



## 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



Karen Alessa Copas Medina <sup>a</sup>

Manuel Valladares Rodas <sup>b</sup>

Juan José Baeza Rodríguez <sup>c</sup>

Juan Gabriel Magaña Monforte <sup>a</sup>

José Candelario Segura Correa <sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Universidad Autónoma de Yucatán. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Km 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil. 97315. Mérida, Yucatán, México.

<sup>b</sup> Asociación de Agricultores y Ganaderos de Oriente, Danlí, El Paraíso, Honduras.

<sup>c</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mocochoá, Yucatán, México.

\*Autor de correspondencia: jose.segura@correo.uady.mx

### Resumen:

El objetivo fue determinar el efecto de la edad al primer parto sobre la longevidad, el número de días productivos y la producción de leche durante toda la vida de las vacas Holstein y Pardo Suizo en la sabana tropical de Honduras. La información se recolectó de tres granjas lecheras con vacas Holstein (n= 1,391) y cuatro granjas con vacas Pardo Suizo (n= 480), nacidas entre 1993 y 2013, manejadas bajo sistemas intensivos. El modelo estadístico que describió las variables de interés incluyó el efecto de la granja, el grupo de edad al primer parto, el período de nacimiento, la estación de nacimiento y la interacción granja x período y

el error residual. Se encontraron efectos de la granja, período, el grupo de edad al primer parto y la interacción granja x período en las variables de respuesta. Un efecto favorable de las vacas que tuvieron su primer parto a una edad más temprana en el número de días de producción y la producción de leche durante toda la vida, y un aumento en la longevidad, tanto en vacas Holstein como en vacas Pardo Suizo ( $P < 0.05$ ). En conclusión, las vacas que parieron a una edad temprana tuvieron más días productivos en la granja y produjeron más leche durante su vida productiva. Por lo tanto, hacer que las novillas paran a una edad temprana podría ser una estrategia de manejo para aumentar la productividad en la granja. Sin embargo, se debe tener en cuenta el peso al primer parto y los aspectos fisiológicos del animal.

**Palabras clave:** Efectos ambientales, Producción de leche, Longevidad, Vida productiva, Trópico.

Recibido: 05/07/2019

Aceptado: 23/04/2021

## Introducción

El sector lácteo en Honduras tiene una producción anual de aproximadamente 650 millones de litros de leche, lo que representa el 28 % de la producción total de Centroamérica. Sin embargo, la producción de leche bajo sistemas intensivos de producción enfrenta algunas dificultades en su desarrollo, ya que las razas lecheras, como las vacas Pardo Suizo y Holstein, tienen problemas para adaptarse a climas cálidos-húmedos<sup>(1)</sup>. Bajo ambientes templados, el manejo, la nutrición, el año y la temporada de parto, así como la raza, se citan entre las principales fuentes de variación que afectan el desempeño del ganado lechero<sup>(2)</sup>. Existe cierta información sobre la producción de leche por lactancia de vacas Holstein y Pardo Suizo en condiciones tropicales<sup>(3,4,5)</sup>. No obstante, no se han publicado artículos sobre la producción de leche durante toda la vida de ganado lechero especializado en condiciones tropicales. Los factores ambientales y de manejo tienen una influencia directa en la reproducción, e indirecta en la calidad y cantidad de alimento para las vacas. Las diferencias en la fertilidad y la producción de leche entre los años y la temporada de parto se deben en gran medida a la disponibilidad de nutrientes de la pradera, pero también son una consecuencia del manejo<sup>(3,6)</sup>.

Hay informes en los trópicos que indican un bajo desempeño reproductivo y productivo del ganado Pardo Suizo, como lo indica la edad promedio al primer parto de más de 34 meses<sup>(7)</sup>. El tiempo entre el nacimiento y el primer parto representa un tiempo durante el cual la hembra

es improductiva y, en consecuencia, no genera ningún ingreso a la granja. Por lo tanto, se ha sugerido, reducir la edad al primer parto para disminuir el costo de producción de los reemplazos. Además, se ha reportado, en condiciones no tropicales, que la edad al primer parto favorece la vida productiva y la producción de leche durante toda la vida por vaca<sup>(8,9)</sup>. El rango de edad deseable para que una vaca tenga su primer parto es de 23 a 25 meses, para asegurar una mayor vida productiva, así como una mayor producción de leche<sup>(10)</sup>. Además, una edad general al primer parto para todas las granjas no sería adecuada, ya que esta debe estar en función del manejo y la alimentación en las diferentes granjas. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar el efecto del grupo de edad al primer parto sobre la longevidad, la vida productiva y la producción de leche durante toda la vida de las vacas lecheras Holstein y Pardo Suizo mantenidas en el trópico de Honduras.

## Material y métodos

Se estudiaron siete (7) granjas, tres con ganado Holstein y cuatro con ganado Pardo Suizo. Las granjas pertenecían a los departamentos de Francisco Morazán, ubicados en la zona centro oriente de Honduras, Comayagua en la región central, y Cortés y Santa Bárbara en la región noroeste. Todas las granjas estaban en condiciones de sabana tropical. Los promedios de temperatura, humedad y precipitación para las regiones central oriente, central y noroeste fueron de 24.9 °C, 70 % y 1,186 mm; 26.5 °C, 68 % y 1,212 mm; y 26 °C, 75 % y 1,300 mm, respectivamente.

## Descripción de las granjas

Las granjas lecheras estuvieron bajo sistemas de producción intensiva en confinamiento total durante la temporada seca y se dio de comer un alimento comercial más maíz y sorgo, mientras que en la temporada de lluvias se utilizó el pastoreo rotacional intensivo de animales. El manejo en las granjas fue similar en la estación seca, y varió solo en el tipo de pasto que se forrajeó y la estrategia de suplementación. El propósito de las granjas era la producción de leche y la venta de animales de las razas Holstein y Pardo Suizo. Las vacas de las granjas eran progenie de madres inseminadas con semen de toros de Estados Unidos y Canadá.

La tierra en las granjas se sembró con maíz y sorgo para la producción de ensilaje y, en menor medida, para el establecimiento de *Cynodon nlemfluensis*, *Brachiaria* híbrido, *Hyparrhenia rufa*, *Digitaria eriantha*, pasto *Panicum maximum*, como forrajes de pastoreo.

## Manejo

En general, en las siete granjas aquí estudiadas, las hembras se criaron en sus propias granjas hasta el peso de servicio y se mantuvieron como reemplazo de vacas viejas. Las hembras sin signos clínicos de enfermedad que mostraron estro se mantuvieron en el hato, utilizando el peso corporal al servicio como único criterio de selección. Esas hembras se mantuvieron en un esquema de reproducción continua; donde se les dio servicio mediante inseminación artificial. Los animales que no lograron quedar preñados después de cuatro servicios recibieron monta natural.

Las vacas se dividieron en dos grupos de manejo. El grupo de vacas secas se mantuvo bajo un esquema de pastoreo rotacional y se le dio 3 kg/día de un alimento comercial que contenía un 18 % de proteína cruda. El grupo de vacas en producción se mantuvo bajo un esquema de alimentación dependiendo de la producción de leche. Este consistió en proporcionar a la vaca 0.5 kg/L de leche producida, y se ofreció a través de una ración integral compuesta por forraje, silo de maíz y harina de soya, tres veces al día. En invierno, a las vacas se les dio una ración integral con ensilaje de maíz o sorgo y se les dejó pastar.

La salud de los hatos se mantuvo a base de vacunas contra pierna negra, ántrax y pasteurelisis cada 6 meses y contra la rinotraqueitis infecciosa bovina y la diarrea viral bovina una vez al año. Todos los animales fueron desparasitados cada 6 meses con ivermectinas y eprinomectina para el control de parásitos internos y recibieron baños periódicos, de septiembre a diciembre, para el control de parásitos externos. La producción de leche se midió diariamente.

Se capturaron datos de 1993 a 2013 en el software VAMP<sup>®</sup> y el software Ganadero SG<sup>®</sup> y posteriormente se trasladaron a una hoja de cálculo (Excel, 2013). La información utilizada fue la identificación de granjas, animales, toros y madres, el año de nacimiento de la vaca, la producción de leche durante toda la vida y las fechas de nacimiento, primer parto y sacrificio o muerte de las vacas. Los datos del año de nacimiento de la vaca se agruparon en cuatro períodos, de 1993 a 2003 (se inició la recopilación de registros productivos y reproductivos), 2004 y 2005 (se comenzó a utilizar la inseminación artificial y se mejoró la alimentación), período 2006 a 2008 y período 2009 a 2013 (período en que se mejoró aún más la alimentación y se establecieron prácticas sanitarias formales). Se establecieron dos estaciones de nacimiento de la vaca de acuerdo con la temperatura y la precipitación de la región (estación seca de diciembre a mayo y estación lluviosa de junio a noviembre). Además, las vacas se clasificaron en cuatro grupos de edad al primer parto: <2.5, 2.5 a <3, 3 a <3.5 y > 3.5 años.

Los datos de las vacas Holstein (n= 1,391) y Pardo Suizo (n= 480) se utilizaron para calcular la longevidad, como el número de días desde el nacimiento hasta la muerte o sacrificio de la vaca. El número de días en producción durante toda la vida para Holstein y Pardo Suizo (n= 1,009; n= 437, respectivamente) fue el tiempo que la vaca permaneció en el hato, desde el primer parto hasta la muerte o sacrificio; y la producción de leche durante toda la vida (n= 950, n= 478) fue el total de kg de leche producida por la vaca durante su vida útil.

### Análisis estadístico

Los datos se analizaron por raza (Holstein y Pardo Suizo). Inicialmente se utilizó un modelo estadístico que incluyó los efectos fijos de la granja, el período de nacimiento, la estación de nacimiento, el grupo de edad al primer parto y las interacciones simples. Sin embargo, los resultados preliminares indicaron que, a excepción de la interacción granja x período, en la raza Holstein, las interacciones no fueron significativas. El modelo estadístico final fue:

$$Y_{ijklm} = \mu + H_i + Per_j + EN_k + GEPP_l + H \times Per_{ij} + \varepsilon_{ijklm}$$

Donde:

$Y_{ijklm}$  = Longevidad, número de días en producción durante toda la vida o producción de leche durante toda la vida;

$\mu$  = Media general;

$H_i$  = Efecto de la i-ésima granja;

$Per_j$  = Efecto del j-ésimo período de nacimiento;

$EN_k$  = Efecto de la k-ésima estación de nacimiento;

$GEPP_l$  = Efecto del l-ésimo grupo de edad al primer parto;

$H \times Per_{ij}$  = Interacción granja x período;

$\varepsilon_{ijklm}$  = efecto residual, NID (0,  $\sigma^2$ ).

Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el procedimiento GLM del programa SAS<sup>(11)</sup>.

## Resultados y discusión

### Holstein

Las medias aritméticas para la longevidad, el número de días en producción y la producción de leche durante toda la vida para las vacas Holstein fueron 2,715 días (89.3 meses), 1,223 días (40.2 meses) y 13,400 kg de leche, respectivamente. La longevidad media en este estudio es mayor que el promedio de 70 meses reportado para vacas Holstein en condiciones subtropicales templadas en Etiopía<sup>(12)</sup>, y mucho mayor que la media de 57.2 meses reportada

bajo clima árido frío en vacas Holstein iraníes<sup>(13)</sup>. Las diferencias entre los estudios se deben en parte a factores de manejo, que se espera que varíen entre las granjas. Por ejemplo, la edad media al primer parto de las vacas en Irán fue de 26.8 meses<sup>(13)</sup> y para este estudio de 35.3 meses.

La longevidad aumentó linealmente con la edad al primer parto de la vaca, similar a los resultados de un estudio en Holstein coreano<sup>(14)</sup>, donde se observó que el primer parto a la edad de madurez adecuada proporciona una buena condición corporal para toda la vida, como lo observaron también otros autores en otros países y bajo condiciones climáticas y de manejo diferentes<sup>(8,15)</sup>.

Con respecto al número de días en producción durante toda la vida o vida productiva en la granja, la media aquí encontrada (40.2 meses) es mayor que el valor medio de 20.3 meses reportado para Holstein en condiciones templadas en México<sup>(16)</sup> y de 36.7 meses bajo clima subtropical templado en Etiopía<sup>(12)</sup>. Una larga vida productiva es un componente importante de la rentabilidad del ganado lechero, ya que disminuye el costo de reemplazo.

La media de la producción de leche durante toda la vida fue de 13,400 kg por vaca, que difieren de los reportados en los Estados Unidos de América con medias de 32,861 kg y 28,086 kg<sup>(17,18)</sup>. Sin embargo, la media, aquí obtenida, es más alta que las reportadas en Israel (10,786 kg)<sup>(19)</sup> y Egipto (10,694 kg)<sup>(20)</sup>. La mejora del manejo reproductivo a través de una mejor detección del estro, tiempo de inseminación adecuado, alimentación adecuada, buenas prácticas sanitarias y la disminución de la tasa de sacrificio involuntario de las vacas a una edad temprana son importantes para la eficiencia reproductiva óptima y la producción de leche durante toda la vida<sup>(12)</sup>.

El grupo de edad al primer parto, y los otros factores incluidos en el modelo (granja, período del año e interacción granja x período, excepto la estación de nacimiento de la vaca) tuvieron un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) en los rasgos aquí evaluados.

Las medias de mínimos cuadrados por grupo de edad al primer parto se muestran en el Cuadro 1. La longevidad de las vacas aumentó con el aumento de la edad al primer parto (2,819 a 3,651 días), en parte porque, por definición, el rasgo edad al primer parto está contenida en ella.

**Cuadro 1:** Medias de mínimos cuadrados y errores estándar por grupo de edad al primer parto para longevidad (L), número de días productivos durante toda la vida (NDPV) y producción de leche durante toda la vida (PLV) de vacas Holstein en Honduras

Grupo de edad (años)	L (días)			NDPV (días)			PLV (kg)		
	N	Media	EE	N	Media	EE	N	Media	EE
<2.5	767	2819 <sup>c</sup>	38.83	482	1380 <sup>a</sup>	42.22	384	14290 <sup>a</sup>	476
2.5 a <3	437	3177 <sup>b</sup>	44.73	368	1399 <sup>a</sup>	48.41	393	14396 <sup>a</sup>	555
3 a 3.5	107	3289 <sup>b</sup>	76.00	88	1239 <sup>ab</sup>	81.78	100	13141 <sup>ab</sup>	938
>3.5	80	3651 <sup>a</sup>	96.72	71	1080 <sup>b</sup>	99.86	73	10840 <sup>b</sup>	1214

<sup>a, b, c</sup> Literales distintas por columna significan diferencia significativa ( $P < 0.05$ ).

Las vacas que parieron a >3.5 años de edad tuvieron menos días en producción y produjeron menos leche que las que parieron a una edad más temprana. El efecto de la edad al primer parto en vacas Holstein en la longevidad o el número de días en producción ha sido reportado en condiciones templadas<sup>(13,21)</sup>. En Bélgica<sup>(22)</sup>, se encontró que las vacas que parieron por primera vez entre los 22 y los 26 meses de edad tuvieron más días productivos durante su vida, que las menores de 22 y mayores de 26 meses de edad. En realidad, no hay investigaciones realizadas para los rasgos de por vida de las vacas Holstein en sistemas intensivos de producción en condiciones tropicales de Honduras. Potocnik *et al*<sup>(21)</sup> mencionan que el riesgo relativo de sacrificar una vaca, aumenta con el aumento de la edad al primer parto, lo que indica que las vacas que paren a una edad más avanzada también tuvieron algunos otros problemas, probablemente asociados con el éxito reproductivo. Resultados similares se reportaron en México<sup>(16)</sup>. El efecto más obvio de reducir la edad al parto y aumentar el número de días productivos durante toda la vida, es que las vacas paren temprano, comienzan a producir antes<sup>(23)</sup>.

Parece que la forma más efectiva de evaluar el beneficio de reducir la edad al primer parto es tener en cuenta la producción de leche durante toda la vida de las vacas. Algunos autores<sup>(24)</sup> observaron que la producción de leche en segundas y mayores lactancias no se vio afectada por la edad temprana al primer parto, e indicaron que la producción de leche y el número de días productivos durante toda la vida podrían tener un gran impacto en la rentabilidad de la granja. Meyer *et al*<sup>(23)</sup> encontraron que las vacas que parieron por primera vez a 23.3 meses produjeron el doble de leche que las vacas que parieron por primera vez a los 30.3 meses de edad. Sin embargo, en Bélgica, se reportó<sup>(22)</sup> que las vacas que parieron por primera vez entre los 22 y los 26 meses de edad tuvieron más producción de leche durante toda la vida, que las vacas que parieron a menos de 22 y las que parieron después de los 26 meses de edad. Por lo tanto, esos autores concluyen que la edad al primer parto es un factor importante para garantizar una buena producción de leche durante toda la vida y vacas eficientes capaces de producir más leche en menos tiempo.

## Pardo Suizo

Las medias no ajustadas para la longevidad, el número de días productivos durante toda la vida y la producción de leche durante toda la vida fueron 2,586 d (85.1 meses), 1,664 d (54.7 meses) y 14,226 kg de leche, respectivamente. En cuanto a la longevidad, el resultado obtenido para la raza Pardo Suizo en este estudio es mayor al reportado en los Estados Unidos, donde se observó una longevidad de 60 meses<sup>(25)</sup>. Muchos y variables factores podrían ser las razones de las diferencias de los resultados del presente estudio y de EE. UU.; entre ellos: fracaso para concebir, intervalos entre partos más largos, problemas de conformación, otros criterios de sacrificio, etc. Un reporte sobre vacas Pardo Suizo americanas en Chiapas, México, estimó una longevidad de 141 meses; siendo este valor mayor al encontrado en este estudio<sup>(26)</sup>. En Suiza, se reportó una longevidad promedio de 16 años para vacas Pardo Suizo<sup>(27)</sup>; y en el mismo país, Vukasinovic *et al*<sup>(28)</sup> reportaron una media de 29.5 meses para los datos no censurados. Las diferencias entre los estudios pueden deberse a que la longevidad y la vida productiva son variables complejas, que dependen de los efectos fijos analizados; principalmente debido a la edad al primer parto y el manejo<sup>(29)</sup>.

La producción de leche durante toda la vida obtenida en este estudio difiere de la encontrada en Egipto, en vacas Pardo Suizo y otras razas lecheras en clima subtropical, donde se obtuvo una media de 10,118 kg de producción de leche<sup>(20)</sup>. En Suiza, y también en Pardo Suizo, se estimó un número medio de días productivos de 4,888 y 14,893 kg de producción de leche<sup>(27)</sup>. Las diferencias entre los países podrían atribuirse al clima y a las diferentes condiciones de manejo.

La granja, el período de nacimiento de la vaca, el grupo de edad al primer parto y la interacción granja x período tuvieron un efecto sobre la longevidad, el número de días productivos y la producción de leche durante toda la vida ( $P < 0.05$ ). Sin embargo, las estaciones no parecen ser una fuente importante de variación ( $P > 0.05$ ).

Las medias de mínimos cuadrados por grupo de edad se muestran en el Cuadro 2. La longevidad media de las vacas Pardo Suizo que parieron por primera vez a una edad más temprana fue más corta que la de las vacas que parieron por primera vez a una edad mayor. Sin embargo, de manera similar a lo que se encontró para Holstein, las vacas Pardo Suizo que parieron a una edad más temprana tuvieron más días en producción y más producción de leche durante toda la vida en comparación con las vacas que parieron a una edad posterior ( $P < 0.05$ ).

**Cuadro 2:** Medias de mínimos cuadrados y error estándar por factor para longevidad (L), número de días productivos durante toda la vida (NDPV) y producción de leche durante toda la vida (PLV) de ganado Pardo Suizo en Honduras

Grupo de edad (años)	L (días)			NDPV (días)			PLV (kg)		
	N	Media	EE	N	Media	EE	N	Media	EE
<2.5	134	2410 <sup>b</sup>	71.16	123	1639 <sup>a</sup>	70.96	134	15979 <sup>a</sup>	763
2.5 a <3	182	2516 <sup>ab</sup>	68.58	164	1564 <sup>ab</sup>	67.94	182	13388 <sup>b</sup>	735
3 a 3.5	87	2785 <sup>a</sup>	94.65	78	1646 <sup>a</sup>	92.75	86	12874 <sup>bc</sup>	1014
>3.5	77	2718 <sup>ab</sup>	104.0	72	1230 <sup>b</sup>	102.5	76	10411 <sup>c</sup>	1114

<sup>abc</sup> Literales distintas por columna significan diferencia significativa ( $P < 0.05$ ).

El efecto de la edad al primer parto de vacas Pardo Suizo sobre la longevidad y el número de días productivos durante toda la vida ha sido reportado en condiciones ambientales templadas<sup>(13)</sup>. Sin embargo, esta es la primera investigación sobre la vida útil y la productividad de las vacas Pardo Suizo en condiciones tropicales. El efecto más obvio de la reducción de la edad al primer parto en Holstein es el efecto sobre el número de días productivos durante toda la vida, porque las vacas que paren a una edad temprana entran a la producción antes<sup>(23)</sup> y comienzan a pagar su costo de crecimiento. Como se muestra en el Cuadro 2, a medida que el grupo de edad al primer parto aumentaba, la producción de leche durante toda la vida disminuía.

Por lo tanto, hacer que las novillas paren a una edad temprana podría ser una estrategia de manejo para aumentar la productividad en la granja. Sin embargo, se deben tener en cuenta el peso al primer parto y los aspectos reproductivos, como la detección del estro y el fracaso para concebir del animal.

## Conclusiones e implicaciones

Los resultados de este estudio apoyan la idea de mejores prácticas de manejo para reducir la edad al primer parto, ya que, bajo las condiciones de este estudio, las vacas Holstein y Pardo Suizo, que parieron a una edad temprana (< 36 meses), se mantuvieron productivas durante más tiempo en la granja y tuvieron más producción de leche durante toda su vida.

## Agradecimientos

El autor agradece a los productores de leche de Honduras por proporcionar los registros productivos para este estudio. Los primeros autores agradecen al CONACYT de México por la beca de doctorado.

### Conflicto de interés

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de interés.

### Literatura citada:

1. Faye B, Konuspayeva G. The sustainability challenge to the dairy sector– The growing importance of non-cattle milk production worldwide. *Int Dairy J* 2012;24(2):50-56.
2. M'hamdi N, Bouallegue M, Frouja S, Ressaissi Y, Kaur Brar S, Hamouda B. Effects of environmental factors on milk yield, lactation length and dry period in Tunisian Holstein cows. *InTechOpen* 2012;8:153-164.
3. Estrada-León R, Magaña JG, Segura JC. Genetic parameters for some reproductive traits of Brown Swiss cows in the tropics of Mexico. *J Anim Vet Adv* 2006;7(2):124-129.
4. Echeverri M, Galeano-Vasco L, Cerón-Muñoz M, Márquez-Girón SM. Efecto de las variables climatológicas sobre la producción de leche de vacas Holstein. *Livest Res Rural Develop* 2015;27(7):Article #246.
5. Sierra-Montoya E, Cerón-Muñoz MF, Ruiz-Cortés ZT. Parámetros reproductivos y su relación con producción y calidad de leche en hatos del trópico alto. *Livest Res Rural Develop* 2017;29(7):Article #170.
6. WingChing-Jones R, Pérez R, Salazar E. Condiciones ambientales y producción de leche un hato de ganado Jersey en el trópico húmedo: el caso del módulo lechero. *Agronomía Costarricense* 2008;32(1):87-94.
7. Magaña JG, Segura JC. Estimates of breed and heterosis effects for some reproductive traits of Brown Swiss and Zebu-related breeds in South-eastern Mexico. *Liv Res Rural Develop* 2001;13(5):Article #49
8. Pirlo G, Miglior F, Speroni M. Effect of age at first calving on production traits and on difference between milk yield returns and rearing costs in Italian Holsteins. *J Dairy Sci* 2000;83:603–608.
9. Eastham NT, Caots A, Cripps P, Richardson H, Smith R, Oikonomou G. Association between age at first calving and subsequent lactation performance in UK Holstein and Holstein-Friesian dairy cows. *PloS ONE* 2018;13(6):eo197764.
10. Richardson H. What age is the right age? *The Journal for Holstein UK and British Friesian Breeders*, August 2011;42–44.
11. SAS. SAS / STAT User's Guide (Version 9.3, 4th Ed.) SAS Inst. Inc., Cary, NC. 2010.

12. Berihulay H, Mekasha Y. Breeding efficiency and lifetime production performance of Holstein-Friesian dairy cows at Alage dairy farm, South Western Ethiopia. *Livest Res Rural Develop* 2016;28(9):Article #157.
13. Nilforooshan MA, Edriss MA. Effect of age at first calving on some productive and longevity traits in Iranian Holsteins of the Isfahan Province. *J Dairy Sci* 2004;87:2130-2135.
14. Do C, Wasana N, Cho K, Choi Y, Choi T, Park D, Lee D. The Effect of age at first calving and calving interval on productive life and lifetime profit in Korean Holsteins. *Asian-Australas J Anim Sci* 2013;26(11):1511-1517.
15. Haworth G., Tranter WP, Chuck J, Cheng Z, Wathes DC. Relationship between age at first calving and first milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows. *Vet Rec* 2008;162(20):643-647.
16. Abadía-Rojas JR, Ruíz-López FJ, Vega-Murillo VE, Montaldo HH. Análisis genético para vida productiva en ganado Holstein de México. *Rev Mex Cienc Pecu* 2016;7(1):1-14.
17. Tsuruta S. Misztal I, Lawlor TJ. Changing the definition of productive life in US Holsteins: effect on genetic correlations. *J Dairy Sci* 2005;88:1156-1165.
18. Heins B, Hansen L, Vriest A. Survival, lifetime production, and profitability of Normande × Holstein, Montbéliarde × Holstein, and Scandinavian Red × Holstein crossbreds *versus* pure Holsteins. *J Dairy Sci* 2012;95:1011-1021.
19. Weller J, Ezra E. Environmental and genetic factors affecting cow survival of Israeli Holsteins. *J Dairy Sci* 2015;98:676–684.
20. El-Tarabany M, Roushdy E, El-Tarabany A. Production and health performance of Holstein, Brown Swiss and their crosses under subtropical environmental conditions. *Anim Prod Sci* 2016;57(6):1137-1143
21. Potočnik K, Gantner V, Krsnik J, Štepec M, Logar B, Gorjanc G. Analysis of longevity in Slovenian Holstein cattle. *Acta Agric Slov* 2011;98(1):93-100.
22. Froidmont E, Mayeres P, Picron P, Turlot A, Planchon V, Stilmant D. Association between age at first calving, year and season of first calving and milk production in Holstein cows. *Animal* 2013;7(4):665-672.
23. Meyer MJ, Everett RW, Van Amburgh ME. Reduced age at first calving: Effects on lifetime milk production, longevity and profitability. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports* 2004; Vol. 10: Issue 2. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.3172>.

24. Lin CY, McAllister AJ, Batra TR, Lee AJ, Roy GL, Vesely JA, Wauthy JM, Winter KA. Effects of early and late breeding of heifers on multiple lactation performance of dairy cows. *J Dairy Sci* 1988;71:2735-2743.
25. Garcia-Peniche TB, Cassell BG, Misztal I. Effects of breed and region on Longevity traits through five years of age in Brown Swiss, Holstein, and Jersey cows in the United States. *J Dairy Sci* 2006;89:3672–3680.
26. Domínguez-Olvera DA, Herrera JG, Caamal I, Dorantes J. Indicadores económicos en función de la longevidad verdadera de vacas Suizo Americano en hatos de las regiones centro y frailesca en Chiapas. *Ciencia e Innovación* 2018;1(1):167-176.
27. Bielfeldt JC, Tölle K, Badertscher R, Krieter J. Longevity of Swiss Brown cattle in different housing systems in Switzerland. *Livest Sci* 2006;101:134–141.
28. Vukasinovic N, Moll J, Kunzi N. Analysis of productive life in Swiss Brown cattle. *J Dairy Sci* 1997;80:2572-2579.
29. Caraviello DA, Weigel KA, Gianola D. Prediction of longevity breeding values for US Holstein sires using survival analysis methodology. *J Dairy Sci* 2004;87:3518–3525.