

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“EDAD AL PRIMER PARTO, INTERVALO ENTRE PARTOS Y
PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS HOSLSTEIN EN CINCO
ESTABLOS DE LIMA”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA

GERARDO ANTONIO GALVÁN CAVERO

LIMA – PERÚ

2024

La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación

(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)

Gerardo Galvan Caverro- Tesis-03-05.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

17 %	16 %	10 %	1 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	1 %
2	chapingo.uruza.edu.mx Fuente de Internet	1 %
3	revistacta.agrosavia.co Fuente de Internet	1 %
4	www.zoetecnocampo.com Fuente de Internet	1 %
5	purl.org Fuente de Internet	1 %
6	ica.mx1.uabc.mx Fuente de Internet	1 %
7	digital.csic.es Fuente de Internet	<1 %
8	capra.iespana.es Fuente de Internet	<1 %
9	www.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE ZOOTECNIA

**“EDAD AL PRIMER PARTO, INTERVALO ENTRE PARTOS Y
PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS HOLSTEIN EN CINCO
ESTABLOS DE LIMA”**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE INGENIERO ZOOTECNISTA

Presentada por:

GERARDO ANTONIO GALVÁN CAVERO

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Ph.D. Jorge Pedro Calderón Velásquez
PRESIDENTE

Ph.D. José Alberto Barrón López
PATROCINADOR

Ph.D. Carlos Alfredo Gómez Bravo
MIEMBRO

Mg. Sc. José Maxmiliano Almeyda Matías
MIEMBRO

DEDICATORIA

A mi mamá María y mi hermana Fiorela por su apoyo, amor incondicional y darme fuerzas para cumplir mis metas.

A Armando Quispe por su apoyo incondicional.

A Cledy por su apoyo incondicional.

A mis amigos Álvaro, María Alejandra, Angela y Frank por la mejor amistad que uno puede tener.

AGRADECIMIENTOS

A mi profesor y asesor PhD. Gustavo Gutiérrez Reynoso, por todos los conocimientos compartidos.

Al PhD. José Alberto Barrón López por su asesoría en el presente trabajo.

Al PhD. Alberto Menendez-Buxadera y al PhD. Manuel More por su apoyo en la realización del trabajo.

Al Servicio Oficial de Productividad Lechera por los datos proporcionados para la realización del presente trabajo.

A los miembros de Jurado, PhD. Carlos Gómez Bravo, Ing. Mg. Sc. José Almeyda Matías y PhD. Jorge Pedro Calderón Velásquez por todos los consejos y recomendaciones.

A Luis Grados, por su apoyo.

A mis amigos y colegas Ing. Cesar Mendoza, Ing. Deyanira Figueroa, MVZ José Loza.

INDICE GENERAL

I.	Introducción	1
II.	Revisión de literatura	3
2.1	Producción de leche de la cuenca de Lima	3
2.2	Edad al primer parto	4
2.3	Factores que afectan la edad al primer parto	5
2.3.1	Alimentación	5
2.3.2	Sanidad	6
2.3.3	Genética	6
2.4	Variaciones de la edad al primer parto en vacas Holstein	7
2.5	Intervalo entre partos	7
2.6	Producción de leche en la primera y segunda lactancia	9
III.	Metodología	12
3.1	Población	12
3.2	Datos colectados	12
3.3	Análisis descriptivo	15
3.4	Análisis estadístico	15
IV.	Resultados y discusión	17
4.1	Características evaluadas	17
4.1.1	Edad al primer parto	17
4.1.2	Producción de leche a 305d de la primera lactancia	20
4.1.3	Primer intervalo entre partos	26
4.1.4	Producción de leche a 305d días de la segunda lactancia	27
V.	Conclusiones	30
VI.	Recomendaciones	31
VII.	Bibliografía	32
VIII.	Anexos	39

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Indicadores técnicos de la producción de leche de la cuenca de Lima	3
Tabla 2:	Edad al primer parto en la cuenca lechera de Lima	7
Tabla 3:	Intervalo entre partos en la cuenca de Lima	8
Tabla 4:	Primer intervalo entre partos en la cuenca de Lima	9
Tabla 5:	Producción de leche en la primera lactancia en la cuenca lechera de Lima	10
Tabla 6:	Producción de leche en la segunda lactancia en la cuenca lechera de Lima	11
Tabla 7:	Variables empleados para las bases de dato	14
Tabla 8:	Participación de vacas por establo para las dos lactancias.	15
Tabla 9:	Edad al primer parto, producción de leche e intervalo entre partos, en vacas Holstein de la cuenca de Lima, durante el periodo 2004 – 2017	17
Tabla 10:	Edad al primer parto: por años	19

INDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Gráfico de frecuencias para la edad al primer parto (meses), en vacas Holstein de la cuenca de Lima, durante el periodo 2004- 2017	18
Figura 2:	Edad al primer parto: por años	20
Figura 3:	Histograma de la producción de leche de la primera lactancia, en vacas Holstein de la cuenca de Lima, durante el periodo 2004-2017	21
Figura 4:	Resultados del efecto de la edad al primer parto sobre la producción de leche de la primera lactancia	22
Figura 5:	Producción de leche estimada para la primera lactancia con la ecuación antes mencionada según la edad al primer parto.	23
Figura 6:	Histograma de frecuencias para el primer intervalo entre partos en vacas Holstein de la cuenca de Lima.	26
Figura 7:	Distribución del primer intervalo entre partos en vacas Holstein de la cuenca de Lima	27
Figura 8:	Histograma de la producción de leche de la segunda lactancia, en vacas Holstein de la cuenca de Lima, durante el periodo 2004-2017.	28
Figura 9:	Resultados del efecto de la clase del primer intervalo entre partos sobre la segunda producción de leche en 305 d-2X (MCM). Diferentes superíndices en una misma columna indican diferencias significativas ($P<0.05$).	29

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1:	Participación de vacas, promedio de producción de leche e IEP por establo.	39
Anexo 2:	Análisis de varianza para la producción de leche a 305d de la primera lactancia (kg).	39
Anexo 3:	Análisis de varianza para la producción de leche a 305d de la primera lactancia (kg).	40
Anexo 4:	Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar e intervalo de confianza) para la producción de leche de la primera lactancia, de acuerdo a la edad al primer parto en meses.	41
Anexo 5:	Análisis de varianza para la producción de leche a 305d de la segunda lactancia (kg).	42
Anexo 6:	. Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar e intervalo de confianza) para la producción de leche de la segunda lactancia, de acuerdo a la edad al primer parto en meses.	43
Anexo 7:	Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar e intervalo de confianza) para la producción de leche, de acuerdo a la clase del primer intervalo entre partos.	44

RESUMEN

El presente estudio tuvo por objetivo evaluar el efecto de la edad al primer parto (EPP) sobre la producción de leche (PL) en las dos primeras lactancias de vacas Holstein de Lima durante los años 2004 al 2017. Se analizaron los registros de 13634 vacas, provenientes de cinco establos registrados en el Servicio de Productividad Lechera conducido por el Programa de Investigación y Proyección Social en Mejoramiento Animal de la Universidad Nacional Agraria La Molina, 10154 para evaluar el efecto de la EPP en la primera lactancia y de 5320 para evaluar el efecto sobre la segunda lactancia. La data se analizó haciendo uso de estadística descriptiva y del modelo lineal, utilizando el paquete estadístico SAS OnDemand for Academics. La EPP promedio fue de 24.79 ± 2.01 meses. La PLE promedio en la primera lactación fue de 8853.24 ± 1486.63 kg, mientras que para la segunda lactación fue de 9597.33 ± 1621.46 kg. El promedio del primer intervalo entre partos fue de 436.43 ± 75.80 días. La EPP tuvo un efecto altamente significativo sobre la PLE de la primera lactancia ($P < 0.0001$), pero no sobre la producción en la segunda lactancia ($P = 0.5943$). Asimismo, hubo un efecto altamente significativo del efecto de la combinación rebaño, año y estación sobre la PLE de la primera y segunda lactancia ($P < 0.0001$), el intervalo entre partos (IEP) también tuvo un efecto altamente significativo sobre la PLE de la segunda lactancia ($P < 0.0001$). En conclusión, la EPP disminuyó de 26.17 ± 0.17 en el 2004 a 24.54 ± 0.08 meses en el 2017, se observaron mayores PLE al primer parto en edades entre los 23 y 30 meses, IEP más prolongados estuvieron asociados a una mayor PLE.

Palabras clave: edad al primer parto, producción de leche, Holstein, Lima.

ABSTRACS

The purpose of this study was to evaluate the effect of age at first calving (AFC) on milk production (MP) in the first two lactations of Holstein cows from Lima since the year 2004 to 2017. Collected the records of 13 634 dairy cows, from five dairy farms registered with the Dairy Productivity Service conducted by the Animal Breeding Research and Social Projection Program of the La Molina National Agrarian University. 10154 dairy cow's records were to evaluate the effect of AFC on the first lactation and 5320 to assess the effect on the second lactation. The data were analyzed using descriptive statistics and the linear model, using the statistical package SAS OnDemand for Academics. The average AFC obtained was 24.79 ± 2.01 months. The average SMP in the first lactation was 8853.24 ± 1486.63 kg, while for the second lactation, it was 9597.33 ± 1621.46 kg. The mean of the first calving interval was 436.44 ± 75.80 days. Thus, AFC had a highly significant effect on the PLE of the first lactation ($P < 0.0001$) but not on the production of the second lactation ($P = 0.5943$). Likewise, there was a highly significant effect of the combination herd, year, and season on the SMP of the first and second lactation ($P < 0.0001$), the calving interval (CI) also had a highly significant effect on the SMP of the second lactation ($P < 0.0001$). It concluded AFC decreased from 26.17 ± 0.17 in 2004 to 24.54 ± 0.08 months in 2017, higher SMP is observed at ages between 23 and 30 months, and longer CI was associated with higher SMP.

Keywords: age at first calving, milk production, Holstein, Lima

I. INTRODUCCIÓN

La crianza de vaquillas de reemplazo representa una gran inversión para los ganaderos lecheros, un adecuado manejo de los animales de reemplazo será clave para asegurar la producción y rentabilidad del hato lechero. Eastham et al. (2018) mencionan que una exitosa transición de animales a la etapa productiva es fundamental para que los productores recuperen la inversión realizada durante la etapa de crianza de animales de reemplazo. En el ganado lechero, la producción de leche durante la primera lactancia se considera un rasgo económico importante, ya que se ha demostrado que predice el rendimiento y la longevidad a lo largo de la vida (Haworth et al., 2008). Después de la alimentación, los costos de crianza de vaquillas representan el segundo gasto más grande en una granja lechera, representando aproximadamente el 15-20% de los costos totales (Boulton et al., 2015). Las bajas tasas de crecimiento, la mala salud y la nutrición inadecuada durante el período de crianza a menudo conducen a un aumento de edad al primer parto sobre todo debido a su efecto negativo en la fertilidad de las vaquillas (Whates et al., 2008).

Ettema y Santos (2004) mencionan que acortar la edad al primer parto reduce los costos de crianza, el objetivo es tener vacas que paran por primera vez a los 24 meses. Hoffman (1997) concluye que animales que paren a edades muy tempranas generan un mayor riesgo de partos distócicos. así como con una reducción en la producción de leche, los componentes de la leche y el rendimiento reproductivo (Ettema y Santos, 2004), Serjen (2005) menciona que vacas que paren por primera vez muy jóvenes tienen un menor desarrollo mamario, lo que podría afectar la producción de leche.

Eastham et al. (2019) reportan que vacas que paren a los 22 meses tienen un mayor rendimiento diario de por vida que vacas que paren a edades más tardías, los mismos autores también concluyen que vacas que paren a edades más tempranas tienen mayores probabilidades de parir por segunda vez. Sessarego et al. (2019) en un estudio realizado en establos de la cuenca de Lima menciona que hay mejores producciones de leche en animales que paren por primera vez entre 22 y 30 meses de edad.

Sin embargo, hay pocas evidencias de la magnitud y la dirección de la influencia de la edad al primer parto sobre la producción de leche. Por lo expuesto anteriormente el objetivo es evaluar el efecto de la edad al primer parto en las dos primeras lactancias y el intervalo entre partos en la segunda lactancia de vacas Holstein de la cuenca lechera de Lima durante los años 2004 -2017. Brindando información de una edad adecuada para que la producción de leche sea mayor, aumentando la rentabilidad de los establos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Producción de leche de la cuenca de Lima

En la tabla 1 se puede apreciar que en el departamento de Lima se produjo 362,066 toneladas de leche fresca, representando el 17.5 por ciento de la producción nacional, 32.21 por ciento más que el año 2007, ese año represento el 16.9 por ciento de la producción nacional. El rendimiento de leche fresca de Lima en el año 2018 fue de 4842.785 kg/vaca/año, 29.05 por ciento más que el año 2007. El número de vacas en ordeños en el año 2018 fue de 74764, 0.52 por ciento más que el año 2007.

Tabla 1: Indicadores técnicos de la producción de leche de la cuenca de Lima

Año	Población de vacunos Lima	Vacas en ordeño Lima	Producción de leche fresca Lima	Producción de leche fresca nacional	Rendimiento de leche fresca Lima	Consumo per cápita de leche fresca	Participación de Lima en la producción nacional
	Cabezas	Cabezas	Toneladas	Toneladas	kg/vaca/año	Kg/Hab/año	%
2007	254 986	74 318	245 491	1 455 815	3303.251	21.7	16.9
2008	228 844	73 291	272 994	1 565 528	3724.796	24.8	17.4
2009	226 800	74 109	286 719	1 652 112	3868.882	29.3	17.4
2010	230 422	75 086	306 876	1 678 372	4086.994	26.3	18.3
2011	232 109	75 684	322 678	1 755 529	4263.490	27.9	18.4
2012	225 265	75 347	318 263	1 790 670	4223.964	27.2	17.8
2013	226 410	75 768	329 311	1 807 806	4346.307	26.0	18.2
2014	232 070	78 501	335 970	1 840 226	4279.818	26.1	18.3
2015	265 104	79 149	342 846	1 903 177	4331.653	29.0	18.0
2016	257 939	77 763	348 518	1 954 232	4481.797	30.1	17.8
2017	245 851	76 070	354 148	2 012 674	4655.554	32.9	17.6
2018	255 851	74 764	362 066	2 067 144	4842.785	33.2	17.5

FUENTE: MINAGRI – Anuario estadístico de producción pecuaria y avícola 2020.

El Ministerio de Agricultura y Riego (2017) menciona las principales cuencas lecheras del Perú. El primer lugar lo ocupa Cajamarca con 18.2 por ciento de la producción nacional, el segundo lugar Arequipa con 17.9 por ciento de la producción nacional, el tercer puesto Lima con 17.8 por ciento de la producción nacional, sin embargo, los departamentos con mayores tasas anuales de crecimiento son Ica, Cusco y Junín.

2.2 Edad al primer parto

La crianza de animales de reemplazo es importante para los ganaderos lecheros debido a que serán las siguientes en generar ingresos, la crianza de estos animales es un proceso a largo plazo y elevados costos (Zanton y Heinrichs, 2005; Bouška et al., 2007). Los costos de producción de animales de reemplazo se pueden reducir acelerando el crecimiento de la recria para iniciar su vida productiva a edad temprana acortando la edad al primer parto (Van Amburgh et al., 1998; Pietersma et al., 2006). Heinrichs (1993) sugirió que la edad al primer parto óptimo para la raza Holstein para reducir los costos de producción es de 23 a 24 meses de edad.

Sessarego et al. (2019) reportaron mejores producciones de leche en vacas Holstein que paren por primera vez entre 22 y 30 meses de edad en condiciones de costa central del Perú. Así también, Van Eetvelbe et al. (2020) concluyeron que la edad al primer parto tiene un efecto significativo en la producción de leche en la primera lactancia en los Países Bajos. Sin embargo Heinrich y Vazquez-Anon (1993) reportaron que las vaquillonas que parieron a los 26 o más meses de edad tuvieron similar producción de leche a los 305 días que las vaquillonas que parieron a los 24 meses. Finalmente, Froidmont et al. (2013) concluyeron que la edad al primer parto es un factor clave que permite una mayor producción de leche a lo largo de la vida productiva de las vacas.

2.3 Factores que afectan la edad al primer parto

Existen muchos factores que afectan la edad al primer parto en vacas Holstein entre ellos la alimentación, sanidad y genética

2.3.1 Alimentación

La alimentación es un factor de importancia para generar animales de recría que sean capaces de reemplazar a las vacas sin que la producción de leche se vea afectada. Un adecuado plan de alimentación desde terneras permite un acelerado crecimiento permitiendo que los animales lleguen al primer servicio y parto con un tamaño y peso adecuado.

Hernández (2012) menciona que la nutrición es el factor más determinante para la presencia de la pubertad en vacas. La presencia de ciclos estrales en edades tempranas es atribuida a un buen programa de alimentación, la presencia temprana del ciclo estral junto a un peso entre los 350 y 370 kg permite que la inseminación ocurra entre los 14 y 15 meses por primera vez. Cushman et al. (2014) mencionan que una buena alimentación en la recría logra un peso y condición corporal óptimo para que la vaquillona lleve a cabo la gestación, parto y lactancia. La vaquillona continua su desarrollo corporal durante la gestación, por lo que requiere mantener la condición corporal para enfrentar el parto y segundo servicio.

La adecuada nutrición de terneras esta relaciona con el desarrollo del tejido mamario de la ubre. Se creía que el crecimiento del parénquima mamario era mínimo antes del destete, sin embargo, Esselburn et al. (2015) mencionan que el crecimiento del parénquima mamario puede aumentar 60 veces más desde los 30 hasta aproximadamente los 90 días de edad.

2.3.2 Sanidad

El estado de salud de los animales de reemplazo es importante para obtener animales capaces de ingresar de manera adecuada a la etapa reproductiva y productiva.

Silva et al. (2002) reportan que infecciones bacterianas, virales y parasitarias son prevalentes en los establos lecheros de la cuenca de Lima afectando animales de recría

Bailey et al. (2009) evidenciaron los efectos perjudiciales de la neumonía en terneras sobre la edad al primer parto y la producción de leche en la lactancia. De manera similar, Staton et al. (2012) concluyeron que la enfermedad respiratoria en terneras en los primeros 60 días disminuyó el crecimiento, la supervivencia y al aumento de la edad al primer parto. Van Der Fels-Klerx et al. (2002) reportaron que la presencia de diarreas y enfermedades del sistema respiratorio evitan que la recría llegue al peso vivo adecuado para ser servidas por tanto incrementando la edad al primer parto.

2.3.3 Genética

Amorim (2006) citado por Hidalgo (2019) menciona que el factor genético es el único que se puede transmitir de padres a hijos, es así que el valor genético es la estimación más recomendable para la selección de animales como futuros reproductores.

Goshu et al. (2014) reportan que la heredabilidad para la edad al primer parto en vacas Holstein fue moderadamente alta (0.53) indicando una suficiente variante genética aditiva lo que permitiría disminuir la edad al primer parto, por lo tanto, este rasgo es importante para seleccionar a los machos reproductores. Sin embargo, Montaldo et al. (2010) reportaron una heredabilidad moderada (0.28) para la edad al primer parto en vacas Holstein en México.

Calderón et al. (2020) mencionaron que la edad al primer parto en vaquillonas Holstein de un establo de la cuenca de Lima fue afectada por la consanguineidad, reportando que el grupo de vacas consanguíneas presentó menor edad al primer parto (25.35 meses) que las vacas no consanguíneas (26.47 meses).

2.4 Variaciones de la edad al primer parto en vacas Holstein

En la tabla 2 se observa que la edad al primer parto en la cuenca de Lima varía entre los 24.9 meses y los 27.6 entre los años 1994 y 2012. Rosales (2012) reportó un incremento de la edad al primer parto en un mes a través de los años en un periodo de ocho años (de 1995 al 2002), de manera contraria Rodríguez (2018) reportó que la edad al primer parto en vacas Holstein de un establo de la cuenca de Lima disminuyó en tres meses en un periodo de 11 años (del 2000 al 2010), de manera similar Van Eetvelde et al. (2020) mencionan que la edad al primer parto en vacas Holstein de Países Bajos disminuyó gradualmente de 788 a 770 días entre el 2007 y 2016.

Tabla 2: Edad al primer parto en la cuenca lechera de Lima

Autor	Años de estudio	Edad promedio (meses)
Ortiz et al. (2009)	1994-2002	27.20
Rosales et al. (2012)	1995-2002	27.60
Sessarego et al. (2014)	2007-2011	24.87
Pallete et al. (2018)	1998-2007	26.00
Rodríguez (2018)	2000-2010	27.00
Sessarego et al. (2019)	2003-2012	24.89

FUENTE: Elaboración propia.

2.5 Intervalo entre partos (IEP)

Es el tiempo transcurrido entre un parto y el siguiente (Olivera, 2001), al respecto Rodríguez (2018) menciona que depende de los días que la vaca está vacía y del tiempo de gestación que varía según la raza.

Etgen y Reaves (1990) recomiendan un intervalo medio entre partos de 12 meses el cual es considerado como ideal. Esto raramente se alcanza en la práctica, pero una buena meta práctica es de 12.5 meses. Hare et al. (2006) mencionan que el intervalo entre partos aumentó al largo de los años de estudio en las razas lecheras Brown Swiss, Holstein, Ayrshire y Guernesey en Estados Unidos. Banos et al. (2005) mencionan que el aumento del IEP se debe a que la fertilidad se ha reducido en razas especializadas para producción de leche. De manera similar Lehmann et al. (2016) mencionan que la

selección genética continua para incrementar la producción de leche disminuye la fertilidad, esto debido a un balance energético negativo.

Rehn et al. (2000) informaron que extender el IEP de 12 meses a 15 meses la producción de leche en vacas Holstein Suecas rojas y negras presento un aumento. Remmik et al. (2020) concluyen que un primer intervalo entre partos más largo aumenta la producción de leche de por vida y una menor probabilidad de saca temprana. De manera similar Kok et al. (2019) concluyen que intervalo entre partos más largos tuvieron una menor producción de leche anual en comparación a IEP más cortos.

Burges et al. (2021) mencionan que intervalos entre partos más largos al de 12 meses tienen menos picos de producción de leche por unidad de tiempo, esto podría resultar en una menor producción por vaca. Mellado et al. (2016) mencionan que IEP más largos son consecuencias de problemas de salud y fertilidad, siendo una alerta de un mal manejo en establos lecheros.

En la Tabla 3 se observa los resultados de estudios realizados en la cuenca de Lima entre los años 2014 y 2018, los cuales se encuentran en un rango entre 14.2 y 15.5 meses de intervalo entre partos. Estos son promedios de evaluar el IEP de varias lactancias.

Sessarego et al. (2014) reportan un intervalo entre partos promedio de 14.3 meses, este resultado es menor al reportado por Rodríguez (2018) y Pallete et al. (2018), el promedio fue de 15.5 y 15.1 meses, en 11 y 10 años de estudio respectivamente.

Tabla 3: Intervalo entre partos en la cuenca de Lima

Autor	Años de estudio	Intervalo entre partos (meses)
Sessarego et al. (2014)	2007-2011	14.3
Pallete et al. (2018)	1998-2007	15.1
Rodríguez (2018)	2000-2010	15.5

FUENTE: Elaboración propia.

En la tabla 4 se puede observar los resultados del primer IEP de estudios realizados en la cuenca de Lima en el 2018 y 2019. El rango del primer IEP se encuentra entre 14.3 y 15.6. Pallete et al. (2018) y Rodríguez (2018) reportan valores similares del primer IEP,

15.6 y 15.4 meses respectivamente, Sessarego et al. (2019) reporta 14.3 meses, el menor valor reportado de los tres autores.

Tabla 4: Primer intervalo entre partos en la cuenca de Lima

Autor	Años de estudio	Intervalo entre partos (meses)
Pallete et al. (2018)	1998-2007	15.6
Rodríguez (2018)	2000-2010	15.4
Sessarego et al. (2019)	2003-2012	14.3

FUENTE: Elaboración propia.

2.6 Producción de leche en la primera y segunda lactancia.

Contreras et al. (2002) manifiesta que la producción de leche está influenciada por factores ambientales, fisiológicos y genéticos. Por lo que el aumento en los volúmenes de producción de leche se viene logrando gracias a la mejora de los factores que inciden en ella, como una nutrición eficiente, un mejor manejo, sanidad y mejoramiento genético.

Olivera (2001) menciona que las vacas incrementan la producción de leche conforme avanzan en sus lactancias. Es así que las vacas de segunda lactancia producen más que las de primera, y las vacas de tercera lactancia producen más que las de segunda, y las adultas un poco más que las de tercera lactancia. Los incrementos porcentuales en la producción de leche pueden variar entre establos, cuencas, niveles de producción y calidad genética, lo que es cierto e incuestionable es que la producción incrementara conforme avance el número de lactancia. En caso no ocurra esto último o no haya diferencias entre lactancias se puede deber a problemas de manejo en el establo.

En la tabla 5 se puede apreciar diversos estudios realizados en la producción de leche en la primera lactancia en establos de la cuenca de Lima en el periodo entre 1995 y 2012. Se puede apreciar un incremento de la producción de leche a través de los años de estudio. Hidalgo (2019) reporto la mayor producción en la primera lactancia en 305 días, en comparación a los otros autores.

Tabla 5: Producción de leche en la primera lactancia en la cuenca lechera de Lima

Autor	Años de estudio	Producción de leche (kg)	Número de rebaños
Rosales (2012)	1995-2002	6543(1)	1
Pallete (2018)	1998-2007	7768(1)	1
Palga (2018)	2000-2010	9122(1)	1
Rodríguez (2018)	2000-2010	8167(1)	1
Sessarego et al. (2019)	2003-2012	8276(2)	9
Hidalgo (2019)	1999-2017	9290(3)	1

(1) Producción semicorregida (305 d, 2X)

(2) Producción estandarizada (305 d, 2X, EA)

(3) Producción de leche a 305 días

FUENTE: Elaboración propia.

En la tabla 6 se puede apreciar diversos estudios realizados en la producción de leche en la segunda lactancia en establos de la cuenca de Lima en el periodo entre 1995 y 2012. Se puede apreciar un incremento de la producción de leche a través de los años de estudio. Hidalgo (2019) reporto la mayor producción en la segunda lactancia en 305 días, en comparación a los otros autores. También se puede apreciar que en todos los estudios realizado en la cuenca de Lima la producción de leche fue mayor en la segunda lactancia.

Tabla 6: Producción de leche en la segunda lactancia en la cuenca lechera de Lima

Autor	Años de estudio	Producción de leche (kg)	Número de rebaños
Rosales (2012)	1995-2002	6894(1)	1
Pallete (2018)	1998-2007	8172(1)	1
Palga (2018)	2000-2010	9611(1)	1
Rodríguez (2018)	2000-2010	9086(1)	1
Sessarego et al. (2019)	2003-2012	9068(2)	9
Hidalgo (2019)	1999-2017	10766(3)	1

(1) Producción semicorregida (305 d, 2X)

(2) Producción estandarizada (305 d, 2X, EA)

(3) Producción de leche a 305 días

Fuente: Elaboración propia.

III. METODOLOGÍA

3.1 Población

El presente trabajo de investigación fue realizado con información de cinco establos que crían vacas Holstein de la cuenca de Lima. Estos establos presentan características similares en alimentación y manejo reproductivo.

Los animales son alimentados a base de forraje picado, concentrado y suministro de agua *ad libitum*. El celo es detectado de manera visual y se practica la inseminación artificial con semen congelado nacional e importado.

3.2 Datos colectados

Los datos se obtuvieron de los registros del Servicio Oficial de Productividad Lechera del Programa de Investigación y Proyección Social en Mejoramiento Animal de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

Para el presente estudio se utilizó información de 13634 vacas, con producciones de leche entre el periodo 2004 y 2017, correspondiente a cinco establos de la cuenca de Lima. La información contenía el código del animal, número de parto, establo, duración de la lactación, leche a 305 días, número de ordeños por día, fecha de nacimiento, fecha de parto y fecha de seca de las vacas. Como criterios de inclusión se consideró registros productivos de vacas cuya duración de la campaña mayor o igual a 270 días para evaluar la primera lactancia, la duración de la campaña se halló mediante la diferencia entre la fecha se seca y parto de la misma lactancia.

La edad al primer parto se obtuvo mediante la diferencia entre la fecha de parto y la fecha de nacimiento, esta diferencia en días se dividió entre 30.5 para hallar la edad al primer parto en meses. Se unirá para ambas lactancias las vacas cuya EPP sea de 20 y 21 meses agrupándose en el grupo de 21 meses y las EPP de 34, 35 y 36 meses agrupándose en la clase de 34 meses.

El primer intervalo entre partos en días se obtuvo mediante la diferencia de la fecha del segundo y primer parto. Una vez hallados los valores del primer IEP estos se agruparon en cuatro clases sumando cuatro ciclos estrales, temprano, medio, tardío y muy tardío, siendo los rangos de IEP de 310 a 387; 388 a 465; 466 a 543 y 544 a 620 respectivamente.

Para la creación de la base de datos para el análisis de la primera lactancia, como criterio de inclusión se consideró vacas entre 21 y 34 meses de edad al primer parto y una duración de la primera campaña mayor a 270 días.

Para la creación de la base de datos para el análisis de la segunda lactancia como criterio de inclusión se consideró el registro de animales que tengan las dos primeras lactancias, que edad al segundo parto este entre 33 y 53 meses, que tengan una duración de la segunda campaña de producción mayor a 270 días.

Para ambas lactaciones se excluyeron animales cuya producción de leche a 305 días (305d) que este debajo del promedio menos tres desviaciones estándar (4446 kg) y por encima del promedio más tres desviaciones estándar (14682 kg).

De un total de 13634 vacas con información de productividad lechera que contenía el archivo inicial de datos se eliminaron 1486 vacas que no cumplían con el rango de EPP entre 20 y 36 meses, 1230 vacas por no tener una primera campaña de producción mayor a 270 días y 764 animales por no estar dentro del rango de producción de leche a 305 días obteniendo una base de datos para la primera lactancia que contiene información de productividad lechera de 10154 vacas.

Después de obtener la base de datos para la primera lactancia se seleccionaron animales que tengan también segunda lactancia, siendo un total de 6865 vacas las que cumplen este requisito, se eliminaron 236 animales que no hayan parido por segunda vez entre 33 y 53 meses , se eliminaron 345 vacas cuya segunda campaña de producción sea menor a 270 días y 362 animales que no estuvieron dentro del rango establecido de producción de leche entre 445 y 14613 y 673 animales que no se encuentran en el rango de IEP entre 310 y 620 días, obteniendo un base de datos para la segunda lactancia que contiene información de 5319 vacas.

En la tabla 7 se detalla las variables que contienen las bases de datos de la primera y segunda lactancia después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión de las variables de estudio.

Tabla 7: Variables empleadas para la elaboración de bases de datos.

Variable	Lactancia	
	Primera	Segunda
Código de la vaca	x	x
EPP	x	
Estación de parto	x	x
Rebaño	x	x
Año de parto	x	x
Fecha de parto	x	x
IEP		x
Fecha de Nacimiento	x	x
Duración de la campaña	x	x
Fecha de secado	x	x
Número de ordeños	x	x
Número de parto	x	x
Vacas	10154	5319

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 se observa la participación de vacas por cada establo para la primera y segunda lactancia.

Tabla 8: Participación de vacas por establo para las dos lactancias.

Establo	Nº de vacas incluidas (1 ^{er} parto)	Nº de vacas incluidas (2 ^{do} parto)
1	2057	1065
2	4527	2384
3	2443	1397
4	650	310
5	477	163
Total	10154	5319

En el anexo 01 se muestra la inclusión de vacas por establo para la primera y segunda lactancia, también se muestran los promedios de producción de leche e intervalo entre partos.

3.3 Análisis descriptivo

Para describir el comportamiento de la edad al primer parto, producción de leche en la primera y segunda lactancia y el primer intervalo entre partos se determinó mediante el promedio, desviación estándar, coeficiente de variación y valor máximo y mínimo (a través de tablas y graficas)

3.4 Análisis estadístico

Para estimar la relación entre la producción de leche de la primera lactancia y la edad al primer parto se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + RA_j + E_k + EPP_i + EPP_i^2 + EPP_i^3 + EPP_i^4 + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_i = Producción de leche a 305 días en la primera lactancia.

μ = Media general.

EPP_i^n = Efecto de la i -ésima EPP (covariable) a la n (1,2,3 y 4)

RA_j = Efecto de la j -ésima rebaño-año de parto.

E_k = Efecto de la k -ésima época de parto.

ϵ_{ij} = Error residual.

Para evaluar el efecto de la edad al primer parto (EPP) sobre la primera lactancia se utilizó el siguiente modelo lineal.

$$Y_{ij} = \mu + EPP_i + RA_j + E_k + \epsilon_{ijk}$$

Y_i = Producción de leche a 305 días en la primera lactancia.

μ = Media general.

EPP_i = Efecto de la *i*-ésima EPP

RA_j = Efecto del *j*-ésimo rebaño-año de parto

E_k = Efecto del *k*-ésima época de parto.

ϵ_{ijk} = Error residual.

Para evaluar el efecto de la edad al primer parto (EPP) sobre la subsiguiente lactancia se utilizó el siguiente modelo lineal.

$$Y_{ijk} = \mu + EPP_i + IEP_j + RA_k + E_l + \epsilon_{ijkl}$$

Y_i = Producción de leche a 305 días en la segunda lactancia.

μ = Media general.

EPP_i = Efecto de la *i*-ésima EPP

IEP_j = Efecto de la *j*-ésima del primer Intervalo entre partos (cuatro clases, , temprano, medio, tardío y muy tardío)

RA_k = Efecto del *k*-ésimo rebaño-año de parto.

E_l = Efecto del *l*-ésima época de parto

ϵ_{ijkl} = Error residual.

Para la comparación de medias de mínimos se utilizará el procedimiento PROC GLM y luego se utilizará la prueba de diferencia de límites significativa (DLS) implementados en el programa de cómputo SAS OnDemand for Academics.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Características evaluadas

Las medias, las desviaciones estándar, así como los valores mínimos y máximos de la edad al primer parto, producción de leche e intervalo entre partos, se muestran en la tabla 8.

Tabla 9: Edad al primer parto, producción de leche e intervalo entre partos, en vacas Holstein de la cuenca de Lima, durante el periodo 2004 – 2017.

Variable	n	Media	D.E.	C.V.	Min.	Max.
Edad al primer parto (meses)	10154	24.79	2.01	8.11	20	36
Producción de leche 1 ^{ra} Lact. (kg)	10154	8853.24	1486.63	16.78	4446	13314
Producción de leche 2 ^{da} Lact. (kg)	5319	9598.06	1620.74	16.89	4554	14613
Primer intervalo entre partos (días)	5319	436.46	75.78	17.36	310	620

Fuente: Elaboración propia

4.1.1 Edad al primer parto

La edad al primer parto promedio en los establos evaluados es de 24.79 meses, esta edad es cercana a los 24 meses considerado ideal, Olivera (2001) menciona que esta es adecuada para obtener una buena producción en la primera lactancia. El presente resultado es similar al reportado por Sessarego et al. (2014) y Sessarego et al. (2019) en la cuenca de Lima, quienes reportaron una edad al primer parto promedio de 24.9 y 24.89 meses respectivamente.

Asimismo, el resultado de EPP es similar a los obtenidos por Van Eetvelde et al. (2020), y Elahi (2016), quienes reportaron 25.73 y 24.65 meses en Países Bajos e Israel, respectivamente. Cabe mencionar que Van Eetvelde et al. (2020) evaluaron los parámetros productivos y reproductivos de más de cuatro millones de vacas primerizas.

Por otro lado, la EPP del presente estudio fue menor a lo obtenido por Rosales et al. (2012), Pallette et al. (2018) y Rodríguez (2018), quienes reportaron 27.6, 26 y 27 meses

respectivamente para establos en la cuenca de Lima. Eastham et al. (2018) y Mohd Nor et al. (2013) reportan 29.1 y 25.4 meses de edad al primer parto en establos del Reino Unido y Holanda, respectivamente.

La figura 1 muestra que la variación de la EPP, lo cual va de 21 a 34. meses, con una mayor concentración alrededor a los 24 meses, esto indicaría que las vacas de los establos evaluados son servidas por primera vez alrededor de los 15 meses, valor recomendado por Olivera (2001) para establos de la cuenca de Lima.

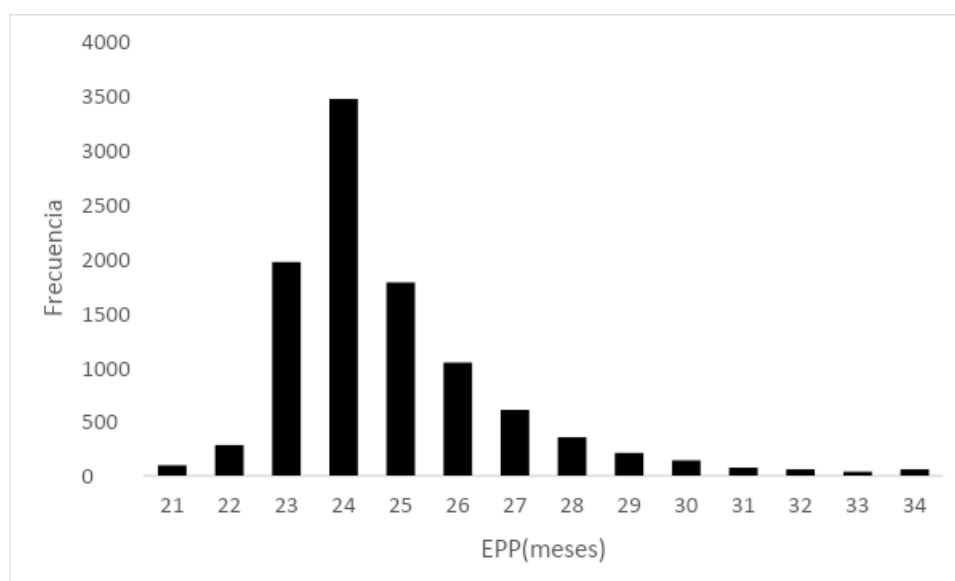


Figura 1. Frecuencias para la edad al primer parto (meses), en vacas Holstein de la cuenca de Lima, durante el periodo 2004- 2017.

En la tabla 9 se presenta los resultados de la edad al primer parto durante los años de estudio (2004 – 2017), los cuales varían de 24.54 a 26.17, mostrando una tendencia a disminuir a lo largo de los años de estudio, reportando el menor valor (24.54 meses) en el año 2017 y el mayor valor (26.17 meses) el 2004, el 2006 la edad aumento 0.41 meses en comparación al 2005, a partir de ese año la edad al primer parto empieza a disminuir, sin embargo el 2010 la edad aumento hasta 25.65, luego empieza a disminuir hasta el final del año de estudio. En general la edad al primer parto disminuyo al final del tiempo de estudio, indicando una mejora en el manejo, la alimentación y la reproducción de la recria en los establos de la cuenca de Lima.

Tabla 10: Edad al primer parto: por años

Año	n	Promedio (meses)	E. E.
2004	127	26.17	0.17
2005	601	25.74	0.08
2006	657	26.15	0.07
2007	664	25.36	0.07
2008	764	25.39	0.07
2009	733	25.27	0.07
2010	868	25.65	0.07
2011	906	25.29	0.06
2012	837	25.26	0.07
2013	878	25.13	0.07
2014	835	25.14	0.07
2015	994	24.83	0.06
2016	756	24.59	0.07
2017	534	24.54	0.08

Fuente: Elaboración propia.

Rodríguez (2018) reporta que la edad al primer parto en un establo de Cañete en la cuenca de Lima del 2000 al 2010 fue de 27.00 meses en general, sin embargo, durante los once años de estudio existe un aumento y disminución de la edad al primer parto, mientras que Rosales (2012) en un periodo de ocho años reporto que la edad al primer parto incremento en un mes a través de los años de estudio.

En la figura 2 se observa que la edad al primer parto tuvo una disminución a lo largo de los años de estudio, con ligeros aumentos en el año 2006 y 2010 en comparación a los años 2005 y 2009, respectivamente. Por parte esto explicaría que el manejo de la recría en los establos estudiados ha sido el adecuado, este resultado es similar con reporte de autores en años de estudios similares Sessarego et al. (2019) en la misma cuenca utilizando más establos.

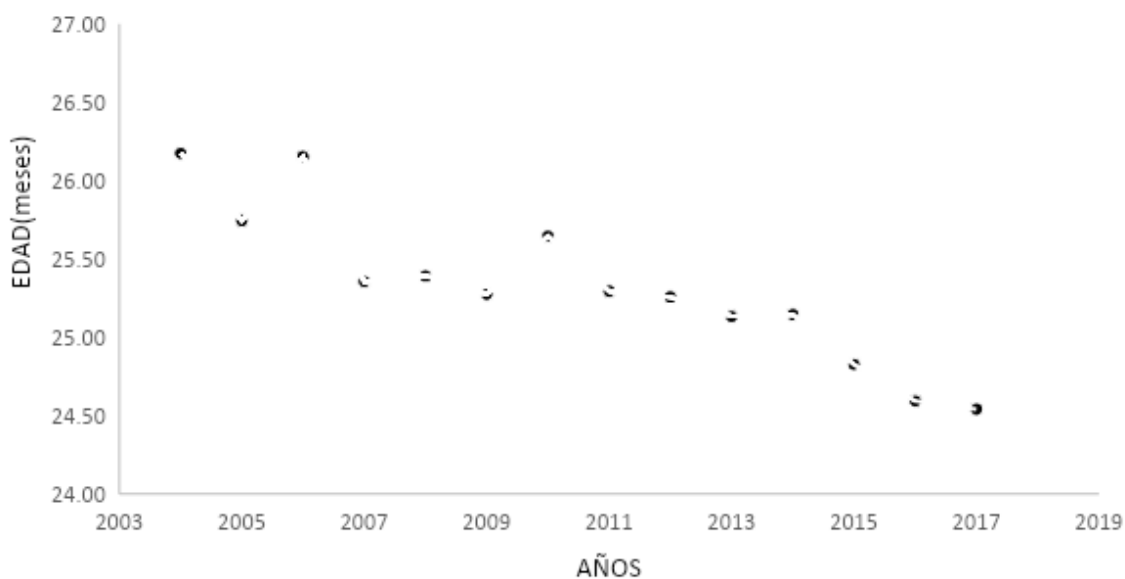


Figura 2. Edad al primer parto: por años.

4.1.2 Producción de Leche a 305 días y dos ordeños de la primera lactancia

La producción de leche(kg) para la primera lactancia, fue de 8853.24 ± 1486.63 . La distribución de la producción de leche a 305 d y dos ordeños de la primera se muestran en la figura 3.

La producción de leche en la primera lactancia fue mayor a la hallada por Pallete et al. (2018), Rodríguez (2018) y Sessarego et al. (2019), quienes reportaron producciones de leche a 305 días de 7768, 8167 y 8276 kg para vacas Holstein primerizas en establos de la cuenca de Lima. Sin embargo, el resultado es menor al obtenido por Palga (2018) e Hidalgo (2019), quienes reportaron producciones de 9122 y 9290 kg a 305 días en la primera campaña de producción de vacas Holstein en Lima.

En la figura 3 se observa la distribución de la producción de leche de la primera lactancia de vacas Holstein a condiciones de costa central, se puede observar que la mayor cantidad de datos se encuentran alrededor de los 9000 kg, cercano al promedio obtenido en el presente estudio para la primera lactancia.

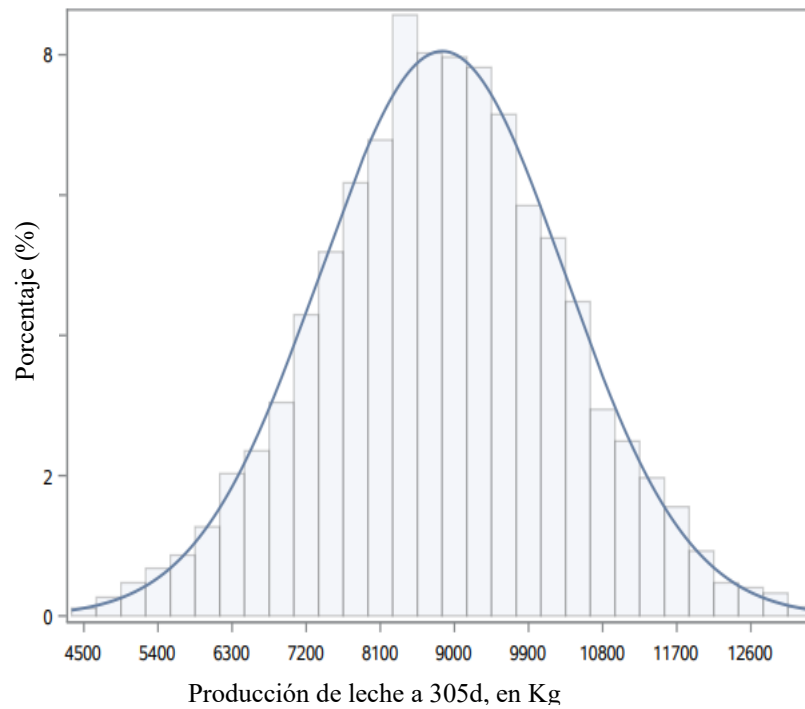


Figura 3. Histograma de la producción de leche de la primera lactancia, en vacas Holstein de la cuenca de Lima, durante el periodo 2004-2017

La EPP tuvo un efecto significativo sobre la primera lactancia a 305d ($P < 0.0001$), se puede observar que animales que paren por primera vez entre los 20 y 22 meses tienen una menor producción de leche en la primera lactancia, esto se puede deber a un desarrollo mamario reducido (Sejren et al., 1982; Serjen 2005).

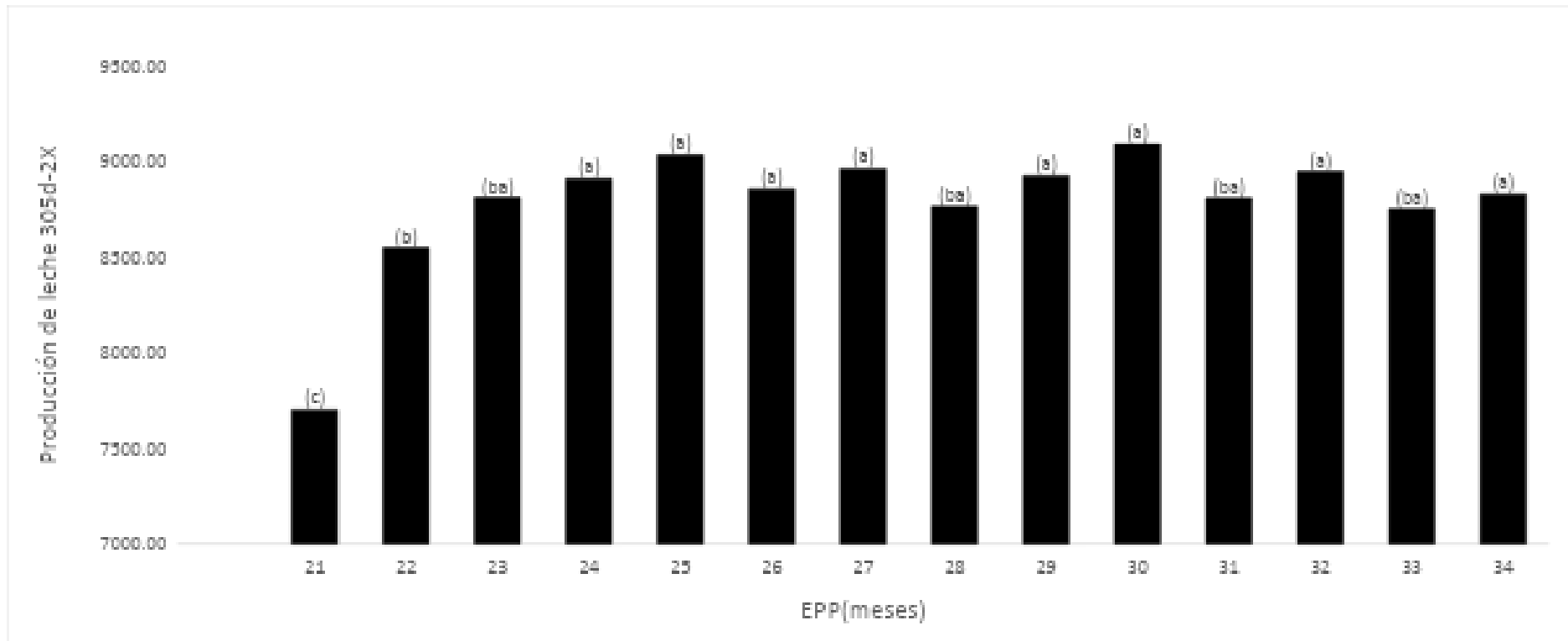


Figura 4. Resultados del efecto de la edad al primer parto sobre la producción de leche de la primera lactancia. Diferentes superíndices en la misma columna indican diferencias significativas ($P<0.05$).

Para estimar la producción de leche por la EPP sobre la producción de leche se utilizó un modelo de regresión no lineal. La EPP⁴, EPP³, EPP² y EPP tuvieron un efecto estadísticamente significativo $P < 0.0001$, como se detalla en el anexo 1. Se determinaron los coeficientes de regresión y el intercepto obteniendo la siguiente ecuación para estimar la producción por clase de edad.

$$\hat{Y} = -406478.42 + 60028.28 x - 3216.46 x^2 + 46.05 x^3 - 0.67 x^4$$

Donde: |

X es la edad al primer parto en meses

En la figura 5 se observa los resultados de la producción de leche estimada con el modelo de regresión lineal, se observan mejores producciones en animales entre 23 y 34 meses.

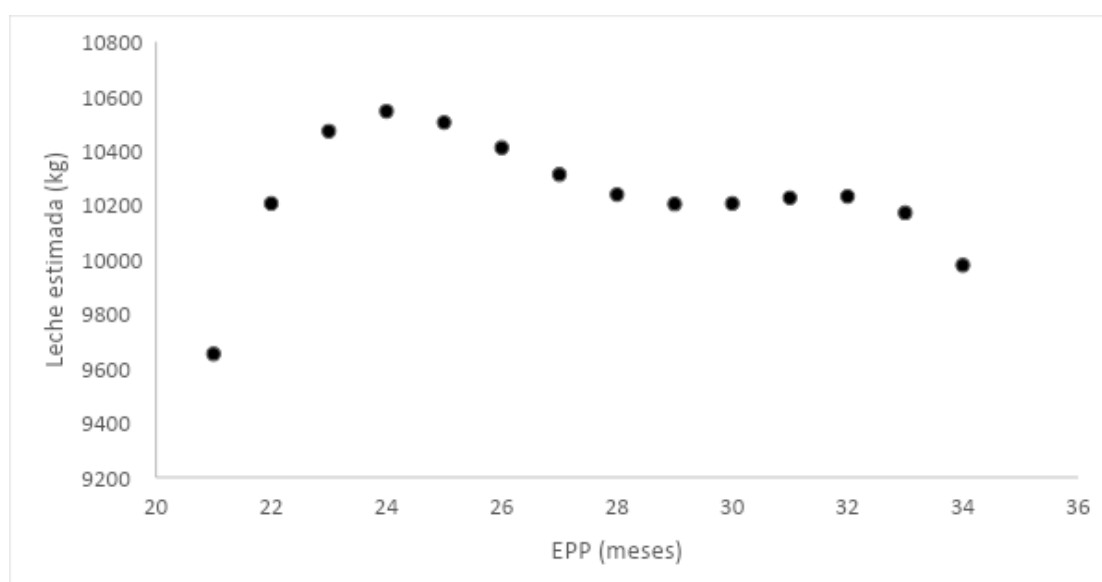


Figura 5. Producción de leche estimada para la primera lactancia con la ecuación antes mencionada según la edad al primer parto.

se puede observar que animales que paren por primera vez entre los 20 y 22 meses tienen una menor producción de leche en la primera lactancia, esto se puede deber a un desarrollo mamario reducido (Sejren et al., 1982; Serjen 2005). Hoffman et al., (1996) mencionan que partos tempranos son producto del crecimiento acelerado prepuberal, menores edades al primer parto ocasionan menores producciones debido al menor tamaño corporal y un menor consumo de materia seca. Ettema y Santos, (2004); Froidmont et al. (2013) reportan que vacas que paren por primera vez a edades menores a 22 meses comprometen la producción de leche y la rentabilidad de la primera

lactancia. De manera similar Eastham et al. (2018) reportan que las vacas que parieron a los 21 meses produjeron significativamente menor cantidad de leche que las otras clases. Coffey et al. (2006) mencionan que la menor producción de vacas a edades tempranas se puede deber a que estas siguen creciendo, por lo que emplean la energía que requieren para crecer, los mismos autores mencionan que los animales siguen creciendo hasta el tercer parto, con una disminución de la tasa de crecimiento pasando los 450 días. Sin embargo, van Pelt et al. (2016) concluyeron que vacas que paren a edades más tempranas tienen tasas de supervivencia más altas.

Los resultados son consistentes a los obtenidos en estudios previos realizados (Hoffman et al., 1996; Pirlo et al, 2000; Ettema & Santos, 2004; Froidmont et al.,2013; Sessarego et al,2019; Van Eetvelde et al.,2020) quienes reportan que partos a edades tempranas generan producciones menores en la primera lactancia.

Sessarego et al. (2019) mencionan que las vacas que parieron entre los 22 y 30 meses tuvieron mejores producciones de leche en las dos primeras lactancias. Van Eetvelde et al. (2020) mencionan que la producción de leche estandarizada por sólidos de 305 d (ECM-305d) las vacas que paren a los 21 meses fue significativamente menor a las otras clases y que las vacas que parieron a los 34 meses tuvieron la mayor producción de ECM-305d, sin embargo, no hubo diferencias significativas con las que parieron a los 33 y 35 meses, los animales que parieron entre 22 y 35 meses tuvieron similares producciones de ECM-305d. Los mismos autores mencionan que se deben hacer análisis económicos exhaustivos para evaluar cuál es la edad óptima adecuada el primer parto. De manera similar Eastham et al. (2018) reportan que las vacas que paren a los 36 meses produjeron la mayor cantidad de leche, sin embargo, no hubo diferencias significativas con las clases que parieron de 34 a 42 meses. Esto se puede deber según Whates et al. (2008) que las vacas que paren a mayor edad tienen mayor condición corporal, logrando una mayor producción en vacas que paren a edades tempranas. En la figura 4 se observa que existen diferencias significativas entre las diferentes clases de EPP.

Por otro lado, se encontraron diferencias altamente significativas entre las diferentes clases de rebaño – año de parto (RA) y época de parto ($P < 0.0001$), como se detalla en el anexo 2. Efecto que combina rebaño, año y época de parto, existe información que este afecta a la producción de leche, con esta combinación se busca aislar el efecto y

hacer que el modelo estadístico operativo para el objetivo del estudio. El rebaño tiene efecto debido a que el manejo de los animales dentro de los cinco establos es diferente, el año influye debido a que cada año existen variaciones climáticas y ambientales, las variaciones estacionales de los elementos climáticos: temperatura, humedad, viento, radiación, lluvia y altitud influyen en el consumo de alimento (Vélez de Villa 2013), esta combinación de efectos influye de manera estadísticamente significativa en la producción de leche en vacas Holstein en cinco establos de la cuenca de Lima.

4.1.3 Primer intervalo entre partos.

El primer intervalo entre partos es de 436.44 días o 14.30 meses, este resultado es menor al reportado por Pallete et al. (2018) y Rodríguez (2018), quienes reportaron 15.6 y 15.4 meses respectivamente, sin embargo, este valor fue similar al obtenido por Sessarego et al. (2019) quienes reportaron un primer intervalo promedio de 14.3 meses, los tres autores realizaron sus respectivos estudios en establos de la cuenca lechera de Lima. En la figura 6 se observa la distribución del primer intervalo entre partos de vacas Holstein en condiciones de costa central, la distribución de esta característica va desde los 300 hasta los 800 días.

El resultado obtenido para el primer intervalo entre partos es mayor en tres meses al recomendado por Olivera (2001) que es de 12 meses. Esto se puede deber a que existen dificultades para que el animal quede preñado por segunda vez, principalmente en vacas altamente productivas. Mellado et al. (2016) atribuyen que IEP altos se pueden deber a problemas de salud.

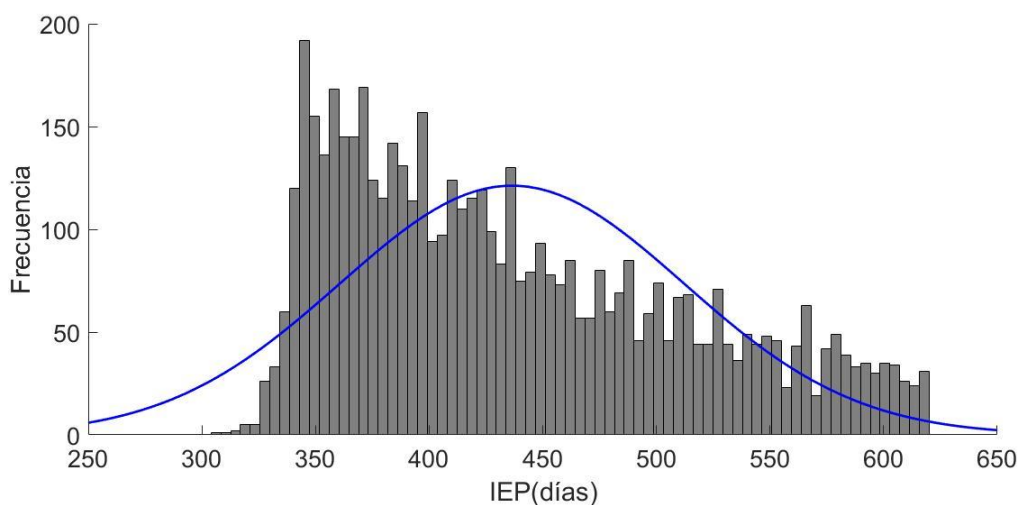


Figura 6. Histograma de frecuencias para el primer intervalo entre partos en vacas Holstein de la cuenca de Lima.

En la figura 7 observamos la frecuencia del primer intervalo entre partos agrupados en cuatro clases, la mayoría se encuentra en la clase dos, entre 388-465 días de IEP

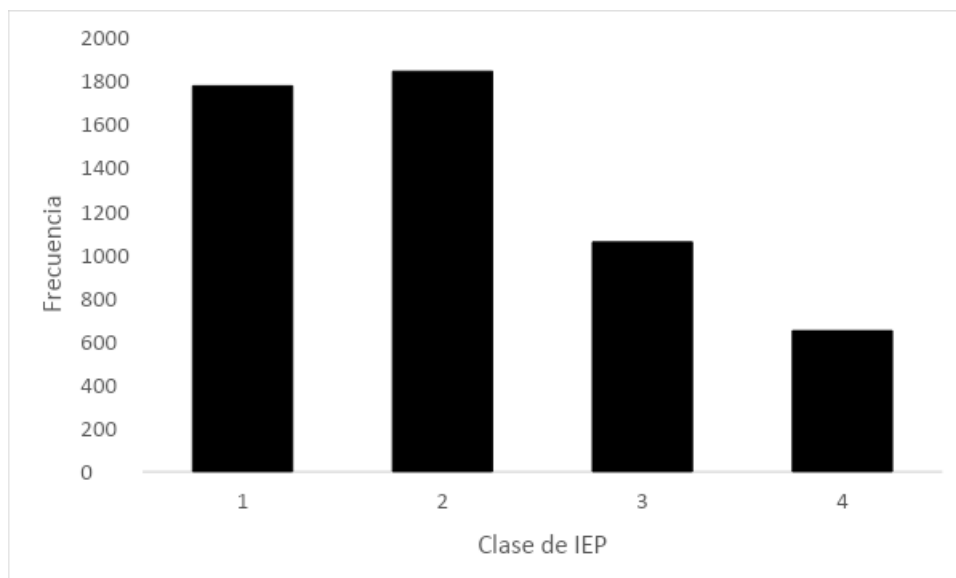


Figura 7. Distribución por clases del primer intervalo entre partos en vacas Holstein de la cuenca de Lima.

4.1.4 Producción de Leche a 305 días y dos ordeños de la segunda lactancia

La producción de leche en la segunda lactancia fue de 9597.33 kg este resultado es mayor a la obtenida por Pallete et al. (2018), Rodríguez (2018) y Sessarego et al. (2019), quienes reportaron 8172, 9086 y 9068 kg para vacas Holstein de establos de la cuenca de Lima. Sin embargo, el resultado es menor al reportado por Palga (2018) e Hidalgo (2019), quienes reportan 9611 y 10766 kg, respectivamente en establos al norte de Lima.

En la figura 8 se observa la distribución de la producción de leche de vacas Holstein en segunda lactancia en condiciones de la cuenca de Lima, se observa que la mayor cantidad de datos se encuentra alrededor de 9400 kg, valor cercano al promedio obtenido en el presente trabajo

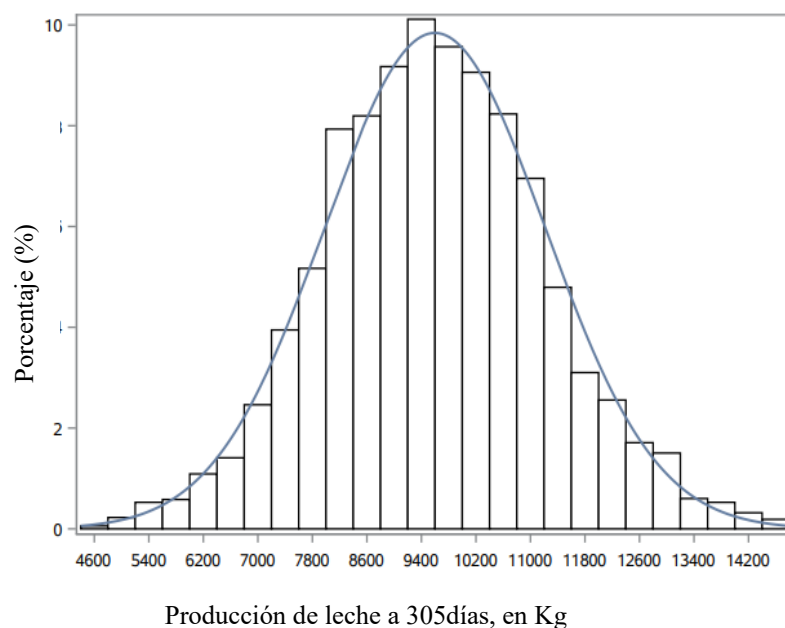


Figura 8. Histograma de la producción de leche a 305 días de la segunda lactancia, en vacas Holstein de la cuenca de Lima, durante el periodo 2004-2017.

La EPP no tuvo un efecto significativo sobre la producción de leche a 305d de la segunda lactancia ($P = 0.5306$), este resultado es contrario al reportado por Froidmont et al. (2013) quién reporta una mayor producción de producción de leche en la segunda lactancia en los animales que pertenecen a la EPP entre 22 y 26 meses.

Por otro lado, se encontraron diferencias altamente significativas entre las diferentes clases del efecto combinado de Rebaño-Año (RA) y época de parto ($P < 0.0001$) como se detalla en el Anexo 4. Efecto que combina rebaño, año y estación de parto, existe información que este afecta a la producción de leche, con esta combinación se busca aislar el efecto y hacer que el modelo estadístico operativo para el objetivo del estudio. El rebaño tiene efecto debido a que el manejo de los animales dentro de los cinco establos es diferente, el año influye debido a que cada año existen variaciones climáticas y ambientales, las variaciones estacionales de los elementos climáticos: temperatura, humedad, viento, radiación, lluvia y altitud influyen en el consumo de alimento (Vélez de Villa 2013), esta combinación de efectos influye de manera estadísticamente significativa en la producción de leche en vacas Holstein en cinco establos de la cuenca de Lima.

El intervalo entre partos (IEP) tuvo un efecto altamente significativo sobre la producción de leche estandarizada estandarizada (305d-2X) de la segunda lactancia ($P < 0.0001$). Este

resultado es similar al reportado por Kok et al. (2019); Remmik et al. (2020); Burges et al. (2021) quienes mencionan que el intervalo entre partos tiene un efecto sobre la producción de leche de la subsiguiente lactancia.

En la figura 9 se puede observar que hubo una mayor PLE en la clase número cuatro entre 544 y 620 días, sin embargo, no hubo diferencias significativas ($P<0.05$) entre las clases de IEP

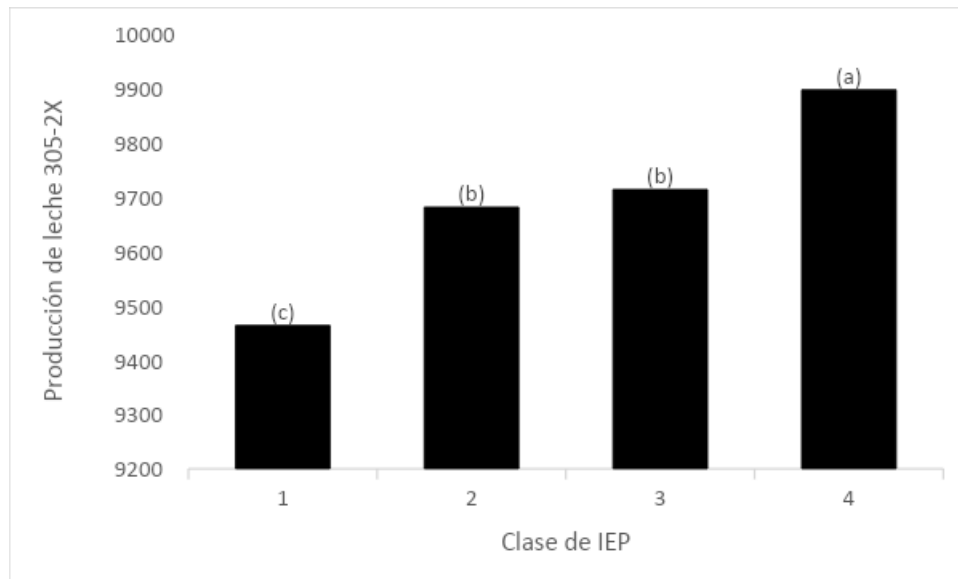


Figura 9. Resultados del efecto de la clase del primer intervalo entre partos sobre la segunda producción de leche en 305 d-2X (MCM). Diferentes superíndices en una misma columna indican diferencias significativas ($P<0.05$).

V. CONCLUSIONES

- La edad al primer parto promedio disminuyó de 26.17 ± 0.17 meses en el 2004 a 24.54 ± 0.08 meses en el 2017.
- La edad al primer parto tuvo un efecto altamente significativo en la producción de leche a 305d de la primera lactancia ($P < 0.0001$); observándose mayores producciones entre 23 y 30 meses, del ganado Holstein en la cuenca de Lima, durante el periodo 2004-2017.
- La edad al primer parto no tuvo efecto significativo en la producción de leche a 305d de la segunda lactancia ($P = 0.5306$), del ganado raza Holstein en la costa central del Perú, durante el periodo 2004-2017.
- El primer intervalo entre partos tuvo un efecto altamente significativo en la producción de leche a 305d de la segunda lactancia ($P < 0.0001$); observándose una mayor producción en IEP de 544 a 620 días, del ganado Holstein en la cuenca de Lima, durante el periodo 2004-2017.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios en el que se determine el impacto económico de la edad, peso y talla de la edad al primer parto en vacas lecheras en las diferentes cuencas del Perú
- Evaluar el efecto de la edad al primer parto sobre la producción de leche vitalicia, vida productiva y supervivencia en los subsiguientes partos.
- Realizar estudios sobre el efecto del intervalo entre partos, duración del periodo seco e intervalo parto concepción en la producción de leche de la siguiente lactancia.
- Fortalecer el control lechero para que se evalúen, estudien e interpreten parámetros de interés ganadero para mejorar la producción nacional de leche. Así mismo pueda incluir el registro de las características de la calidad de la leche.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Akers, R. M. (2000). Selection for milk production from a lactation biology viewpoint. *Journal of dairy science*, 83(5), 1151-1158.

Albarrán-Portillo, B., & Pollott, G. E. (2013). The relationship between fertility and lactation characteristics in Holstein cows on United Kingdom commercial dairy farms. *Journal of dairy science*, 96(1), 635-646.

Ancker, S., Norberg, E., & Callesen, H. (2006). A synthesis of reproduction literature (Original Danish title: Vidensyntese Reproduktion. Rapport nr 113). Knowledge Centre for Agriculture, Skejby, Denmark.

Bachman, K. C., & Schairer, M. L. (2003). Invited review: Bovine studies on optimal lengths of dry periods. *Journal of dairy science*, 86(10), 3027-3037.

Banos, G., Brotherstone, S., & Coffey, M. P. (2005). Genetic profile of total body energy content of Holstein cows in the first three lactations. *Journal of dairy science*, 88(7), 2616-2623.

Boulton, A. C., Rushton, J., & Wathes, D. C. (2015). A study of dairy heifer rearing practices from birth to weaning and their associated costs on UK dairy farms. *Open Journal of Animal Sciences*, 5, 185-197.

Bouška J, Štípková M, Krejčová M, Bartoň L. 2007. The effect of growth and development intensity in replacement heifers on economically important traits of Holstein cattle in Czech Republic. *Czech J Anim Sci* 9: 277-283.

Burgers, E. E. A., Kok, A., Goselink, R. M. A., Hogeveen, H., Kemp, B., & Van Knegsel, A. T. M. (2021). Effects of extended voluntary waiting period from calving until first insemination on body condition, milk yield, and lactation persistency. *Journal of Dairy Science*, 104(7), 8009-8022.

Calderón Velásquez, J. P., & Garay Livia, G. L. (2020). Análisis de la consanguinidad sobre parámetros reproductivos en un rebaño lechero en costa central. *Anales Científicos*, 81(2), 405–414. <https://doi.org/10.21704/ac.v81i2.1699>

Castillo-Badilla, G., Vargas-Leitón, B., Hueckmann-Voss, F., & Romero-Zúñiga, J. J. (2019). Factores del animal y el manejo predestete que afectan la edad al primer parto en hatos de lechería especializada de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 43(2), 9-24.

Cavazos, F. 2005. Interpretación de registros de fertilidad en ganado lechero y toma de decisiones. *Memorias del III Simposio Nacional de Infertilidad en la Vaca Lechera*, FMVZ, Universidad Nacional Autónoma de México. 13, 14 Oct. p: 20-34.

Coffey, M; Hickey, J; Brotherstone, S. 2006. Genetic aspects of growth of Holstein-Friesian dairy cows from birth to maturity. *Journal of Dairy Science*, 89: 322- 329.

Cooke, J; Cheng, Z; Bourne, N, Wathes, D. 2013. Association between growth rates, age at first calving and subsequent fertility, milk production and survival in Holstein-Friesian heifers. *Journal of Animal Sciences*, 3(1): 1-12.

Cushman, R. A., McNeel, A. K., & Freetly, H. C. (2014). The impact of cow nutrient status during the second and third trimesters on age at puberty, antral follicle count, and fertility of daughters. *Livestock science*, 162, 252-258.

De Vries, A., Van Leeuwen, J., & Thatcher, W.W. 2005. Economics of improved reproductive performance in dairy cattle (AN156). Department of Animal Sciences, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

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), e0197764.

Ensminger, M. 1977. *Producción bovina para leche*. Ed. El Ateneo. Buenos Aires, Argentina. 567 p.

Esselburn, K. M., Hill, T. M., Bateman II, H. G., Fluharty, F. L., Moeller, S. J., O'diam, K. M., & Daniels, K. M. (2015). Examination of weekly mammary parenchymal area by

ultrasound, mammary mass, and composition in Holstein heifers reared on 1 of 3 diets from birth to 2 months of age. *Journal of Dairy Science*, 98(8), 5280-5293.

Etgen, W; Reaves, P. 1990. Ganado lechero alimentación y administración. Limusa. México. 228 p.

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.

Farin, P. W., Slenning, B. D., Correa, M. T., & Britt, J. H. (1994). Effects of calving season and milk yield on pregnancy risk and income in North Carolina Holstein cows. *Journal of dairy science*, 77(7), 1848-1855.

Froidmont, E., Mayeres, P., Picon, P., Turlot, A., Planchon, V., & Stilmant, D. (2013). Association between age at first calving, year and season of first calving and milk production in Holstein cows. *Animal*, 7(4), 665-672.

Goshu, G., Singh, H., Petersson, K. J., & Lundeheim, N. (2014). Heritability and correlation among first lactation traits in Holstein Friesian cows at Holeta Bull Dam Station, Ethiopia. *International Journal of Livestock Production*, 5(3), 47-53.

Grusenmeyer, D; Hillers, J. 1989. Evaluating the dairy herd's reproductive status. National Cooperative Dairy Herd Improvement Program Handbook. USA. 15 p.

Gulay, M. S., Hayen, M. J., Bachman, K. C., Belloso, T., Liboni, M., & Head, H. H. (2003). Milk production and feed intake of Holstein cows given short (30-d) or normal (60-d) dry periods. *Journal of Dairy Science*, 86(6), 2030-2038.

Hare, E. H. D. N., Norman, H. D., & Wright, J. R. (2006). Trends in calving ages and calving intervals for dairy cattle breeds in the United States. *Journal of dairy science*, 89(1), 365-370.

Haworth, G. M., Tranter, W. P., Chuck, J. N., Cheng, Z., & Wathes, D. C. (2008). Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows. *Veterinary Record*, 162(20), 643-647.

Heinrichs, A. J. (1993). Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. *Journal of dairy science*, 76(10), 3179-3187.

Heinrichs, A. J., & Vazquez-Anon, M. (1993). Changes in first lactation dairy herd improvement records. *Journal of Dairy Science*, 76(2), 671-675.

Heinrichs, A.; Swartz, L. 1990. Management of dairy heifers. Extension Circular 385. Pennsylvania State University Extension Service. Pennsylvania, EE.UU. 35 p.

Hernandez, L. L., Grayson, B. E., Yadav, E., Seeley, R. J., & Horseman, N. D. (2012). High fat diet alters lactation outcomes: possible involvement of inflammatory and serotonergic pathways. *PloS one*, 7(3), e32598.

Hidalgo Vasquez, Y. N. (2019). Tendencia genética y fenotípica de la producción de leche en un establo del valle de Huaura.

Hoffman, PC, Brehm, NM, Price, SG y Prill-Adams, A. (1996). Efecto del crecimiento pospuberal acelerado y parto temprano en el rendimiento de lactancia de novillas Holstein primíparas. *Revista de ciencia láctea*, 79 (11), 2024-2031.

Kok, A., Lehmann, J. O., Kemp, B., Hogeveen, H., van Middelaar, C. E., de Boer, I. J. M., & van Knegsel, A. T. M. (2019). Production, partial cash flows and greenhouse gas emissions of simulated dairy herds with extended lactations. *animal*, 13(5), 1074-1083.

Lehmann, J. O., Fadel, J. G., Mogensen, L., Kristensen, T., Gaillard, C., & Kebreab, E. (2016). Effect of calving interval and parity on milk yield per feeding day in Danish commercial dairy herds. *Journal of dairy science*, 99(1), 621-633.

Mellado, M., Flores, J. M., De Santiago, A., Veliz, F. G., Macías-Cruz, U., Avendaño-Reyes, L., & García, J. E. (2016). Extended lactation in high-yielding Holstein cows: Characterization of milk yield and risk factors for lactations > 450 days. *Livestock Science*, 189, 50-55.

Ministerio de Agricultura y Riego 2020. Anuario estadístico Produccion Pecuaria y Avicola (en línea) Consultado el 27/12/2021.

<https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/2730346-compendio-anual-de-produccion-ganadera-y-avicola>

Montaldo, H. H., Castillo-Juárez, H., Valencia-Posadas, M., Cienfuegos-Rivas, E. G., & Ruiz-López, F. J. (2010). Genetic and environmental parameters for milk production, udder health, and fertility traits in Mexican Holstein cows. *Journal of dairy science*, 93(5), 2168-2175.

Nilforooshan, M. A., & Edriss, M. A. (2004). Effect of age at first calving on some productive and longevity traits in Iranian Holsteins of the Isfahan province. *Journal of dairy science*, 87(7), 2130-2135.

Nor, N. M., 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.

Olivera, S. (2001). Índices de producción y su repercusión económica para un establo lechero. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 12(2), 49-54.

Ortiz, D., Camacho, J., & Echevarría, L. (2009). Parámetros reproductivos del ganado vacuno en la cuenca lechera de Lima. *Revista de investigaciones veterinarias del peru*, 20(2), 196-202.

Palga, A. (2018). Producciones de un establo de la cuenca lechera de Lima. Trabajo Monográfico Para Optar el Título de Ing. Zootecnista UNALM, Facultad de Zootecnia.

Pallete, A. E. P., Adrianzén, B., & Salas, M. E. C. G. (2018). Características de productividad de un establo de la Cuenca Lechera de Lima. In *Anales Científicos* (Vol. 79, No. 2, pp. 477-482). Universidad Nacional Agraria La Molina.

Pietersma D, Lacroix R, Lefebvre D, Cue R, Wade K. 2006. Trends in growth and age first calving for Holstein and Ayrshire heifers in Quebec. *Can J Anim Sci* 86: 325-336. doi: 10.4141/A05-080.

Rastani, R. R., Grummer, R. R., Bertics, S. J., Gümen, A., Wiltbank, M. C., Mashek, D. G., & Schwab, M. C. (2005). Reducing dry period length to simplify feeding transition cows: milk production, energy balance, and metabolic profiles. *Journal of dairy science*, 88(3), 1004-1014.

Rehn, H., Berglund, B., Emanuelson, U., Tengroth, G., & Philipsson, J. (2000). Milk production in Swedish dairy cows managed for calving intervals of 12 and 15 months. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science*, 50(4), 263-271.

Remmik, A., Värnik, R., & Kask, K. (2020). Impact of calving interval on milk yield and longevity of primiparous Estonian Holstein cows. *Czech Journal of Animal Science*, 65(10), 365-372.

Rodríguez Sánchez, Z. M. (2018). Características de productividad lechera de un establo de Cañete, Cuenca Lechera de Lima.

Schmidt, G. H., & Van Vleck, L. D. (1974). Bases científicas de la producción lechera. Edit. Zaragoza. España. 95-105 p.

Schnmidt, GH. 1975. Bases científicas de la producción lechera. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 583 p.

Sejrsen, K. R. I. S. (2005). Mammary development and milk yield potential. Calf and heifer rearing: principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving. 60th University of Nottingham Easter School in Agricultural Science, Nottingham, UK. 23rd-24th March, 2004, 237-251.

Sessarego, E., Chávez, J., Barrón, A., Vásquez, A., & López, M. (2019). Edad al primer parto y productividad lechera del ganado bovino Holstein en la costa central del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(4), 1603-1610.

Sessarego, E; Vásquez, A; Tello, A. 2014. Evaluación del rendimiento reproductivo del ganado bovino lechero en el valle de Huaura. *Spermova*, 4(1): 46-49.

Stanton, A. L., Kelton, D. F., LeBlanc, S. J., Wormuth, J., & Leslie, K. E. (2012). The effect of respiratory disease and a preventative antibiotic treatment on growth, survival,

age at first calving, and milk production of dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 95(9), 4950-496.

Svensson, C., & Hultgren, J. (2008). Associations between housing, management, and morbidity during rearing and subsequent first-lactation milk production of dairy cows in southwest Sweden. *Journal of Dairy Science*, 91(4), 1510-1518.

Van Amburgh, M. E., Galton, D. M., Bauman, D. E., Everett, R. W., Fox, D. G., Chase, L. E., & Erb, H. N. (1998). Effects of three prepubertal body growth rates on performance of Holstein heifers during first lactation. *Journal of dairy science*, 81(2), 527-538.

Van Eetvelde, M., de Jong, G., Verdru, K., van Pelt, M. L., Meesters, M., & Opsomer, G. (2020). A large-scale study on the effect of age at first calving, dam parity, and birth and calving month on first-lactation milk yield in Holstein Friesian dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 103(12), 11515-11523.

Wathes, D. C., Brickell, J. S., Bourne, N. E., Swali, A., & Cheng, Z. (2008). Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. *animal*, 2(8), 1135-1143.

Wathes, D; Brickell, J; Bourne, N; Swali, A; Cheng, Z. 2008. Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. *Animal*, 2(8): 1135-1143.

Weber, C., Losand, B., Tuchscherer, A., Rehbock, F., Blum, E., Yang, W., ... & Hammon, H. M. (2015). Effects of dry period length on milk production, body condition, metabolites, and hepatic glucose metabolism in dairy cows. *Journal of dairy science*, 98(3), 1772-1785.

Zanton GJ, Heinrichs AJ. 2005. Metaanalysis to assess effect of prepubertal average daily gain of Holstein Heifers on first-lactation production. *J Dairy Sci* 88: 3860-3867.

VIII. ANEXOS

Anexo 01. Participación de vacas, promedio de producción de leche e IEP por establo.

Establo	N° de vacas incluidas (1 ^{er} parto)	Producción de leche 1 ^{ra} Lact. (kg)	N° de vacas incluidas (2 ^{do} parto)	Producción de leche 2 ^{da} Lact. (kg)	Primer intervalo entre partos (días)
1	2057	9522.40	1065	10135.40	447.05
2	4527	8769.52	2384	9631.98	439.94
3	2443	8402.24	1397	8992.85	423.42
4	650	8415.50	310	9607.29	443.61
5	477	9668.54	163	10760.59	414.68
Total	10154	8853.24	5319	9598.06	436.46

Anexo 02. Análisis de covarianza para determinar el comportamiento de la edad al primer parto en la primera lactancia.

Fuente de variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	Pr >F
RAE	239	6814595473	28512952	18.15	<.0001
EPP	1	33497509	33497509	21.33	<.0001
EPP ²	1	30669008	30669008	19.53	<.0001
EPP ³	1	28150232	28150232	17.92	<.0001
EPP ⁴	1	25917209	25917209	16.5	<.0001

Anexo 03. Análisis de varianza para la producción de leche de la primera lactancia (kg).

Fuente de variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	Pr >F
RA	63	5783377195	91799638	56.99	<.0001
EPOCA	1	206587366	206587366	128.24	<.0001
EPP	13	217402724	16723286	10.38	<.0001

Anexo 04. Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar e intervalo de confianza) para la producción de leche de la primera lactancia, de acuerdo a la edad al primer parto en meses.

EPP	n	Producción de leche (kg)			
		MCM ¹	EE ¹	IC ¹	
21	95	7702.50 ^c	132.28	7443.21	7961.79
22	281	8550.27 ^b	79.57	8394.31	8706.24
23	1965	8809.56 ^{ba}	34.73	8741.49	8877.64
24	3466	8909.10 ^a	26.89	8856.39	8961.81
25	1777	9032.18 ^a	33.49	8966.52	9097.83
26	1038	8857.00 ^a	41.83	8775.01	8939
27	605	8962.86 ^a	53.15	8858.68	9067.04
28	353	8766.22 ^{ba}	69.08	8630.81	8901.64
29	209	8924.69 ^a	89.2	8749.84	9099.54
30	140	9090.61 ^a	108.76	8877.41	9303.8
31	73	8806.23 ^{ba}	150.11	8512	9100.47
32	58	8946.94 ^a	167.92	8617.79	9276.09
33	36	8752.18 ^{ba}	213.11	8334.44	9169.92
34	58	8828.85 ^{ba}	171.57	8492.53	9165.17

¹ MCM = media de cuadrado mínimo; EE = error estándar; IC = intervalo de confianza.

^{a,b,c} Medias de cuadrados mínimos con letras diferentes dentro de columnas indican diferencias significativas (P<0.05).

Anexo 05. Análisis de varianza para la producción de leche de la segunda lactancia (kg).

Fuente de variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	Pr >F
RA	53	3156060973	59548320	29.27	<.0001
E	1	11528703	11528703	5.67	0.0173
IEP	3	102116918	34038973	16.73	<.0001
EPP	13	24339431	1872264	0.92	0.5306

Anexo 06. Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar e intervalo de confianza) para la producción de leche de la segunda lactancia, de acuerdo a la edad al primer parto en meses.

EPP	n	Producción de leche (kg)			
		MCM ¹	EE ¹	IC ¹	
21	45	9697.84	215.59	9275.19	10120.00
22	108	9600.51	143.55	9319.09	9881.93
23	983	9682.62	56.54	9571.76	9793.47
24	1867	9726.86	43.81	9640.97	9812.75
25	979	9705.88	52.38	9603.20	9808.57
26	572	9652.03	64.85	9524.89	9779.17
27	297	9657.45	85.67	9489.51	9825.40
28	176	9450.94	110.85	9233.62	9668.26
29	112	9655.58	137.01	9386.98	9924.17
30	79	9824.24	164.72	9501.33	10147.00
31	36	9360.26	240.24	8889.29	9831.23
32	24	9908.02	294.66	9330.36	10486.00
33	18	9873.00	340.00	9206.47	10540.00
34	23	10079.00	309.53	9472.66	10686.00

¹ MCM = media de cuadrado mínimo; EE = error estándar; IC = intervalo de confianza.

^{a,b} Medias de cuadrados mínimos con letras diferentes dentro de columnas indican diferencias significativas (P<0.05).

Anexo 07. Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar e intervalo de confianza) para la producción de leche, de acuerdo a la clase del primer intervalo entre partos.

Clase	n	Producción de leche (kg)			
		MCM ¹	EE ¹	IC ¹	
1	1774	9463.27	41.20	9382.49	9544.04
2	1841	9680.90	40.64	9601.23	9760.57
3	1056	9713.38	49.77	9615.81	9810.96
4	648	9896.71	61.15	9776.83	10017.00

¹MCM = media de cuadrado mínimo; EE = error estándar; IC = intervalo de confianza

a, b, c Medias de cuadrados mínimos con letras diferentes dentro de columnas indican diferencias significativas (P<0.05)