

# UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



Estudio de los perfiles genéticos de los toros de raza Holstein  
utilizados en los establos de la cuenca lechera de la costa central del  
Perú

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Carlos Antonio Schmiel Balarezo  
Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia

Asesor: Mario García Podestá

Lima-Perú  
2023

## **Dedicatoria**

- A mi padre por heredarme esta pasión y a mi madre por encaminarla.
- A mi esposa por su amor y comprensión.
- A mis hijas por disfrutar conmigo el amor por la ganadería.
- A mis vacas, porque me retan, pero me hacen vivir mi sueño.
- A mis profesores, especialmente a los de producción animal.
- A los ganaderos del Perú, porque con ellos aprendo cada día más.

**UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA**  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



Estudio de los perfiles genéticos de los toros de raza Holstein utilizados en los establos de la cuenca lechera de la costa central del Perú

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:  
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**Carlos Antonio Schmiel Balarezo**  
Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia

Asesor: Mario García Podestá

Lima-Perú  
2022

Resumen de coincidencias

**12 %**

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en Inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.lamolina.ed...	2 %
2	www.coursehero.com	1 %
3	Entregado a Universida...	1 %
4	www.uco.es	1 %
5	www.researchgate.net	1 %
6	es.unionpedia.org	1 %
7	inia.uy	<1 %

Activar Windows  
Ver a: Font: Emily A; Engle; A Comp Win <1 %

# CONTENIDO

RESUMEN .....	4
ABSTRACT .....	5
INTRODUCCIÓN .....	6
TRAYECTORIA DEL EGRESADO.....	9
CONTEXTO DEL PROBLEMA.....	10
OBJETIVOS .....	16
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.....	17
RESULTADOS .....	19
DISCUSIÓN.....	23
CONCLUSIONES .....	27
LITERATURA CITADA.....	28

## RESUMEN

La ganadería lechera tiene como objetivo maximizar los volúmenes de producción de leche y disminuir los costos de su producción. Un elemento de importancia para mejorar los rendimientos productivos es a través de la selección seleccionar de los animales como reproductores (toros y vacas). El objetivo de este trabajo de investigación fue determinar el perfil genético de los toros de raza Holstein, que son seleccionados por los establos de la cuenca lechera de la costa central del Perú. Para ello, se entrevistaron a los propietarios y administradores de los establos lecheros para identificar y determinar los principales criterios considerados para la selección de semen congelado de los toros empleados. Asimismo, se recopiló información de las pruebas de progenie de los toros utilizados en los años 2021-2022 por cada establo a fin de identificar similitudes en las características de los toros utilizados. Se encontró mucha similitud entre las características deseadas por los ganaderos para la selección de toros debido a las similitudes entre los establos en el manejo y el destino de la leche producida. No siempre lo que busca mejorar el ganadero es lo que compra, lo cual se refleja en la diferencia entre valores de los toros utilizados para la IA versus los valores deseados para sus objetivos de mejora. Asimismo, el precio que pagan los ganaderos por pajilla de semen congelado importado es relativamente bajo, lo cual es un indicativo que el precio del semen condiciona los criterios de selección. Todos los ganaderos buscaron mejorar el tipo y la ubre en sus vacas; esto último con el fin de mejorar los índices de grasa y proteína debido al cambio de fórmula de pago por parte de la industria lechera.

Palabras clave: ganadería lechera, mejora genética, prueba de progenie, semen importado, selección

## **ABSTRACT**

Dairy farming aims to maximize milk production volumes and decrease production costs. The improvement in productive yields is achieved by selecting the best animals for breeding purposes (bulls and cows). The aim of this research work was to determine the genetic profile of Holstein bulls, which are selected by dairy farmers in the central coast of Peru. For this, the owners and managers of the dairy farms were interviewed to identify and determine the main criteria considered for the selection of frozen semen of the bulls used. Information was collected from the progeny tests of the bulls used in the years 2021-2022 by each farm to identify similarities in the characteristics of the bulls used. Much similarity was found between the characteristics preferred by the farmers for the selection of bulls due to the similarities between farms in the management and destination of the milk produced. What the breeder seeks to improve is not always what they buy, which is reflected in the difference between the values of the bulls used for the AI versus the desired values for his improvement objectives. Likewise, the price paid by farmers per straw of imported frozen semen is relatively low, which is an indication that the price of semen determines the selection criteria. All the farmers sought to improve the type and udder in their cows; the latter to improve the fat and protein indices due to the change in the payment formula by the dairy industry.

Key words: dairy farming, genetic improvement, progeny test, imported semen, selection

# INTRODUCCIÓN

Los volúmenes de producción de leche en el Perú se han ido incrementado gracias a la mejora de factores nutricionales, manejo, sanitarios y genéticos que inciden en esta característica (Hidalgo, 2019). La mejora genética ha pasado por cambios sustanciales en los últimos 20 años. Así, Pallete (2001) señala que el mejoramiento genético y las estrategias de selección de toros y vacas han pasado por tres enfoques: uno exterior, que consideraba características fenotípicas corporales de los animales, y los enfoques productivo y genético que consideran los modelos genéticos y las pruebas de progenie.

Esos procesos parten desde la domesticación del ganado vacuno hace 10 mil años, pasando por la selección empírica basada en la observación hace dos mil años, hasta que en la década de los 50 se desarrollan métodos eficientes para conservar el semen y perfeccionar la técnica de inseminación artificial (IA) que permitió desarrollar los primeros programas de pruebas de progenie (Vargas, 2012).

Como ejemplo de la evolución del mejoramiento genético en el ganado vacuno a nivel mundial se puede citar las actividades desarrolladas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA, 2021) indicadas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Evolución de la selección de ganado bovino en los Estados Unidos de América a través del Departamento de Agricultura (USDA, 2021)

Año	Actividad
1862	Se crea el Departamento de Agricultura (USDA)
1918	Se arriendan toros jóvenes a ganaderos para desarrollar toros probados en progenie
1918	Se arrendaron 1200 toros durante los siguientes 40 años
1922	Se definen las relaciones entre los animales y los coeficientes de consanguinidad
1925	Se clasifican y tabulan los registros de las vacas en máquinas electrónicas
1935	Se realizaron las primeras evaluaciones a nivel nacional mediante la comparación de madre-hija
1962	Se evalúan toros usando comparaciones de compañeros de rebaño, que explican mejor las diferencias en el manejo
1974	La comparación contemporánea es modificada para explicar mejor la tendencia genética
1977	Se inician que las evaluaciones para proteínas y sólidos no grasos
1978	Se inician las evaluaciones de tipo para para razas que no sean Holstein
1981	Los ancestros maternos son incorporados en la evaluación de vacas
1989	Las evaluaciones de modelos animales utilizan las relaciones de parentesco entre todas las vacas y toros
2009	Se realizan las primeras evaluaciones genómicas oficiales

A comienzos de este siglo se tenía prácticamente como única opción confiable las pruebas de progenie de los toros basadas en la performance de sus hijas en lactación y en la información de padres y abuelos (*Parent Average*) (Cunliffe, 2008). Esto indicaba que, para usar toros con alta confiabilidad, los ganaderos tenían que esperar que el toro llegase a los 5 años de edad, ya que los toros jóvenes aún no contaban con la información productiva de las hijas (Wiggans, 2019). Con la inclusión de la genómica, la cual analiza marcadores genéticos identificados en su ADN, se pueden utilizar toros muy jóvenes con alta confiabilidad (cada vez más cercana al 80%) (Cunliffe, 2017), lo cual facilita el avance genético. Esto permite tener un avance mayor al que se tenía hace algunos años. Del mismo modo, aparecen nuevas evaluaciones en los catálogos de toros.

La era genómica ha logrado que en los Estados Unidos de América se opte por una tendencia creciente por usar toros jóvenes con prueba genómica en vez de usar toros probados, llegando en 2018 a usar este tipo de toros en el 69% de las inseminaciones (Wiggans, 2019). No obstante, en cada prueba nueva de progenie se vienen agregando más índices y nuevas evaluaciones, que, si bien favorecen la evolución de las razas, hacen cada vez más difícil la elección de los criterios de selección por parte de los ganaderos para mejorar su hato (Ciappesoni *et al.*, 2004).

Dada la evolución genética actual y teniendo la oportunidad de importar al Perú los mejores toros del mercado, los ganaderos peruanos tienen que plantear estrategias acertadas para la mejora genética de sus animales, considerando que una adecuada elección de los toros significará un progreso genético y económico para su ganadería. Del mismo modo, la gran oferta de semen que hay actualmente, con más de 30 casas genéticas que ofrecen semen importado en los últimos tres años (VERITRADE – Aduana, 2022) permite un gran abanico de opciones al momento de escoger el toro ideal para el programa de IA, planteándose la interrogante ¿Cuál es el perfil de toro promedio que busca y/o utiliza el ganadero peruano?

## TRAYECTORIA DEL EGRESADO

- Es Bachiller de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (2012).
- Realizó una pasantía en el área de bienestar animal de la oficina de producción animal en la Universidad de Zaragoza – España (2011).
- Concluyó una maestría en Administración y Finanzas con mención en Producción Animal en la Universidad Nacional Agraria de La Molina (2015).
- Tiene estudios de Finanzas en ESAN (2015), de manejo de hatos lecheros en la Penn State University – USA (2020), de tecnologías lecheras en SCR de Israel (2012) y llevó cursos de mejoramiento genético en diversos países tales como Canadá, USA, Suiza y varios países de Latinoamérica.
- Actualmente se desempeña como asesor genético de Semex Perú.
- Es profesor de cursos de producción animal en La Escuela Técnica Agropecuaria del Ejército.
- Dicta charlas y conferencias a nivel nacional.
- Es asesor genético en los principales establos del país.
- Tiene una empresa de producción y venta de productos lácteos (Productos Lácteos Carpale).
- Está a cargo del establo Las Cayetanas de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia (FAVEZ) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH).

## CONTEXTO DEL PROBLEMA

El ganadero peruano espera mejorar la producción de leche de sus vacas usando semen congelado de toros con calidad genética superior, de las diversas casas comerciales que importan este producto, mediante la técnica de la IA. El Perú importó 294 423 pajillas de semen congelado de toros en el año 2021 (VERITRADE – Aduana, 2022). De estas, el 52.8% de las pajillas importadas provino de los Estados Unidos, 12.89% de Canadá, 12.69% de Alemania, 7.60% de España, 5.73% de Francia, 5.52% de Suiza y el resto (2.77%) de países tales como Italia, Dinamarca, Austria y Luxemburgo. (VERITRADE – Aduana, 2022).

Entre las empresas importadoras que más dosis ingresan al mercado, se puede destacar que, desde el 1 de enero del 2019 hasta setiembre del 2022, la empresa SEMEX PERU SCRL fue la que más dosis importó, con 175 171 pajillas, seguida de la empresa SELECT SIRES PERU SA con 157 376 dosis y en tercer lugar la empresa GLORIA SA con 148 667 dosis, siendo en conjunto casi el 38% de las importaciones totales de semen bovino para este periodo (VERITRADE – Aduana, 2022).

Estas dosis de semen son ofrecidas a los ganaderos mediante catálogos que presentan información sobre el valor genético de los toros, evaluando rasgos productivos, reproductivos, conformación o tipo y salud; valores que son obtenidos mediante pruebas de progenie y/o genómicas. En Estados Unidos se utiliza el índice de rendimiento total (TPI) realizada por el *Council on Dairy Cattle Breeding* (CDCB) en colaboración con la USDA y las asociaciones de razas lecheras (Pallette, 2001; Cunliffe, 2008).

Se entiende que las casas comercializadoras de semen congelado importado deben vender semen de toros con valores genéticos superiores para asegurar el desarrollo de la ganadería lechera en el país (Pallete, 2001). De forma similar, la confiabilidad de las pruebas de progenie y los criterios de selección de los toros utilizados por los ganaderos tienen un impacto directo en el progreso genético de la población bovina (Pallete, 2001; Cunliffe, 2008).

Ante lo expuesto, se plantean los siguientes interrogantes:

- ¿Qué características consideran los establos de la cuenca lechera de la costa central del Perú al momento de seleccionar un toro?
- ¿Cuál es el perfil común del toro seleccionado por los establos en la cuenca lechera de la costa central del Perú?
- ¿Los valores genéticos de los toros seleccionados por los establos satisfacen los objetivos de mejora planteados por los establos en la cuenca lechera de la costa central del Perú?

## **Marco teórico y Antecedentes**

En el Perú, la población de vacunos asciende a 5 636 388 cabezas, de los cuales el 4% (251 406) se encuentran en la cuenca lechera de Lima, 73% en la sierra, 15% en la selva y el 8% en otras regiones de la costa (MIDAGRI, 2021).

Según el Servicio de Productividad Lechera de la Universidad Nacional Agraria La Molina, las vacas de los mejores establos de la cuenca lechera de Lima produjeron entre 22 y 38 kg de leche al día en 2018; es decir, entre 6000 y 11 000 kg de leche por campaña a 305 días. Asimismo, los establos más grandes tienen entre 500 y 1400 vacas en ordeño con producciones diarias de 28 a 33 kg de leche (SOPL, 2018).

Por otro lado, el IV Censo Nacional Agropecuario 2012 (INEI, 2022) indica que la población de ganado Holstein es de 527 533 a nivel nacional, estando el 47% en la costa, 39% en la sierra y 14% en la zona de selva. Asimismo, se cuenta con un total de 337 887 hembras Holstein aptas para ser inseminadas (vaquillas, vaquillonas y vacas).

La cuenca lechera de la costa central se caracteriza por desarrollar la crianza de ganado Holstein de alto nivel genético para producción de leche bajo sistemas de tipo intensivo, donde la alimentación se basa en forraje fresco picado (maíz chala), residuos de cosecha y concentrados, y utilizan tecnologías modernas para la crianza y manejo reproductivo del ganado (Rosemberg, 2017). Estas ganaderías utilizan la técnica de IA con semen congelado de machos de alto valor genético (Cabrera y Pantoja, 2012) con el objetivo de mejorar sus niveles productivos. Se estima que para lograr que una hembra quede gestante

en los establos de la cuenca lechera de Lima se requiere realizar 2.41 servicios (Ortiz *et al.*, 2009). Esto indica que se utilizan alrededor de 765 mil pajillas para realizar la IA y lograr preñar a las hembras bovinas en etapa reproductiva criadas en la costa.

Las evaluaciones lecheras oficiales de Estados Unidos se publican tres veces al año (abril, agosto y diciembre) con información genética y productiva proporcionada por las *Dairy Cattle Breed Associations* y el *Dairy Herd Information Association* - DHIA (Holstein Foundation, 2021). Por otro lado, el CDCB es una organización sin fines de lucro responsable de la administración, almacenamiento, análisis y distribución de las evaluaciones genéticas y las predicciones genómicas, labores que eran realizadas hasta el 2013 por el USDA - Servicio de Investigación Agrícola - Laboratorio de Genómica y Mejoramiento Animal (USDA-ARS-AGIL). Actualmente, el CDCB realiza evaluaciones genéticas para 50 rasgos y 4 índices de selección utilizados por productores de ganado lechero en todo el mundo, con base a seis razas, que representan las seis principales razas lecheras de los Estados Unidos de América (CDCB, 2022).

Mediante la aplicación del modelo animal, el CDCB estima los valores genéticos y la habilidad transmisora predicha (*Predicted Transmitting Ability* - PTA) de toros y vacas para una característica determinada. El modelo animal relaciona un animal con sus ancestros y progenie, y los datos de rendimiento de todos los animales influyen en la evaluación de sus parientes, de allí que mientras más relacionado se encuentre un animal con otro (hijas, hijos y padres) será mayor su nivel de influencia (Holstein Foundation, 2021). Según la Canadian Dairy Network (CDN, 2008), los niveles de confiabilidad varían entre 30 a 40% para características de producción y tipo si solo se considera la

información de los padres. Este porcentaje incrementa en un 10% cuando se agrega información del propio animal y al considerar información de la progenie, la confiabilidad es aún mayor. Por ello, en las pruebas de toros, el objetivo es lograr una confiabilidad mayor al 85% cuando logran tener más de 100 hijas en producción. No obstante, los toros jóvenes que aún no han tenido hijas pueden lograr confiabilidades de 60 a 70% con pruebas genómicas, lo que equivale a un toro con 10 hijas (National Bovine Data Center, 2022).

Los catálogos de toros americanos que se difunden en el Perú contienen información sobre PTA para producción de leche y otras características productivas, reproductivas y de salud obtenida en evaluaciones genéticas y genómicas de animales criados bajo las condiciones ambientales de Estados Unidos, por lo que la expresión del potencial genético de los toros no necesariamente será igual bajo las condiciones de crianza de los establos de la costa peruana (Hidalgo, 2019). A esto se le denomina interacción genotipo-ambiente, aspecto que se debe tener en cuenta en los programas de mejoramiento genético (Hernández-Hernández *et al.*, 2016). Además de este problema, la gran cantidad de información proporcionada complica la capacidad de selección de los toros por parte de los ganaderos. Estas limitantes ameritan conocer los principales criterios de selección utilizados por los ganaderos de la costa peruana y agrupar a los toros para obtener un perfil general considerando los valores genéticos necesarios para mejorar los rendimientos productivos (Rodríguez-Campos, 2019).

## **Justificación**

Los ganaderos prefieren usar semen importado en desmedro del semen nacional porque, entre otros motivos, los catálogos de semen importado brindan información genética detallada para características de producción, reproducción, tipo y genealogía, además de ofrecer semen de mejor calidad y con valores genéticos más confiables, en comparación con las pajillas de semen nacional (Salinas *et al.*, 2018). Sin embargo, la amplia diversidad de información suele dificultar a los ganaderos la selección de los toros, toda vez que el ganadero debe ser consciente de sus objetivos de mejora y seleccionar los toros que puedan mejorar la productividad y rentabilidad del rebaño (Rodríguez-Campos, 2019). Además, un exceso de características a seleccionar podría ocasionar una tasa de progreso genético menor para cada una de estas (Ciappesoni *et al.*, 2004).

Por lo tanto, es de gran importancia identificar las variables productivas y reproductivas que son de prioridad para realizar la selección de los toros. En el presente estudio se analizaron los valores genéticos para estas características, y se determinó la eficacia que se tiene en la toma de decisiones para la compra de semen importado, a la vez que se debe considerar que los toros americanos han sido seleccionados bajo criterios genéticos que responden a las necesidades de los ganaderos de los Estados Unidos. Al mismo tiempo, el establecer un perfil general de los toros seleccionados por los ganaderos permitirá simplificar la selección de los toros utilizados para la inseminación artificial en la cuenca lechera de la costa central peruana.

# OBJETIVOS

## Objetivo general

- Determinar el perfil común del toro Holstein seleccionado para la inseminación artificial (IA) por los establos de la cuenca lechera de la costa central del Perú.

## Objetivos específicos

- Identificar las características de preferencia consideradas para la selección de toros Holstein para IA en los establos de la cuenca lechera de la costa central del Perú.
- Analizar cómo los valores genéticos de las características de preferencia coinciden con los valores de los toros Holstein seleccionados para la IA en los establos en la cuenca lechera de la costa central del Perú.

# **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

## **Ubicación geográfica:**

El estudio se llevó a cabo en la cuenca lechera de la costa central del Perú, específicamente en establos ubicados entre la provincia de Huaura, departamento de Lima, hasta la provincia de Pisco, en el departamento de Ica.

## **Modalidad de informe:**

Trabajo de Suficiencia Profesional

## **Metodología**

Se recolectaron datos de siete establos lecheros de producción intensiva de la cuenca lechera, los cuales presentan características similares de instalaciones y alimentación, geografía y climas típicos de la costa desértica. No obstante, los establos tienen tamaños de población vacuna diferente, con un aproximado de 4000 vacas en ordeño entre los siete establos.

Se recopiló información mediante la técnica de entrevista, cuyo instrumento fue un cuestionario con 10 preguntas. El cuestionario fue elaborado mediante formularios de Google y se enviaron vía correo electrónico a los propietarios o administradores de los establos considerados para la evaluación. Entre las preguntas se solicitó lo siguiente:

- Las principales características que consideran para la selección de semen congelado de toros Holstein importado. Los propietarios colocaron en orden de prioridad las características de su preferencia, así como los valores genéticos mínimos y máximos que desean para dichas características.

- Proporcionar un listado de los toros utilizados en el periodo de estudio. Con base a estos listados se identificaron los toros que fueron seleccionados para la compra de pajillas de semen importado congelado y se ubicó la última prueba (TPI agosto 2022) en el buscador de toros del “Dairy Bulls” para obtener sus respectivos valores genéticos y compararlos con los valores deseados por los propietarios.

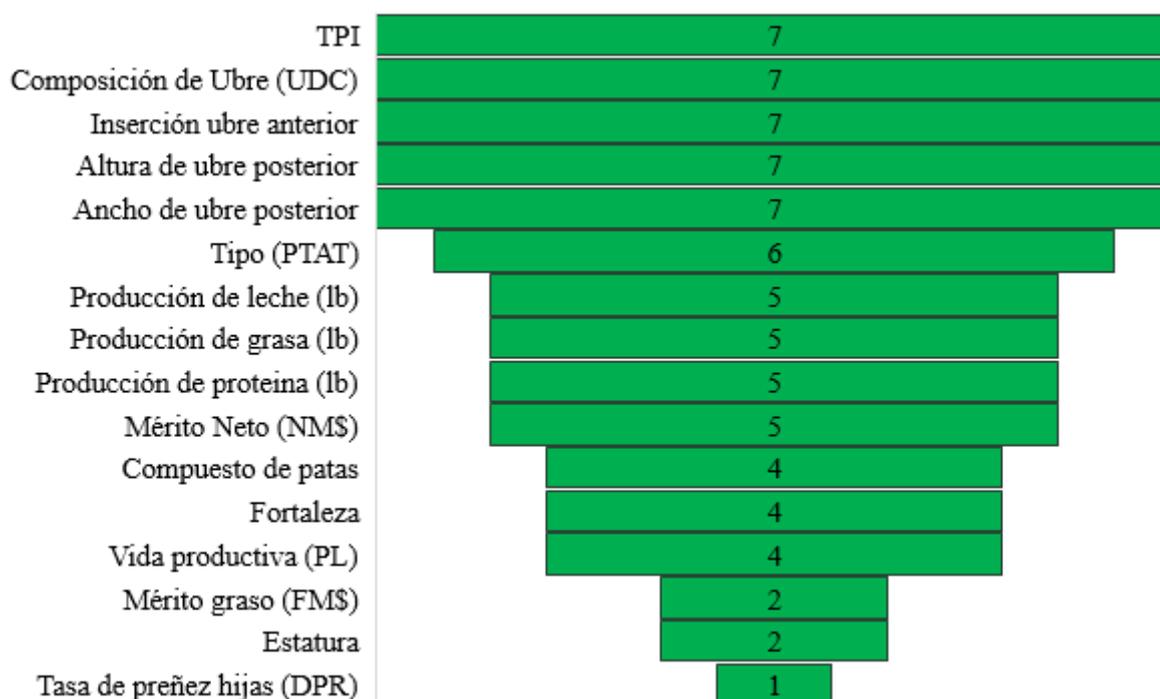
Se analizaron las pruebas de progenie de los toros utilizados en los establos mediante estadística descriptiva, determinando los promedios, valores mínimos, máximos y ponderados de los valores genéticos para las características de producción (vida productiva, mérito neto, mérito quesero, mérito fluido, libras de leche y contenido de grasa y proteína (en peso y en porcentaje). Además, se determinaron los rasgos de tipo (compuesto lechero, compuesto corporal, compuesto de patas, compuesto de ubre, estatura, fortaleza, profundidad corporal, forma lechera, grupa, inserción de ubre anterior, altura y ancho de la ubre posterior, hendidura y profundidad de ubre) y los rasgos reproductivos (facilidad de parto, tasa de fertilidad de las hijas).

Con los promedios obtenidos para los valores genéticos de las características evaluadas de los toros más usados por los ganaderos de la cuenca lechera de la costa central del Perú se estableció el perfil común del toro utilizado.

# RESULTADOS

## Perfil común del toro seleccionado

La Figura 1 presenta el número de ganaderos entrevistados que consideran cada característica para realizar la compra de las pajillas de semen congelado de los toros Holstein seleccionados.



**Figura 1.** Número de ganaderos que consideran determinadas características productivas, reproductivas y de tipo para la selección de toros Holstein y adquisición de semen congelado importado

## Valores deseados por los ganaderos

Al realizar la selección de toros a través de los catálogos de las empresas importadoras de semen, los ganaderos consideran valores referenciales mínimos para las características productivas, reproductivas y de tipo que necesitan según sus objetivos de mejora. En el Cuadro 2 se presentan los promedios de los valores genéticos para toros Holstein deseados

por los ganaderos en los últimos 2 años para cada índice evaluado, así como el valor mínimo y máximo.

Cuadro 2. Valores para toros Holstein deseados por los ganaderos de la cuenca lechera de la costa central del Perú (2021-2022) según los índices evaluados

Índice evaluado	Valor promedio deseado	Valor mínimo <sup>1</sup>	Valor máximo
TPI (Total Performance Index)	2542.9	2400.0	2700.0
Leche (lb)	820.0	0.0	1200.0
Mérito graso (FM\$)	625.0	600.0	650.0
Mérito neto (NM\$)	570.0	0.0	750.0
Grasa (lb)	52.0	0.0	60.0
Proteína (lb)	48.0	0.0	60.0
Inserción de ubre anterior	2.6	2.0	3.0
Altura de ubre posterior	2.6	2.0	3.0
Ancho de ubre posterior	2.6	2.0	3.0
Composición de ubre (UDC)	2.2	2.0	2.5
Tipo (PTAT)	2.2	0.0	3.0
Vida productiva (PL) en meses	2.5	0.0	3.0
Fortaleza	1.1	1.0	1.5
Estatura	1.0	1.0	1.0
Compuesto de patas y pezuñas (FLC)	1.0	0.0	1.0
Tasa de preñez hijas (DPR)	0.5	0.0	0.5

<sup>1</sup> Los valores “0.0” hacen referencia a las características que no son prioritarias para los ganaderos, pero que esperan tengan valores positivos

## Valores utilizados por los ganaderos

Si bien los ganaderos tienen valores deseados para las características de selección, los toros de los catálogos no siempre logran tener esos valores. Esto se dificulta aún más cuando se tiene en cuenta más de una característica, por lo que se termina eligiendo toros con valores cercanos o más equilibrados a los criterios considerados, además de considerar el precio y disponibilidad de semen sexado, entre otros atributos. El Cuadro 3 muestra los valores promedios de los toros utilizados por los ganaderos en los últimos dos años, lo cual no representa necesariamente los valores deseados por los ganaderos. Para cada índice se consideró los valores provenientes de las evaluaciones de la última prueba (TPI agosto 2022) del buscador de toros del “Dairy Bulls”, mostrando además otros índices obtenidos en dicha evaluación, así como el valor mínimo y máximo.

Cuadro 3. Valores para toros Holstein utilizados en inseminación artificial por los ganaderos de la cuenca lechera de Lima (2021-2022) según los índices evaluados (n=108)

Índice evaluado	Valor promedio utilizado	Valor mínimo	Valor máximo
TPI (Total Performance Index)	2446.0	2144.8	2806.6
Leche (lb)	657.5	196.6	1105.2
Mérito graso (FM\$)	490.5	288.3	692.8
Mérito neto (NM\$)	362.6	-11.9	755.9
Grasa (lb)	41.8	9.1	79.4
Proteína (lb)	26.8	6.3	45.7
Inserción de ubre anterior	2.7	1.9	3.2
Altura de ubre posterior	3.1	2.6	3.4
Ancho de ubre posterior	2.6	2.3	2.9
Composición de ubre (UDC)	2.1	1.8	2.3
Tipo (PTAT)	2.1	1.5	2.7
Vida productiva (PL) en meses	1.7	-0.4	3.6
Fortaleza	1.3	0.8	1.6
Estatura	0.9	0.8	1.0

Compuesto de patas y pezuñas (FLC)	0.8	0.7	1.0
Tasa de preñez hijas (DPR)	-0.8	-1.1	-0.6

### Comparación de valores de toros utilizados y deseados

El Cuadro 4 presenta la diferencia obtenida entre los valores deseados por los ganaderos de la cuenca lechera de la costa central del Perú y los valores de los toros Holstein que seleccionaron y utilizaron en los últimos dos años para cada índice evaluado.

Cuadro 4. Diferencia entre los valores deseados para toros Holstein por los ganaderos de la cuenca lechera de la costa central del Perú (2021-2022) y valores de los toros utilizados en inseminación artificial, de acuerdo con los índices evaluados

Índice evaluado	Valor promedio deseado	Valor promedio utilizado	Diferencia
TPI (Total Performance Index)	2542.9	2446.0	-96.9
Leche (Milk Lbs)	820.0	657.5	-162.5
Mérito Graso (FM\$)	625.0	490.5	-134.5
Mérito Neto (NM\$)	570.0	362.6	-207.4
Grasa (lb)	52.0	41.8	-10.2
Proteína (lb)	48.0	26.8	-21.2
Inserción de ubre anterior	2.6	2.7	0.1
Altura de ubre posterior	2.6	3.1	0.4
Ancho de ubre posterior	2.6	2.6	0.0
Composición de ubre (UDC)	2.2	2.1	-0.1
Tipo (PTAT)	2.2	2.1	-0.1
Vida productiva (PL)	2.5	1.7	-0.8
Fortaleza	1.1	1.3	0.2
Estatura	1.0	0.9	-0.1
Compuesto de patas y pezuñas (FLC)	1.0	0.8	-0.2
Tasa de preñez hijas (DPR)	0.5	-0.8	-1.3

## DISCUSIÓN

Hay mucha similitud en los criterios de selección de los toros por parte de los ganaderos, principalmente porque los sistemas de manejo son muy parecidos (sistemas intensivos, con alimentación suplementada y en instalaciones tipo California, así como el destino de la leche (grandes acopiadoras, principalmente Gloria S.A.). Tal como se muestra en la Figura 1, todos los ganaderos se centran principalmente en el TPI (Total Performance Index o Índice de Rendimiento Total) y la composición de la ubre (UDC). Además, el toro promedio; es decir, aquel que posee los valores promedios utilizados por los ganaderos tiene características de tipo (PTAT - Habilidad predicha de transmisión de tipo lineal) positivas para todas las características de conformación, con lo cual se puede inferir que prefieren tener animales bien conformados, seguido por los rasgos de producción y de mérito neto. Estos resultados difieren de lo reportado por Paakala *et al.* (2020) para la selección de toros Holstein en Finlandia, donde las preferencias de los ganaderos fueron, en orden de prioridad, características de salud, seguido por longevidad, fertilidad, rasgos de conformación (tipo) y rasgos productivos.

Según la Holstein Association USA (2021), el TPI es un índice que involucra características en diferentes ponderaciones: producción (46%), salud y fertilidad (28%) y conformación (26%). Por ello, es un índice ampliamente considerado por los ganaderos, ya que expresa el rendimiento total de los animales en términos de rentabilidad. Chen *et al.* (2019), compararon la selección por TPI y la selección por una sola característica en ganado Simmental, obteniendo que la selección considerando el índice TPI fue mejor y

más práctico ya que considera varios rasgos, por lo que la granja tomó la decisión de utilizar más toros con valores altos de TPI.

Por otro lado, el criador de la costa central busca mejorar las características de la ubre. En la encuesta se observó que todos los ganaderos consideraron como criterios de calidad la inserción de la ubre anterior, altura y ancho de la ubre posterior. Por otro lado, las características de Tipo fueron consideradas por 6 de los 7 ganaderos, mientras que el compuesto de patas y pezuñas (FLC), fortaleza y vida productiva (PL) fueron deseables por 4 de los 7 entrevistados. Según Hu *et al.* (2021), las características de tipo o conformación resultan atractivas porque se relacionan positivamente con la longevidad de las vacas y producción de leche. Esto fue evaluado por Cortés-Hernández *et al.* (2021) en México para vacas Holstein, donde sugieren que vacas con mayor puntaje en conformación logran tener mayor nivel de producción de leche, grasa y proteína. Similares resultados fueron indicados por Madrid y Echeverri (2014) en Colombia, donde la producción de leche de vacas Holstein tuvo una correlación moderada con la estatura, mientras que la profundidad de ubre estaría correlacionada de forma moderada con rasgos productivos. Por otro lado, Maldonado *et al.* (2022) en Ecuador obtuvo correlaciones genéticas positivas para la habilidad predicha de transmisión (HPT) de leche con la Fortaleza, Patas vista lateral y posterior, Ángulo de la pezuña, Puntuación de patas y pezuñas, Profundidad de ubre y Longitud de pezones, mientras que la HPT de proteína y grasa se relacionó de forma positiva con la PTAT, UDC, Puntuación de patas y pezuñas, Ubre anterior y Colocación de pezones.

Por otro lado, 5 de los 7 productores prestaron atención a la producción de leche (Milk Lbs), mérito neto (NM\$), grasa y proteína. Esto se debe a que, en el último año, la industria lechera en el Perú cambió la fórmula de pago a los ganaderos, poniendo especial énfasis a la proteína y a la grasa de la leche, motivo por el cual los ganaderos han empezado a buscar toros que mejoren estas características, siendo los índices más requeridos los de diferencia predicha en proteína y grasa, así como la desviación de estas expresadas porcentualmente. Asimismo, el cada vez más utilizado Merito Neto (MN\$), que pondera la calidad de la leche en estas dos características, además de incluir otros parámetros. Cole *et al.* (2021) indican que la mayoría de toros son actualmente seleccionados y comercializados teniendo en cuenta este índice de selección expresado en dólares, el cual en 1926 sólo incluía el rendimiento de leche y grasa, mientras que a partir del 2018 es una combinación de 36 características.

Finalmente, entre las características que no son prioritarias para la selección técnica de los toros, pero que se han empezado a utilizar como herramienta de selección por 2 de los 7 ganaderos se encuentran la estatura y el mérito graso (MF\$), en tanto que sólo uno de ellos consideró la Tasa de preñez hijas (DPR) como criterio deseado de selección.

La comparación de los valores deseados por los ganaderos para las características de selección de toros Holstein para IA y los valores reales obtenidos de los toros utilizados muestran grandes diferencias. Los toros que fueron utilizados para la IA mostraron menores valores a los deseados por los ganaderos de la costa central del Perú para las características de TPI, producción de leche, mérito graso, mérito neto, grasa y proteína, mientras que lograron satisfacer los valores deseados para características de ubre,

fortaleza y con una mínima diferencia para composición de ubre (UDC), tipo, vida productiva y compuesto de patas y pezuñas. Diferencias entre las preferencias de selección y lo realmente utilizado para la IA por los ganaderos también fueron reportados por Paakala *et al.* (2020), donde la longevidad, la conformación y características de producción se favorecían menos, mientras que rasgos de salud y fertilidad se favorecían más. Por otro lado, es importante indicar que el valor promedio de los índices utilizado por los ganaderos para la importación de semen mostrado en el Cuadro 3 considera el promedio de los 108 toros, pero no el número de pajillas importadas de cada toro.

Los resultados de la presente investigación sobre lo que el ganadero desea y lo que utiliza para el mejoramiento genético de sus hatos podría utilizarse para elaborar un índice de mérito total específico para las perspectivas de cada ganadero, ya que los objetivos de mejora pueden variar entre zonas de un mismo país. Asimismo, la gran diversidad de información disponible puede influir en las decisiones de los ganaderos (Martín-Collado *et al.*, 2018). Por otro lado, el precio que pagan los ganaderos por las pajillas de semen congelado importado en el Perú es relativamente bajo, siendo el precio promedio CIF US\$ de solo 5.46 dólares americanos (VERITRADE – Aduana, 2022), lo que podría indicar que el precio del semen condiciona los criterios de selección.

## CONCLUSIONES

- Existen muchas similitudes en las características deseadas por los ganaderos de la cuenca lechera de Lima para la selección de toros debido a las similitudes en el manejo y el destino de la leche producida (industria lechera).
- No siempre lo que busca mejorar el ganadero es lo que compra, lo cual se refleja en la diferencia entre valores de los toros utilizados para la IA versus los valores deseados para sus objetivos de mejora.
- El precio que pagan los ganaderos por pajilla de semen congelado importado es relativamente bajo, lo cual es un indicativo que el precio del semen condiciona los criterios de selección.
- Todos los ganaderos evaluados buscan mejorar el tipo y la ubre en sus vacas; esto último con el fin de mejorar los índices de grasa y proteína debido al cambio de fórmula de pago por parte de la industria lechera.

## LITERATURA CITADA

- Cabrera P, Pantoja C. 2012. Viabilidad espermática e integridad del acrosoma en semen congelado de toros nacionales. *Rev Inv Vet Perú* 23: 192-200. doi: 10.15381/rivep.v23i2.899
- Chen W, JunJin Z, Xixia H, HongJie Y, MengHua Z, JianJun G, GuangHui M, *et al.* 2019. Selection of nucleus herd for Simmental cattle in Xinjiang area. *Scientia Agricultura Sinica* 52: 921-929. doi: 10.3864/j.issn.0578-1752.2019.05.013
- Ciappesoni G, Pravia M, Ravagnolo O, Aguilar I. 2004. Objetivos de selección y progreso genético. [Internet]. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/9811/1/SAD392p60-68.pdf>
- [CDCB] Council on Dairy Cattle Breeding. 2022. CDCB Services. [Internet]. Disponible en: <https://uscddb.com/services/>
- [CDN] Canadian Dairy Network. 2008. Fundamentals of animal model genetic evaluations. [Internet]. Disponible en: <https://www.cdn.ca/document.php?id=148>
- Cole JB, Dürr JW, Nicolazzi EL. 2021. Invited review: The future of selection decisions and breeding programs: What are we breeding for, and who decides? *J Dairy Sci* 104: 5111-5124. doi: 10.3168/jds.2020-19777
- Cortés-Hernández J, Ruíz-López F, García-Ruiz A. 2021. Características de conformación asociadas a producción y composición de la leche de vacas Holstein. *Abanico Vet* 11: e125. doi: 10.21929/abavet2021.40.
- Cunliffe D. 2008. Cómo entender los catálogos de toros lecheros. [Internet]. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/genetica\\_seleccion\\_cruzamientos/bovinos\\_de\\_leche/09-catalogos.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/bovinos_de_leche/09-catalogos.pdf)
- Cunliffe D. 2017. ¡Atención con las propagandas de los toros! [Internet]. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/atencion-propagandas-toros-t40815.htm>
- Hernández-Hernández N, Martínez-González JC, Parra-Bracamonte GM, Cienfuegos-Rivas EG. 2016. Importancia de la interacción genotipo x ambiente en rasgos de producción en ganado lechero. *Ciencia UAT* 10 (2): 72-78.
- Hidalgo YN. 2019. Tendencia genética y fenotípica de la producción de leche en un establo del Valle de Huaura. Tesis de Maestría. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. 140 p.
- Holstein Foundation. 2021. Understanding genetics and the sire summaries. USA. [Internet]. Disponible en: <http://www.holsteinfoundation.org/education/workbooks.html>
- Holstein Association USA. 2021. TPI Formula - April 2021. [Internet]. Disponible en: [https://www.holsteinusa.com/genetic\\_evaluations/ss\\_tpi\\_formula.html](https://www.holsteinusa.com/genetic_evaluations/ss_tpi_formula.html)

- Hu H, Mu T, Ma Y, Wang X, Ma Y. (2021). Analysis of longevity traits in Holstein cattle: A review. *Front Genet* 12: 695543. doi: 10.3389/fgene.2021.695543
- [INEI] Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2022. IV Censo Nacional Agropecuario 2012. [Internet]. Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>
- Madrid S, Echeverri J. 2014. Association between conformation traits and productive performance in Holstein cows in the department of Antioquia, Colombia. *Vet Zootec* 8: 35-47.
- Maldonado DA, Duchi NA, Díaz H, Taolombo PA, Navas FJ, Delgado JV. 2022. Estudio de las correlaciones entre valores genéticos producción – reproducción y tipo lineal de los toros Holstein en Ecuador. *Arch Zootec* 71: 54-60.
- Martin-Collado D, Byrne TJ, Diaz C, Amer PR. 2018. Complexity of animal breeding choice making. *J Anim Breed Genet* 135: 395-409. doi: 10.1111/jbg.12360
- [MIDAGRI] Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. 2021. Anuario estadístico: Producción ganadera y avícola 2020. Lima, Perú: MIDAGRI.155 p.
- National Bovine Data Center. 2022. Guide to genomic evaluation. [Internet]. Disponible en: <https://nbdc.uk/breeding-information/genetics-and-genomics/guide-to-genomic-evaluation/>
- Ortiz D, Camacho J, Echevarría L. 2009. Parámetros reproductivos del ganado vacuno en la cuenca lechera de Lima. *Rev Inv Vet Perú* 20: 196-202.
- Paakalaa E, Martín-Collado D, Mäki-Tanilaa A, Jugaa J. 2020. Farmers' stated selection preferences differ from revealed AI bull selection in Finnish dairy herds. *Livestock Sci* 240: 104117. doi: 10.1016/j.livsci.2020.104117
- Rodríguez-Campos LA. 2019. Clasificación de toros lecheros mediante análisis de factores y análisis de conglomerados. *Nutr Anim Trop* 13(2): 1-19. doi: 10.15517/nat.v13i2.38577
- Rosemberg M. 2017. La ganadería bovina en el Perú. *Revista Agronoticias*, 432: 43-47.
- Pallete A. 2001. Evaluación y selección de toros lecheros. *Rev Inv Vet Perú* 12: 150-160.
- Salinas JL, García MEC, Cárdenas MG, Cabrera PC, Pallete AE, Rodríguez JG, Morón JA. 2018. Oferta de semen bovino lechero importado y nacional en el Perú del 2003 al 2014. *Anales Cient* 79: 137-143.
- [SOPL] Servicio Oficial de productividad Lechera. 2018. Los mejores establos – Cuenca de Lima, año 2018. [Internet]. Disponible en: <https://www.facebook.com/sopl.pma.unalm/photos/pb.100066709624112.-2207520000./2292061164388619/?type=3>
- [USDA] United States Department of Agriculture. 2021. History of USDA dairy evaluations (1862–2013). [Internet]. Disponible en: [https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md-barc/beltsville-agricultural-research-center/agil/aip/about/usda-\[dairy-evaluation-history/](https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md-barc/beltsville-agricultural-research-center/agil/aip/about/usda-[dairy-evaluation-history/)
- Vargas B. 2012. Mejoramiento genético del ganado lechero el contexto global y local. Asociación de Criadores de Ganado Holstein. [Internet]. Disponible en: <https://www.medvet.una.ac.cr/posgrado/gen/invest/ArtInfoHolstein2012mejgen.pdf>

- Veritrade (Periodo: Enero-2014 a Octubre-2022) [Partida Aduanera] 0511100000 Semen de Bovino, importaciones de Perú. [Internet]. Disponible en: <https://www.veritradecorp.com/es/buscar-productos/20200>
- Wiggans G, Cole J. 2019. Heritability and impact of genomics in dairy cattle. [Internet]. Disponible en: [https://uscpcb.com/wp-content/uploads/2019/02/CDCB\\_AABP\\_Vet\\_Webinar\\_2019-smh2.pdf](https://uscpcb.com/wp-content/uploads/2019/02/CDCB_AABP_Vet_Webinar_2019-smh2.pdf)