of Holstein sires were analysed, using the database of bulls available in the US, marketed in Ecuador; 25 bulls were selected; the data were processed by descriptive statistics, and linear correlation analysis was performed by the Pearson method using SPSS Statistic version 19. In the correlation between productive and reproductive parameters, this indicated that 56% of the characteristics are not correlated, so, they are independent. That progress directly (correlated) are: daughters' pregnancy rate (DPR) with productive life (PL) and habitability (LIV). In addition, the daughter's conception rate (HCR) was correlated with predicted ability to transmit protein (PTAP) and cow's conception rate (CRC) with LIV. In reference to the correlations between productive and type parameters, it was observed that 82.61% of the characteristics were independent. Dairy temperament (DF) was correlated with PTAP and predicted ability of fat transmission (PTAF). For the correlation between reproductive and type parameters, 67.82% of the characteristics are independent. PTAT was directly correlated with cup of conception of the bull (SCR) same as index udder Holstein (JUI) with SCR. For this reason, the producers should select the studs looking for the characteristics that are correlated, because this influence the development of livestock.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Holstein.
Productivos.
Reproductivos.
Tipo lineal.
Habilidad de transmisión predicha (PTA).

ADDITIONAL KEYWORDS

Holstein.
Productive.
Reproductive.
Linear composite Indexes.
Predicted Transmitting Ability (PTA).

INFORMATION

Cronología del artículo.
Recibido/Received: 30.05.2021
Aceptado/Accepted: 16.12.2021
On-line: 15.01.2022
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:
diego.maldonado@esPOCH.edu.ec

INTRODUCCIÓN

La crianza de ganado bovino constituye la principal actividad pecuaria en cuanto a su aporte a la economía de cada país. Los productores y criadores de ganado lechero buscan maximizar las ganancias genéticas en

rasgos de importancia económica. Durante décadas, la selección genética se ha incrementado de manera sustancial como parte de la productividad del ganado de granja (VanRaden, 2004) (VanRaden, 2004), (Oltenuacu and Broom, 2010), (García-Ruiz et al., 2016); que presenta una fuerte asociación con la rentabilidad de

la ganadería (Thompson et al., 2015). El objetivo del mejoramiento en ganado de leche, se equilibra con énfasis en la selección de los rasgos de rendimiento, tipo lineal, salud y fertilidad. En la mayoría de los sistemas de cruzamiento se utiliza (Inseminación artificial) IA, y la proporción de uso de progenitores jóvenes no comprobados aumenta del 41.2% en 2009 al 64.7% en 2018 (Hagan et al., 2020). Por lo general, la mayor cantidad de programas de selección se han centrado en gran medida en la producción de leche, con cierto énfasis en los rasgos de tipo lineal, ya que éste criterio se incluye en los de importancia económica y registro sistemático de datos (Miglior et al., 2017). Sin embargo, la presión de selección genética para los rasgos de producción, ha resultado en una selección indirecta desfavorable, debido a que reduce la salud y la fertilidad, destacando la existencia de correlaciones genéticas antagónicas entre los rasgos económicamente importantes (Miglior et al., 2017). Ciertos estudios indican que existe una relación general desfavorable entre la producción de leche y el rendimiento reproductivo (Melendez and Pinedo, 2007), (VanRaden et al., 2014) así como entre la producción de leche y los rasgos de salud (Kadarmideen et al., 2000). Estos resultados confirman aún más la importancia de considerar las correlaciones genéticas al seleccionar múltiples rasgos. Por lo que (Kadarmideen et al., 2000), definieron estas correlaciones cómo la superioridad genética para un rasgo que tiende a heredarse con superioridad o inferioridad genética para otro rasgo (Martin et al., 2019). La causa de una correlación genética se puede encontrar a nivel genómico, debido a la vinculación o pleiotropía entre las regiones que influyen en los rasgos considerados (Rauw et al., 1998). Por lo tanto, las estimaciones de las correlaciones genéticas son específicas de la población seleccionada, ya que están influenciadas por las frecuencias de alelos de esa población (Hill and Mackay, 2004).

En los sistemas de cruzamiento para la producción de ganado de leche en Ecuador, se ha utilizado en su mayoría razas bovinas Hostein, Jersey, Brown Swiss, y los cruces entre varias razas con resultados satisfactorios (Ortega et al., 2007); (Urdaneta, 2009). Es así como, desde hace varios años los ganaderos a pequeña y gran escala han trabajado con un genotipo lineal racial que se ajuste a sus necesidades productivas logrando adaptarse a las condiciones agroecológicas. El ganado de leche de la raza Holstein, pertenece a la especie *Bos taurus*, es considerado pilar fundamental de la producción pecuaria en todas o casi todas las áreas del planeta, ya que, al ser rumiante, transforma las materias vegetales en proteínas de alto valor biológico (leche) (Zambrano, 2006).

Los parámetros de tipo lineal, reproductivos y productivos juegan un papel de vital importancia en las Unidades de Producción Animal (UPAS) de ganado de leche, ya que su finalidad es orientar al ganadero a mantener la rentabilidad de la unidad pecuaria; además, ayudan a valorar el éxito de los programas de manejo reproductivo que se lleve a cabo en las UPAS (<http://www.holsteinusa.com/software/rbo.html>).

En investigaciones realizadas, sobre niveles de producción y potencial reproductivo en diferentes razas lecheras, tomando en consideración promedios na-

cionales, se pudo observar que los animales mestizos Holstein presentaron mejor comportamiento productivo; éstos resultados crean las condiciones para establecer programas de evaluación y selección de hembras con los mejores niveles productivos, así como la posibilidad de evaluación del comportamiento de los diferentes grupos raciales de una determinada zona (Rodríguez Neira et al., 2013). Con el paso de los años (<http://www.holsteinusa.com/software/rbo.html>), las ganaderías se han visto obligadas a tomar en consideración, la influencia de las características morfológicas, anatómicas, sobre el incremento de la eficiencia y rentabilidad de la empresa lechera; debido a que los ganaderos asocian los caracteres de conformación y tipo lineal con una alta productividad; por lo que el ganado adquiere un mayor valor comercial.

Algunas características de baja heredabilidad son la fertilidad de las hembras y resistencia a las enfermedades, con valores de 0.03 (Rodríguez-Martínez et al., 2008); al ser muy baja, su progreso genético es muy lento (Sbardella and Gaya, 2010), (Camargo, 2012). Las pérdidas económicas por problemas reproductivos son atribuidas principalmente a intervalo entre partos prolongados, incremento en los costos de inseminación, pocos terneros por vaca al año, incremento de descarte de animales, elevados costos de reemplazo y menor vida productiva de las vacas (Wall et al., 2003), (Camargo, 2012). A pesar de lo explicado, el desempeño reproductivo de los animales no fue incluido por muchos años en programas de mejoramiento genético a nivel mundial, ya que la selección se mantenía orientada hacia la producción lechera, en donde en los índices de selección además de las características productivas, se incluyeron características reproductivas y de salud (Miglior et al., 2005). Es importante recalcar que en los últimos años, algunos países han incluido características de fertilidad en sus índices de selección, debido a que consideran que su incorporación en esquemas de mejoramiento genético en ganado de leche tiene gran importancia a nivel económico (Walsh et al., 2011).

Otros de los rasgos que se consideran rentables dentro de la ganadería de leche, es la longevidad, ya que mejorada da como resultado un menor costo de reemplazo, una mayor intensidad de selección y una mayor proporción de vacas maduras más productivas (Essl, 1998). Se mide como la duración de la vida productiva expresada en días, siendo importante para realizar una evaluación genética de rutina de longevidad directa (Ducrocq, 2005), (Forabosco et al., 2009). El análisis de supervivencia se ha aplicado para investigar la relación entre la duración de la vida productiva y otros rasgos funcionales, entre ellos los rasgos de tipo lineal, que se utilizan con mayor frecuencia como predictores tempranos indirectos de longevidad. La mayoría de los estudios han demostrado el impacto beneficioso de una buena conformación de la ubre (especialmente la profundidad de la ubre) en la longevidad. La influencia de los rasgos de tipo lineal restantes difiere entre razas, países o incluso entre estados de registro (Berry et al., 2005), (Sewalem et al., 2006).

Este estudio se centró en valorar las correlaciones entre rasgos seleccionados para la población de ganado Holstein comercializado en Ecuador. Se estimaron las

correlaciones que no se han estudiado previamente, ya que las investigaciones que se han llevado a cabo refiere a correlaciones entre variables productivas entre los rasgos seleccionados. Por lo que los resultados se utilizarán específicamente en estudios de índice de selección, estrategias de mejoramiento y respuesta estimada de selección, que básicamente servirán para que los ganaderos puedan escoger de manera adecuada a los toros, basado en los rasgos de importancia económica, para cada una de sus ganaderías, tomando en consideración las diferentes correlaciones genéticas. Por lo que se estudió las correlaciones entre valores genéticos producción – reproducción y tipo lineal de los toros Holstein en Ecuador, obtenido en base a la aplicación del sistema de calificación de las características fenotípicas, morfológicas, del tipo lineal productor lechero, “clasificación lineal” sobre el volumen de producción láctea y eficiencia reproductiva alcanzadas en dicha raza.

MATERIAL Y MÉTODOS

El tamaño de la muestra de la investigación realizada fue de 25 toros Holstein registrados en EEUU y comercializados en Ecuador. Las variables que se tomaron en consideración para analizar las correlaciones fueron: Parámetros reproductivos: tasa de concepción del toro (SCR), tasa de concepción de la vaca (CCR), tasa de concepción de las hijas (HCR), tasa de preñez de las hijas (DPR). Parámetros productivos (PTA): habilidad predicha de transmisión de leche (PTAM); habilidad predicha de transmisión de proteína (PTAP); habilidad predicha de transmisión de grasa (PTAF); vida productiva (PL); habitabilidad (LIV). Parámetros de Tipo lineal: Tipo lineal (PTAT), índice ubre Holstein (JUI), estatura (ST), fortaleza (SR), temperamento lechero (DF), ángulo de anca (RA), ancho de anca (RW), patas traseras (RL), ángulo de la pezuña (FA), ubre anterior (FU), altura ubre posterior (RH), anchura ubre posterior (RUW), soporte de ubre (UC), profundidad de ubre (UD), colocación de pezones (TP), longitud pezones anteriores (TL), vista posterior pezones traseros (RTP), vista lateral pezón trasero (RTP). La información fue tomada de acuerdo a la categoría de la variable de cada toro del Red Book (<http://www.holsteinusa.com/software/rbo.html>). Se aplicó un análisis de correlación por el método de Pearson, mediante el uso del software SPSS Statistic 19, para medir la fuerza o grado de relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas que presenta una distribución normal bivariada conjunta (Palmer et al., 2001, Restrepo and González, 2007). El valor del índice de correlación varía en el intervalo (-1, +1) (Gutiérrez García, 2010) e indica las variables que progresan directa, inversa o independiente una referente a otra (Palmer et al., 2001).

La fórmula que se utilizó para la determinación del tamaño de la muestra fue:

$$n = \frac{N S^2 Z^2}{(N - 1)\sigma + S^2 Z^2}$$

N	35		
Desviación (S)	0,5	0,25	
Z	1,96	3,8416	
σ	0,01		n= 25

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Coefficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y reproductivas.

Las características de conformación son parte de los criterios o índices de selección recomendados o desarrollados en distintos países que combinan evaluaciones genéticas de características de producción, reproducción, funcionales, longevidad y conformación, con el fin de evaluar el mérito económico total de los animales con fines de selección.

De acuerdo a los análisis realizados entre todas las variables reproductivas y productivas, se presentó correlaciones que se pueden observar en el **Tabla I**; la habilidad predicha de transmisión de leche en relación con la tasa de preñez de las hijas y la tasa de concepción de la vaca progresa en dirección opuesta es decir no presenta correlación genética. Mientras que la tasa de concepción de las hijas se expresa de manera independiente con la habilidad predicha de transmisión de leche; la tasa de concepción del toro y el índice de fertilidad es decir no demuestran correlación genética.

La habilidad predicha de transmisión de proteína en relación con la tasa de preñez de las hijas, la tasa de concepción de la vaca, tasa de concepción de las hijas, tasa de concepción del toro y el índice de fertilidad no presentan correlación genética, **Tabla I**.

La habilidad predicha en transmisión de grasa en relación con la tasa de preñez de las hijas, la tasa de concepción de la vaca, la tasa de concepción de las hijas, la tasa de concepción del toro y el índice de fertilidad no presentan correlación genética, **Tabla I**.

La vida productiva en relación con la tasa de preñez de las hijas, tasa de concepción de la vaca, la tasa de concepción de las hijas y el índice de fertilidad progresan en la misma dirección, es decir presentan correlación genética con la vida productiva, **Tabla I**.

La habitabilidad en relación con la tasa de preñez de las hijas, la tasa de concepción de la vaca y el índice de fertilidad progresan en la misma dirección, es decir presentan correlación genética. Pero la tasa de concepción de las hijas y la tasa de concepción del toro progresan de forma independientemente en relación a la habitabilidad, **Tabla I**.

Las correlaciones fenotípicas entre características reproductivas y de calidad de la leche fueron bajas en ganado polaco blanco y negro (Jagusiak, 2006), Holstein de New Zelanda (Yang et al.), y Holstein en Japón (Abe et al., 2009) de los cuales se obtuvieron resultados similares a los reportados en la presente investigación.

CORRELACIÓN PARA LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y CARACTERÍSTICAS DE TIPO LINEAL.

La habilidad predicha de transmisión de leche en relación con: la habilidad predicha de transmisión tipo lineal, la composición de ubre, composición de patas y pezuñas, el índice de composición de cuerpo, carácter lechero, estatura, temperamento lechero, fortaleza, profundidad de cuerpo, ángulo de anca, ancho de anca, patas vista lateral, patas vista posterior, ángulo de la pezuña, puntuación de patas y pezuñas, ubre anterior,

Tabla I. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y reproductivas (Pearson correlation coefficients, for productive and reproductive traits).

	DPR	CCR	HCR	SCR
PTAM	-0,572	-0,497	-0,397	-0,459
PTAP	0,017	0,107	-0,233	-0,159
PTAF	-0,061	0,165	-0,119	-0,035
PL	0,742	0,805	0,448	-0,026
LIV	0,549	0,598	0,270	-0,116

DPR=Tasa de preñez de las hijas; CCR=Tasa de concepción de la vaca; HCR=Tasa de concepción de las hijas; SCR=Tasa de concepción del toro; PTAM=Habilidad predicha de transmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de transmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de transmisión de grasa; PL=Vida productiva; LIV=Habitabilidad. Accedido de (Maldonado Arias, 2019).

altura ubre posterior, anchura ubre posterior, soporte de ubre, profundidad de ubre, colocación de pezones anteriores y colocación de pezones posteriores mantienen una correlación genética independiente. Mientras que la longitud de pezones anteriores presenta correlación genética directa, **Tabla II**.

La habilidad predicha de transmisión de proteínas en relación con la habilidad predicha de transmisión tipo lineal, la composición de ubre, composición de patas y pezuñas y el índice de composición de cuerpo presentan una correlación genética independiente. En tanto el carácter lechero progresa en la misma dirección existiendo así una correlación genética con la habilidad predicha de transmisión de proteínas, **Tabla II**.

La habilidad predicha de transmisión de grasa en relación con: la habilidad predicha de transmisión tipo, composición de ubre, composición de patas y pezuñas y el índice de composición de cuerpo, estatura, temperamento lechero, fortaleza, profundidad de cuerpo progresan genéticamente de manera independiente. Pero el carácter lechero progresa de forma directa existiendo la correlación genética con la habilidad predicha de transmisión de grasa. En cambio, el ángulo de anca progresa en dirección opuesta es decir no hay correlación genética.

La vida productiva en relación con la habilidad predicha de transmisión tipo lineal, composición de ubre, composición de patas, pezuñas, ángulo y ancho de anca y patas vista lateral; ubre anterior, altura ubre posterior, anchura ubre posterior y soporte de ubre mantienen una correlación genética independiente. El índice de composición de cuerpo progresa en la misma dirección existiendo así la correlación genética; el carácter lechero, fortaleza y la estatura son independientes en correlación genética a la vida productiva. El temperamento lechero, profundidad de cuerpo, patas vista posterior, ángulo de la pezuña y puntuación de patas, pezuñas; profundidad de ubre progresa en dirección opuesta, **Tabla II**.

CORRELACIÓN DE PEARSON, PARA LAS CARACTERÍSTICAS LINEALES Y REPRODUCTIVAS.

La tasa de preñez de las hijas en relación con la habilidad predicha de transmisión de tipo lineal y la composición de ubre, índice de composición de cuerpo, ángulo de anca, patas vista lateral, puntuación de patas

y pezuñas, ubre anterior son independientes en cuanto a correlación genética;

La composición de patas y pezuñas, carácter lechero, estatura, temperamento lechero, fortaleza, profundidad de cuerpo, ancho de anca, patas vista posterior y ángulo de la pezuña, fortaleza progresan en dirección opuesta, **Tabla III**.

La tasa de concepción de la vaca en relación con la habilidad predicha de transmisión de tipo lineal y la composición de ubre, índice de composición de cuerpo, ángulo de anca, ancho de anca y patas vista lateral, soporte de ubre, profundidad de ubre y colocación de pezones anteriores son independientes. Composición de patas y pesuñas, carácter lechero, estatura y temperamento lechero, profundidad de cuerpo, patas vista posterior, ángulo de la pezuña, puntuación de patas y pezuñas y ubre anterior, altura ubre posterior y anchura ubre posterior progresa en dirección opuesta, **Tabla III**.

Tasa de concepción de las hijas en relación con la habilidad predicha de transmisión de tipo lineal, composición de ubre, composición de patas y pesuñas, índice de composición de cuerpo, carácter lechero, estatura, temperamento lechero, fortaleza (-0.041); profundidad de cuerpo; ángulo de anca, ancho de anca, patas vista lateral, patas vista posterior, ángulo de la pezuña; puntuación de patas y pezuñas; ubre anterior, altura ubre posterior, anchura ubre posterior, soporte de ubre; profundidad de ubre, colocación de pezones anteriores, colocación de pezones posteriores y longitud de pezones anteriores son independientes. **Tabla III** (Maldonado Arias, 2019).

Valores similares reporta (Zambrano et al., 2014), en donde indica que las correlaciones fenotípicas fueron bajas, ya que variaron entre -0,17 y 0,16. Los animales de raza Holstein presentan un mayor volumen de producción respecto a los Pardo Suizo y Jersey, en correspondencia con los resultados presentados por (Zambrano et al., 2013), (Ríos-Utrera et al., 2015). Un resultado que se debe resaltar es el efecto del mes de parto sobre la producción de leche. Además, se mantiene la superioridad de la raza, ya que hembras cuyo parto ocurre entre junio y agosto producen 1,2 kg adicionales por día de lactancia en Holstein y Jersey, respecto a los animales cuyos partos ocurren a inicios del año.

Según (Pryce et al., 2002) y (Wall et al., 2003), usando modelos bivariados, se obtuvieron correlaciones fenotípicas bajas entre IEP (intervalo entre partos) y PL con valores menores 0,1 en las dos razas (Holstein y Jersey). Las correlaciones fenotípicas para DA y PL igualmente fueron bajas (menores de 0,1), resultados que fueron semejantes a los obtenidos por (Yang et al.). Sin embargo, la mayoría de los autores determinaron resultados de correlaciones fenotípicas levemente superiores que oscilan entre 0,10 y 0,30 (Abe et al., 2009, Jagusiak, 2006, Vanhala et al., 1998), para NSC (número de servicios por Concepción) y PL la correlación fenotípica fue 0,16 para Jersey y 0,08 para Holstein.

(Kadarmideen et al., 2003, Pryce et al., 2002, Wall et al., 2003) de igual manera determinaron correlaciones fenotípicas bajas para éstas características (menores de 0,2) y de signo positivo, que sustentan los resultados de esta investigación. Las correlaciones fenotípicas entre TC (tasa de concepción) y PL también fueron bajas pero negativas con valores de -0,17 para Holstein y -0,08 para Jersey.

Similares resultados se han encontrado en animales mestizos en el estado Trujillo, (Pino et al., 2009). Este efecto del mes de parto puede representar un aumento de alrededor del 8% en la lactancia total (kg). Estos resultados fueron análogos a los obtenidos por (Abe et al., 2009) quienes obtuvieron valores entre -0,03 y -0,18.

Por otro lado, la correlación genética entre NSC y PL para la raza Holstein fue catalogado como media y de signo positivo (0,45), estos resultados son similares a los obtenidos por (Veerkamp et al., 2001). Así también, la correlación genética entre TC y PL para la raza Holstein fue media, pero de signo negativo (-0,59). Esto concuerda con los resultados obtenidos por (Abe et al., 2009, Veerkamp et al., 2001) quienes reportaron valores que oscilan entre -0,30 y -0,50. Estas asociaciones genéticas indeseables en ganado lechero, indican que las vacas más productivas generalmente son menos fértiles, como consecuencia del desgaste de producir altos volúmenes de leche, que desencadena una serie de problemas; principalmente una baja condición corporal y un balance energético negativo que se presenta entre la 4 y 8 semana posparto, retrasando la primera ovulación posparto y afectando el retorno al estro (Walsh et al., 2011).

Las correlaciones entre los rasgos de producción, reproductivos y de tipo lineal de la presente investigación, son análogos a los realizados en vacas Holstein canadienses, estimaciones para F% y P% con rasgos de tipo lineal fueron inferiores a 0,20; que van desde 0,15 (Profundidad de la ubre (UD) con P%) a -0,03 (FL con P%), siendo las correlaciones entre el contenido de leche y UD y MS significativas; además no se reportó correlación entre los rendimientos de producción y FL, y las correlaciones favorables entre los rendimientos de producción con DS y MS (Martin et al., 2019). La literatura también menciona valores similares a otros estudios en Holstein Iraníes (Mokhtari et al., 2015); Holstein de Uruguay (Frioni et al., 2017). El FY y el F% se correlacionaron favorablemente (0,38), mientras que otras correlaciones entre FY y PY con F% y P% estuvieron

Tabla II. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y características de tipo lineal (Pearson correlation coefficients for productive and type traits).

	PTAT	UDC	FLC	BDI	CL	ST	DF	SR	BD	RA	RW	RLSV	RLRW	FA	FLS	FU	RH	RUW	UC	UD	FTP	RTP	TL
PTAM	-0,207	-0,399	-0,042	0,066	0,235	-0,047	-0,041	0,299	0,010	-0,096	-0,071	0,049	0,078	0,063	0,181	-0,122	-0,068	-0,057	0,086	0,170	-0,043	-0,32	0,49
PTAP	0,153	0,067	-0,195	-0,181	0,471	-0,223	-0,183	0,307	-0,164	-0,383	0,043	0,52	-0,165	-0,004	0,006	0,052	0,050	-0,0107	-0,275	-0,319	-0,093	-0,047	0,039
PTAF	0,171	0,171	-0,161	-0,133	0,511	-0,171	-0,133	0,332	-0,133	-0,428	0,110	0,022	-0,108	0,059	-0,050	0,170	0,047	-0,086	-0,160	-0,123	0,162	0,153	0,125
PL	-0,189	0,059	-0,356	-0,445	-0,220	-0,350	-0,431	-0,378	-0,403	-0,076	-0,121	-0,180	-0,425	-0,518	-0,464	-0,009	-0,319	-0,344	-0,319	-0,378	-0,236	-0,137	0,242
LIV	-0,487	-0,398	-0,422	-0,379	-0,231	-0,382	-0,357	-0,181	-0,340	-0,087	-0,143	-0,239	-0,528	-0,619	-0,829	-0,485	-0,652	-0,491	0,091	-0,430	0,096	0,275	0,196

PTAT=Habilidad predicha de transmisión de tipo lineal; UDC= Composición de ubre; FLC=Composición de patas y pezuñas; BDI=Índice de composición de cuerpo; CL=Carácter lechero; ST=Estatura; DF=Temperamento lechero; SR=Fortaleza; BD=Profundidad de cuerpo; RA=Angulo de anca; RW=Ancho de anca; RLSV=Patas vista lateral; RL=RW=Patas vista posterior; FA=Angulo de la pezuña; FLS=Fundación de patas y pezuñas; FU=Ubre anterior; RH=Altura ubre posterior; RUW=Anchura ubre posterior; UC=Soporte de ubre; UD=Profundidad de ubre; FTP=Colocación de pezones anteriores; RTP=Colocación de pezones posteriores; TL=Longitud de pezones anteriores; PTAM=Habilidad predicha de transmisión de leche; PTAF=Habilidad predicha de transmisión de proteína; PTA=Habilidad predicha de transmisión de grasa; PL=Vida productiva; LIV=Habilidad predicha de transmisión de grasa; Acceído en Maldonado Arias, 2019.

ron cerca de 0 (entre -0.1 y 0.1). Este patrón continúa a los encontrados en investigaciones anteriores (Lembeye et al., 2016).

CONCLUSIÓN

Referente a la correlación entre parámetros productivos y reproductivos, se puede indicar que el 56% de las características no se correlacionan, es decir son independientes. Las que progresan de manera directa representan al 28%(se correlacionan; y el 16% de las características progresan de manera inversa. Con respecto a la correlación entre parámetros productivos y de tipo lineal, se indica que el 82,61% de las características son independientes; el 3,48% progresan de manera directa y el 13,91% de características progresan inversamente.

Para la correlación entre parámetros reproductivos y de tipo lineal el 67,82% de las características son independientes; los que progresan de manera directa representan al 2,61% y 29,57% inverso.

BIBLIOGRAFÍA

- Abe, H., Masuda, Y. & Suzuki, M. 2009. Relationships Between Reproductive Traits Of Heifers And Cows And Yield Traits For Holsteins In Japan. *Journal Of Dairy Science*, 92, 4055-4062.
- Berry, D. P., Harris, B. L., Winkelman, A. M. & Montgomerie, W. 2005. Phenotypic Associations Between Traits Other Than Production And Longevity In New Zealand Dairy Cattle. *Journal Of Dairy Science*, 88, 2962-2974.
- Camargo, O. 2012. La Vaca Lechera: Entre La Eficiencia Económica Y La Ineficiencia Biológica. *Archivos De Zootecnia*, 61, 13-29.
- Ducrocq, V. 2005. An Improved Model For The French Genetic Evaluation Of Dairy Bulls On Length Of Productive Life Of Their Daughters. *Animal Science*, 80, 249-256.
- Essl, A. 1998. Longevity In Dairy Cattle Breeding: A Review. *Livestock Production Science*, 57, 79-89.
- Forabosco, F., Jakobsen, J. H. & Fikse, W. F. 2009. International Genetic Evaluation For Direct Longevity In Dairy Bulls. *Journal Of Dairy Science*, 92, 2338-2347.
- Froni, N., Rovere, G., Aguilar, I. & Urioste, J. I. 2017. Genetic Parameters And Correlations Between Days Open And Production Traits Across Lactations In Pasture Based Dairy Production Systems. *Livestock Science*, 204, 104-109.
- García-Ruiz, A., Cole, J. B., Vanraden, P. M., Wiggans, G. R., Ruiz-López, F. J. & Van Tassell, C. P. 2016. Changes In Genetic Selection Differentials And Generation Intervals In Us Holstein Dairy Cattle As A Result Of Genomic Selection. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, 113, E3995-E4004.
- Gutiérrez García, J. P. 2010. *Iniciación A La Valoración Genética Animal: Metodología Adaptada Al Eees*, Editorial Complutense.
- Hagan, B. A., Moro-Mendez, J. & Cue, R. I. 2020. Realized Genetic Selection Differentials In Canadian Holstein Dairy Herds. *Journal Of Dairy Science*, 103, 1651-1666.
- Hill, W. G. & Mackay, T. F. C. 2004. Ds Falconer And Introduction To Quantitative Genetics. *Genetics*, 167, 1529-1536.
- Jagusiak, W. 2006. Fertility Measures In Polish Black-And-White Cattle. 3. Phenotypic And Genetic Correlations Between Fertility Measures And Milk Production Traits. *Journal Of Animal And Feed Sciences*, 15, 371.
- Kadarmideen, H. N., Thompson, R., Coffey, M. P. & Kossaibati, M. A. 2003. Genetic Parameters And Evaluations From Single-And Multiple-Trait Analysis Of Dairy Cow Fertility And Milk Production. *Livestock Production Science*, 81, 183-195.

Tabla III. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características reproductivas y de tipo lineal (Pearson correlation coefficients for reproductive and type traits).

	PTAT	UDC	FLC	BDI	CL	ST	DF	SR	BD	RA	RW	RLSV	RURW	FA	FLS	FU	RH	RUW	UC	UD	FTP	RTP	TL
DPR	-0,359	0,030	-0,438	0,050	-0,618	-0,477	-0,519	-0,498	-0,549	-0,181	-0,440	0,024	-0,493	-0,547	-0,332	-0,117	-0,470	-0,478	-0,139	-0,350	-0,176	-0,036	0,019
CCR	-0,333	0,021	-0,512	-0,385	-0,500	-0,502	-0,582	-0,350	-0,596	-0,266	-0,385	-0,072	-0,548	-0,562	-0,339	-0,082	-0,524	-0,550	-0,132	-0,380	-0,185	-0,043	-0,051
HCR	-0,085	0,175	-0,186	0,031	-0,263	-0,089	-0,294	-0,041	-0,239	-0,075	-0,221	-0,177	-0,202	-0,215	-0,039	0,185	-0,180	-0,210	-0,127	-0,002	-0,177	-0,234	-0,089
SCR	0,566	0,367	0,317	0,505	0,281	0,326	0,285	0,163	0,333	0,397	0,207	0,159	0,319	0,369	0,296	0,409	0,477	0,367	-0,189	0,325	-0,024	-0,175	0,102
FI	-0,449	-0,108	-0,509	-0,371	-0,620	-0,548	-0,569	-0,381	-0,592	-0,180	-0,489	0,057	-0,555	-0,605	-0,406	-0,294	-0,645	-0,597	0,006	-0,413	-0,108	0,137	-0,012

PTAT=Habilidad predicha de transmisión de tipo lineal; UDC= Composición de ubre; FLC=Composición de patas y pezuñas; BDI=Índice de composición de cuerpo; CL=Carácter lechero; ST=Estatura; DF=Temperamento lechero; SR=Fortaleza; BD=Profundidad de cuerpo; RA=Angulo de anca; RW=Ancho de anca; RLSV=Patas vista lateral; RURW=Patas vista posterior; FA=Angulo de la pezuña; FLS=Fundación de patas y pezuñas; FU=Ubre anterior; RH=Altura ubre posterior; RUW=Anchura ubre posterior; UC=Soporte de ubre; UD=Profundidad de ubre; FTP=Colocación de pezones anteriores; RTP=Colocación de pezones posteriores; TL=Longitud de pezones anteriores; DPR=Taza de preñes de las hijas; CCR=Taza de concepción de la vaca; HCR=Taza de concepción de las hijas; SCR=Taza de concepción del toro; FI=Índice de fertilidad

- Kadarmideen, H. N., Thompson, R. & Simm, G. 2000. Linear And Threshold Model Genetic Parameters For Disease, Fertility And Milk Production In Dairy Cattle. *Animal Science*, 71, 411-419.
- Lembeye, F., López-Villalobos, N., Burke, J. L. & Davis, S. R. 2016. Estimation Of Genetic Parameters For Milk Traits In Cows Milked Once-Or Twice-Daily In New Zealand. *Livestock Science*, 185, 142-147.
- Maldonado Arias, D. F. 2019. Estudio De Las Correlaciones Entre Producción-Reproducción Y Tipo De Los Toros Holstein En Ecuador.
- Martin, P., Baes, C., Houlihan, K., Richardson, C. M., Jamrozik, J. & Miglior, F. 2019. Genetic Correlations Among Selected Traits In Canadian Holsteins. *Canadian Journal Of Animal Science*, 99, 693-704.
- Melendez, P. & Pinedo, P. 2007. The Association Between Reproductive Performance And Milk Yield In Chilean Holstein Cattle. *Journal Of Dairy Science*, 90, 184-192.
- Miglior, F., Fleming, A., Malchiodi, F., Brito, L. F., Martin, P. & Baes, C. F. 2017. A 100-Year Review: Identification And Genetic Selection Of Economically Important Traits In Dairy Cattle. *Journal Of Dairy Science*, 100, 10251-10271.
- Miglior, F., Muir, B. L. & Van Doormaal, B. J. 2005. Selection Indices In Holstein Cattle Of Various Countries. *Journal Of Dairy Science*, 88, 1255-1263.
- Mokhtari, M. S., Shahrababak, M. M., Javaremi, A. N. & Rosa, G. J. M. 2015. Genetic Relationship Between Heifers And Cows Fertility And Milk Yield Traits In First-Parity Iranian Holstein Dairy Cows. *Livestock Science*, 182, 76-82.
- Oltenu, P. A. & Broom, D. M. 2010. The Impact Of Genetic Selection For Increased Milk Yield On The Welfare Of Dairy Cows. *Animal Welfare*, 19, 39-49.
- Ortega, L. E., Ward, R. W. & Andrew, C. O. 2007. Technical Efficiency Of The Dual-Purpose Cattle System In Venezuela. *Journal Of Agricultural And Applied Economics*, 39, 719-733.
- Palmer, A., Jiménez, R. & Montaña, J. J. 2001. Tutorial Sobre El Coeficiente De Correlación Lineal De Pearson En Internet. *Psicología. Com*, 5.
- Pino, T., Martínez, G. E., Galíndez, R., Castejón, M. & Tovar, A. 2009. Efecto Del Grupo Racial Y Algunos Factores No Genéticos Sobre La Producción De Leche E Intervalo Entre Partos En Vacas De Doble Propósito. *Revista De La Facultad De Ciencias Veterinarias, Ucv*, 50, 93-104.
- Pryce, J. E., Coffey, M. P., Brotherstone, S. H. & Woolliams, J. A. 2002. Genetic Relationships Between Calving Interval And Body Condition Score Conditional On Milk Yield. *Journal Of Dairy Science*, 85, 1590-1595.
- Rauw, W. M., Kanis, E., Noordhuizen-Stassen, E. N. & Grommers, F. J. 1998. Undesirable Side Effects Of Selection For High Production Efficiency In Farm Animals: A Review. *Livestock Production Science*, 56, 15-33.
- Restrepo, L. F. & González, J. 2007. From Pearson To Spearman. *Revista Colombiana De Ciencias Pecuarias*, 20, 183-192.
- Ríos-Utrera, Á., Calderón-Robles, R. C., Galavíz-Rodríguez, J. R., Vega-Murillo, V. E. & Lagunes-Lagunes, J. 2015. Correlaciones Genéticas De Días Abiertos Con Producción De Leche Y Peso Metabólico En Vacas Holstein Y Pardo Suizo. *Revista Científica De La Facultad De Ciencias Veterinarias*, 25, 51-57.
- Rodríguez-Martínez, H., Hultgren, J., Båge, R., Bergqvist, A. S., Svensson, C., Bergsten, C., Lidfors, L., Gunnarsson, S., Algers, B. & Emanuelson, U. 2008. Reproductive Performance In High-Producing Dairy Cows: Can We Sustain It Under Current Practice. *Ivis Reviews In Veterinary Medicine*, 1, 1-23.
- Rodríguez Neira, J. D., Correa Londoño, G. A. & Echeverri Zuluaga, J. J. 2013. Prediction Models For Total Milk Yield And Fat Percentage Using Partial Samples. *Revista Facultad Nacional De Agronomía Medellín*, 66, 6909-6917.
- Sbardella, M. & Gaya, L. G. 2010. Unfavourable Side Implications Of Animal Breeding In Livestock Species. *Arch Zootec*, 59, 157-168.
- Sewalem, A., Miglior, F., Kistemaker, G. J. & Van Doormaal, B. J. 2006. Analysis Of The Relationship Between Somatic Cell Score And Functional Longevity In Canadian Dairy Cattle. *Journal Of Dairy Science*, 89, 3609-3614.
- Thompson, B. R., Stevens, D. R., Bywater, A. C., Rendel, J. M. & Cox, N. R. 2015. Impacts Of Animal Genetic Gain On The Profitability Of Three Different Grassland Farming Systems Producing Red Meat. *Agricultural Systems*, 141, 36-47.
- Urdaneta, F. 2009. Mejoramiento De La Eficiencia Productiva De Los Sistemas De Ganadería Bovina De Doble Propósito (Taurusindicus). *Arch. Latinoam. Prod. Anim*, 17, 109-120.
- Vanhala, T., Tuiskula-Haavisto, M., Elo, K., Vilkki, J. & Maki-Tanila, A. 1998. Evaluation Of Genetic Variability And Genetic Distances Between Eight Chicken Lines Using Microsatellite Markers. *Poultry Science*, 77, 783-790.
- Vanraden, P. M. 2004. Invited Review: Selection On Net Merit To Improve Lifetime Profit. *Journal Of Dairy Science*, 87, 3125-3131.
- Vanraden, P. M., Tooker, M. E., Wright, J. R., Sun, C. & Hutchison, J. L. 2014. Comparison Of Single-Trait To Multi-Trait National Evaluations For Yield, Health, And Fertility 1. *Journal Of Dairy Science*, 97, 7952-7962.
- Veerkamp, R. F., Koenen, E. P. C. & De Jong, G. 2001. Genetic Correlations Among Body Condition Score, Yield, And Fertility In First-Parity Cows Estimated By Random Regression Models. *Journal Of Dairy Science*, 84, 2327-2335.
- Walsh, S. W., Williams, E. J. & Evans, A. C. O. 2011. A Review Of The Causes Of Poor Fertility In High Milk Producing Dairy Cows. *Animal Reproduction Science*, 123, 127-138.
- Wall, E., Brotherstone, S., Woolliams, J. A., Banos, G. & Coffey, M. P. 2003. Genetic Evaluation Of Fertility Using Direct And Correlated Traits. *Journal Of Dairy Science*, 86, 4093-4102.
- Yang, L., Lopez-Villalobos, N., Berry, D. P. & Parkinson, T. Phenotypic Relationships Between Milk Protein Percentage And Reproductive Performance In Three Strains Of Holstein Friesian Cows In Ireland. 2010. *New Zealand Society Of Animal Production*, 29-32.
- Zambrano, A. C. 2006. Principales Factores Que Afectan La Prolificidad Del Ganado Vacuno En Latinoamérica. *Redvet. Revista Electrónica De Veterinaria*, 7, 1-11.
- Zambrano, J. C., Rincón, J. C. & Echeverri, J. J. 2014. Parámetros Genéticos Para Caracteres Productivos Y Reproductivos En Holstein Y Jersey Colombiano. *Archivos De Zootecnia*, 63, 495-506.
- Zambrano, R., Santos, H., Contreras, R., Moreno, A. & Chirinos, Z. 2013. Características Productivas De Un Rebaño Mestizo Bovino Doble Propósito Comercial En Venezuela. *Actas Iberoamericanas De Conservación Animal*, 3, 15-19.