

Análisis del desempeño técnico económico de un hato lechero en Colombia: estudio de caso

COMUNICACIÓN CORTA

Juan Fernando Vásquez¹, Dursun Barrios², Martha Olivera²

¹ *Cooperativa COLANTA Ltda. Medellín, Colombia*

² *Grupo de Investigación Biogénesis, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.*

martha.olivera@udea.edu.co

(**Recibido:** 15 de Mayo de 2015 **Aprobado:** 30 de Noviembre de 2015)

DOI: 10.17151/vetzo.2015.9.1.7

RESUMEN: De acuerdo a la reglamentación vigente, para el pago de leche en Colombia, los productores deben orientar la toma de decisiones de cruzamiento con base en el impacto que ello tenga en el nivel de ingresos. El objetivo de este estudio fue el de realizar un análisis de los parámetros productivos, reproductivos y de calidad de la leche en vacas Holstein (HO), Jersey (JE) y sus cruces, en aras de generar información útil que contribuya a la gestión de los hatos lecheros. Los datos corresponden a un sistema de producción especializado de leche que cuenta con información sobre parámetros técnicos durante 15 años (1998-2012). Se realizó un análisis univariado mediante la determinación de la media y desviación estándar para los parámetros productivos y un análisis de varianza (ANOVA) para comparación de medias. Los resultados demostraron que la raza Jersey tiene los mejores parámetros de calidad composicional: grasa 4,39 %; proteína 3,68 % vs. 3,24 % y 3,12 % ($P<0,05$), en comparación con la Holstein; mientras que la lactancia ajustada (305 días) de la Holstein fue de 5277 l vs. 4844 l para la Jersey ($P<0,05$). La lactancia real para Holstein y Jersey fue similar 5665 l vs. 5686 l ($P<0,05$). El intervalo parto primer servicio (PPS) fue de 81,25 días para Holstein y 72,77 para Jersey ($P<0,05$); mientras que el intervalo entre partos (IEP) fue menor en la Holstein 414 días vs. 446 días para la Jersey ($P<0,05$). En los parámetros días abiertos (DA) e intervalo entre partos (IEP) la Jersey x Holstein fue significativamente mejor. Con respecto a los parámetros económicos, si el pago de leche fuera realizado por parámetros como grasa y proteína, la Jersey sería la raza de elección.

Palabras clave: gestión de hatos, ingresos, parámetros reproductivos, calidad leche.

Analysis of the technical economic performance of a dairy herd in Colombia: a case study

ABSTRACT: In accordance with the current regulations for the payment of milk in Colombia producers should point decision making on crossing based on the impact it has on the income level. The objective of this study was to analyze productive, reproductive and quality of milk parameters in Holstein (HO), Jersey (JE) cows and their crosses to generate useful information that would contribute to the management of dairy herds. The data correspond to a system of specialized milk production on technical parameters over 15 years (1998-2012). A univariate analysis was performed determining the mean and standard deviation for productive parameters and an analysis of variance (ANOVA) for the comparison of means. The results showed that the Jersey breed has the best compositional quality parameters: fat 4.39 %, protein 3.68 % vs. 3.24 % and 3.12 % ($P<0,05$) compared to the Holstein breed, while adjusted lactation (305 days) of Holstein was 5,277 l vs. 4,844 l for Jersey ($P<0,05$). Real lactation for Holstein and Jersey was similar, 5,665 l vs. 5,686 l ($P<0,05$). The first calving interval service (FCS) was 81,25 days for Holstein and 72.77 days for Jersey ($P<0,05$) while the calving interval (CI) was lower for Holstein, 414 days vs. 446 days in for Jersey ($P<0,05$); in the open days (OD) parameter and calving interval (CI) Jersey x Holstein was significantly better. Regarding economic parameters, if milk payment were done because of parameters such as fat and protein, Jersey would be the breed of choice.

Key words: management of herds, income, reproductive parameters, milk quality

Introducción

La raza predominante para producción de leche en zonas especializadas colombianas es la Holstein (HO). Sin embargo, a partir de la emisión de la Resolución 017 de 2012 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) la cual reglamenta el pago por calidad de leche en Colombia, los productores de leche se preguntan si es preferible mantener dicha raza, cambiarla por otra que produzca menos volumen de leche pero mejores parámetros de calidad o cruzarla con otras razas para aumentar su resistencia y mejorar así los parámetros composicionales.

Múltiples estudios han comparado el desempeño de las razas Holstein, Jersey (JE) y de sus cruces en diferentes niveles en cuanto a su producción, reproducción, salud y rentabilidad. Estudios en Australia (Auld et al., 2007); Canadá (McAllister, 2002); Chile (Anrique et al., 2003); Costa Rica (Alfaro-Rodríguez & Guerrón-Reascos, 2007), (Vargas-Leitón et al., 2012); Estados Unidos: Florida (Campos et al., 1994), Minnesota (Heins et al., 2008), Ohio (Weigel & Barlass, 2003); Honduras (Morante-Brigneti & Trejo-Ramos, 2003) e Irlanda (Prendiville et al., 2010), han coincidido en la superioridad de la raza HO en volumen de leche sobre la JE y sus cruces; ya sea medido en lactancia ajustada o promedio de producción diaria tanto en pastoreo como en

estabulación. Para el caso de sólidos en leche, Prendiville et al. (2010) reportan que las diferencias en porcentaje de grasa y proteína son significativamente superiores a favor de las vacas JE al compararlas con la HO y sus cruces. Por su parte, Campos et al. (1994) afirman que la heredabilidad para las características de porcentaje de grasa y proteína son superiores para JE versus HO.

Los cruzamientos en ganado lechero especializado han contribuido al mejoramiento genético mediante la búsqueda del aprovechamiento económico del vigor híbrido debido al potencial que presentan los animales cruzados para mejorar la fertilidad, la salud y supervivencia bovinas, así como la calidad composicional de la leche (Weigel & Barlass 2003; Heins et al., 2006). Cuando se realizan cruzamientos cada raza es portadora de algunas características complementarias y favorables que no posee la raza pura, buscando que las ventajas alcanzadas compensen la posible pérdida en la producción (Weigel & Barlass, 2003; Heins et al., 2008).

Debido a la variedad de resultados, en otros países, en cuanto a la respuesta productiva y reproductiva de las razas lecheras y cruces realizados, así como la falta de información en Colombia para la toma de decisiones entorno a la definición de razas o cruces que generen mejores bonificaciones por pago de leche, se determinó analizar un sistema de producción especializado en leche con razas HO, JE y sus cruces en el cual se llevan registros confiables, por algo más de 15 años, de lactancias completas de más de dos mil animales.

Materiales y Métodos

Los datos de este estudio se tomaron de la información histórica de una finca productora de leche especializada localizada en Colombia, latitud: 6°36'N y longitud: 75°39'O, a una altitud de 2550 m.s.n.m., en una zona de vida bosque montano alto, con una temperatura promedio de 14 °C. Los grupos raciales predominantes en el hato son HO, JE y los cruces HO x JE (macho HO x hembra JE), JE x HO (macho JE x hembra HO) y $\frac{3}{4}$ JE x $\frac{1}{4}$ HO (vaca media sangre JE x HO cruzada con JE).

Debido a las diferencias entre los valores genéticos de los machos se consideró analizar los cruces HO x JE y JE x HO como grupos diferentes. Los datos de producción y reproducción se obtuvieron de lactancias finalizadas entre 1998 y 2012, consignados en el programa de monitoreo de hatos InterHerd[®] (InterAgri — Agricultural Information Management Systems Limited). Se excluyeron datos de lactancias que hubiesen sido calculadas con menos de un muestreo mensual de leche. La información de calidad composicional individual de la leche estuvo disponible gracias a muestreos mensuales analizados mediante el equipo Milkoscan[®], en el laboratorio de control de calidad de la Cooperativa COLANTA Ltda.

Se analizaron datos de 3241 lactancias (real y ajustada a 305 días) capturadas entre enero de 1998 y mayo de 2012, las cuales incluyeron hembras primerizas y vacas. Para

composición de la leche (% proteína y % de grasa) se analizaron 1799 lactancias y para parámetros reproductivos intervalo parto primer servicio (PPS), días abiertos (DA) e intervalo entre partos (IEP) se usaron 2922 datos de vacas y primerizas.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se desarrolló mediante el software R (Cerón-Muñoz et al., 2013). Se realizó un análisis univariado mediante la determinación de la media y la desviación estándar para los parámetros productivos (producción real y ajustada, porcentaje de grasa y porcentaje de proteína por lactancia) y reproductivos (PPS, DA, IEP) por cada grupo racial y nivel de cruzamiento. El análisis de varianza (ANOVA) se llevó a cabo utilizando la función aov y la prueba de comparación de medias se desarrolló mediante el paquete lsmeans (Cerón-Muñoz et al., 2013), utilizando la metodología pairwise o comparación de medias por parejas de tratamientos. El método de ajuste para los valores de P fue mediante la prueba de Tukey con base en un nivel de significancia estadístico del 5 %. Los supuestos de normalidad de residuos se probaron mediante el método de Kolmogorov-Smirnov modificado por Lilliefors y la homogeneidad de varianzas de los residuos mediante la prueba de Fligner-Killeen.

Para estudiar el impacto de la legislación vigente relacionada con el pago de leche (MADR, 2012), en la competitividad del proveedor lechero, se utilizó análisis de sensibilidad. Se evaluó el pago obtenido por el proveedor de leche bajo los posibles escenarios de bonificación por calidad composicional. Se verificó cuál sería el precio, por litro de leche, generado en función de la cantidad de grasa y proteína producida por cada raza o cruce y la bonificación obligatoria para estos elementos en la región 1. Los precios fueron expresados en pesos constantes a mayo de 2015. De esta manera fue posible determinar la incidencia de la calidad composicional de la leche en los resultados económicos del productor.

Resultados y Discusión

La lactancia real de las primerizas HO y sus cruces presentan la misma producción de leche, mientras que en las JE es menor. Al analizar la lactancia ajustada todos los grupos son similares ([tabla 1](#)). En las vacas, la lactancia real de las JE x HO es significativamente superior a los otros grupos. Para el caso de la lactancia ajustada el HO, el JE x HO y el $\frac{3}{4}$ JE x $\frac{1}{4}$ HO superan al JE y al HO x JE ([tabla 2](#)).

Tabla 1. Producción de leche en primerizas de razas Holstein, Jersey y sus cruces en el altiplano norte antioqueño (1998-2012).

Raza o Cruce	N	Lactancia real (litros)		Lactancia ajustada a 305 días (litros)	
		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
HO	279	4497,41 ^a	1870,47	4036,98 ^{ap}	1265,24
HO x JE	33	5122,48 ^a	1847,87	4665,78 ^a	1483,25
JE x HO	116	4707,18 ^a	1495,15	4364,95 ^a	1292,36
¾JE x ¼HO	40	4931,62 ^a	1698,4	4241,55 ^{ap}	1041,48
JE	111	4284,96 ^b	1947,32	3686,56 ^b	1052,24

HO: Holstein, JE: Jersey.

* Valores marcados con diferente letra en la misma columna presentan diferencia significativa ($P < 0,05$) entre razas o cruces.

Tabla 2. Producción de leche en vacas de razas Holstein, Jersey y sus cruces en el altiplano norte antioqueño (1998-2012).

Raza o Cruce	N	Lactancia Real (litros)		Lactancia ajustada a 305 días (litros)	
		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
HO	1309	5665,05 ^b	1900,07	5277,08 ^{ap}	1491,91
HO x JE	61	4999,49 ^b	1636,31	4815,01 ^{bc}	1473,12
JE x HO	365	5940,87 ^a	1756,63	5540,43 ^a	1399,07
¾JE x ¼HO	88	5617,75 ^b	1739,53	5292,4 ^{ap}	1452,55
JE	317	5686,04 ^b	2072,71	4844,99 ^{cd}	1165,58

HO: Holstein, JE: Jersey.

* Valores marcados con diferente letra en la misma columna presentan diferencia significativa ($P < 0,05$) entre razas o cruces.

Respecto al porcentaje de proteína y grasa se observó que en las primerizas ([tabla 3](#)) y en las vacas ([tabla 4](#)) la JE es significativamente superior que la HO y sus cruces. En un estudio similar Vargas-Leitón et al. (2012) encontraron una mayor composición de grasa y proteína en cruces F1, en comparación de vacas HO o JE. En cuanto a la proteína se puede decir que la raza JE y sus cruces tienen mejores porcentajes que la HO y su cruce con JE. Cabe destacar que en vacas el mejor porcentaje de proteína fue el de ¾ JE x ¼ HO, aunque fue en un bajo número de animales (49). En porcentaje de grasa, la JE y sus tres cruces también presentaron grandes diferencias con respecto a la HO. En este caso la JE supera en grasa a sus cruces y también a la HO.

Tabla 3. Producción de proteína y grasa en primerizas de razas Holstein, Jersey y sus cruces en el altiplano norte antioqueño (1998-2012).

Raza o Cruce	% Proteína			% Grasa		
	N	Media	Desviación estándar	N	Media	Desviación estándar
HO	134	3,25 ^c	0,27	134	3,49 ^b	0,73
HO x JE	22	3,42 ^b	0,21	22	3,63 ^b	0,54
JE x HO	94	3,51 ^b	0,25	94	3,96 ^b	0,71
¾JE x ¼HO	42	3,61 ^{ab}	0,25	42	4,07 ^{ab}	0,84
JE	81	3,74 ^a	0,24	81	4,49 ^a	0,91

HO: Holstein, JE: Jersey.

* Valores marcados con diferente letra en la misma columna presentan diferencia significativa ($P < 0,05$) entre razas o cruces para cada parámetro.

Tabla 4. Producción de proteína y grasa en vacas de razas Holstein, Jersey y sus cruces en el altiplano norte antioqueño (1998-2012).

Raza o Cruce	% Proteína			% Grasa		
	N	Media	Desviación estándar	N	Media	Desviación estándar
HO	725	3,12 ^d	0,28	727	3,24 ^d	0,68
HO x JE	19	3,42 ^{bc}	0,24	18	3,58 ^{bc}	0,6
JE x HO	335	3,33 ^c	0,27	335	3,55 ^c	0,68
¾JE x ¼HO	95	3,54 ^b	0,21	95	3,99 ^b	0,64
JE	252	3,68 ^a	0,24	252	4,39 ^a	0,78

HO: Holstein, JE: Jersey.

* Valores marcados con diferente letra en la misma columna presentan diferencia significativa ($P < 0,05$) entre razas o cruces para cada parámetro.

Este hallazgo en grasa y proteína concuerda con lo reportado por Bolívar et al. (2009) y Echeverri et al. (2011). En cuanto a las primerizas, la raza JE se destaca en grasa y proteína. En los demás parámetros tiende a ser igual que la raza HO y sus cruces con JE. Esto contrasta con la superioridad en la producción de leche de las HO versus la JE y sus cruces en otros países (Campos et al., 1994; White, 2001; McAllister, 2002; Anrique et al., 2003; Morante-Brigneti & Trejo-Ramos, 2003; Weigel & Barlass, 2003; Alfaro-Rodríguez & Guerrón-Reascos, 2007; Auldish et al., 2007; Heins et al., 2008; Prendiville et al., 2010). En otros países y estudios se han encontrado diferencias significativas para los porcentajes de grasa y proteína entre la HO y la JE (Weigel & Barlass, 2003; Prendiville et al., 2010); sin embargo, no han sido consistentes en la superioridad de algún grupo racial o cruce para los kg de sólidos por lactancia ajustada. Situaciones similares se presentaron en otros estudios bajo esquemas de pastoreo tales como Australia, Chile e Irlanda (Anrique et al., 2003; Auldish et al., 2007; Prendiville et al., 2010); donde los animales HO x JE produjeron más kg de lactancia ajustada que los mismos HO.

Reproductivamente, las primerizas se comportaron de forma similar en el parámetro PPS; mientras que en los parámetros DA e IEP, las JE x HO fueron significativamente

mejores que las razas puras y los demás cruces (tabla 5). Respecto a las vacas los PPS, DA e IEP de los cruces fueron menores que los de las razas puras (tabla 6). Por su parte, la JE comparada con la HO presenta un mayor IEP.

Tabla 5. Parámetros reproductivos en primerizas de razas Holstein, Jersey y sus cruces en el altiplano norte antioqueño (1998-2012).

Raza o Cruce	PPS (Días)			DA			IEP (Días)		
	N	Media	DE	N	Media	DE	N	Media	DE
HO	306	92,12 ^a	74,02	376	133,06 ^a	97,76	366	414,89 ^a	98,37
HO x JE	36	75,94 ^a	42,22	33	144,45 ^a	5	33	426,69 ^a	128,27
JE x HO	125	74,43 ^a	43,1	115	128,5 ^b	85,19	114	408,77 ^b	85,89
¾JE x ¼HO	49	70 ^a	37,05	44	149,43 ^a	119,8	43	427,81 ^a	120,43
JE	127	81,8 ^a	97,09	118	171,92 ^a	5	117	453,23 ^a	206,82

HO: Holstein, JE: Jersey.

PPS: intervalo parto primer servicio, DA: días abiertos, IEP: intervalo entre partos.

* Valores marcados con diferente letra en la misma columna presentan diferencia significativa (P<0,05) entre razas o cruces para cada parámetro reproductivo.

Tabla 6. Parámetros reproductivos en vacas de razas Holstein, Jersey y sus cruces en el altiplano norte antioqueño (1998-2012).

Raza o Cruce	PPS (Días)			DA			IEP (Días)		
	N	Media	DE	N	Media	DE	N	Media	DE
HO	1391	81,25 ^a	49,73	1347	135,6 ^b	91,23	1267	414,42 ^b	89,4
HO x JE	61	60,77 ^b	35,52	57	121 ^{ab}	78,91	53	403,56 ^{ab}	80,16
JE x HO	380	71,29 ^b	39,85	335	125,08 ^c	91,1	328	406,87 ^c	88,6
¾JE x ¼HO	95	67,42 ^b	38,08	84	130,11 ^{bc}	102,15	84	412,7 ^b	104,57
JE	352	72,77 ^b	47,16	312	164,91 ^a	141,54	304	446,47 ^a	138,29

HO: Holstein, JE: Jersey.

PPS: intervalo parto primer servicio, DA: días abiertos, IEP: intervalo entre partos.

* Valores marcados con diferente letra en la misma columna presentan diferencia significativa (P<0,05) entre razas o cruces para cada parámetro reproductivo.

Asimismo, el cruce F1 (HO x JE) solo muestra comportamiento destacado en el parámetro lactancia real; mientras que el ¾ JE x ¼ HO se comporta mejor que las razas puras y los F1 en PPS.

Los resultados concuerdan con lo descrito por Bolívar et al. (2009) para la raza HO; pero no con lo encontrado por Bjelland et al. (2011) donde la producción, reproducción y parámetros de calidad fueron mejores en HO que en sus cruces con JE; aunque no se analizó el JE puro. Haile-Mariam et al. (2013) demuestran que el ganado JE tiene mayor potencial para producir leche, una mejor duración de la lactancia y un menor intervalo entre partos.

El análisis económico de la bonificación por calidad, teniendo en cuenta la producción diaria en litros, muestra que tanto en primerizas (tabla 7) como en vacas (tabla 8) la leche del ganado JE genera un mayor nivel de ingresos que la HO, seguida por $\frac{3}{4}$ JE x $\frac{1}{4}$ HO. El precio logrado vía bonificaciones por grasa y proteína en animales de raza JE se ubica 18,7 % en primerizas y 22,5 % en vacas por encima del precio pagado, por este concepto, en hembras de raza HO. De lo anterior, es posible afirmar que con razas o cruces que generan un mayor contenido de grasa y proteína se obtienen mejores resultados económicos; aun cuando producen un volumen de leche inferior en comparación a otras razas especializadas con alta producción, pero con una menor calidad composicional de leche. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Leitón et al. (2012), quienes encontraron que la proporción de ingresos por venta de sólidos grasos es superior para JE y F1 en comparación con HO; aunque sucede lo contrario para sólidos no grasos. Por su parte, VanRaden & Sanders (2003) afirman que los rendimientos de grasa de JE x HO superan ligeramente a la HO.

Tabla 7. Bonificación por calidad composicional en primerizas de razas Holstein, Jersey y sus cruces en el altiplano norte antioqueño (1998-2012).

Raza o Cruce	Producción L/día	Bonificación		Pago por calidad composicional (\$/l)
		Grasa (\$/l)	Proteína (\$/l)	
HO	13,24	219,3	612,8	832,1
HO x JE	15,30	228,1	644,8	873,0
JE x HO	14,31	248,9	661,8	910,7
$\frac{3}{4}$ JE x $\frac{1}{4}$ HO	13,91	255,8	680,7	936,4
JE	12,09	282,2	705,2	987,4

HO: Holstein, JE: Jersey.

Tabla 8. Bonificación por calidad composicional en vacas de razas Holstein, Jersey y sus cruces en el altiplano norte antioqueño (1998-2012).

Raza o Cruce	Producción L/día	Bonificación		Pago por calidad composicional (\$/l)
		Grasa (\$/l)	Proteína (\$/l)	
HO	17,30	203,6	588,3	791,9
HO x JE	15,79	225,0	644,8	869,8
JE x HO	18,17	223,1	627,9	851,0
$\frac{3}{4}$ JE x $\frac{1}{4}$ HO	17,35	250,8	667,5	918,2
JE	15,89	275,9	693,9	969,8

HO: Holstein, JE: Jersey.

Al analizar por grupo etario se evidencia que las primerizas logran, en todos los cruces o razas, un mayor precio por calidad composicional al comparar las bonificaciones alcanzadas por la producción de vacas de su misma raza.

A nivel industrial es interesante la propuesta que hacen Bland et al. (2015), en la que encuentran que es mejor usar leche JE que HO para aumentar el rendimiento del queso Cheddar debido a la mayor concentración de proteína de la leche JE.

Aunque este es un estudio de caso, el número de lactancias completas usadas en el análisis es importante y puede dar una guía tanto a profesionales como a productores para la toma de decisiones respecto a cuál raza o cruce usar con el fin de mejorar bonificaciones. En el aspecto económico los resultados muestran que, a través del análisis de indicadores de competitividad tal como el precio de venta, es posible que el proveedor de leche planifique los aspectos técnicos de su hato; facilitándole la toma de decisiones administrativas con el objetivo de mejorar su desempeño productivo.

Conclusiones

La raza Holstein es la que produce mayores volúmenes de leche, mientras la Jersey es la mejor en parámetros de calidad composicional y por consiguiente en generación de ingresos por bonificaciones. El cruce Jersey x Holstein provee importantes volúmenes de producción y simultáneamente altas concentraciones de proteína y grasa lácteas. Reproductivamente, los cruces muestran mejores parámetros; mientras que la Jersey muestra el más bajo desempeño, especialmente en intervalo entre partos. El parámetro reproductivo PPS fue mejor para los grupos HO x JE, JE x HO y $\frac{3}{4}$ JE x $\frac{1}{4}$ HO, lo que podría considerarse un efecto beneficioso de la heterosis.

Agradecimientos

Los autores agradecen al personal de la finca El Pantano por el suministro de la información. Igualmente, a la Cooperativa COLANTA por la toma y análisis de muestras de leche y a la sostenibilidad otorgada al grupo Biogénesis (2014-2015) de la Universidad de Antioquia.

Referencias bibliográficas

Alfaro-Rodríguez, D.; Guerrón-Reascos, J.M. **Evaluación productiva y reproductiva de las razas Holstein, Jersey y sus cruzamientos, en la región de San Carlos, Costa Rica, utilizando el programa vampp®.** Zamorano, Honduras: Escuela

- Agrícola Panamericana El Zamorano, 2007. 25p. Tesis (Ingeniero Agrónomo en el grado académico de licenciatura).
- Anrique, R.; Burgos, C.; González, H. Efecto de incorporar la raza jersey a través de cruzamientos sobre producción y composición de leche. **Agro Sur.**, v. 31, n. 2, p. 69-74, 2003.
- Auldist, M. et al. Comparative reproductive performance and early lactation productivity of Jersey x Holstein cows in predominantly Holstein herds in a pasture-based dairying system. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 10, p. 4856-4862, 2007.
- Bjelland, D. et al. Production, reproduction, health, and growth traits in backcross Holstein x Jersey cows and their Holstein contemporaries. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 10, p. 5194-5203, 2011.
- Bland, J.; Grandison, A.; Fagan, C. Effect of blending jersey and Holstein-friesian milk on cheddar cheese processing, composition, and quality. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 1, p. 1-8, 2015.
- Bolívar, D. et al. Productividad de vacas Jersey, Holstein y Jersey/Holstein en una zona de bosque húmedo montano bajo (bh-mb). **Livestock Research for Rural Development**, v. 21, n. 6, 2009.
- Campos, M. et al. Genetic parameters for yield and reproductive traits of Holstein and Jersey cattle in florida. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 3, p. 867-873, 1994.
- Cerón-Muñoz, M.F.; Galeano-Vasco, L.F.; Restrepo-Betancur, L.F. **Modelación aplicada a las ciencias animales: diseño experimental, con implementación del programa r-project**. 1. ed. Medellín, Colombia: Biogénesis, 2013. 165p.
- Echeverri, J.; Salazar, V.; Parra, J. Análisis comparativo de los grupos genéticos Holstein, Jersey y algunos de sus cruces en un hato lechero del norte de antioquia en colombia. **Zootecnia Tropical**, v. 29, n. 1, p. 49-59, 2011.
- Haile-Mariam, M.; Bowman, P.J.; Pryce, J.E. Genetic analyses of fertility and predictor traits in Holstein herds with low and high mean calving intervals and in Jersey herd. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 1, p. 655-667, 2013.
- Heins, B.; Hansen, L.; Seykora, A. Fertility and survival of pure Holsteins versus crossbreds of Holstein with normande, montbeliarde, and scandinavian red. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 12, p. 4944-4951, 2006.
- Heins, B. et al. Crossbreds of Jersey x Holstein compared with pure Holsteins for body weight, body condition score, dry matter intake, and feed efficiency during the first one hundred fifty days of first lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 9, p. 3716-3722, 2008.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. **Resolución 017 de 2012**. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012.

McAllister, A. Is crossbreeding the answer to questions of dairy breed utilization? **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 9, p. 2352-2357, 2002.

Morante-Brigneti, L.I.; Trejo-Ramos, C.O. **Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo de cruces raciales en 13 fincas lecheras de Honduras**. Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, 2003. 27p.

Prendiville, R. et al. A comparison between Holstein-friesian and Jersey dairy cows and their f-1 cross with regard to milk yield, somatic cell score, mastitis, and milking characteristics under grazing conditions. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 6, p. 2741-2750, 2010.

VanRaden, P.M.; Sanders, A.H. Economic Merit of Crossbred and Purebred US Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 3, p. 1036-1044, 2003.

Vargas-Leitón, B; Marín-Marín, J.J.; Romero-Zúñiga, J.J. Comparación bioeconómica de grupos raciales Holstein, Jersey y Holstein x Jersey en Costa Rica Bioeconomic comparison of breed types Holstein, Jersey and Holstein x Jersey in Costa Rica. **Agron. Mesoam.**, v. 23, n. 2, p. 329-342, 2012.

Weigel, K.A.; Barlass, K.A. Results of a producer survey regarding crossbreeding on us dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 12, p. 4148-4154, 2003.

White T.L. **Reproductive performance of Holstein-friesian x Jersey crossbreds in predominantly Holstein herds**. Melbourne, Australia: The University of Melbourne, 2001.

Vásquez, J.F.; Barrios, D.; Olivera, M. Análisis del desempeño técnico económico de un hato lechero en Colombia: estudio de caso. **Revista Veterinaria y Zootecnia**, v. 9, n. 1, p. 16-26, 2015. DOI: 10.17151/vetzo.2015.9.1.7. <http://200.21.104.25/vetzootec/index.php?option=com_content&view=article&id=162>

Esta obra está bajo una [Licencia de Creative Commons Reconocimiento CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

