

EVALUACIÓN RETROSPECTIVA DE ÍNDICES REPRODUCTIVOS ENTRE VACAS HOLSTEIN FRIESIAN PURAS Y MESTIZAS F1 CRIADAS A 3200 M.S.N.M.

RETROSPECTIVE EVALUATION OF REPRODUCTIVE INDICES BETWEEN PURE HOLSTEIN FRIESIAN AND F1 CROSSBRED COWS BREEDING AT 3200 m.a.s.l

	¹ Moisés Gerardo Guevara Fierro	moiguefie@hotmail.com
	² Antonio Vinicio Murillo Ríos *	antoniomurillovet@gmail.com

¹ INEXAGRO Cia. Ltda. Departamento técnico, Chambo, Ecuador.

² Società Cooperativa Agricola Circe, Dipartimento di Ricerca e Sviluppo, Latina, Italia.

E-mail: * antoniomurillovet@gmail.com

RESUMEN

En la actualidad, el cruzamiento racial del ganado bovino de leche es una alternativa relevante para mejorar los índices reproductivos y de salud animal perjudicados en programas de selección genética que han buscado en general, el incremento de la producción láctea. El objetivo de la presente investigación fue realizar un análisis retrospectivo de datos (n = 20 años) y comparar los principales índices reproductivos de vacas holstein puras (HP) y vacas holstein mestizas F1 (HM) en una hacienda ubicada en la provincia de Chimborazo a 3200 m.s.n.m. Se obtuvieron datos completos de vacas HP (n = 63) y vacas HM (n = 57) en un total de 7 gestaciones. Los resultados indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las vacas HP y las vacas HM en edad al primer servicio y edad al primer parto (índices correlacionados), en contraste con la duración de la gestación ($p > 0.05$). El número de servicios por concepción presentó diferencias entre los dos grupos en la segunda y séptima gestación, mientras que el intervalo entre parto y primer servicio presentó diferencias después del segundo y séptimo parto. Finalmente, los grupos en estudio presentaron diferencias en días abiertos e intervalo entre partos (índices correlacionados) en el período previo a la segunda, tercera y séptima gestación. En conclusión, el análisis de índices reproductivos en ganadería, es una herramienta que nos permite evaluar de manera cuantitativa la eficiencia reproductiva de los hatos, lo cual mejora de manera objetiva la planificación y la gestión técnica de selección y manejo de los animales.

Palabras clave: *análisis de datos, índices reproductivos, cruzamientos, holstein friesland, bovinos lecheros.*

ABSTRACT:

Currently, crossbreeding of dairy cattle is a relevant alternative to improve genetic indices that are damaged in the genetic selection programs, mainly focused on increasing dairy production. The objective of the present investigation was to perform a retrospective analysis of data (n = 20 years) and compare the main reproductive indices of pure Holstein (HP) and F1 crossbred Holstein cows (HM) on a farm located in the province of Chimborazo at 3200 m.a.s.l. Complete data were obtained from HP (n = 63) and HM cows (n = 57) throughout a total of 7 pregnancies. The results obtained indicate significant differences ($p < 0.05$) between HP and HM cows for age at first service and age at first calving (correlated indices), in contrast with gestation length ($p > 0.05$). Finally, the study groups were different for open days and calving interval (correlated indices) in the period prior to the second, third and seventh pregnancy. In conclusion, the analysis of reproductive indices in livestock farming is a tool that allows us to quantitatively evaluate the reproductive efficiency of herds, which objectively improves the planning and technical selection management and animal handling.

Keywords: *Data analysis, Reproductive Indices, Crossbreeding, Holstein Friesian, Dairy cows.*

1. INTRODUCCIÓN

El cruzamiento racial en el ganado bovino de leche se ha convertido en un tema de considerable interés en respuesta a las preocupaciones de los ganaderos sobre la disminución de la fertilidad, la salud y la supervivencia de las vacas Holstein Friesian puras

(HP). El desempeño reproductivo es uno de los factores más importantes para mejorar la eficiencia productiva y la ganancia genética en la mayor parte de los sistemas de producción lechera (Esselemont and Peeler, 1993). Un eficiente control de la salud y la fertilidad se ha incluido como un objetivo de selección genética importante para incrementar la rentabilidad de la actividad lechera (Fourichon et al., 2001; De Vries, 2006; Inchaisri et al., 2010).

La intensiva selección genética realizada en bovinos de la raza HP basada en producción láctea y sumada a los avances en nutrición, manejo y programas veterinarios han generado hatos lecheros modernos con alta producción de leche pero con vacas de escasa eficiencia reproductiva y corta longevidad (Weigel et al., 2017). En Estados Unidos la selección de vacas de gran tamaño, alta producción, con altos niveles de consanguinidad y poco saludables, pudieron haber afectado la negativamente los índices reproductivos de vacas Holstein (Lucy, 2001); a esto se suma también una correlación genética de 0,35 entre fertilidad y producción láctea (VanRaden et al., 2004).

Los índices reproductivos en vacas lecheras son fundamentales para evaluar la eficiencia y productividad de las operaciones lecheras. Estos índices incluyen varias métricas como días abiertos, tasas de concepción y la cantidad de servicios por concepción, que en conjunto brindan información sobre la salud reproductiva y el rendimiento de los hatos lecheros. Comprender estos índices es esencial para mejorar la gestión reproductiva y aumentar la productividad lechera general.

Uno de los principales índices reproductivos es la tasa de concepción, que refleja el porcentaje de preñeces exitosas logradas después de la inseminación artificial. Los estudios han demostrado que las tasas de concepción en vacas lecheras pueden variar significativamente, influenciadas por factores como el puntaje de condición corporal, el estado nutricional, la producción láctea y la presencia de trastornos reproductivos (Montiel-Olguín et al., 2019; Webb y Bruyn, 2021).

El número de días abiertos, mide el intervalo entre el parto y la concepción exitosa posterior, es otro índice reproductivo importante. Los días abiertos prolongados pueden indicar problemas reproductivos subyacentes, como anestro o la presencia de enfermedades posparto. Se ha demostrado que las vacas que experimentan complicaciones posparto, como hipercetonemia o hipocalcemia a menudo presentan días abiertos prolongados y un rendimiento reproductivo reducido

(Gotō et al., 2019).

Las implicaciones económicas de los días abiertos prolongados son significativas, con estimaciones que sugieren una pérdida de aproximadamente \$ 3,15 por día, por cada día que una vaca permanece abierta (Triwutanon, 2023). En Estados Unidos, los días abiertos en vacas HP se incrementaron sobre los 40 días desde 1960 al 2000 (Kuhn et al., 2006) y se han reportado substanciales decrecimientos en la longevidad de los animales (Hare et al., 2006). De igual manera, desde 1980 a 1999, la vida productiva de vacas HP después del primer parto disminuyó 4,6 meses (Hare et al., 2006), se incrementó el porcentaje de muertes (Miller et al., 2008) y se evidenció una marcada deficiencia en fertilidad (Norman et al., 2009). El alto porcentaje de descartes en HP, es un aspecto que preocupa ampliamente a los ganaderos. (Weigel et al., 2003).

El número de servicios por concepción refleja la eficiencia de un programa de cría. Un menor número de servicios por concepción indica una estrategia de crianza más eficaz, mientras que un número mayor puede significar problemas con la detección del estro o la salud reproductiva. Algunos estudios han informado que las prácticas óptimas de manejo, incluida la detección precisa del estro y la inseminación oportuna, pueden mejorar significativamente este índice (Fouz et al., 2011). Por ejemplo, la detección eficaz del estro es esencial para maximizar las tasas de concepción, ya que la inseminación debe ocurrir dentro de un período de tiempo específico en relación con la ovulación (Endo, 2022).

Los trastornos reproductivos son un factor de significativa importancia ya que afecta a estos índices directamente. La prevalencia de trastornos reproductivos como la retención de placenta, la metritis y la repetición de celos pueden provocar pérdidas económicas sustanciales en las operaciones lecheras debido a su impacto en la eficiencia reproductiva (Ayana y Gudeta, 2015). Por ejemplo, Islam (2022), encontró que un porcentaje considerable de vacas lecheras tuvieron al menos un trastorno reproductivo en una lactancia, lo cual afectó negativamente a su desempeño reproductivo general. La carga económica de estos trastornos se ve agravada por los costos asociados con la atención veterinaria y la posible pérdida de producción de leche durante los períodos de recuperación.

El ganado de leche puro presenta reducida variedad de cromosomas Y (exclusivo de las líneas paternas), el cual tiene una importante contribución en la fertilidad de los machos. La reducción del número de líneas

paternas ha provocado que la tasa de consanguinidad se haya acelerado e incrementado en poblaciones de hembras puras (Yue et al., 2014, 2015).

Las razas son siempre susceptibles a mejoras en características productivas y reproductivas (Taylor et al., 2016). Algunas razas bovinas lecheras escandinavas pueden aportar en cruzamiento un crecimiento mucho más acelerado en características como calidad de leche, reproducción o salud. Incrementos en cantidad de grasa y proteína con disminución de recuento de células somáticas se han reportado en razas como Montbeliarde, Normando y Rojo Noruego/Sueco en comparación con HP (Clasen et al., 2019). Se estima que las razas mencionadas son superiores a la HP para porcentaje de preñez de 10 a 13 puntos (Walsh et al., 2008; Dezetter et al., 2015). Cuando cruzamos ganado HP con estas razas tenemos un efecto aditivo positivo por la heterosis de 7 a 10% de fertilidad. (Dechow et al., 2007; Sørensen et al., 2008; Dezetter et al., 2015). En términos de fertilidad, mortinatos y supervivencia, los animales cruzados F1 tuvieron mejor desempeño que los de raza HP, y el mejor desempeño fue independiente del nivel de producción del hato (Clasen et al., 2019).

De esta manera, el objetivo de la presente investigación fue realizar un análisis retrospectivo de datos (recopilados durante 20 años) y comparar los principales índices reproductivos de vacas HP y HM en una hacienda ubicada en la provincia de Chimborazo a 3200 m.s.n.m.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Localización y ambiente del estudio

La investigación fue realizada en la ganadería "San Gerardo", ubicada en la comunidad Puculpala Latitud: -1.68333, Longitud: -78.5833 de la parroquia Quimiag perteneciente al cantón Riobamba provincia de Chimborazo. En el predio se han establecido los siguientes valores ambientales promedio: temperatura = 10 - 16°C, Precipitación = 1619 mm/año, Heliofanía = 100 horas luz/año, Humedad relativa = 86%, Altura = 3200 m.s.n.m. (datos según INAMHI, 2019). La alimentación de los animales se ha mantenido básicamente a pastoreo rotacional con cerca eléctrica. Las mezclas forrajeras utilizadas en promedio han sido: 45 % de Ryegrass perenne (*Lolium perenne*)- 25 % de Raygrass anual (*Lolium multiflorum*)- 30% de Trébol blanco (*Trifolium repens*), en conjunto con suplementación estratégica de concentrado según la producción láctea de las vacas durante los dos orneños diarios. Las frecuencia

de pastoreo se ha manejado en promedios de 46±6 días, con cargas animales promedio superiores a 3.8 UBA ha-1. Las vacas HM incluían hijas F1 de cruces de madres Holstein Friesian con toros Brown Swiss, Montbeliarde, Jersey o Rojo Sueco.

2. Selección de índices reproductivos

Se incluyeron todos los datos de animales cuyo desempeño reproductivo se encontró registrado completamente y que permitieron establecer comparaciones en el mayor número de gestaciones. Se calcularon los siguientes índices reproductivos:

- **Edad al primer servicio:** Fecha del primer servicio - Fecha de nacimiento.
- **Edad al primer parto:** Fecha del primer parto - Fecha de nacimiento.
- **Número de servicios por concepción:** Número total de servicios hasta lograr la concepción.
- **Duración de la gestación:** Fecha del primer celo - Fecha de parto.
- **Intervalo Parto - Primer Servicio:** Fecha del primer servicio pos parto - Fecha de parto.
- **Intervalo Parto - Concepción (Días Abiertos):** Fecha de concepción - Fecha de parto
- **Intervalo entre Partos:** Fecha de parto n - Fecha de parto n-1

Como criterios de exclusión, no se tomaron en cuenta los datos que no se relacionaron con la reproducción, registros reproductivos de las vacas que tuvieron un solo parto y animales que tuvieron registro de enfermedades que comprometían a la eficiencia reproductiva.

3. Análisis estadístico de datos

Se recopilaron los datos generados durante 20 años (2000-2020), de vacas HP y HM, que se encuentran en los registros reproductivos de la ganadería San Gerardo, los cuales fueron tabulados y depurados en el programa Microsoft Excel 2013. Una vez obtenidos los índices reproductivos, se analizaron los datos con el programa estadístico IBM-SPSS 26, se obtuvieron estadísticos descriptivos expresados en media y error estándar de la media. Se analizó la normalidad de los datos con la prueba de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk y se comprobó la homocedasticidad de

las varianzas con la prueba de Levene. La inferencia estadística se realizó mediante la prueba de muestra independiente de factor Bayes (Método Roudier, hipótesis nula versus hipótesis alternativa) con un $\alpha = 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el modelo estadístico al analizar las variables independientes de inseminación artificial o monta, no mostraron efectos significativos, por lo que no fueron tomadas en cuenta para el análisis de los índices reproductivos. En el grupo HM se analizó por separado el tipo de cruce realizado sin lograr suficientes datos válidos para el estudio estadístico, por lo tanto se obtuvo resultados con un solo grupo HM que incluían los diferentes cruces con Brown Swiss, Montbeliarde, Jersey o Rojo Sueco. Se evaluaron los datos reproductivos y se obtuvieron los resultados para cada índice reproductivo según cada gestación de las vacas, llegando a obtener datos de hasta 7 gestaciones según los grupos genéticos HP y HM, las cuales se presentan a continuación de manera ordenada.

Índice de edad al primer servicio

Tabla 1. Edad en días de las vacas a la primera gestación confirmada según el grupo genético HP y HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	63	770,9 \pm 27,17 ^a	716,5 - 825,2
HM	57	661,3 \pm 15,45 ^b	630,3 - 692,2

n= número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a, b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0.05$.

Los resultados son bastante más elevados si los comparamos con los reportados por Kuhn, et al. (2006), en el cual indica que la edad ideal está entre 450 y 480 días respectivamente (15 y 16 meses). Este incremento de días podría deberse al efecto que tiene la temperatura, altitud y tipo de alimentación principalmente a base de pastos. Mientras que la diferencia estadística existente entre los dos grupos en estudio estaría relacionada al efecto que tiene el vigor híbrido en cuanto a fertilidad, desarrollo (Spangler, 2007) y a la adaptabilidad a cambios ambientales (Theunissen et al., 2013).

Índice de edad al primer parto

Tabla 2. Edad en días de las vacas al primer parto según el grupo genético HP y HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	63	1055,6 \pm 27,84 ^a	999,9 - 1111,3
HM	57	941,77 \pm 15,54 ^b	910,6 - 972,9

n= número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a, b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0.05$.

Como se puede observar en la Tabla 2, los resultados son más bajos si los comparamos con los presentados por Effa et al. (2011) que indica 1275 \pm 21 días para vacas de leche mestizas en la zona alta de Etiopía, entre 1500 y 3000 msnm, y son más altas comparadas con los promedios reportados en: Estados Unidos 777 días (25,9 meses) (Heinrich et al. 1994) y Colombia 801 días (26,72 meses) (Bolívar et al. 2009). Sin embargo es similar al trabajo presentado por Marini et al. (2009) donde reporta 930 días (31 meses) en Argentina y en condiciones de pastoreo. Mientras que la diferencia estadística existente entre los dos grupos tiene una correlación directa con edad al primer servicio.

Índice Duración de la Gestación

La duración de la gestación en días, de las vacas HP no fue diferente al de las vacas HM, en ninguna gestación ($p > 0.05$), como se muestra en la figura 1.

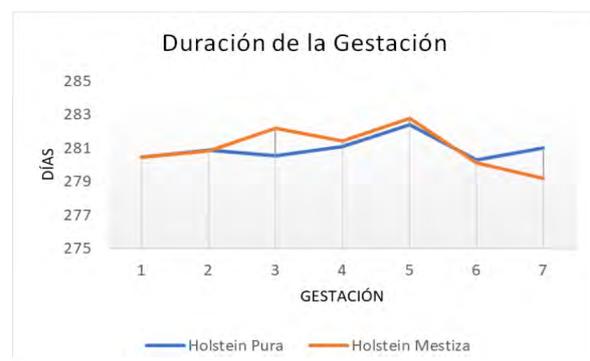


Figura 1. Medias y EEM de la duración en días de la gestación de vacas HP y vacas HM desde la primera hasta la séptima gestación.

Los resultados son similares si los comparamos con los presentados por Norman, (2009) que fue de 278 días para vacas Holstein y Jersey y 279 días para vacas

Milking Shorton y vacas Holstein. El tiempo de gestación es moderadamente heredable y propenso a rápidos cambios bajo selección, el toro y la abuela paterna también presentan correlación en esta característica (Norman, 2009).

Índice de número de servicios por concepción

El número de servicios por concepción de las vacas HP fue diferente al de las vacas HM para la segunda gestación y séptima gestación ($p < 0,05$) como se muestra en la tabla 3 y 4 respectivamente. En las demás gestaciones no se encontraron diferencias significativas entre los grupos ($p > 0,05$), como se muestra en la figura 2.

Tabla 3. Número de servicios requeridos para obtener la segunda gestación según el grupo genético de vacas HP y vacas HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	63	1055,6 \pm 27,84 ^a	999,9 – 1111,3
HM	57	941,77 \pm 15,54 ^b	910,6 – 972,9

n = número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0.05$.

Tabla 4. Número de servicios requeridos para obtener la séptima gestación según el grupo genético de vacas HP y vacas HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	15	3,07 \pm 0,61 ^a	1,75 – 4,38
HM	8	1,25 \pm 0,16 ^b	0,86 – 1,63

n = número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0.05$.



Figura 2. Medias y EEM del Número de Servicios por Concepción de vacas HP y vacas HM.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0.05$.

Estas medias son superiores si las comparamos con la presentada por Alzamora (2021) que fue de 2,22 servicios por concepción en Riobamba - Ecuador para vacas Jersey y la presentada por Aguirre et al. (2013) que fue de 2,02 en Costa Rica para vacas Holstein, esta diferencia probablemente se deba al nivel tecnológico utilizado para el manejo de los animales, ya que San Gerardo no utiliza IATF, perches detectores de celo ni toro celador.

Índice de intervalo parto primer servicio

El intervalo en días entre parto y primer servicio de las vacas HP fue diferente al de las vacas HM para después del primer parto (91,14 \pm 4,75; IC 95 % = 81,63 – 100,64 vs. 73,84 \pm 4,93; IC 95 % = 63,94 – 83,73; respectivamente, $P < 0,05$) y segundo parto (89,11 \pm 5,28; IC 95 % = 78,50 – 99,72 vs. 59,12 \pm 3,78; IC 95 % = 51,50 – 66,73; respectivamente, $P < 0,05$), mientras que para los demás partos no existieron diferencias entre los grupos ($P > 0,05$), como se muestra en la figura 3.

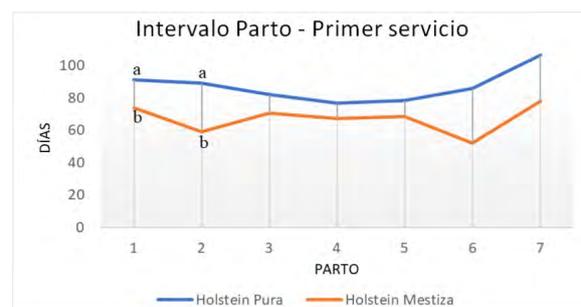


Figura 3. Medias y EEM del intervalo e días entre Parto y Primer servicio de vacas HP y vacas HM.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0.05$.

Estas medias son superiores si las comparamos con la presentada por Alzamora (2019) que fue de 57,12 días para vacas Jersey probablemente debido al diferente manejo de los animales. Si analizamos la diferencia de los grupos para los días después de los dos primeros partos, podría deberse a que los animales mestizos presentan mejor condición corporal y pueden adaptarse mejor a cambios ambientales, en este caso a vivir con vacas adultas (Scholtz et al. 2011). En el sexto y séptimo parto el error estándar de la media se incrementa al reducirse el número de animales en estudio, por lo cual no se observan diferencias significativas.

Índice de días abiertos

Los días abiertos de las vacas HP fueron diferentes al de las vacas HM después del primer parto, segundo parto y sexto parto ($p < 0,05$), como se muestran en las tablas 5, 6 y 7 respectivamente. En los demás partos no se

existieron diferencias significativas ($p > 0,05$). Los datos se muestran además en la figura 4.

Tabla 5. Días abiertos entre el primer parto y la segunda gestación de las vacas según el grupo genético HP y HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	63	177,7 \pm 15,1 ^a	147,5 - 207,9
HM	57	125,2 \pm 9,93 ^b	105,3 - 145,1

n = número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0,05$.

Tabla 6. Días abiertos entre el segundo parto y la tercera gestación de las vacas según el grupo genético HP y vacas HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	63	177,7 \pm 15,1 ^a	147,5 - 207,9
HM	57	125,2 \pm 9,93 ^b	105,3 - 145,1

n = número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0,05$.

Tabla 7. Días abiertos entre el sexto parto y la séptima gestación de las vacas según el grupo genético HP y vacas HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	11	173,6 \pm 28,3 ^a	110,6 - 236,7
HM	6	57,00 \pm 11,4 ^b	27,56 - 86,44

n = número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0,05$.

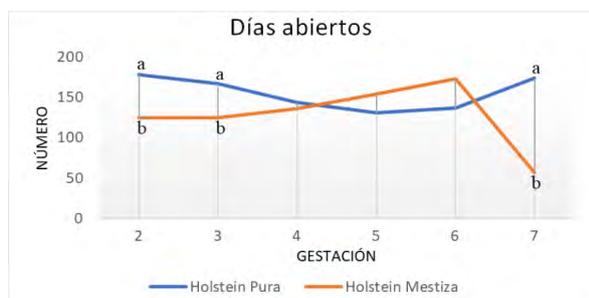


Figura 4. Medias y EEM de días abiertos de vacas HP y vacas HM.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0,05$.

Estas medias son similares a 168,33 días que presentaron Cabrera y Arístides (2018), quienes analizaron los Índices productivos y reproductivos de Holstein, Jersey y Brown Swiss en zonas altas de Perú. Si analizamos la diferencia estadística de los grupos de vacas del criadero San Gerardo para los días abiertos se podría deberse a que los animales mestizos presentan mejor desempeño reproductivo que las puras, tal como lo indica Buckley et al., (2014).

Índice de intervalo entre partos

El intervalo entre partos en días de las vacas HP fue diferente al de las vacas HM para después del primero, segundo y sexto parto ($p < 0,05$), como se muestran en las tablas 8, 9 y 10 respectivamente y en la figura 5. Para los demás partos no existieron diferencias significativas ($p > 0,05$).

Tabla 8. Intervalo en días entre el primer y segundo parto según el grupo genético de vacas HP y vacas HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	63	458,6 \pm 15,1 ^a	428,3 - 488,9
HM	57	406,0 \pm 9,87 ^b	386,3 - 425,8

n = número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0,05$.

Tabla 9. Intervalo en días entre el segundo y tercer parto según el grupo genético de vacas HP y HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	63	458,6 \pm 15,1 ^a	428,3 - 488,9
HM	57	406,0 \pm 9,87 ^b	386,3 - 425,8

n = número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0,05$.

Tabla 10. Intervalo en días entre el sexto y séptimo parto según el grupo genético de vacas HP y HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	63	458,6 \pm 15,1 ^a	428,3 - 488,9
HM	57	406,0 \pm 9,87 ^b	386,3 - 425,8

n = número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0,05$.

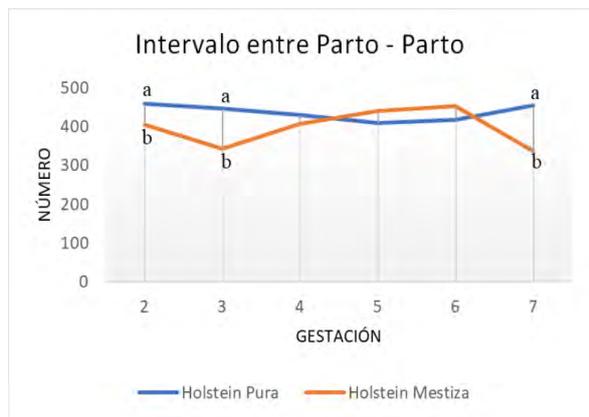


Figura 5. Medias y EEM de intervalo entre Partos en días de vacas HP y vacas HM.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0.05$.

Si analizamos la diferencia de los grupos de vacas del criadero San Gerardo para intervalo entre partos se podría deberse a que los animales mestizos presentan mejor desempeño reproductivo que las puras, tal como lo indica Buckley et al., (2014).

La sumatoria del intervalo entre partos de las vacas HP fue diferente al de las vacas HM ($1518,11 \pm 122,81$; IC 95 % = $1272,62 - 1763,61$ vs. $999,07 \pm 98,51$; IC 95 % = $801,72 - 1196,42$; respectivamente $P < 0,05$), como se muestra en la figura 6.

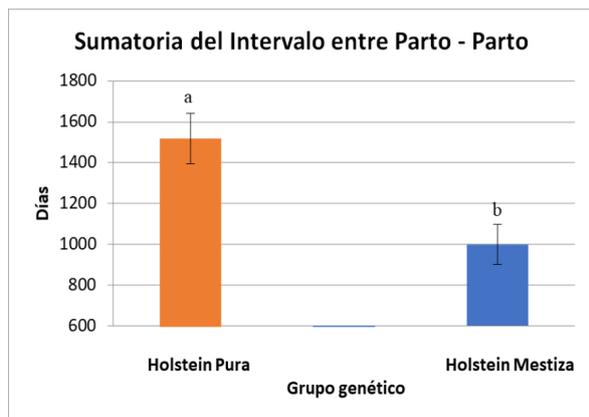


Figura 6. Medias y EEM de la sumatoria del intervalo entre Partos de vacas HP y vacas HM.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0.05$.

El promedio en días del intervalo entre partos de las vacas HP fue diferente al de las vacas HM los que presentaron los siguientes valores ($443,05 \pm 12,56$; IC 95 % = $417,94 - 468,16$ vs. $401,23 \pm 8,34$; IC 95 % = $384,51 - 417,95$; respectivamente $P < 0,05$) (Figura 7).

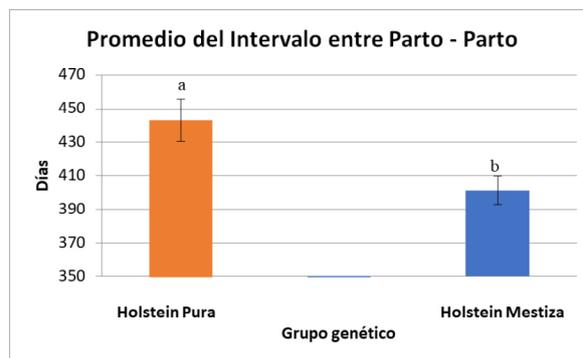


Figura 7. Medias y EEM del promedio en días del intervalo entre Partos de vacas HP y vacas HM.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0.05$.

Los valores de vacas HP son similares a los presentados por Dávalos (2005), con un promedio de 437,46 días al realizar la caracterización de la eficiencia productiva y reproductiva en la provincia de Chimborazo y (Cabrera y Aristides, 2018), quien reportó un promedio de 446,09 días al analizar los índices productivos y reproductivos de ganado Holstein, Jersey y Brown Swiss. Sin embargo, los valores de vacas HM son menores y guardan relación con los datos expuestos por Froidmont et al., (2013) que indica que el intervalo entre partos fue de 401 días para vacas que su primer parto tuvieron a los 23 meses y de 410 días para las que parieron a los 22 - 26 meses en Bélgica.

Las ventajas del cruzamiento se atribuyen principalmente a la heterosis, que mejora rasgos como la fertilidad, la producción, la composición de la leche y la salud de los animales. Las estrategias de cruzamiento también se han relacionado con rasgos funcionales mejorados, como la capacidad de parto y la longevidad (Clasen et al., 2020). Además, la diversidad genética introducida a través de los cruzamientos puede mitigar los problemas relacionados con la depresión endogámica que se observa comúnmente en poblaciones de raza pura, mejorando así los rasgos reproductivos y productivos (Saha et al., 2020).

Una de las principales ventajas de los cruzamientos es la mejora de las tasas de fertilidad. Algunos estudios indican que las vacas mestizas, como las resultantes de cruces Holstein y Simmental, regresan a la ciclicidad posparto antes que las vacas HP, incluso en condiciones similares de producción de leche (Knob et al., 2016). Este retorno temprano al estro es fundamental para optimizar el programa de reproducción y mejorar la eficiencia reproductiva general de los hatos. También, se ha informado que las vacas mestizas

requieren menos inseminaciones por concepción en comparación con vacas HP, lo que se traduce en costos reducidos asociados con la inseminación artificial y una mayor viabilidad económica para los productores de leche (Goni et al., 2015). La combinación de estos factores contribuye a una reducción significativa de los días abiertos, lo que es un indicador clave de desempeño en el manejo del hato lechero.

Las vacas mestizas a menudo exhiben mejores puntuaciones de condición corporal y menos fluctuaciones en el peso corporal a lo largo del tiempo, lo que es fundamental para prevenir enfermedades posparto y problemas reproductivos (Rinell & Heringstad, 2018). La diversidad genética introducida a través del cruzamiento puede conducir a una mayor resistencia a las enfermedades y a una mayor longevidad, reduciendo así las tasas generales de sacrificio en las ganaderías. Por ejemplo, algunas investigaciones han demostrado que el cruce con razas como la Roja Noruega puede conducir a una disminución de las enfermedades posparto comunes, lo que respalda aún más la idea de que el cruce puede mejorar la robustez de las vacas lecheras (Rinell & Heringstad, 2018; Buckley et al., 2014).

Ormston et al., (2022) sugiere que las vacas HM, en particular las que tienen genética Jersey, se han destacado por su capacidad para producir leche con mayor contenido de grasa y proteína, lo que es cada vez más valioso en el mercado lácteo. Por tanto, la integración de estrategias de cruzamiento puede conducir a una operación láctea más sostenible, alineándose con la creciente demanda de productos lácteos de alta calidad.

A pesar de los numerosos beneficios asociados con el mestizaje, es esencial reconocer los desafíos que pueden surgir. El éxito de los programas de cruzamiento depende en gran medida de las prácticas de gestión, incluidas la nutrición, la atención sanitaria y las estrategias de mejoramiento. Una gestión inadecuada puede anular las ventajas potenciales del cruzamiento, lo que lleva a un rendimiento subóptimo (Manirakiza et al., 2017). En este sentido, es imperativo que los productores implementen estrategias de manejo integrales que respalden la salud y la productividad de las vacas mestizas. En las regiones donde se cumplen estas condiciones, el cruzamiento ha dado lugar a mejoras significativas tanto en la producción de leche como en el rendimiento reproductivo, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y la estabilidad económica de los pequeños agricultores (Hatew et al., 2023; Famous et al., 2021).

Al implementar el cruzamiento lechero en hatos de raza HP, los ganaderos esperan mejorar el rendimiento general del hato. Sin embargo, carecen de conocimientos sobre cómo gestionar y beneficiarse de la diversidad de clases genéticas generadas por el cruzamiento rotacional de tres razas, que se refiere en primer lugar a la cohabitación de HP y cruces de primera y segunda generación (F1 y G2, respectivamente) dentro del hato. Quenón and Magne (2021), en un estudio realizado en granjas lecheras comerciales en Francia, demostraron que HP, F1 y G2 tuvieron perfiles de rendimiento diferentes y complementarios, con dos tendencias principales. Primero, HP tuvo una mayor producción de leche, mientras que los cruces F1 y G2 tuvieron un mejor rendimiento de fertilidad. Segundo, F1 tuvo compensaciones de beneficio mutuo entre la producción de leche, la fertilidad y la salud de la ubre en comparación con HP y G2. Además, evidenciaron que los rebaños mixtos HP-F1 o HP-F1-G2 (por debajo del 30%) podrían ser más rentables que los rebaños de raza pura HP o los rebaños totalmente cruzados con un precio de leche convencional. Estos hallazgos pueden utilizarse para asesorar a los ganaderos de razas puras que se preguntan sobre los beneficios y las formas de gestionar la diversidad de entidades animales generadas por el uso de cruces lecheros en sus hatos (Quenón and Magne, 2021).

La integración de tecnologías reproductivas, como la ecografía transrectal y protocolos de inseminación o transferencia de embriones a tiempo fijo, han mejorado la capacidad de diagnosticar y gestionar eficazmente los problemas reproductivos. Estas tecnologías permiten un mejor seguimiento de la actividad ovárica y la identificación oportuna de los trastornos reproductivos, lo que en última instancia contribuye a mejorar los índices reproductivos (Islam et al., 2014; Lavon et al., 2022).

4. CONCLUSIONES

En general, el grupo genético de vacas HM (F1, crossbreeding) presentaron un mejor desempeño reproductivo en comparación con las vacas HP en la ganadería San Gerardo, ubicada a 3200 m.s.n.m en la provincia de Chimborazo.

Se analizaron estadísticamente los índices reproductivos de vacas HP y HM y se obtuvieron diferencias en los siguientes índices: edad al primer servicio, edad primer parto, número de servicios por concepción, intervalo parto primer servicio, días abiertos e intervalo entre partos.

El análisis retrospectivo de los datos reproductivos de una ganadería, es una herramienta que nos permite evaluar de manera cuantitativa la eficiencia reproductiva de los hatos, lo cual mejora de manera objetiva la planificación y toma decisiones en la gestión técnica y manejo de los animales; que en última instancia conducirá hacia prácticas de producción lechera más productivas y sostenibles.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Escuela de Educación Continua y Postgrados IPEC, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por la creación y gestión del Programa de Maestría en Reproducción Animal.

6. CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Aguirre-Valverde, Judyana, Vargas-Leitón, Bernardo, & Romero-Zúñiga, Juan José. (2013). Efectos de la endogamia sobre parámetros reproductivos en vacas holstein y jersey de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 24(2), 245-255. Retrieved October 01, 2024, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212013000200002&lng=en&tlng=es.
2. Alzamora Guerra, Edwin Fabian. (2021). Análisis de los parámetros reproductivos en la ganadería "El Puente" y su impacto en la rentabilidad. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Retrieved October 01, 2024 from <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/14688>
3. Cabrera Bueno y Atistides Wilmer (2018). Indices productivos y reproductivos en vacunos Brown Swiss, Jersey y Holstein en altura-Cooperativa Atahualpa Jerusalen, Cajamarca 1999-2013. Universidad Nacional Agraria La Molina. Retrieved October 01, 2024 from <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3526>
4. Ayana, T. and Gudeta, T. (2015). Incidence of major clinical reproductive health problems of dairy cows at bako livestock research farm over a two-year period (september 2008-december 2010). *Animal and Veterinary Sciences*, 3(6), 158. DOI: 10.11648/j.avs.20150306.13
5. Bolívar, D., Echeverry, J. J., Restrepo, L. F., & Ce-rón Muñoz, M. F. (2009). Productividad de vacas Jersey, Holstein y Jersey/Holstein en una zona de bosque húmedo montano bajo (Bh-MB). *Livestock Research for Rural Development*, 21(6), 1-13. Retrieved October 01, 2024 From <http://www.lrrd.org/lrrd21/6/boli21080.htm>
6. Buckley, F., Lopez-Villalobos, N., & Heins, B. J. (2014). Crossbreeding: implications for dairy cow fertility and survival. *Animal*, 8(s1), 122-133. DOI: 10.1017/S1751731114000901
7. Clasen, J., Fikse, W., Kargo, M., Rydhmer, L., Strandberg, E., & Østergaard, S. D. (2020). Economic consequences of dairy crossbreeding in conventional and organic herds in sweden. *Journal of Dairy Science*, 103(1), 514-528. DOI: 10.3168/jds.2019-16958
8. Clasen, J. B., Fogh, A., & Kargo, M. (2019). Differences between performance of F1 crossbreds and Holsteins at different production levels. *Journal of Dairy Science*, 102(1), 436-441. DOI: 10.3168/jds.2018-14975
9. Dávalos Trujillo, C. (2005). Caracterización de la eficiencia productiva y reproductiva de dos hatos lecheros ubicados en la provincia de Chimborazo, durante el periodo 2002-2003. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Retrieved October 01, 2024 from <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/1725>
10. Dechow, C. D., Rogers, G. W., Cooper, J. B., Phelps, M. I., & Mosholder, A. L. (2007). Milk, fat, protein, somatic cell score, and days open among Holstein, Brown Swiss, and their crosses. *Journal of dairy science*, 90(7), 3542-3549. DOI: 10.3168/jds.2006-889
11. De Vries, (2006). Economic value of pregnancy in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 89, 3876-3885. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72430-4
12. Dezetter, C., Leclerc, H., Mattalia, S., Barbat, A., Boichard, D., & Ducrocq, V. (2015). Inbreeding and crossbreeding parameters for production and fertility traits in Holstein, Montbéliarde, and Normande cows. *Journal of Dairy Science*, 98(7), 4904-4913. DOI: 10.3168/jds.2014-8386
13. Effa, K., Wondatir, Z., Dessie, T., & Haile, A. (2011). Genetic and environmental trends in the long-term dairy cattle genetic improvement programmes in the central tropical highlands of Ethiopia. *J. Cell Anim. Biol*, 5(6), 96-104. DOI: 10.3389/fgene.2021.617128
14. Endo, N. (2022). Possible causes and treatment strategies for the estrus and ovulation disorders in dairy cows. *Journal of Reproduction and Development*, 68(2), 85-89. DOI: 10.1262/jrd.2021-125



15. Esslemont RJ and Peeler EJ (1993). The scope for raising margins in dairy herds by improving fertility and health. *British Veterinary Journal*. 149, 537-547. DOI: 10.1016/S0007-1935(05)80038-7
16. Famous, M., Aditya, A. C., Ahmed, S. I., & Sutradhar, S. (2021). Productive and reproductive performance of different crossbred dairy cattle at kishoreganj, bangladesh. *Veterinary Sciences: Research and Reviews*. DOI: 10.17582/journal.vsr/2021.7.1.69.76
17. Fourichon, C., Seegers, H., Beaudeau, F., Verfaille, L., & Bareille, N. (2001). Health-control costs in dairy farming systems in western France. *Livestock Production Science*, 68(2-3), 141-156. DOI: 10.1016/S0301-6226(00)00248-7
18. Fouz, R., Gandoy, F., Sanjuán, M., Yus, E., & Dieguez, F. (2011). Factors associated with 56-day non-return rate in dairy cattle. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(6), 648-654. DOI: 10.1590/s0100-204x2011000600011
19. Froidmont, E., Mayeres, P., Picron, P., Turlot, A., Planchon, V., & Stilmant, D. (2013). Association between age at first calving, year and season of first calving and milk production in Holstein cows. *Animal*, 7(4), 665-672. DOI: 10.1017/S1751731112001577
20. Goni, S., Muller, C. J. C., Dube, B., & Dzama, K. (2015). Reproductive performance of Jersey and Fleckvieh× Jersey heifers and cows maintained on a pasture-based feeding system. *South African Journal of Animal Science*, 45(4), 379-385. DOI: 10.4314/sajas.v45i4.4
21. Gotō, A., Takahara, K., Sugiura, T., Oikawa, S., Katamoto, H., & Nakada, K. (2019). Association of postpartum diseases occurring within 60 days after calving with productivity and reproductive performance in dairy cows in fukuoka: a cow-level, retrospective cohort study. *Journal of Veterinary Medical Science*, 81(7), 1055-1062. DOI: 10.1292/jvms.18-0384
22. Hatew, B., Peñagaricano, F., Balehegn, M., Jones, C. S., Dahl, G. E., & Adesogan, A. (2023). Synergies of feed, management trainings, and genetics on milk production of dairy cows in the tropics: the case of ethiopian smallholder farmers. *Frontiers in Animal Science*, 4. DOI: 10.3389/fanim.2023.1119786
23. Hare E, Norman HD and Wright JR. (2006). Survival rates and productive herd life of dairy cattle in the United States. *Journal of Dairy Science* 89, 3713-3720. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72412-2
24. Heinrichs, AJ; Wells, SJ; Hurd, HS; Hill, GW; Dargatz, DA. (1994). The national dairy heifers evaluation project: A profile of heifer management practices in United States. *J. Dairy Sci.* 77(6):1548-1555. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(94)77096-X
25. Islam, R., Juyena, N., Bhuiyan, M., Rahman, M., & Ferdousy, R. (2014). Treatment outcomes in postpartum anoestrus cows guided by transrectal ultrasonography. *Progressive Agriculture*, 24(1-2), 93-100. DOI: 10.3329/pa.v24i1-2.19109
26. Islam, M. (2022). A cross sectional study on some aspects of reproduction scenario and prevalence of reproductive disorders in dairy cattle in bangladesh. *AJRAVS*, 5(3), 165-173. DOI: 10.9734/ajravs/2022/v5i3201
27. Inchaisri, R. Jorritsma, P.L.A.M. Vos, G.C. van der Weijden, H. Hogeveen. (2010). Economic consequences of reproductive performance in dairy cattle. *Theriogenology*, 74, 835-846. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2010.04.008
28. Knob, D.A., Alessio, D.R.M., Thaler Neto, A. et al. Reproductive performance and survival of Holstein and Holstein × Simmental crossbred cows. *Trop Anim Health Prod* 48, 1409-1413 (2016). DOI: 10.1007/s11250-016-1103-9
29. Kuhn MT, Hutchison JL and Wiggans GR. (2006). Characterization of Holstein heifer fertility in the United States. *Journal of Dairy Science* 89, 4907-4920. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72541-3
30. Lavon, Y., Friedman, S., Shwimmer, A., & Falk, R. (2022). Performing early pregnancy tests in milk and their effect on cow welfare and reproductive performance compared to rectal pregnancy tests 40 to 45 days post insemination. *Dairy*, 3(3), 465-473. DOI: 10.3390/dairy3030034
31. Lucy MC. (2001). Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *Journal of Dairy Science* 84, 1277-1293. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(01)70158-0
32. Manirakiza, J., Hatungumukama, G., Thévenon, S., Gautier, M., Besbes, B., Flori, L., ... & Dettelleux, J. (2017). Effect of genetic european taurine ancestry on milk yield of ankole-holstein crossbred dairy cattle in mixed small holders system of burundi highlands. *Animal Genetics*, 48(5), 544-550. DOI: 10.1111/age.12578
33. Marini, P.R., Charmandarian, A. and Di Masso, R.J. (2007) Desempeno productivo y reproductivo de vacas de diferentes edades al primer parto en sistemas a pastoreo. *Sitio Argentino de Producción Animal*. <http://www.produccion-animal.com.ar/>

34. Miller RH, Kuhn MT, Norman HD and Wright JR (2008). Death losses for lactation cows in herds enrolled in Dairy Herd Improvement test plans. *Journal of Dairy Science* 91, 3710–3715. DOI: 10.3168/jds.2007-0943
35. Montiel-Olguín, L., Ruiz-López, F., Mellado, M., Estrada-Cortés, E., Gómez-Rosales, S., Elton-Puente, J., ... & Ávila, H. (2019). Body condition score and milk production on conception rate of cows under a small-scale dairy system. *Animals*, 9(10), 800. DOI: 10.3390/ani9100800
36. Norman HD, Wright JR, Hubbard SM, Miller RH and Hutchison JL (2009). Reproductive status of Holstein and Jersey cows in the United States. *Journal of Dairy Science* 92, 3517–3528. DOI: 10.3168/jds.2008-1768
37. Ormston, S., Davis, H., Butler, G., Chatzidimitriou, E., Gordon, A., Theodoridou, K., ... & Stergiadis, S. (2022). Performance and milk quality parameters of jersey crossbreds in low-input dairy systems. *Scientific Reports*, 12(1). DOI: 10.1038/s41598-022-10834-4
38. Rinell, E., & Heringstad, B. (2018). The effects of crossbreeding with Norwegian Red dairy cattle on common postpartum diseases, fertility and body condition score. *animal*, 12(12), 2619-2626. DOI: 10.1017/S175173111800037X
39. Saha S., Amalfitano N., Bittante G., & Gallo L. (2020). Milk coagulation traits and cheese yields of purebred Holsteins and 4 generations of 3-breed rotational crossbred cows from Viking Red, Montbéliarde, and Holstein bulls. *Journal of dairy science*, 103(4), 3349-3362. DOI: 10.3168/jds.2019-17576
40. Scholtz, M. M., McManus, C., Okeyo, A. M., & Theunissen, A. (2011). Opportunities for beef production in developing countries of the southern hemisphere. *Livestock Science*, 142(1-3), 195-202. DOI: 10.1016/j.livsci.2011.07.014
41. Sørensen, M. K., Norberg, E., Pedersen, J., & Christensen, L. G. (2008). Invited review: Crossbreeding in dairy cattle: A Danish perspective. *Journal of Dairy Science*, 91(11), 4116-4128. DOI: 10.3168/jds.2008-1273
42. Taylor, J. F., Taylor, K. H., & Decker, J. E. (2016). Holsteins are the genomic selection poster cows. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(28), 7690-7692. DOI: 10.1073/pnas.1608144113
43. Theunissen, A., Scholtz, M. M., Neser, F. W. C., & MacNeil, M. D. (2013). Crossbreeding to increase beef production: additive and non-additive effects on weight traits. *South African Journal of Animal Science*, 43(2), 143-152. DOI: 10.1016/S0007-1935(05)80038-7
44. Triwutanon, S. (2023). Factors affecting first ovulation in postpartum dairy cows under tropical conditions: a review. *Open Veterinary Journal*, 13(12), 1536. DOI: 10.5455/ovj.2023.v13.i12.3
45. VanRaden, P. M., Sanders, A. H., Tooker, M. E., Miller, R. H., Norman, H. D., Kuhn, M. T., & Wiggans, G. R. (2004). Development of a national genetic evaluation for cow fertility. *Journal of dairy science*, 87(7), 2285-2292. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(04)70049-1
46. Walsh, S., Buckley, F., Pierce, K., Byrne, N., Patton, J., & Dillon, P. (2008). Effects of breed and feeding system on milk production, body weight, body condition score, reproductive performance, and postpartum ovarian function. *Journal of Dairy Science*, 91(11), 4401-4413. DOI: 10.3168/jds.2007-0818
47. Webb, E. and Bruyn, E. (2021). Effects of milk urea nitrogen (mun) and climatological factors on reproduction efficiency of holstein friesian and jersey cows in the subtropics. *Animals*, 11(11), 3068. DOI: 10.3390/ani11113068
48. Weigel KA, Palmer RW and Caraviello DZ. (2003). Investigation of factors affecting voluntary and involuntary culling in expanding dairy herds in Wisconsin using survival analysis. *Journal of Dairy Science* 86, 1482–1486. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73733-3
49. Weigel, K.A.; VanRaden, P.; Norman, H.; Grosu, H. (2017). A 100-Year Review: Methods and impact of genetic selection in dairy cattle—From daughter-dam comparisons to deep learning algorithms. *J. Dairy Sci.*, 100, 10234–10250. DOI: 10.3168/jds.2017-12954
50. Yue X.-P. Dechow C. Chang T.-C. (2014). DeJarnette J.M. Marshall C.E. Lei C.-Z. Liu W.-S. (2014). Copy number variations of the extensively amplified Y-linked genes, HSFY and ZNF280BY, in cattle and their association with male reproductive traits in Holstein bulls. *BMC Genomics*. 15, 113. DOI: 10.1186/1471-2164-15-113
51. Yue X.-P. Dechow C. Liu W.-S. (2015). A limited number of Y chromosome lineages is present in North American Holsteins. *J. Dairy Sci.* 2015; 98 (25660742): 2738-2745. DOI: 10.3168/jds.2014-8601