

Edad al primer parto e indicadores productivos, reproductivos y de longevidad de vacas lecheras Holstein x Jersey

Age at first calving and productive, reproductive and longevity indicators of Holstein x Jersey dairy cows

Cheij, R.^{1,2,3}, Cañete, V.⁴, Puentes, S.⁴, Lammoglia-Villagómez M.A.⁵, Marini, P.R.^{1,3,4}

roberto_cheij_2000@hotmail.com; victoria.canete.c06815@fcv.unr.edu.ar;
maria.puentes.p04952@fcv.unr.edu.ar; mlammoglia@uv.mx; pmarini@uncaus.edu.ar

¹Carrera de Ing. Zootecnista. Universidad Nacional del Chaco Austral. Presidencia Roque Saenz Peña (H3700). Chaco. Argentina

²FCA-UBA Ciudad Autónoma de Buenos Aires (C1417DSE). Argentina.

³Centro Estudios Lecheros del Chaco (CELeCh). Presidencia Roque Saenz Peña (H3700). Chaco. Argentina.

⁴Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario. Casilda (S2170). Santa Fe. Argentina.

⁵Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana. Tuxpan de Rodríguez Cano (92870). Veracruz. México.

Recibido 07/05/2024. Aceptado: 22/06/2024

Resumen: La cría de vaquillonas de reemplazo representa un gran desafío e inversión para los productores de leche. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la edad al primer parto sobre indicadores productivos, reproductivos y de longevidad, en vacas lecheras Holstein x Jersey en pastoreo. Se utilizaron datos retrospectivos de 1549 vacas primíparas Holstein x Jersey entre el 1 de enero de 2006 y el 31 de diciembre de 2021 de un establecimiento comercial, ubicado en el centro-oeste de la provincia de Entre Ríos, Argentina. Los animales se dividieron en tres categorías discriminados por su edad al primer parto (EPP): Grupo 1 (G1): EPP \leq 24 meses, Grupo 2 (G2): EPP entre 24,1 y 30 meses y Grupo 3 (G3): EPP \geq 30,1 meses. Se analizaron las variables EPP, producción de leche (PL305), intervalo entre partos (IPP) e índice de fertilidad (IF) y número de partos (NP). El mayor número de vacas ($P < 0,05$) se presentó en el G2: 54%, luego el G1: 37% y por último el G3: 9%. Los resultados mostraron que la categorización

efectuada permitió definir tres diferentes EPP y que estos grupos tuvieron similares comportamientos ($P > 0,05$) para las variables PL305, IPP e IF. Para el NP se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) mostrando un mayor número de partos para el G1. Se concluyó que bajo las condiciones analizadas, que en vacas Holstein x Jersey, es factible y favorable reducir la edad al primer parto por debajo de 24 meses, sin afectar el desempeño productivo, reproductivo y de longevidad.

Palabras-clave: vacas cruzadas; fertilidad; número de partos; adaptación; sistema de pastoreo.

Abstract: Breeding replacement heifers represents a major challenge and investment for dairy farmers. The objective of the work was to evaluate the effect of age at first calving on productive, reproductive and longevity indicators in grazing Holstein x Jersey dairy cows. Retrospective data from 1549 primiparous Holstein x Jersey cows were used between January 1, 2006 and December 31, 2021 from a commercial establishment, located in the central-west of the province of Entre Rios, Argentina. The animals were divided into three categories discriminated by their age at first birth (EPP): Group 1 (G1): EPP < 24 months, Group 2 (G2): EPP between 24,1 and 30 months, and Group 3 (G3): EPP > 30,1 months. The variables EPP, milk production (PL305), calving interval (IPP), fertility index (IF) and parity number (NP) were analyzed. The highest number of cows ($P < 0.05$) occurred in G2: 54%, then by G1: 37% and finally G3: 9%. The results showed that the categorization carried out made it possible to define three different EPPs and that these groups had similar behaviors ($P > 0.05$) for the variables PL305, IPP and IF. For the NP, significant differences were found ($P < 0.05$) showing a greater number of births for the G1 group. It was concluded that under the conditions analyzed and Holstein x Jersey cows, it is feasible and favorable to reduce the age at first birth below 24 months, without affecting productive, reproductive and longevity performance.

Keywords: crossbred cows; fertility; number of births; adaptation; grazing system.

1. Introducción

El mundo requiere vacas lecheras con mayor resiliencia y que se adapten regionalmente, y es por ello, que los productores lecheros de todo el mundo están recuperando lentamente el interés por el cruzamiento o heterosis (Rodríguez Bermúdez *et al.*, 2019; Magne y Quénon, 2021). Esto es coincidente con un sector importante de los productores de leche que utiliza el cruzamiento entre razas lecheras con el fin de disminuir los problemas de adaptación y lograr una mayor eficiencia productiva, reproductiva, económica y longevidad en sus rebaños (Petraškiene *et al.*, 2013; Pipino *et al.*, 2023).

Existen muchos trabajos en vacas lecheras Holstein y Jersey acerca de la edad óptima al primer parto y su impacto sobre la producción, reproducción y longevidad (Castillo-Badilla *et al.*, 2015, Castillo-Badilla *et al.*, 2019; Boothby *et al.*, 2020; Marini *et al.*, 2020; Steele, 2020; Marini *et al.*, 2021; Schultz *et al.*, 2023;) que muestran una tendencia similar.

El sector lechero, a nivel mundial, con el fin de maximizar los niveles de producción, se ha enfocado en mantener la edad al primer parto entre los 21 y 24 meses, para disminuir los costos del período de desarrollo de la ternera e intentando poder lograr una vida productiva más larga (Ettema y Santos, 2004; Haworth *et al.*, 2008). Sin embargo, múltiples estudios han indicado una correlación significativa entre la edad al primer parto y los niveles de producción de una hembra bovina lechera (Castillo-Badilla *et al.*, 2013a; Mohd *et al.*, 2013; Salazar-Carranza *et al.*, 2014). La gran mayoría de las investigaciones siempre fue realizada en vacas Holstein y algunas otras en vacas Jersey o en otras razas puras; muy pocas veces se evaluó la edad al primer parto en vacas lecheras Holstein x Jersey, por lo que es posible que presenten resultados diferentes a la edad al primer parto en su relación con el desempeño productivo, reproductivo y longevidad en sistemas de pastoreo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la edad al primer parto sobre indicadores productivos, reproductivos y de longevidad, en vacas lecheras Holstein x Jersey en pastoreo.

2. Materiales y Métodos

Se utilizaron datos retrospectivos correspondientes a las lactancias de 1549 vacas primíparas Holstein x Jersey recolectados entre el 1 de enero de 2006 al 31 de diciembre de 2021 en un establecimiento comercial, ubicado en el centro-oeste de la provincia de Entre Ríos (32° 00' Sur y 59° 34' Oeste), Argentina.

El clima de la región es templado húmedo de llanura, con un promedio anual de lluvias de 1160 mm, pero muy variable entre años. El 70% de las lluvias ocurren durante el período octubre-abril y el 30% restante desde mayo a septiembre, siendo alta la probabilidad de tener otoños lluviosos e inviernos y/o primaveras secas. La temperatura media anual es de 18,4°C, con promedios de 24°C en verano y de 12°C en invierno, aunque con frecuencia se registran temperaturas superiores a los 30°C durante el verano.

El establecimiento lechero contó con el control lechero oficial y llevó sus registros de eventos reproductivos mediante el sistema informático Dairy Comp 305® (Valley Agriculture Software, Tulare, CA).

Manejo y animales

En el período de cría (0 a 60 días), las terneras fueron alimentadas con seis litros de leche, alimento balanceado 18% PB y con rollo húmedo de alfalfa a partir de los 45 días. En la primera etapa de la recría (61 a 120 días) las vaquillonas terminaron con un peso de 145 ± 3 kg y 150 ± 7 días de edad. En la segunda etapa las vaquillonas se alimentaron con pastura y recibieron una suplementación diaria con 1,0 kg de girasol, 1,5 kg de maíz y 2,0 kg de heno de alfalfa por animal hasta su primer servicio.

La alimentación en el ordeño fue a pastoreo (praderas de alfalfa y verdes de invierno) 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 y de los verdesos. El manejo reproductivo se realizó de la siguiente manera: detección de celo por pintura y diagnóstico ginecológico semanal. Se realizó inseminación artificial con semen de toros probados y se aplicó homólogos de prostaglandina F2 α para inducir el estro y/o protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo.

Sólo se incluyeron aquellos registros correspondientes a las vacas con información desde su nacimiento hasta la fecha de su descarte o muerte. En el lapso relevado, todas las vacas se sometieron al mismo manejo y se utilizaron las mismas instalaciones de ordeño.

Los animales se dividieron en tres categorías discriminados por su edad al primer parto (EPP) en meses: Grupo 1 (G1): EPP \leq 24 meses, Grupo 2 (G2): EPP de 24,1 a 30 meses y Grupo 3 (G3): EPP \geq 30,1 meses. Esta estrategia de agrupación se basó en la dispersión de la edad al primer parto de la base de datos utilizada en este estudio, y en que el parto a los 24 meses generalmente se considera económicamente óptimo (Ettema y Santos, 2004, Evans *et al.*, 2006). Por cada grupo de vacas, fueron observadas las variables señaladas en la Tabla 1.

Tabla 1.

Variables analizadas, criterios observados y abreviaturas.

| Variables | Criterio observado | Abreviatura |
|---|---|--------------------|
| Edad al primer parto | Fecha del primer parto – fecha de nacimiento, en meses | EPP |
| Producción de leche ajustada a 305 días | Litros de leche producidos por vaca-i, ajustados a 305 días de lactancia. | PL305 |
| Intervalo entre partos | Fecha del 2° parto – Fecha del primer parto, en meses | IPP |
| Número de partos | Σ partos en toda la vida productiva de la vaca | NP |
| Longitud de vida | Fecha del descarte o muerte – fecha de nacimiento, en meses | LV |

Se estimaron los promedios y los errores estándar por categoría y se aplicaron las pruebas de Análisis de la Variancia y de comparación de medias HDS de Tukey ($p < 0,05$). Se estimaron las medianas y los rangos de NS y se aplicó la prueba de hipótesis de Kruskal-Wallis seguida de la prueba de Dunn (Sheskin, 2011), en tanto para el análisis de la progresión de la longevidad en relación a los días de vida por grupo, se aplicó la curva de supervivencia de Kaplan-Meier y se compararon entre sí con la prueba Log-rank (Mantel-Cox). Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete informático JMP en su versión 5.0 para Windows.

3. Resultados y Discusión

La Tabla 2 resume los valores de los indicadores estimados en cada una de las tres categorías de vacas lecheras Holstein x Jersey al primer parto. La categoría del mayor número de vacas ($p \leq 0,05$) del plantel (o rodeo) fue G2 con 54% del total de individuos, luego G1 con 37% y por último el G3 con 9%.

Los resultados mostraron que la categorización efectuada permitió definir tres categorías de vacas con diferentes edades al primer parto ($p \leq 0,05$).

Los valores de las variables PL305 e IPP, no registraron diferencias significativas entre las categorías de individuos, mientras que la variable NP presentó diferencias significativas ($p \leq 0,05$), ya que fue mayor en el G1 (Tabla 2).

Cuando una vaquillona ingresa más tardíamente al rodeo de ordeño, tiene mayores costos de alimentación y manejo durante la recría (Steele, 2020). Por el contrario, Krpálková *et al.* (2014) concluyeron que lograr una menor edad al primer parto no siempre garantiza un resultado más rentable, y esto depende de las necesidades específicas del sistema analizado. Una edad determinada al primer parto no sería lo más adecuado para todas las vacas, ya que la edad debe depender del manejo y la alimentación en los diferentes sistemas productivos (Copas Medina *et al.*, 2022).

La edad al primer parto con mayores observaciones en este estudio se presentó en G2, coincidiendo en parte con los encontrados por Atashi *et al.*, (2021), Cook *et al.*, (2013) y Do *et al.*, (2013). Posiblemente el mayor porcentaje de edad al primer parto encontrado en el presente estudio en el G2 puede estar relacionado principalmente con la búsqueda de obtener un primer parto a los 24 meses, además de las circunstancias ambientales y adecuada alimentación en las diferentes etapas de cría de este sistema productivo.

Tabla 2.

Promedios y errores estándar de las variables productivas y reproductivas por grupo de edad al primer parto en vacas lecheras Holstein x Jersey de la provincia de Entre Ríos, Argentina.

| Variables | G1 (565) | G2 (838) | G3 (146) |
|-----------------|---|--|--|
| EPP (meses) | 23±1,7 ^c (18,5-24) ¹ | 26±1,4 ^b (24,1-29,9) ¹ | 34±3,4 ^a (30-43,8) ¹ |
| PL305 (litros) | 5208±63 ^a (1000-12051) ¹ | 5189±52 ^a (689-11204) ¹ | 5365±125 ^a (739-9790) ¹ |
| IPP (días) | 407±4 ^a (313-861) ¹ | 398±3 ^a (313-1067) ¹ | 417±7 ^a (321-884) ¹ |
| NP ² | 4 ^a (2-10) ¹ | 3 ^b (2-10) ¹ | 3 ^b (2-8) ¹ |

¹Valores mínimos y máximos

²Los valores corresponden a la mediana

Letras diferentes (a, b, c) en la fila indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

EPP (edad al primer parto), PL305 (producción de leche ajustada a 305 días), IPP (intervalo entre parto), NP (número de partos)

PL305 no mostró diferencias significativas entre los tres grupos de edades al primer parto (Tabla 2). Este resultado no coincide con lo informado por Castillo-Badilla *et al.* (2013b), Salazar-Carranza *et al.* (2013), Mohd *et al.* (2013) y Marini *et al.* (2020) que señalan que las vacas con menos de 22 meses de edad al primer parto mostraron un PL305 menor, y sí coinciden con lo encontrado por Vitullo *et al.* (2016) y por Marini y Di Masso (2019), quienes tampoco observaron un efecto significativo de la EPP sobre la producción de leche en la primera lactancia. Los resultados, encontrados en este trabajo, mostraron que el cruzamiento evaluado permite preñar a la vaquillona con menos de 24 meses, sin afectar su producción y su longevidad.

El IPP no mostró diferencias significativas entre los tres grupos de EPP (Tabla 2), al igual que Marini *et al.* (2007) que mostraron que la edad al primer parto pareciera no tener efecto sobre los indicadores reproductivos. En contrapartida, Castillo-Badilla *et al.* (2016) y Cielava *et al.* (2017), comentaron que la EPP tiene una influencia significativa sobre el IPP. La heterosis para la fertilidad suele ser

sustancial para el ganado; Heins *et al.* (2008), mostró que la cruce Jersey × Holstein tuvo una ventaja de 23 días abiertos menos que las razas puras.

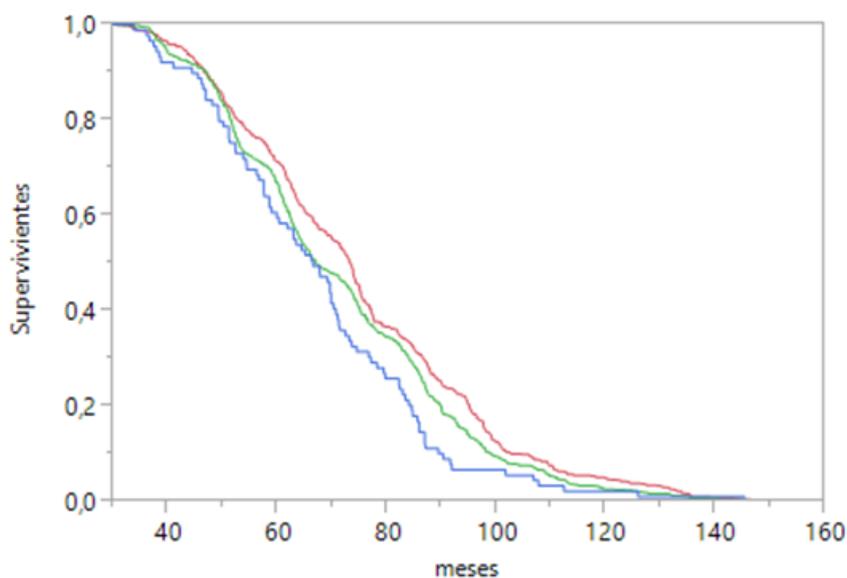
Los resultados encontrados en este trabajo, muestran que la discusión de los beneficios y debilidades acerca, de cuál es la mejor edad al parto sin que se vean afectados los resultados productivos y reproductivos, no está aún dilucidada y que la evidencia disponible al respecto es ambigua.

El NP mostró diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los grupos de edades al primer parto (Tabla 2). Las vacas del G1 mostraron tener el mayor número de partos durante su vida productiva. Estos resultados coinciden con lo reportado con Eastham *et al.* (2018) que encontraron que las vacas Holstein de edades más bajas al primer parto tuvieron mayor supervivencia. También, Copas Medina *et al.* (2022) observaron que, en el trópico, vacas Holstein y Pardo Suizo que parieron a una edad temprana se mantuvieron durante más tiempo en el sistema productivo. La edad al primer parto está asociada con la longevidad de las vacas y, como resultado, tiene un efecto directo sobre la productividad y el rendimiento económico (Eastham *et al.*, 2018).

En la Figura 1 se observan las curvas de supervivencia de Kaplan-Meier para la variable vida productiva de los tres grupos de edades, en donde las vacas del G1 están por encima de los grupos G2 y G3 ($p < 0,05$), con diferencias significativas entre las curvas de supervivencia de la variable vida productiva ($p \leq 0,05$). Los valores de LV (desde el parto a la fecha de su descarte o muerte) fueron para G1: $74,8 \pm 1$ meses, G2: $71,5 \pm 1$ meses y G3: $67,6 \pm 2$ meses ($p < 0,05$).

Figura 1.

Proporción de vacas primíparas discriminadas según su categoría de edad al parto y longitud de vida en meses (línea roja G1, línea verde G2 y línea azul G3).



Vargas-Leitón *et al.* (2023) observaron que las vacas con edades al primer parto de 24 meses o menores tuvieron mayor longitud de vida en comparación con aquellas con edad al primer parto mayores a 34 meses.

Las razas Jersey y Holstein son sólo dos de las numerosas razas que podrían considerarse en los cruzamientos entre vacas lecheras. Estos resultados proporcionan una orientación para los productores de leche en la búsqueda de las diferentes alternativas de cruzamientos entre individuos de razas lecheras para sistemas de manejo específicos.

4. Conclusiones

La edad promedio al primer parto en la población analizada de ganado lechero Holstein x Jersey fue similar a la reportada en estudios similares de raza pura Holstein y Jersey. Los resultados indicaron que no hubo diferencias entre las edades al primer parto en el comportamiento productivo y reproductivo, aunque sí mostraron un mayor número de partos en las vacas con menor edad al primer parto. Por lo tanto, es posible afirmar que bajo las condiciones analizadas y en vacas Holstein x Jersey, es factible y favorable reducir la edad al primer parto por debajo de 24 meses, sin afectar el desempeño productivo, reproductivo y de longevidad.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen a Brandi, Santiago y a los integrantes del establecimiento El Caraguatá S.A. que hicieron posible este trabajo. A la Secretaría de Investigación, Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Chaco Austral por financiar al Doctorando Roberto Cheij, en el Doctorado en Ciencias Agropecuarias FCA-UBA a través de una beca de posgrado (SICyT-UNCAUS).

6. Referencias bibliográficas

- Atashi, H., Asaadi, A. & Hostens, M. (2021). Association between age at first calving and lactation performance, lactation curve, calving interval, calf birth weight, and dystocia in Holstein dairy cows. *Plos One*, 16 (1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244825>
- Boothby, F., Grove-White, D., Oikonomou G. & Outram, J.W.K. (2020). Age at first calving in UK Jersey cattle and its associations with first lactation 305-day milk yield, lifetime, daily milk yield, calving interval and survival to second lactation. *Veterinary Record* 187 (12). <https://doi.org/10.1136/vr.105993>
- Castillo-Badilla, G., Salazar-Carranza, M., Murillo Herrera, J. y Romero Zúñiga, J.J. (2013a). Factores que afectan la edad al primer parto en vacas Jersey de lechería especializada en Costa Rica. *Revista de Ciencias Veterinarias* 29 (1), 7-19. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/veterinaria/index>

- Castillo-Badilla, G., Salazar-Carranza, M., Murillo-Herrera, J. y Romero-Zúñiga, J.J. (2013b). Efecto de la edad al primer parto sobre parámetros productivos en vacas Jersey de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 24 (1), 177-187. <https://doi.org/10.15517/am.v24i1.9796>
- Castillo-Badilla, G., Salazar-Carranza, M., Murillo-Herrera, J., Hueckmann-Voss, F. y 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. *Revista de Ciencias Veterinarias* 33 (1), 33-45. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/veterinaria/index>
- Castillo-Badilla, G., Vargas-Leitón, B., Hueckmann-Voss, F. y Romero-Zúñiga, J.J. (2019). Factores que afectan la producción en primera lactancia de vacas lecheras de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 30 (1), 209-227. <https://doi.org/10.15517/am.v30i1.33430>
- Cielava, L., Jonkus, D. & Paura, L. (2017). The effect of cow reproductive traits on lifetime productivity and longevity. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Animal and Veterinary Science* 11 (3), 220–223. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:35745256>
- Cook, J.S., Cheng, Z., Bourne, Z.E. & Wathes, D.C. (2013). Association between growth rates, age at first calving and subsequent fertility, milk production and survival in Holstein-Friesian heifers. *Open Journal of Animal Science* 3 (1), 1–12. <https://doi.org/10.4236/ojas.2013.31001>
- Copas Medina, K.A., Valladares Rodas, M., Baeza Rodríguez, J.J., Magaña Monforte, J.G. y Segura Correa, J.C. (2022). Efecto de la edad al primer parto sobre la longevidad, el número de días en producción y la producción de leche durante la vida productiva de las vacas lecheras Holstein y Pardo Suizo en Honduras. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 13 (1), 163-174. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i1.5444>
- Do, C., Wasana, N., Cho, K. Choi, Y., Choi, T. & Park, B. (2013). The Effect of age at first calving and calving interval on productive life and lifetime profit in Korean Holsteins. *Asian Australasian Journal Animal Science* 26 (11), 1511–1517. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13105>
- Eastham, N.T., Coates, A., Cripps, P., Richardson, H., Smith, R. & Oikonomou, G. (2018). Associations between age at first calving and subsequent lactation performance in UK Holstein and Holstein-Friesian dairy cows. *Plos One* 13 (6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197764>
- Ettema, J.F. & Santos, J.E.P. (2004). Impact of age at calving on lactation, reproduction, health, and income in first-parity Holsteins on commercial farms. *Journal of Dairy Science* 87 (8), 2730-2742. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73400-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73400-1)
- Evans, R.D., Wallace, M., Garrick, D.J., Dillon, P., Berry, D.P. & Olori, V. (2006). Effects of calving age, breed fraction and month of calving on calving

- interval and survival across parities in Irish spring-calving dairy cows. *Livestock Science* 100 (2-3), 216-230. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.09.003>
- Haworth, G., Tranter, W., Chuck, J., Cheng, Z. & Wathes, D. (2008). Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity in dairy cows. *Veterinary Record* 162 (20), 643-647. <https://doi.org/10.1136/vr.162.20.643>
- Heins, B.J., Hansen, L.B., Seykora, A.J., Johnson, D.G., Linn, J.G. & Romano J.E. (2008). Crossbreds of Jersey × Holstein compared with pure Holsteins for production, fertility, and body and udder measurements during first lactation. *Journal of Dairy Science* 91 (3), 1270-1278. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0564>
- Krpalkova, L., Cabrera, V.E., Kvapilök, J., Burdych J. & Crump., P. (2014). Associations between age at first calving, rearing average daily weight gain, herd milk yield and dairy herd production, reproduction, and profitability. *Journal of Dairy Science* 97 (10), 6573-6582. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7497>
- Magne, M.A. & Quénon, J. (2021). Dairy crossbreeding challenges the French dairy cattle sociotechnical regime. *Agronomy for Sustainable Development* 41 (2), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00683-2>
- Mari, P.R., Charmandarian, A. y Di Masso, R.J. (2007). Desempeño productivo y reproductivo de vacas de diferentes edades al primer parto en sistemas a pastoreo. *XX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), Asociación Peruana de Producción Animal*. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/105-Marini.pdf
- Marini, P.R. y Di Masso, R.J. (2019). Edad al primer parto e indicadores de eficiencia en vacas lecheras con diferente potencialidad productividad en sistemas a pastoreo. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida* 29 (1), 84-96. <http://doi.org/10.17163/lgr.n29.2019.07>
- Marini, P.R., Biga, P. y Di Masso, R.J. (2020). Efecto de la edad al primer parto sobre características productivas en vacas lecheras Holstein. *Livestock Research for Rural Development* 32 (10). <https://www.lrrd.org/lrrd32/10/pmarin32167.html>
- Marini, P.R., Biga, P. y Di Masso, R.J. (2021). Caracterización multivariada de la eficiencia productivo-reproductiva y edad al primer parto en vacas Holstein. *Agronomía Mesoamericana* 32 (1), 34-44. <https://doi.org/10.15517/am.v32i1.43184>
- Mohd, N., Steeneveld, W., van Werven, T., Mourits, M.C.M. & Hogeveen, H. (2013). First-calving age and first-lactation milk production on Dutch dairy farms. *Journal of Dairy Science* 96 (2), 981-992. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5741>

- Petraškienė, R., Pečiulaitienė, N. & Jukna, V. (2013). Crossbreeding influence of dairy breeds cattle on average of lactation length and on average of productivity. *Veterinarija ir Zootechnika* 64 (86), 65-69. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/287270622_Crossbreeding_influence_of_dairy_breeds_cattle_on_average_of_lactation_length_and_on_average_of_productivity
- Pipino, D., Piccardi, M., López-Villalobos, N., Hickson, R.E. & Vásquez, M.I. (2023). Fertility and survival of Swedish Red and White x Holstein crossbred cows and purebred Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 106 (4), 2475-2486. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22403>
- Rodríguez-Bermúdez, R., Miranda, M., Baudracco, J., Fouz, R., Pereira, V. & López-Alonso, M. (2019). Breeding for organic dairy farming: What types of cows are needed? *Journal of Dairy Research* 86 (1), 3-12. <https://doi.org/10.1017/S0022029919000141>
- Salazar-Carranza, M., Castillo-Badilla, G., Murillo-Herrera, J., Hueckmann-Voss, F. y Romero-Zúñiga, J.J. (2013). Edad al primer parto en vacas Holstein de lechería especializada en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 24 (2), 233-243. <https://doi.org/10.15517/am.v24i2.12522>
- Salazar-Carranza, M., Castillo-Badilla, G., Murillo-Herrera, J., Hueckmann-Voss, F. & Romero-Zúñiga, J.J. (2014). Effect of age at first calving on first lactation milk yield in Holstein cows from Costa Rican specialized dairy herds. *Open Journal of Veterinary Medicine*. 4(9):197-203. <https://doi.org/10.4236/ojvm.2014.49023>
- Schultz, M.E., Capellari, A. y Sanchez, S. (2023). Análisis de la edad al primer parto en el desempeño productivo y reproductivo en la primera lactancia de vacas Holstein en un sistema intensivo de Argentina. *Revista Veterinaria* 34 (2), 48-54. <https://doi.org/10.30972/vet.3427043>
- Sheskin, D.J. (2011). *Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures*. 5th Edition. CRC Press.
- Steele, M. (2020). Age at first calving in dairy cows: which months do you aim for to maximise productivity? *Veterinary Evidence* 5 (1). <https://doi.org/10.18849/ve.v5i1.248>
- Vargas-Leitón, B., Romero-Zúñiga, J.J., Castillo-Badilla, G. & Saborío-Montero, A. (2023). Optimal Age at First Calving in Pasture-Based Dairy Systems. *Dairy* 2023 4 (4), 581-593. <https://doi.org/10.3390/dairy4040040>
- Vitullo, M., Sarramone, C.G. & Dick, A. (2016). Análisis de distintas variables productivas y reproductivas, en relación con la edad al parto en vaquillonas Holando argentino (Holstein). Tesina de grado. Facultad de Ciencias Veterinarias-UNCPBA. <https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/f88b9d3e-02be-4143-861d-7fb9bd49c51c/content>