

## Indicadores productivos y reproductivos de vacas Holstein y Holstein x Jersey durante la primera lactancia en sistemas a pastoreo

Productive and reproductive indicators of Holstein and Holstein x Jersey cows during first lactation in grazing systems

Biga Pablo<sup>1,2</sup>, Barbona Ivana<sup>2,3</sup>, Lammoglia–Villagómez Miguel Ángel<sup>4</sup>, Marini Pablo Roberto<sup>1</sup><sup>2,5</sup>, Hernández-Carbajal Gabriela Romina<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario, Casilda (2170) Argentina.

<sup>2</sup>Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL), Casilda (2170), Argentina.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Casilda (2170) Argentina. <sup>4</sup>Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz, México. <sup>5</sup>Carrera del Investigador Científico CIC-UNR, Universidad Nacional de Rosario, Rosario (2000), Argentina.

### NOTA SOBRE LOS AUTORES

Biga Pablo: [pablo.big@vas.com](mailto:pablo.big@vas.com)  <https://orcid.org/0000-0002-0883-1509>

Barbona Ivana: [ivanabarbona@gmail.com](mailto:ivanabarbona@gmail.com)

Lammoglia-Villagómez Miguel Ángel: [mammoglia@uv.mx](mailto:mammoglia@uv.mx)  <https://orcid.org/0000-0002-2958-0518>

Marini Pablo Roberto: [pmarini@unr.edu.ar](mailto:pmarini@unr.edu.ar)  <https://orcid.org/0000-0003-2056-8181>

Hernández-Carbajal Gabriela Romina: [gabrielahernandez02@uv.mx](mailto:gabrielahernandez02@uv.mx)  <https://orcid.org/0000-0003-4760-3047>

Esta investigación fue financiada con recursos de los autores.

Los autores no tienen ningún conflicto de interés al haber hecho esta investigación.

Remita cualquier duda sobre este artículo a Hernández-Carbajal Gabriela Romina.

**Recibido:** 06/08/2022

**Aceptado:** 27/11/2022

**Publicado:** 01/12/2022



Copyright (c) 2022 Biga Pablo, Barbona Ivana, Lammoglia–Villagómez Miguel Ángel, Marini Pablo Roberto y Hernández-Carbajal Gabriela Romina.

Esta obra está protegida por una licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar el comportamiento productivo y reproductivo de vacas Holstein y vacas Holstein x Jersey durante la primera lactancia en dos establecimientos comerciales. Se utilizaron datos retrospectivos correspondientes a registros de lactancia de 3399 vacas primíparas de raza Holstein y de 1756 vacas primíparas de Holstein x Jersey recolectados entre los años 1999-2016 en dos establecimientos comerciales pertenecientes a la misma empresa, ubicados en la localidad de Villa Elisa, departamento Colón, provincia de Entre Ríos, Argentina. El análisis de componentes principales explicó un 78% de la variabilidad total de los datos.  $CP1 = 0,9605745$  días de lactancia +  $0,6480341$  + índice de leche +  $0,9647039$  intervalo parto concepción +  $0,9557397$  intervalo parto – parto +  $0,8446656$  número de servicios. Se ajustó un modelo de regresión lineal múltiple para explicar los litros totales en función de los litros por día, los días de vacas secas, la edad al primer parto y la componente principal, mostrando que la Recta estimada para la raza Holstein fue  $Y = 947,49 + 296,73$  litros por día –  $9,95$  días Seca +  $1,38$  edad a la primer parto +  $1188,78$  componente principal y la Recta estimada para la raza Holstein x Jersey fue  $Y = 1797,47 + 271,89$  litros por día –  $9,95$  días Seca +  $1,05$  edad al primer parto +  $1162,12$  componente principal. Se concluye que, en sistemas de producción de leche como el estudiado, los grupos de vacas Holstein x Jersey presentaron mejores resultados reproductivos y no así en los productivos, aunque similares a los de eficiencia evaluados a través del índice de leche.

**Palabras clave:** Vaca lechera, cruzamiento, eficiencia, heterosis, sistema a pastoreo.

## ABSTRACT

The aim of this work was to determine the productive and reproductive development of Holstein and Holstein x Jersey cows during the first lactation in two commercial establishments. Retrospective records corresponding to lactation of 3,399 Holstein primiparous cows and 1,756 Holstein x Jersey primiparous cows collected between the years 1999-2016 in two commercial establishments belonging to the same company, located in the town of Villa Elisa, Colón department, Entre Ríos province, Argentina were used. Principal component analysis explained 78%

of the total variability of the data.  $CP1 = 0.9605745$  lactation days +  $0.6480341$  + milk index +  $0.9647039$  birth-conception interval +  $0.9557397$  birth-delivery interval +  $0.8446656$  number of services. A multiple linear regression model was fitted to explain the total liters as a function of liters per day, dry cow days, age at first calving and the principal component, showing that the estimated Line for Holstein was  $Y = 947.49 + 296.73$  liters per day –  $9.95$  dry days +  $1.38$  age at first calving +  $1188.78$  principal component and the estimated line for the Holstein x Jersey was  $Y = 1797.47 + 271.89$  liters per day –  $9.95$  dry days +  $1.05$  age at first calving +  $1162.12$  principal component. It is concluded that, in milk production systems such as the one studied, the groups of Holstein x Jersey presented better reproductive results, however these results disagree with the productive ones, although similar to those of efficiency evaluated through the milk index.

**Keywords:** Dairy cow, crossing, efficiency, heterosis, grazing system.

## INTRODUCCIÓN

Los cruzamientos entre razas lecheras proporcionan una herramienta accesible para mejorar los indicadores de salud, la eficiencia productiva y reproductiva. Esto es posible a través de la introducción de genes favorables de otras razas, eliminando la depresión endogámica, y manteniendo las interacciones génicas que causan la heterosis (Young, 1984).

Hay trabajos que muestran que los cruzamientos mejoran el rendimiento general de las vacas (Buckley et al., 2014) pudiéndose utilizar diferentes razas y en la diversidad de sistemas productivos lecheros que existan (Heins et al., 2006; Prendiville et al., 2011).

Delaby et al. (2018) demostró que el cruzamiento en vacas lecheras podría ofrecer un mejor equilibrio para lograr animales robustos, generado por la combinación de complementariedad y heterosis racial.

Dentro de sistemas basados en pastos tanto a nivel internacional como en Irlanda, las vacas Jersey ha sido la raza predominante utilizada para cruzar con Holstein (Clasen et al., 2020). Además de las mejoras en la leche características de producción (sólidos lácteos), eficiencia en la reproducción y mayor longevidad (Dezetter et al., 2015; Clasen et al., 2019; Clasen et al., 2020). Los cruzamientos

con Jersey ofrecen ventajas relacionadas con la mayor capacidad de consumo y eficiencia en la producción (Mackle et al., 1996; Caraviello, 2004; Prendiville et al., 2009; McClear, et al., 2020).

Los cruzamientos son considerados cuando las áreas poseen algunas limitantes de clima y/o suelo, en las cuales se desarrollan cada vez más las producciones lecheras. Un ejemplo de esto es la cuenca lechera entrerriana en Argentina, donde muchos productores han utilizado en los últimos años vacas cruzas en sus rodeos, con la necesidad de lograr un genotipo más adaptado a sus sistemas a pastoreo con diferentes niveles de suplementación, debido a las limitaciones agroecológicas que poseen para aquellos animales de alto mérito genético (Mancuso y Marini, 2012). El objetivo de este trabajo fue determinar el comportamiento productivo y reproductivo de vacas Holstein y vacas Holstein x Jersey durante la primera lactancia en dos establecimientos comerciales pertenecientes a la misma empresa, ubicados en la localidad de Villa Elisa, departamento Colón, provincia de Entre Ríos, Argentina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron datos retrospectivos correspondientes a las lactancias de 3399 vacas primíparas de raza Holstein y de 1756 vacas primíparas de Holstein x Jersey recolectados entre los años 1999-2016 en dos establecimientos comerciales pertenecientes a la misma empresa, ubicados en la localidad de Villa Elisa, departamento Colón, provincia de Entre Ríos, Argentina: Establecimiento I (32°04'21,0''S; 58°38'13,8''O) y Establecimiento II (32°07'53,7''S; 58°36'22,7''O). Ambos establecimientos se caracterizan por:

1. Utilizar vacas de la raza Holstein biotipo Americano- Canadiense conjuntamente con vacas de la raza Jersey y sus cruas.
2. La alimentación es básicamente a pastoreo (praderas de alfalfa) con suplementación (grano de maíz, silo de maíz y rollos) suministrada en diferentes proporciones de acuerdo a la disponibilidad estacional de las praderas de alfalfa.
3. Las salas de ordeño son en espaldas de pescado.
4. Contar con control lechero oficial

5. Estar libres de brucelosis y tuberculosis y con control de leptospirosis, rinotraqueitis infecciosa bovina y diarrea viral bovina

7. Contar con identificación electrónica en todos los animales, detección de celo por pintura, bloqueo de los servicios por dos meses para evitar partos en enero y febrero. Control ginecológico semanal. Llevar los registros en DairyComp 305 (2020).

En ambos se insemina artificialmente hace 20 años, con semen de toros probados, mediante detección de celo natural, uso de prostaglandina y/o Inseminación Artificial a Tiempo Fijo.

A los efectos del análisis sólo se incluyeron aquellos registros correspondientes a las vacas con información desde su nacimiento hasta la finalización de su primer parto, pero que además hubieran tenido un segundo parto, criterio clave para asegurar que la comparación no resultara viciada por la presencia de vacas con una primera lactancia fallida.

De ese total se excluyeron aquellas vacas con menos de 671 días o más de 1098 días al primer parto, o con una primera lactancia menor a 150 días y un intervalo primer parto-segundo parto menor a 310 días. En el lapso relevado, todas las vacas se sometieron al mismo manejo y se utilizaron las mismas instalaciones de ordeño.

Indicadores productivos

Edad al primer parto (EPP): Fecha del primer parto – fecha de nacimiento, en días.

Días en lactancia (DLACT): Fecha de secado – fecha de parto, en días.

Producción total de leche a la primera lactancia ajustada a 305 días (PLaj) en litros.

Producción total de leche a la primera lactancia (PLT) en litros.

Litros por día (LD):  $PLT / DLACT$ , en litros.

Días de vaca seca (VS): Fecha de segundo parto – fecha de secado, en días.

Índice de leche a la primera lactancia (IL): total para su vida productiva,  $il: PLT/VPT$ .

Indicador reproductivo

Intervalo parto-parto (IPP): Edad al segundo parto – edad al primer parto en días.

Intervalo parto-concepción (IPC): fecha de preñez – fecha de parto, en días.

Número de servicios necesarios para el segundo parto (NS).

Análisis estadístico. Se estimaron los promedios, los desvíos estándar y los coeficientes de variación por categoría y se aplicaron las pruebas de Análisis de la Variancia y de comparación de medias de Duncan ( $p < 0,05$ ) (Sokal y Rohlf, 1979). Se estimaron las medianas y los rangos de NS y se aplicó la prueba de hipótesis de Kruskal - Wallis (Sokal y Rohlf, 1979). Se realizó un análisis de componentes principales. Se aplicó un modelo de regresión múltiple que describe los litros totales como una función de las otras variables. Los análisis estadísticos se realizaron con la versión R 4.1.0.

## RESULTADOS

Análisis univariado. Los valores de los indicadores productivos y reproductivos registrados en los dos grupos de vacas se presentan en la Tabla 1. Los mismos se diferenciaron por los dos grupos de vacas analizadas.

**Tabla 1.** Caracteres productivos y reproductivos de vacas de primer parto Holstein y cruza (Holstein x Jersey).

	Vacas Holstein	Vacas Cruzas (HxJ)	Significancia
EPP (días)	860 ± 2,1	802 ± 2,5	***
DLACT (días)	373,9 ± 1,8	352,2 ± 2,6	***
PLaj (litros)	6893 ± 22	6794 ± 31	**
PLT (litros)	8393 ± 46	7828 ± 64	***
L/D (litros)	22,6 ± 0,1	22,3 ± 0,1	*
VS (días)	59 ± 0,9	61 ± 0,9	*
IL (litros)	6,8 ± 0,03	6,7 ± 0,04	Ns
NS	2 (1-15)	2 (1-14)	Ns
IPC (días)	158 ± 2	131 ± 3	***
IPP (días)	435 ± 2	411 ± 3	***

Todos los valores corresponden a la media aritmética  $\pm$  error estándar, a excepción NS que corresponde a la mediana y rango intercuartílico.

Ns: no significativo, \* 0,05, \*\* 0,001, \*\*\* 0,0001

EPP: edad al primer parto, DLACT: días de lactancia, PLaj: producción de leche ajustada a 305 días, PLT: producción de leche total, L/D: litros por día, VS: días de vaca seca, IL: índice de leche, NS: número de servicios para lograr la preñez para segundo parto, IPC: intervalo parto-concepción, IPP: intervalo parto-parto.

Análisis multivariado. Se llevó a cabo un análisis de componentes principales para construir un índice con las variables altamente correlacionadas (Figura 1) y de esta forma evitar problemas de multicolinealidad en el modelo posterior. Las variables a considerar fueron: días de lactancia, índice de leche, intervalo parto concepción, intervalo parto – parto y número de servicio por preñez.

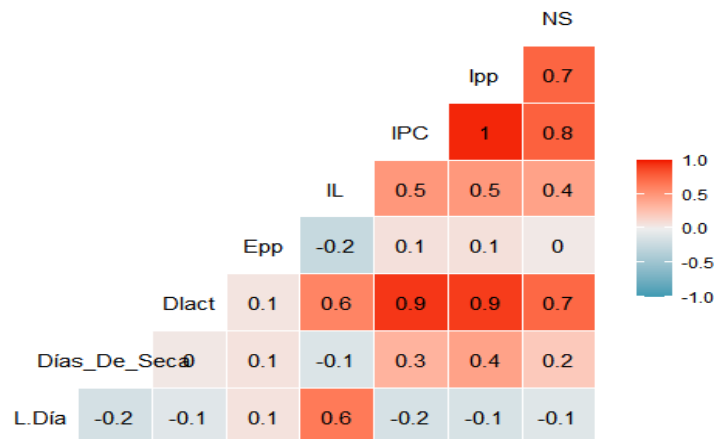


Figura 1. Matriz de correlaciones entre variables.

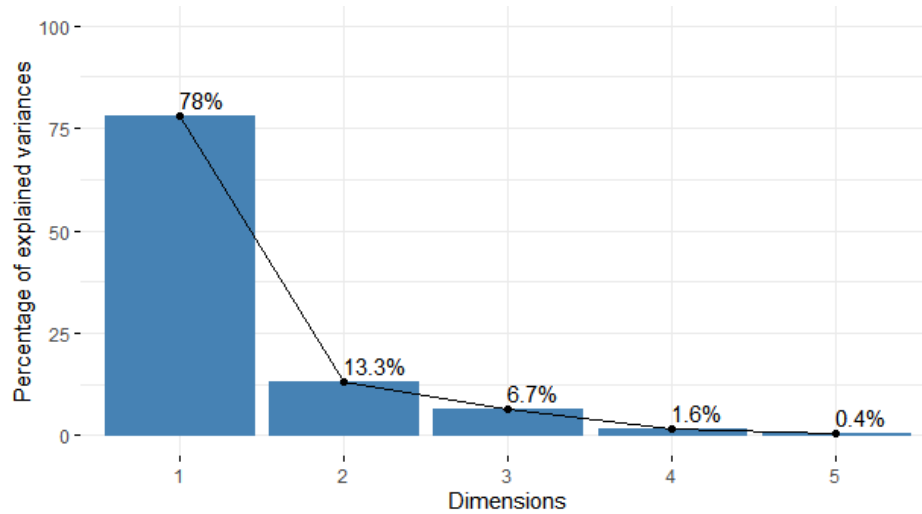


Figura 2. Gráfico de sedimentación para análisis de componentes principales.

En el Figura 2 anterior se observa que la primera componente principal explica un 78% de la variabilidad total de los datos.

Tabla 2. Correlaciones entre las variables y la primera componente principal (CP1)

	CP1
Dlact	0,960
IL	0,648
IPC	0,965
IPP	0,956
NS	0,845

Como se observa en la tabla anterior (Tabla 2), esta nueva variable (CP1) tomará valores altos cuando los animales tengan altos los valores de días de lactancia, índice de leche, intervalo parto concepción, intervalo parto-parto y número de servicio por preñez y sus valores serán bajos cuando estas variables tengan valores bajos.

Es decir, esta componente nos separa vacas con muchos días de lactancia, alto índice de leche, alto intervalo parto concepción, alto intervalo parto - parto y alto número de servicio por preñez de aquellos animales que tienen bajo los valores de estas variables explicativas.



La función de la primera componente es la siguiente:

CP1 = 0,9605745 días de lactancia + 0,6480341 índice de leche + 0,9647039 intervalo parto concepción + 0,9557397 intervalo parto - parto + 0,8446656 número de servicios.

En consecuencia, esta componente se denominó "producción con ineficiencia reproductiva". A mayor valor de la misma corresponde mayor duración de la lactancia, mayor índice de leche, mayor intervalo parto concepción, mayor intervalo parto - parto y mayor número de servicios por preñez.

Luego, se ajusta un modelo de regresión lineal múltiple para explicar Litros totales en función de litros por día, días de seca, edad al primer parto y componente principal 1, y se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 3. Coeficientes del modelo ajustado.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	1797.4688	117.9569	15.238	< 2e-16 ***
Raza H	-849.9770	141.2886	-6.016	1.91e-09 ***
L/Día	271.8868	3.1000	87.706	< 2e-16 ***
DÍAS SECA	-9.9527	0.1635	-60.877	< 2e-16 ***
EPP	1.0516	0.1229	8.556	< 2e-16 ***
CP1	1162.1176	7.3525	158.058	< 2e-16 ***
Raza H: L/Día	24.8385	3.7434	6.635	3.57e-11 ***
Raza H: EPP	0.3323	0.1444	2.301	0.02143 *
Raza H: CP1	26.6617	8.5713	3.111	0.00188 **

Nota: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*\*' 0.01 '\*\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 534.9 on 5133 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9602, Adjusted R-squared: 0.9602

F-statistic: 1.55e+04 on 8 and 5133 DF, p-value: < 2.2e-16

Recta estimada para la raza H

$$Y = 947,49 + 296,73 \text{ L/día} - 9,95 \text{ Días Seca} + 1,38 \text{ EPP} + 1188,78 \text{ CP1}$$

Recta estimada para la raza C

$$Y = 1797,47 + 271,89 \text{ L/día} - 9,95 \text{ Días Seca} + 1,05 \text{ EPP} + 1162,12 \text{ CP1}$$

## DISCUSIÓN

La longitud de vida productiva de un animal es un indicador que posibilita evaluar la eficiencia del sistema productivo, entre los factores que lo afectarían en mayor magnitud aparece la edad al primer parto, el intervalo entre partos, la duración de cada lactancia y el número de lactancias (Hare et al. 2006).

La edad al primer parto permite evaluar el desempeño reproductivo del rodeo, debido a que el inicio de la vida productiva en una edad mayor, constituiría una limitante de importancia económica (Bolívar et al. 2009). En la Tabla 1 se observa que las vacas Holstein x Jersey poseen una menor edad a su primer parto (26,3 meses) con respecto a las Holstein con 28,2 meses mostrando diferencias significativas ( $p \leq 0,0001$ ). No coincidiendo con un trabajo de Mancuso y Marini (2012) comparando diferentes cruzamientos en el cual se mostró que las edades al primer parto se equipararon para todos los genotipos entre 23 y 25 meses de edad, aunque con las vacas Holstein x Jersey y Holstein se destacaron teniendo la mayor edad a su primer parto. Y menores a los valores de reportados por Castillo Badilla et al. (2015) para las vacas Jersey que tuvieron 29,4 meses de edad al primer parto.

En la Tabla 1 se observa que las vacas Holstein x Jersey poseen menor cantidad de días en lactancia con respecto a las Holstein mostrando diferencias significativas ( $p \leq 0,0001$ ). Los resultados fueron similares a los reportados por Mancuso y Marini (2012) donde las vacas Holstein de primer parto tuvieron los valores más altos de días en lactancia (entre 333 y 407 días), mientras las Holstein x Jersey fueron entre 320 y 326 días.

En la Tabla 1 se observa que las vacas Holstein x Jersey poseen una menor producción de leche a 305 días ajustada, producción total a la primera lactancia y litros por día con respecto a las Holstein mostrando diferencias significativas ( $p \leq 0,001$ ;  $p \leq 0,0001$ ;  $p \leq 0,05$ ) respectivamente. Estos resultados coinciden con un trabajo de Clasen et al., (2020) en donde las vacas Holstein produjeron más litros de leche a la primera lactancia que las vacas Holstein x Jersey, y concuerdan con varios estudios previos que compararon vacas Holstein y Holstein x Jersey (Prendiville et al., 2010; Vance et al.,

2012; Coffey et al., 2017) que mostraron que la mayor producción de leche fue generada por las vacas Holstein.

Numerosos estudios han informado que las vacas Holstein x Jersey tienen un mejor rendimiento reproductivo en sistemas a pastoreo en comparación con las vacas Holstein (Clasen et al., 2020). En la Tabla 1 se observa que las vacas Holstein x Jersey poseen un menor intervalo parto-concepción y como consecuencia un menor intervalo parto-parto con respecto a las Holstein mostrando diferencias significativas ( $p \leq 0,0001$ ;  $p \leq 0,0001$ ) respectivamente. Sin embargo, Leane (2016) no informó diferencias significativas entre vacas Holstein y Holstein x Jersey para la tasa de preñez a las seis semanas posparto y en la tasa de preñez general en sistemas a pastoreo.

En la Tabla 1 aparecen dos variables que no presentan diferencias significativas entre los genotipos analizados, una de ellas es el IL indicador de eficiencia, mostrando al utilizar un indicador de eficiencia biológica los genotipos poseen el mismo comportamiento, y el otro fue el número de servicios por preñez en donde ambos genotipos requieren la misma cantidad de servicios para lograr su segunda preñez.

Agudelo-Gómez et al. (2015) y Mello et al. (2020) aplicaron la técnica de componentes principales para identificar agrupamientos que asociaran los rasgos de producción y reproducción en vacas lecheras, y en sus trabajos requirieron de tres componentes para explicar el 90% de la variación observada, Marini et al. (2021), requirió de dos componentes para explicar el 92,9% de la variación observada, frente al 78% de la variación observada explicado por la primera componente en este trabajo.

Los signos y significados de las correlaciones entre los valores de la componente principal y los indicadores que intervinieron en su cálculo, permitieron identificar las diferentes asociaciones en donde la componente principal se vinculó en forma positiva y significativa con días de lactancia, índice de leche, intervalo parto concepción, intervalo parto – parto y número de servicios por preñez. Se podría decir que es una vaca con producción de leche acompañada de una ineficiencia reproductiva. En parte coincidiría con lo expresado por Berry et al. (2014) en donde la preocupación que existe actualmente por no descuidar el factor reproductivo, ha provocado

que los programas de mejoramiento en la primera parte de este siglo comenzaran a incluir la fertilidad y la salud como parte de los rasgos de selección. La inclusión de estos rasgos ha ayudado para revertir algunas de las tendencias anteriores que dieron lugar a una fertilidad reducida.

La interpretación del modelo de regresión múltiple, que se observan los resultados en la Tabla 2, nos muestra que para las vacas Holstein, por cada aumento unitario en litros de leche por día, los litros totales aumenta 296 litros en promedio, mientras que en el caso de las vacas Holstein x Jersey los litros totales aumenta en promedio 272 litros. Para las variable días de vacas seca, por cada aumento unitario de esta variable, los litros totales disminuyen en promedio 10 litros tanto en las vacas Holstein como en las vacas Holstein x Jersey. La variable edad al primer parto, por cada aumento unitario de la misma la variable litros totales aumentan en promedio 1,4 litros en las vacas Holstein y 1,1 litros en las vacas Holstein x Jersey. Al considerar la Componente Principal (CP1), por cada aumento unitario de ésta, la variable litros totales aumenta en promedio 1189 litros en las vacas Holstein y 1162 litros en las vacas Holstein x Jersey.

Se observa que el uso del análisis univariado no siempre debería utilizarse como única herramienta de estudio, la utilización de modelos multivariados permite aumentar la cantidad de información al considerar las relaciones entre variables simultáneamente (todas al mismo tiempo) con lo que se logra mejorar la interpretación de la información. Los resultados demostraron de la existencia de diferencias dentro de los grupos genéticos analizados, mostrando un mejor comportamiento en las vacas Holstein que les permitió expresar su potencial productivo, pero acompañado de una menor eficiencia reproductiva, seguramente por las limitaciones ambientales existentes propios de los sistemas a pastoreo. Pone en evidencia que al menos para estos sistemas analizados las Holstein x Jersey no lograron superar productivamente a las Holstein, aunque si mostraron un mejor comportamiento reproductivo. Quedaría por analizar otras variables de peso en los sistemas a pastoreo, como es la longevidad, salud, bienestar para observar el comportamiento de ambos genotipos para tener una valoración integral.

## CONCLUSIÓN

Se concluye que, en sistemas de producción de leche como el estudiado, los grupos de vacas Holstein x Jersey presentaron mejores resultados reproductivos y no así en los productivos, aunque similares a los de eficiencia evaluados a través del índice de leche.

## LITERATURA CITADA

- Agudelo-Gómez, D.A., R.P. Savegnago, M.E. Buzanskas, A.S. Ferraudo, D.P. Munari, and M.F. Ceron-Muñoz. 2015. Genetic principal components for reproductive and productive traits in dual-purpose buffaloes in Colombia. *Journal of Animal Science* 93:3801-3809. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-8940>
- Berry DP, Wall E, Pryce JE. (2014). Genetics and genomics of reproductive performance in dairy and beef cattle. *Animal*.8(s1):105–21
- Buckley, F., Lopez-Villalobos N., Heins B. (2014). Crossbreeding: Implications for dairy cow fertility and survival. *Animal* 8(Suppl. 1):122–133. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000901>
- Bolívar, D., Echeverry, J., Restrepo, L., Cerón-Muñoz, M. (2009). Productividad de vacas Jersey, Holstein y Jersey/Holstein en una zona de bosque húmedo montano bajo (Bh-MB) [en línea]. *Livestock Research for Rural Development*. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd21/6/boli21080.html>
- Castillo-Badilla, G., Salazar-Carranza M., Murillo-Herrera J., Hueckmann-Voss F., Romero-Zúñiga J.J. (2015). Efecto de la edad al primer parto sobre parámetros reproductivos en la primera lactancia de vacas Holstein y Jersey de Costa Rica. *Ciencias Veterinarias* 33.1, 33-45. DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rcv.33-1.2>
- Clasen, J. B., Fikse W. F., Kargo M., Rydhmer L., Strandberg E., Østergaard S. (2020). Economic consequences of dairy crossbreeding in conventional and organic herds in Sweden. *J. Dairy Sci.* 103:514–528. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16958>
- Clasen, J. B., Fogh A., Kargo M. (2019). Differences between performance of F1 crossbreds and Holsteins at different production levels. *J. Dairy Sci.* 102:436–441. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14975>

- Coffey, E. L., Delaby L., Fitzgerald S., Galvin N., Pierce K. M., Horan B. (2017). Effect of stocking rate and animal genotype on dry matter intake, milk production, body weight, and body condition score in spring-calving, grass-fed dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100:7556–7568. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12672>
- 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. *J. Dairy Sci.* 98:4904–4913. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8386>
- Delaby, L., Buckley F., McHugh N., Blanc F. (2018). Robust animals for grass-based production systems. Sustainable meat and milk production from grasslands. Pages 389–400 in Proc. 27<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation, Cork, Ireland. European Grassland Federation, Zürich, Switzerland.
- Hare, E., Norman H., Wright J. (2006). Trends in calving ages and calving intervals for dairy cattle breeds in the United States. *Journal of dairy science* 89.1, 365-370. Disponible en: <https://bit.ly/2BF5wr>
- Heins, B. J., Hansen L., Seykora A. (2006). Production of pure Holsteins versus crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *J. Dairy Sci.* 89:2799–2804. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72356-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72356-6)
- Leane, S. (2016). Nutritional effects on reproduction in pasture-based systems of dairy production. PhD Dissertation. University College Dublin, Dublin, Ireland.
- Mackle, T., Parr C., Stakelum G., Bryant A., MacMillan K. (1996). Feed conversion efficiency, daily pasture intake, and milk production of primiparous Friesian and Jersey cows calved at two different liveweights. *N. Z. J. Agric. Res.* 39:357–370. <https://doi.org/10.1080/00288233.1996.9513195>
- Mello, R. R. C., Sinedino L.D.P., Ferreira J.E., De Sousa S.L.G., De Mello M.R.B. (2020). Principal component and cluster analyses of production and fertility traits in Red Sindhi dairy cattle breed in Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 1-9. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02009-7>

- Prendiville, R., Pierce K., Buckley F. (2009). An evaluation of production efficiencies among lactating Holstein-Friesian, Jersey, and Jersey × Holstein-Friesian cows at pasture. *J. Dairy Sci.* 92:6176–6185.
- Prendiville, R., Pierce K., Buckley F. (2010). A comparison between Holstein-Friesian and Jersey dairy cows and their F1 cross with regard to milk yield, somatic cell score, mastitis, and milking characteristics under grazing conditions. *J. Dairy Sci.* 93:2741–2750.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2009-2791>
- Prendiville, R., L. Shalloo, Pierce K. M., Buckley. (2011). Comparative performance and economic appraisal of Holstein-Friesian, Jersey and Jersey×Holstein-Friesian cows under seasonal pasturebased management. *Ir. J. Agric. Food Res.* 50:123–140.
- Mancuso, W.A., Marini, P.R. (2012). Comportamiento de vacas lecheras primíparas y sus cruizas en un sistema a pastoreo de Entre Ríos (Argentina). *Revista veterinaria*, 23(2), 138-143. Recuperado en 17 de junio de 2022, de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1669-68402012000200013&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-68402012000200013&lng=es&tlng=es)
- Marini P.R., Biga, P., Di-Masso, R.J. 2021. A multivariate characterization of productive-reproductive efficiency and age at first calving in Holstein cows. 32(1):34-44.  
<https://doi:10.15517/am.v32i1.43184>
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Sokal, R.R., Rohlf, F.J 1979. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica.* Ed. H. Blume Ediciones. 832p.
- Vance, E. R., C. Ferris, C. Elliott, S. McGettrick, D. Kilpatrick. 2012. Food intake, milk production, and tissue changes of Holstein-Friesian and Jersey × Holstein-Friesian dairy cows within a medium-input grazing system and a high-input total confinement system. *J. Dairy Sci.* 95:1527–1544.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2011-4410>

Copyright © 2022 Gabriela Monserrat Cancela de los Santos, Jorge Luis Chagoya-Fuentes, Rocío Rodríguez Cabrera y José Luis Alanís-Méndez.



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

**Atribución:** Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia - Texto completo de la licencia](#)