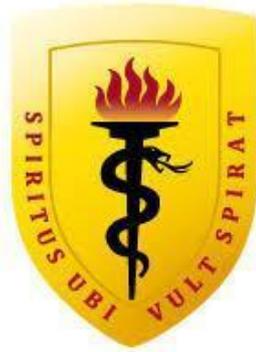


UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



“Época de parto y su relación con el desempeño productivo y reproductivo de vacas Holstein criadas en sistema intensivo en un establo de la cuenca lechera de Majes”

Tesis para optar el Título Profesional de
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aaron Paytan Paccori

Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia

LIMA - PERÚ

2021

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a mis padres, hermanos y familiares por ser los impulsores de este logro, de igual forma al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo – BECA 18, por haberme dado la oportunidad de formar parte de una prestigiosa casa de estudios como es la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Así mismo agradezco a toda la plana docente, administradores y personales de la Facultad y la Universidad, que me brindaron su apoyo en todo momento y en especial al doctor Hugo Deza por la dedicación y paciencia con la que cada día se preocupaba por el avance y desarrollo de este proyecto, de igual forma agradezco a la Doctora Luisa Echevarría por haberme permitido formar parte del proyecto: Genomic data from dairy cattle under different climatic conditions in Peru, que a través de ello llegué a conocer a buenas personas que me brindaron su apoyo en cada ocasión.

ÍNDICE

ABSTRACT.....	1
RESUMEN.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
Lugar de estudio.....	5
Tipo de estudio.....	5
Características de la crianza y data obtenida.....	5
Parámetros reproductivos determinados.....	5
Parámetros productivos determinados	6
Registro y cálculo de las variables climáticas.....	6
Procesamiento y análisis de datos.....	7
Consideraciones éticas.....	7
RESULTADOS.....	8
DISCUSIÓN.....	14
CONCLUSIÓN.....	19
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of the season of the year and the number of lactation on the reproductive and productive parameters of Holstein cows reared under intensive conditions in the Majes dairy basin during the period 2012 - 2018. The productive records were analyzed and reproductive of 567 Holstein cows from their first to their fourth lactation. Depending on the season of the year, a lower milk production was observed in cows that calved in winter and autumn, the longest duration of the campaign was observed in cows that calved in summer and the shortest in those that calved in autumn and winter. According to the lactation number, the production campaign was shorter in cows from the first calving in relation to later calvings, the highest milk production was reached in the second calving, which decreased significantly until the fourth calving. Reproductive performance was better in cows that calved in winter and decreased significantly in cows that calved during summer and spring; According to the number of calvings, it was the first calving cows that had the best reproductive indices and as the number of calvings increase, the indices deteriorate. The results obtained show that there is a significant effect of the season of the year and the number of calving on the main reproductive and productive parameters.

Key words: Reproductive performance, milk production, season of the year, calving number.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la estación del año y el número de lactancia sobre los parámetros reproductivos y productivos de vacas Holstein criadas en condiciones intensivas en la cuenca lechera de Majes durante el periodo 2012 – 2018. Se analizaron los registros productivos y reproductivos de 567 vacas Holstein desde su primera y cuarta lactancia. Según la estación del año, una menor producción de leche fue observada en vacas que parieron en invierno y otoño, la mayor duración de la campaña se observó en las vacas que parieron en verano y la más corta en las que parieron en otoño e invierno. Según el número de lactancia, la campaña de producción fue más corta en vacas de primer parto en relación con partos posteriores, la mayor producción de leche se alcanzó en el segundo parto que descendió de manera significativa hasta el cuarto parto. El desempeño reproductivo fue mejor en las vacas que parieron en invierno y disminuyó significativamente en las vacas que tuvieron partos durante el verano y primavera; según el número de parto, fueron las vacas de primer parto las que tuvieron los mejores índices reproductivos y conforme se incrementan el número de partos, los índices desmejoran. Los resultados obtenidos demuestran que existe efecto significativo de la estación del año y el número de parto sobre los principales parámetros reproductivos y productivos.

Palabras clave: Desempeño reproductivo, producción de leche, estación del año, número de parto.

INTRODUCCIÓN

La producción de leche en el Perú ha mostrado un constante crecimiento; tal es así, que en los últimos años se ha observado un incremento de 2066125 de toneladas en el 2018 (INIA, 2020) a 2138028 toneladas de leche fresca para el 2020 (MINAGRI, 2021); hecho que indica que hay más interés en la crianza de vacuno lechero y la producción de leche; también es importante tener en consideración que del total nacional, el 48.9% es producido por las tres principales cuencas lecheras del Perú; así para el 2018, Cajamarca aportó 369983 TM ubicándola en el primer lugar, seguida de Arequipa con 363930 TM y en tercer lugar Lima con 277119 TM (INIA, 2020), siendo la raza Holstein predominante en las crianzas de Arequipa y Lima, mientras que la Brown Swiss lo es en Cajamarca (INEI; 2012), tal vez como consecuencia de que Arequipa y Lima tienen ubicados sus sistemas de crianza en la costa Peruana a nivel del mar o poca altitud como es el caso de Arequipa, donde las condiciones medioambientales son más favorables, en comparación a Cajamarca que se ubica en la serranía Peruana donde la raza Brown Swiss puede adaptarse mejor a las condiciones climáticas de elevada altura.

Durante los últimos años, la industria lechera del país, ha mostrado bastante interés en obtener altos índices de producción, lo cual ha sido logrado gracias a la intensa selección genética, optimización del manejo y una eficiente nutrición; sin embargo, en la mayoría de los casos se ha demostrado que la selección de rasgos productivos genera una disminución de la fertilidad en las vacas (Abdallah y McDaniel, 2000), esto debido a una fuerte relación inversa entre producción y fertilidad (Dematawewa y Berger, 1998); ambos aspectos de suma importancia para un sistema de producción lechero, toda vez que la sostenibilidad y viabilidad económica del sistema de producción de leche depende de ellos (Bello et al., 2012).

Además de la producción de leche, otros factores como la estación del año en la que suceden los partos han demostrado tener un efecto importante sobre el desempeño reproductivo de vacas Holstein en sistemas intensivos; pues vacas que en la cuenca lechera de Lima paren en primavera,

tienen períodos parto concepción más largos por efecto del estrés calórico al que son expuestas durante el verano (Evaristo y Echevarria, 1999). También el número de lactancia puede tener un efecto importante, no sólo sobre el nivel de producción de leche que se incrementa sucesivamente hasta el tercer parto (Vijayakumar et al., 2017); sino que además, este incremento en la producción podría tener un efecto inverso en el desempeño reproductivo de las vacas.

Siendo por ello importante valorar la capacidad productiva y reproductiva de los hatos lecheros, actividad que se realiza a través de la evaluación de los parámetros productivos y reproductivos, toda vez que, una mejora en la eficiencia reproductiva conlleva a realizar menos rechazos reproductivos involuntarios, permite lograr tener mayor número de vaquillas para realizar el reemplazo o incrementar el hato lechero y mantener mayor tiempo a las vacas en su vida útil (Butler, 1996). Es importante considerar que durante estos últimos años los grandes hatos lecheros, se ven obligados a usar indicadores de rendimientos cuantitativos medibles para medir la eficiencia reproductiva y productiva (Lane *et. al.* 2013).

Por lo expuesto líneas arriba y teniendo en consideración que la cuenca lechera de Arequipa no sólo es la segunda en producción de leche en el país; sino que además, está ubicada entre la costa y la sierra Peruana, lo que le conferiría características medioambientales especiales, hace que sea de importancia poder evaluar los parámetros productivos y reproductivos de vacas Holstein criadas en sistema intensivo en esa ubicación geográfica, con la finalidad de poder determinar si existe algún efecto de la estación del año en el que las vacas paren sobre el desempeño productivo y reproductivo de las mismas.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Lugar de estudio

El presente estudio se realizó con datos del establo Los Rosales, perteneciente a la Agrícola Pampa Baja, ubicado en el distrito de Majes, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa. Ubicado a una altitud de 1498 msnm, la temperatura media anual es de 18.7 °C (20.1 °C – 17.1 °C) y la humedad relativa promedio anual de 52% (Antesana, 2015).

2. Tipo de estudio

Se realizó un estudio retrospectivo y observacional.

3. Características de la crianza y data obtenida

En el establo Los Rosales se crían vacas Holstein bajo un sistema de manejo intensivo, los animales reciben una ración total mezclada (RTM) y el ordeño se realiza 3 veces por día, la sala de espera cuenta con aspersores y ventiladores con los que se refrescan y enfrían a las vacas mientras esperan su turno para ser ordeñadas.

La data obtenida con la que se realizó el estudio correspondió a la información individual de las vacas Holstein activas a diciembre del 2018, la data incluyó toda la información disponible del desempeño productivo y reproductivo de cada uno de los animales, la cual fue obtenida del programa Dairy Plan ®. Luego la data fue almacenada en cuadros de Excel, donde fue ordenada y trabajada.

4. Parámetros reproductivos determinados

Los parámetros reproductivos determinados con la data existente fueron:

- Intervalo parto primer servicio (IPPS), se consideró la diferencia en días entre la fecha del parto y la fecha del primer servicio sucesivo a este.
- Intervalo parto concepción (IPC), considero la diferencia en días entre la fecha del parto y la fecha del servicio fértil (momento en el que la vaca quedó preñada).

- Intervalo entre parto (IEP), considero la diferencia en días entre partos sucesivos.
- Número de servicios por concepción (NSC), considero el número de servicios que la vaca recibió para quedar preñada

5. Parámetros productivos determinados

La data que fue proporcionada por el establo a través de su software Dairy Plan, incluye la producción de leche corregida a 305 días de cada una de las vacas, duración de la campaña de producción y duración del período de seca; también fue proporcionada la información de la producción al momento de la seca.

6. Registro y cálculo de las variables climáticas

Los datos de las variables climáticas fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), específicamente de la Estación Meteorológica Automática – Pampa de Majes. Para el presente estudio se tomaron datos de temperatura y humedad relativa correspondientes al período del 01 de enero del 2012 hasta 31 de diciembre del 2018 (cuadro 1). El cálculo del índice de temperatura y humedad (ITH), se realizó según la fórmula descrita por Armstrong (1994) de la siguiente forma:

Fórmula 1: Índice de temperatura y humedad (ITH)

$$ITH = 0.81 \times T^{\circ} + \frac{HR}{100} \times (T^{\circ} - 14.4) + 64$$

Dónde:

ITH: Índice de temperatura y humedad; T°: temperatura, °C; HR = humedad relativa, %.

Adicionalmente se consideraron las cuatro estaciones del año en el Perú (Senamhi, 2021), verano: 22 de diciembre al 21 de marzo; otoño: 22 de marzo al 21 de junio; invierno: 22 de junio al 22 de septiembre y primavera: 23 de septiembre al 21 de diciembre.

Cuadro 1. Temperatura (°C), humedad relativa (%) e ITH calculados según estación del año para la Pampa de Majes.

Estación del año	Temperatura ambiental media, °C			Humedad Relativa, %	ITH \ddagger
	Promedio	V. Máx \dagger	V. Mín \ddagger		
Verano	16.83	19.24	14.14	70.71	61.60
Otoño	14.29	18.30	9.44	62.21	57.77
Invierno	13.09	18.00	6.36	50.56	56.19
Primavera	17.44	19.14	12.97	55.51	62.06

V. Máx \dagger , valor máximo y V. Mín, valor mínimo de la temperatura ambiental media; ITH \ddagger , índice de temperatura y humedad calculado según la fórmula de Armstrong (1994), con data proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)

Fuente: Elaboración propia, 2021

7. Procesamiento y análisis de datos

Para realizar el análisis estadístico, la información fue organizada en una base de datos de Excel, el análisis estadístico se realizó con el programa estadístico, STATA, (versión 16.0 para Windows, StataCorp, Texas) considerando la diferencia significativa entre los niveles de la variable estudio cuando $P < 0.05$; mientras que diferencias entre $P > 0.05$ y $P \leq 0.15$ fueron consideradas como tendencias estadísticas.

8. Consideraciones éticas

El presente estudio contó con la aprobación del gerente general del estable Los Rosales de la Agrícola Pampa Baja y con la aprobación del Comité Institucional de Ética para uso de Animales (CIEA) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, según constancia 030 – 08 – 20.

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran los resultados de los parámetros productivos de vacas Holstein criadas en sistema intensivo en el Valle de Majes, correspondientes al periodo de evaluación 2012 - 2018. En la misma que se puede observar que la producción de leche corregida a 305 días fue significativamente diferente ($P < 0.05$) según la época del año en el que las vacas tuvieron sus partos; observándose la mayor producción de leche cuando las vacas paren en verano, seguida por las vacas que paren en primavera y las menores producciones son observadas cuando las vacas paren en otoño e invierno.

Tabla 1. Efecto de la época de parto sobre la producción de leche a 305 días, duración de la campaña productiva, producción al momento de seca y duración de días en seca (promedio \pm error estándar).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
n	463	581	550	357
Producción 305d	14269.1 \pm 104.3 ^a	13086.2 \pm 105.9 ^c	12781.4 \pm 95.6 ^c	13843.3 \pm 120.4 ^b
Duración campaña	353.8 \pm 3.3 ^a	339.3 \pm 2.7 ^b	333.7 \pm 2.7 ^b	343.8 \pm 3.5 ^{ab}
Producción a seca	23.2 \pm 0.5 ^a	22.8 \pm 0.4 ^a	21.1 \pm 0.4 ^b	21.9 \pm 0.5 ^{ab}
Días en seca	67.1 \pm 1.3 ^a	65.7 \pm 1.1 ^a	66.8 \pm 1.1 ^a	68.0 \pm 1.3 ^a

^{a,b} letras diferentes en la misma fila, difieren significativamente ($P < 0.05$).

La duración de campaña también fue significativamente diferente ($P < 0.05$) según la estación del año en la que paren las vacas, apreciándose que las vacas que paren en verano tienen las lactaciones más largas, superior a las vacas que paren en primavera y las que tienen las lactaciones de menor duración tuvieron sus partos en otoño e invierno; la producción al momento de la seca fue significativamente superior ($P < 0.05$) en las vacas que parieron en verano y otoño, seguida de las vacas que paren en invierno y la menor producción a la seca se apreció en las vacas que parieron en primavera. En tanto que, para la duración del período de seca no se aprecia diferencia significativa ($P > 0.05$) en su duración por efecto de la estación del año en el que paren las vacas.

La tabla 2, muestra los resultados de los índices productivos de vacas Holstein según número de lactancia. La producción de leche ajustada a 305 días incrementa significativamente ($P < 0.05$) de la primera a la segunda lactancia, momento en el que alcanza el máximo valor, luego desciende en la tercera lactancia y lo hace aún más en la cuarta lactancia. La duración de la campaña de producción fue significativamente menor ($P < 0.05$) en las vacas de primera lactación en comparación a lactaciones posteriores; mientras que, la producción al momento de la seca fue significativamente menor ($P < 0.05$) sólo en las vacas de segunda lactación. Respecto de la duración del período de seca éste fue el más corto ($P < 0.05$) en las vacas de primera lactancia, incrementa en las de segunda y tercera lactancia y es el más largo en las vacas de cuarta lactancia.

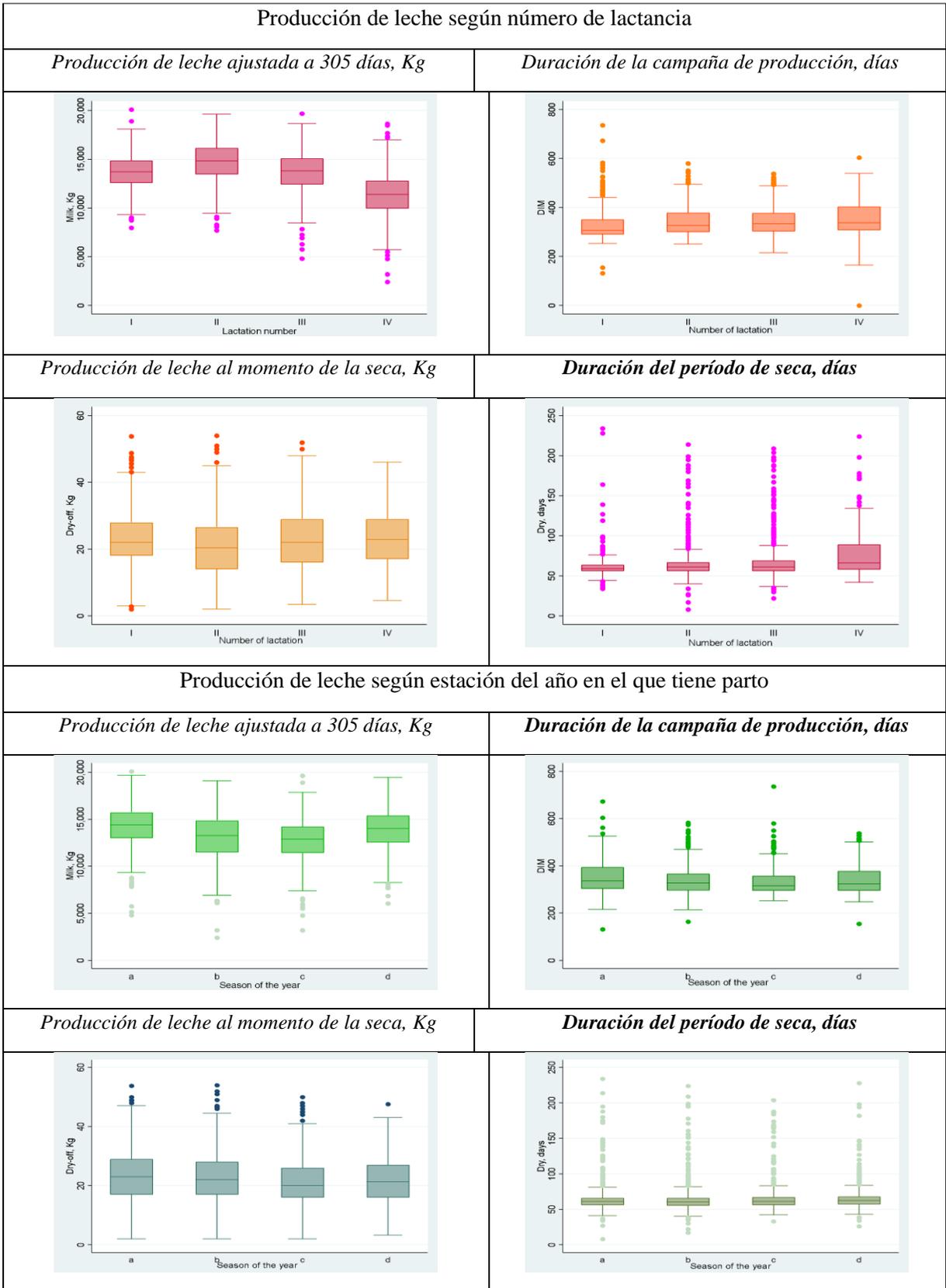
Tabla 2: Efecto del número de lactancia sobre la producción de leche corregida a 305 días, duración de campaña de producción, producción al momento de seca y duración de días en seca (promedio \pm error estándar).

Número de lactancia	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta
n	496	496	496	463
Producción 305d	13714.1 \pm 81.1 ^b	14772.2 \pm 89.2 ^a	13645.5 \pm 98.0 ^b	11412.8 \pm 110.8 ^c
Duración campaña	330.3 \pm 2.8 ^b	343.3 \pm 2.7 ^a	347.2 \pm 2.7 ^a	355.1 \pm 5.3 ^a
Producción a la seca	22.9 \pm 0.4 ^a	20.8 \pm 0.4 ^b	22.5 \pm 0.4 ^a	23.6 \pm 0.6 ^a
Días en seca	61.2 \pm 0.7 ^c	66.0 \pm 1.0 ^b	69.6 \pm 1.3 ^b	78.2 \pm 2.5 ^a

^{a,b} letras diferentes en la misma fila, difieren significativamente ($P < 0.05$).

En el gráfico 1. Se muestran los diagramas de caja para los índices productivos de las vacas según el número de lactación (panel A) y según estación del año (panel B).

Gráfico 1. Diagrama para las variables productivas según número de lactancia y estación del año en el que paren vacas Holstein criadas en sistema intensivo en la Pampa de Majes.



*I, II, III y IV la primera, segunda, tercera y cuarta lactancia, respectivamente. a: verano, b: otoño, c: invierno y d: primavera.

Los resultados de los parámetros reproductivos analizados según estación del año en el que se produce el parto de las vacas se muestran en la tabla 3, en el mismo que se puede apreciar un efecto significativo ($P < 0.05$) de la estación del año sobre el número de servicios por concepción (NSC), apreciándose que cuando las vacas paren en la estación de invierno requieren el menor número de servicios por concepción, se incrementan en la estación de otoño y verano y alcanza su máximo valor en la estación de primavera. El intervalo parto primer servicio (IPPS) más largo ($P < 0.05$) se apreció en las vacas que parieron en otoño, seguido por las vacas que paren en invierno y verano; mientras que el más corto se apreció en las vacas que parieron en primavera.

Tabla 3: Efecto de la estación de parto sobre el número de servicios por concepción, intervalo parto primer servicio, intervalo parto concepción e intervalo entre partos (promedio \pm error estándar).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
n	501	540	483	370
NSC, n	2.72 \pm 0.74 ^{bc}	2.49 \pm 0.71 ^{ab}	2.30 \pm 0.08 ^a	2.79 \pm 0.86 ^c
IPPS, días	75.23 \pm 0.64 ^{ab}	76.56 \pm 0.62 ^b	75.00 \pm 0.65 ^{ab}	73.19 \pm 0.74 ^a
IPC, días	140.51 \pm 3.12 ^b	130.97 \pm 3.01 ^{ab}	122.66 \pm 3.18 ^a	136.68 \pm 3.63 ^b
IEP, días	417.39 \pm 3.13 ^b	405.12 \pm 3.03 ^a	399.20 \pm 3.18 ^a	411.53 \pm 3.67 ^{ab}

^{a,b} letras diferentes en la misma fila, difieren significativamente ($P < 0.05$)

NSC: número de servicios por concepción. IPPS: días de intervalo parto primer servicio.

IPC: días de intervalo parto concepción. IEP: días de intervalo entre partos.

Un significativamente mayor ($P < 0.05$) intervalo parto concepción (IPC) se observó en las vacas que tuvieron parto en verano y primavera, disminuye en las vacas paridas en otoño y es el menor en las vacas que paren en invierno; respecto del intervalo entre partos, éste fue significativamente superior ($P < 0.05$) en las vacas que parieron en la estación de verano, disminuye en las vacas que paren en primavera y es el más corto en las vacas que paren en otoño e invierno.

En relación con el desempeño reproductivo y el número de partos, los resultados se muestran en la tabla 4. El número de servicios por concepción (NSC) fue significativamente diferente ($P < 0.05$), siendo el menor en las vacas de primera lactación y superior en las lactaciones siguientes;

con respecto a este parámetro, también fue determinado el NSC en las vaquillas el cual fue 1.84 ± 0.05 , valor significativamente menor ($P < 0.05$) al obtenido en vacas de primera lactancia y lactancias superiores. Respecto del intervalo entre el parto y el primer servicio, este parámetro se incrementa significativamente ($P < 0.05$) en los partos sucesivos al primer parto, con el más largo intervalo en las vacas de cuarta lactancia. El intervalo parto concepción también incrementa significativamente ($P < 0.05$), con la menor duración en las vacas de primera lactación y los más altos valores en las vacas de tercera y cuarta lactancia, similar tendencia también fue observada en el intervalo entre partos, con la menor duración ($P < 0.05$) en las vacas de primera lactancia y la mayor en las vacas de tercera y cuarta lactancia.

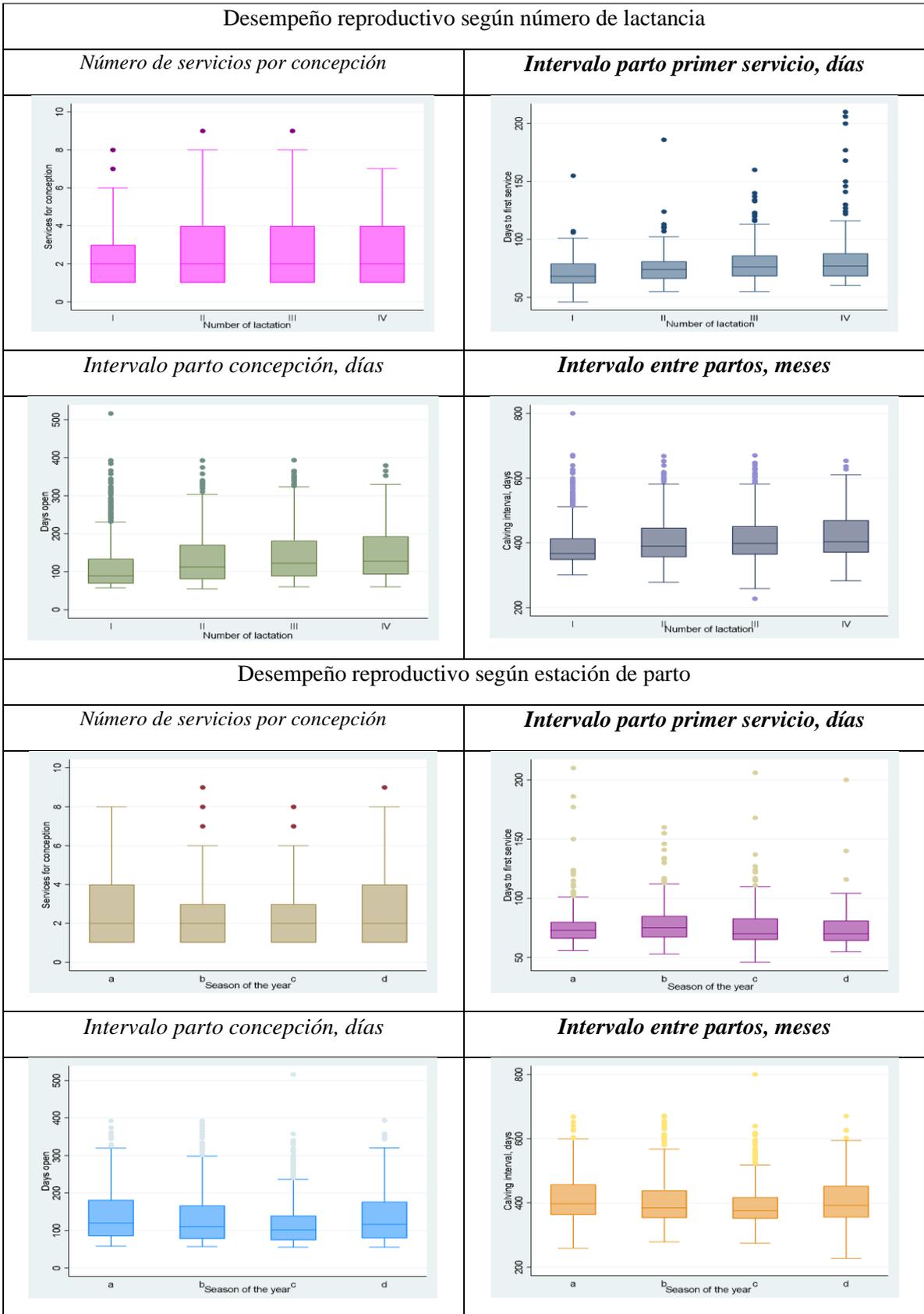
Tabla 4: Efecto del número de parto sobre el número de servicios por concepción, intervalo parto primer servicio, intervalo parto concepción e intervalo entre partos (promedio \pm error estándar).

Partos	Vaquilla	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
n	567	567	567	567	193
NSC, n	1.84 ± 0.05 a	2.21 ± 0.07 a	2.63 ± 0.07 b	2.76 ± 0.07 b	2.82 ± 0.12 b
IPPS, días		70.49 ± 0.45 a	74.12 ± 0.47 b	78.23 ± 0.57 c	82.85 ± 1.78 d
IPC, días		115.20 ± 2.80 a	132.88 ± 2.88 b	143.11 ± 2.95 c	151.10 ± 5.32 c
IEP, días		392.49 ± 2.80 a	410.19 ± 2.89 bc	415.40 ± 3.00 c	427.35 ± 5.41 c

^{a,b} letras diferentes en la misma fila, difieren significativamente ($P < 0.05$)

NSC: número de servicios por concepción. IPPS: días de intervalo parto primer servicio. IPC: días de intervalo parto concepción. IEP: días de intervalo entre partos.

Gráfico 2. Diagrama para las variables reproductivas según número de lactancia y estación del año en el que paren vacas Holstein criadas en sistema intensivo en la Pampa de Majes.



*I, II, III y IV la primera, segunda, tercera y cuarta lactancia, respectivamente. a: verano, b: otoño, c: invierno y d: primavera.

DISCUSIÓN

La pampa de Majes, área geográfica en la que se ubicó el establo en estudio, presenta características muy particulares en su clima, siendo éste árido, templado y con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año (SENAMHI, 2020), que, a pesar de no tener grandes diferencias en las variables climáticas estudiadas, ha mostrado en el presente estudio tener un efecto importante sobre los parámetros productivos y reproductivos de vacas Holstein criadas en sistema intensivo.

Tal es así, que las vacas que tuvieron su parto durante la estación de verano tuvieron los mayores récord de producción, seguidas de las vacas que paren en primavera y las que tienen los menores fueron aquellas que paren en otoño e invierno; si bien es cierto que para la pampa de Majes se descarta un posible efecto de estrés calórico, toda vez que los valores del índice de temperatura y humedad (ITH) no superan en ningún momento los mínimos indicados relacionados con una disminución en la producción de leche o desempeño reproductivo, se podría asumir que durante determinadas estaciones del año las condiciones medio ambientales serían más favorables para la producción de leche y que habrían otros factores como la velocidad del viento y radiación solar que no son tomados en cuenta para el cálculo del ITH, los que podrían tener un rol importante sobre el confort de los animales (Hill y Wall, 2017). La menor producción observada en las vacas que paren en otoño e invierno, podría ser atribuida a un relativo incremento en la producción de calor, frente a una disminución en la temperatura ambiental, puesto que se ha estimado que cuando la temperatura ambiental empieza a descender por debajo de los 10°C, los animales incrementan su producción de calor en un 2% (Brody, 1956), este incremento representa una pérdida de energía que puede afectar la producción neta de leche y el acúmulo de energía en los tejidos de la vaca lechera (Morris *et al.*, 2021).

Según el número de lactación, se observó en el presente estudio que las vacas de primer parto tienen una menor producción estandarizada a 305 días y también son las que tienen la menor duración de campaña de producción en comparación con las vacas de segundo parto, lo cual

estaría relacionado a que las primerizas no solo se exponen al estrés del parto, sino que también requieren nutrientes para su desarrollo y crecimiento (Vijayakumar *et al.*, 2017), además de que un incremento en la producción de leche en lactancias posteriores es consecuencia de un incremento en el desarrollo y tamaño de la ubre y por ende un incremento en el número de células secretoras (Davis y Hughson, 1988; Sorensen *et al.*, 2006). Otras razones en las diferencias en los volúmenes de leche producidos son el menor consumo de materia seca de vacas primíparas en relación a vacas múltiparas (Dado y Allen, 1994) y el mayor tamaño corporal de las vacas adultas en relación a las vacas primíparas (Mellado *et al.*, 2011), ello generaría que las vacas primíparas produjeran un 70% en relación a la producción de vacas múltiparas (Torrent, 1991). La menor producción en vacas de cuarto parto podría ser debida a que durante las anteriores lactaciones las vacas son expuestas a enfermedades infecciosas, metabólicas y cambios hormonales que pueden causar deterioro de la glándula mamaria, lo que implica el descenso de la producción de leche (Stanferro *et al.*, 2018; Vijayakumar *et al.*, 2017).

Los resultados de producción de leche estandarizada a 305 días en el presente estudio oscilan entre 12781.4 ± 95.6 kg a 14269 ± 104.3 kg de leche, estos valores obtenidos son superiores a lo reportado por Icar (2020), que indica un promedio de 11119 kg de leche a los 305 días en vacas lecheras Holstein de Estados Unidos para el año 2019; así mismo, superior por mucho al promedio emitido por Pallete *et al.*, (2018), que en su estudio indican un promedio de 7969 kg de leche en vacas lecheras de un establo de la cuenca lechera de Lima. Estos niveles de producción podrían estar relacionados a un adecuado programa de mejora genética y buen manejo nutricional en el fundo lechero, de igual forma puede estar relacionado al número de ordeños por día, ya que el establo donde se realizó el estudio se realizan 3 ordeños al día, ante ello existen estudios que indican que el incremento de la frecuencia de ordeños al día influyen en el nivel de producción; al respecto, Vijayakumar *et al.*, (2017), mencionan que el incremento de la frecuencia de ordeño de 2 a 3 ordeños al día ocasiona un incremento considerable de 3.5 kg de producción, mientras cuando existe un reducción de frecuencia de ordeño, la producción se reduce en un 24 a 40%, lo que podría deberse a la proliferación celular de la glándula mamaria (Hale *et al.*, 2003).

El volumen de producción al momento de la seca difiere según la estación en la que paren las vacas con un mayor volumen de producción en las vacas que paren en verano y primavera, posiblemente consecuencia de que las vacas que paren en las estaciones en mención alcanzan los mayores récord de producción, de otra parte en lo que respecta a la duración de los días en seca no se aprecia diferencia significativa, con valores que rodean los 65 días en seca, valor ligeramente superior a los 51 a 60 días recomendados y adoptados como un período de secado adecuado (Bachman y Schairer, 2003), período necesario para permitir el descanso de la glándula mamaria y la regeneración del tejido glandular productor de leche (Hernandez, 2012; Bach, 2002) puesto que durante éste período los componentes epiteliales de la glándula mamaria, regresionan, proliferan y se diferencian, permitiendo alcanzar los máximos valores de producción de leche en la lactación siguiente (Capuco *et al.*, 1997).

En el presente estudio, un ligero incremento sobre la duración del período seco recomendado (65.7 ± 1.1 a 68.0 ± 1.3 días) podría estar relacionado con un aumento en la producción de leche en su posterior lactancia; tal es así, que Sorensen y Enevoldsen (1991) en su estudio experimental determinaron que el aumento del tiempo de seca de 7 a 10 semanas aumentó la producción de leche en los primeros 168 días de lactancia posterior; de otra parte, una ampliación en la duración en la seca también podría estar relacionada a la eficiencia reproductiva, pues fueron las vacas de primera lactancia las que tuvieron el menor número de días a la concepción y por ende una menor duración del período seco, en comparación a las vacas de cuarta lactancia que ampliaron sus días abiertos y en consecuencia la duración en el período de seca.

Los resultados de los parámetros reproductivos analizados en el presente estudio según la estación en el que ocurre el parto, nos indica que las vacas que paren en invierno requieren el menor NSC y tienen los IPPS, IPC e IEP más cortos, lo cual podría estar relacionado al pronto reinicio de la actividad ovárica y posiblemente un menor balance energético negativo, factor que no fue evaluado en el estudio; sin embargo, puede inferirse ello debido a que es en la estación de invierno se observó una menor producción de leche, lo que conlleva a una menor movilización de reservas corporales en comparación a otras estaciones en las que la producción de leche es superior;

además sería importante tener en consideración la relación inversa entre producción y fertilidad (Dematawewa y Berger, 1998; Abdallah y McDaniel, 2000) ello habría permitido realizar el primer servicio a los 74.80 ± 0.62 días en las vacas evaluadas en el presente estudio.

Por otro lado, el alargue de los parámetros IPC e IEP en los meses de verano, sería en parte consecuencia de un mayor NSC observado en la misma estación. De otra parte, podría también haber algún efecto de fallas en la concepción, enfermedades metabólicas y/o infecciosas, debido al alto requerimiento nutricional que tienen las vacas al inicio de la lactación, hecho que promueve una gran movilización de reservas corporales (Butler y Smith, 1987; Hernández, 2016) y también inmunosuprime a las vacas haciéndolas más susceptibles a enfermedades, sobre todo del tipo reproductivo (Hammon *et al.*, 2006). Otros factores implicados en la ampliación de los parámetros IPPS, IPC e IPP pueden ser la eficiencia en la detección de celo, el número de vacas por ható (Butler y Smith, 1987; Ortiz, 2009; Hernández, 2016) la calidad de semen y récord del inseminador (Echevarría *et al.*, 2002) que en siguientes estudios podrían ser evaluados.

Los resultados del presente estudio para el IPPS, oscilan desde 73.50 ± 0.61 a 77.09 ± 0.75 días, IPC, de 124.03 ± 3.22 a 137.96 ± 3.07 días y para IEP, de 400.81 ± 3.26 a 414.71 ± 3.10 días, estos resultados se encuentran por debajo del promedio reportado por diferentes autores que realizaron estudios en la cuenca lechera de Lima, así Evaristo y Echevarría (1999) reportan un promedio global de $99.2 \pm 50,1$ días y 224.6 ± 85 días para IPPS e IPC respectivamente, mientras Ortiz *et al.*, (2009) reportan valores promedios de 109.2 ± 1.5 días, 181.1 ± 3.4 días y 15.2 ± 0.1 meses para IPPS, IPC e IEP respectivamente. Estos resultados podrían deberse a un adecuado manejo que se estaría realizando en el post parto y posiblemente a un adecuado reinicio de la actividad ovárica; puesto que en adecuadas condiciones de manejo Villadiego *et al.*, (2016), indican que a los 50 días post parto todas las vacas lecheras Holstein presentan al menos una ovulación.

Con respecto al efecto del número de parto, el NSC en vaquillas eran esperadas ya que son las más fértiles del ható lechero, así; Hernández (2012) indica una mayor fertilidad en las vaquillas

con respecto a las vacas. De otra parte las vacas primerizas son las que presentan el NSC, IPPS, IPC e IEP más cortos a diferencia de las multíparas, estos resultados no eran los esperados ya que se considera que las primerizas no solamente están expuestas al estrés post parto, sino que también están en desarrollo y crecimiento por lo que sus demandas energéticas son mayores (Ortiz *et al.*, 2009), sin embargo, esta diferencia encontrada en el presente estudio podría en parte deberse a una menor producción de leche en vacas de primer parto; pues, en las vacas de segundo parto los intervalos se incrementan, lo mismo que la producción de leche también es mayor, pudiendo entonces ser el nivel de leche producido un factor que juegue un rol importante sobre la reproducción en este hato, ello debido a un redireccionamiento en la partición de nutrientes, con una mayor asignación para cubrir el mantenimiento y la producción de leche y menor para la parte reproductiva (Hernández, 2016).

CONCLUSIONES

- La estación del año en la Pampa de Majes-Arequipa en la que paren las vacas tiene efecto sobre la producción de leche, observándose los mayores niveles de producción durante el verano y los niveles más bajos durante el otoño e invierno.
- Respecto del desempeño reproductivo, éste es superior en las vacas que paren en invierno y disminuye notablemente cuando los partos se producen en las estaciones de verano y primavera.
- El número de lactancia tuvo efecto sobre la producción de leche, con un incremento significativo de la primera a la segunda lactancia, para luego disminuir progresivamente en la tercera y cuarta lactancia.
- El desempeño reproductivo fue también afectado por el número de lactancia, apreciándose que las vacas de primera lactación tuvieron los mejores índices reproductivos y las de cuarta lactancia las que tuvieron los menores índices reproductivos.

BIBLIOGRAFÍA

Abdallah y McDaniel. Genetic parameters and trends of milk, fat, days open, and body weight after calving in North Carolina Experimental Herds. *J. Dairy Sci.* 2000; 83, 1364 – 1370. Doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75004-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75004-1)

Antesana. Perfil del suelo de Pampa Baja. *Scribd.* 2015. (Citado el 29 de abril del 2021). Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/290294313/Perfil-Del-Suelo-Pampa-de-Majes>

Arana, Echevarría y Segura. Factores que afectan el intervalo parto-primer servicio y primer servicio-concepción en vacas lecheras del valle del Mantaro durante la época lluviosa. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú.* 2006; 17(2), 108-113. Doi: <https://doi.org/10.15381/rivep.v17i2.1519>

Arbel, Bigun, Ezra, Sturman y Hojman. The effect of extended calving intervals in high lactating cows on milk production and profitability. *American Dairy Science Association.* 2001; 84(3), 600 – 608. Doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74513-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74513-4)

Arias, Mader, y Escobar. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de medicina veterinaria.* 2008; 40(1), 7-22. Doi: <https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2008000100002>

Bachman y Schairer. Invited Review: Bovine Studies on Optimal Lengths of Dry Periods. *J. Dairy Sci.* 2003; 86(10):3027–3037.

Ballent, Landi, Bilbao y Dick. Pubertad, peso vivo y desarrollo corporal en diferentes biotipos bovinos productoras de leche: una actualización bibliográfica. *ITEA.* 2003; 99 (2), 130 – 138. (Citado el 26 de febrero del 2020). Disponible en: https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2003/99A-2/99A-2_04.pdf

Bello, Stevenson y Tempelman. Invited review: Milk production and reproductive performance: Modern interdisciplinary insights into an enduring axiom. *J. Dairy Sci.* 2012; 95, 5461 – 5475. Doi: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5564>.

Bernabucci, Basirico, Morera, Dipasquale, Vitali, Piccioli, *et al.* Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows. *ELSEVIER.* 2015; 98(3), 1815 – 1827. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8788>

Bouraoui, Lahmar, Majdoub y Djemali. The relationship of temperatura – humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Animal Research.* 2002. 51 (6): 479 – 491. DOI: [10.1051/animres:2002036](https://doi.org/10.1051/animres:2002036)

Bohmanova, Misztal and Cole. Temperature-Humidity Indices as Indicators of Milk Production Losses due to Heat Stress. *J. Dairy Sci.* 2007. 90:1947–1956. DOI:[10.3168/jds.2006-513](https://doi.org/10.3168/jds.2006-513)

Butler y Smith. Interrelationships Between Energy Balance and Postpartum Reproductive Function in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 1987; 72, 767 – 783. (Citado el 04 de abril del 2021). Disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(89\)79169-4/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(89)79169-4/pdf)

Butler, Calamand y Beam. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *J Anim Sci.* 1996; 74 (4), 858 – 865. Doi: [10.2527 / 1996.744858x](https://doi.org/10.2527/1996.744858x)

- Brody. Climatic Physiology of Cattle Journal of Dairy Science. 1956; 39: 6, 715–725.
- Capuco, Akers y Smith. Mammary growth in Holstein cows during the dry period: Quantification of nucleic acids and histology. J. Dairy Sci. 1997; 80:477–487.
- Carvajal, Valencia y Segura. Duración de la lactancia y producción de leche de vacas Holstein en el Estado de Yucatán, México. Rev. Biomed. 2002; 13, 25 – 31. (Citado el 21 de marzo del 2020). Disponible en: <http://www.uady.mx/~biomedic/rb021314.pdf>
- Castro, Catalina, Rodríguez y Ruiz. Condición corporal y su relación con la producción de leche y el número de servicios por preñez en vacas Holstein. Anales científicos, 2018. 79 (2): 473 – 476. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v79i2.1258>
- Cerqueira, Araujo, Blanco, Cantalapiedra, Silvestre y Silva. Predicción del estrés térmico en vacas lecheras mediante indicadores ambientales y fisiológicos. Arch. Zootec. 2016; 65(251), 357 – 364. (Citado el 03 de marzo del 2020). Disponible en: <file:///C:/Users/71398374/Downloads/Dialnet-PrediccionDeEstresTermicoEnVacasLecherasMedianteIn-5959624.pdf>
- Collier, Zimbelman, Rhoads, Rhoads and Baumgard. A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. 2011. 113–125 in Proc. West. Dairy Manag. Conf., Reno, NV. Accessed 04 abril, 2021. <http://www.wdmc.org/2011/2011%20ProceedingsComplete.pdf>.
- CLIMAS DEL PERÚ – Mapa de Clasificación Climática Nacional (citado el 09 de junio del 2021). Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf>
- Coffey, Horan, Evans y Berry. Milk production and fertility performance of Holstein Friesian, and Jersey purebred cows and their respective crosses in seasonal – calving comercial farms. ELSEVIER; 2016. 99:7 (5681 – 5689). DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10530>
- Dado y Allen. Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variables for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 1994; 77:132–144.
- Davis y Hughson. Measurement of functional udder capacity in lactating Jersey cows. Aust. J. Agric. Res.1988; 39:1163–1168.
- Davina and Eileen. Weather influences feed intake and feed efficiency in a temperate climate J. Dairy Sci. 2017; 100 (3):2240–2257.
- Dematawewa y Berger. Genetic and phenotypic parameters for 305-day Yield, fertility, and survival in Holstein. J. Dairy Sci. 1998; 81(10), 2700 – 2709. Doi: [10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75827-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75827-8)
- Dobson y Smith. What is stress, and how does it affect reproduction? ELSEVIER. 2000. 60 – 61 (743 – 752). DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00080-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00080-4)
- Dobson, Smith, Royal, Knight y Sheldon. Thre high producing dairy cow and its reproductive performance. Reprod. Domest. Anim. 2009. 42 (2): 17 – 23. DOI: [10.1111/j.1439-0531.2007.00906.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.00906.x)

Evaristo y Echevarría. Factores que afectan el intervalo parto primer servicio en vacas lecheras de crianza intensiva. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*. 1999; 10(2), 22-26. <https://doi.org/10.15381/rivep.v10i2.6699>

Flamenbaum y Galon. Management of Heat Stress to Improve Fertility in Dairy Cows in Israel. 2010; 56, 36 – 41. Doi: <https://doi.org/10.1262/jrd.1056S36>

Gasque. Mejoramiento genético en bovinos. Enciclopedia bovina. 1° Ed. México. Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2008. p. 277 – 280.

Góngora y Hernández. El postparto en la vaca. *Rev. Med. Vet. Zoot.* 2007; 54, 25 – 42. (Citado el 04 de abril del 2021). Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4076/407642324006.pdf>

Hale, Capuco, y Erdman. Milk yield and mammary growth effects due to increased milking frequency during early lactation. *Journal of dairy science*. 2003; 86(6), 2061-2071. Doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73795-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73795-3)

Hammon, Evjen, Dhiman, Goff, Walters. Neutrophil function and energy status in Holstein Cows with uterine health disorders. *Vet. Imm. And Immunopathology*, 2006. 113, 21 - 29.

Hernández. Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros. Universidad Nacional Autónoma de México. 2016. (Citado el 13/06/2021). Disponible en: https://fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/reproduccion/publicaciones/Fisiologia_Clinica.pdf

Holstein Association USA. Do you know this about Holstein Cattle? 2017. (Citado el 03 de marzo del 2020). Disponible en: http://www.holsteinusa.com/pdf/fact_sheet_cattle.pdf

Icar. Section 7 – Guidelines for Health, Female fertility, Udder Health, Claw Health Traits, and Lameness in Bovine. Overview. 2020.

INIA. Sistematización de la experiencia de los subproyectos de la cadena de ganado vacuno destinado a la producción de leche financiados por el Programa Nacional de Innovación Agraria. Primera edición. Impreso en FC IMPRESS & TECH S.A.C. Calle Pablo Neruda 176, Ate, Lima, Perú. 2020.

La Roche, Vargas, Camacho, Castillo y Romero. Intervalo parto – concepción en ganado lechero especializado de Costa Rica. *Ciencias Veterinarias*. 2019; 37 (1), 27 – 45. Doi: <http://dx.doi.org/10.15359/rev.37-1.3>

López, Brizuela, Rondán, Lissaso, Kemerer y Santos. Determinación del índice de temperatura y humedad (ITH) para vacas lecheras, en el departamento Nogoyá, Entre Ríos. *Revista Científica Agropecuaria*. 2016. 20 (1 – 2): 57 – 62.

MINAGRI. Estudio de la ganadería lechera en el Perú. Análisis de su estructura, dinámica y propuestas de desarrollo. Ed. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima. 2017; 1. (Citado el 04 de mayo del 2020). Disponible en: <http://repositorio.minagri.gob.pe/xmlui/handle/MINAGRI/73>

MINAGRI. Boletín estadístico mensual “El Agro en cifras” Mes: Diciembre 2020. Lima.

Mellado, Chirino, Herrera, Veliz, Arevalo, Mellado y Santiago. Effect of lactation number, year, and season of initiation of lactation on milk yield of cows hormonally induced into lactation and treated with recombinant bovine somatotropin J. *Dairy Sci.* 2011; 94 (9) : 4524–4530.

Montoya. Estimación del valor genético para producción de leche a través de un modelo lineal mixto con repetibilidad (modelo animal). Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín. 1998; 51(1), 123 – 145. (Citado el 24 de marzo del 2021). Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/28859>

Morris, Brandl, Miller, Weis, White y Kononoff. Factors that affect heat production in lactating Jersey cows Journal of Dairy Science Vol. 2021; 104(1):346–356.

Ortiz, Camacho y Echevarría. Parámetros reproductivos del ganado vacuno en la cuenca lechera de Lima. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2009; 20(2), 196-202. (Citado el 03 de marzo del 2021). Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172009000200007&lng=es&tlng=pt.

Pallete, Adrianzén y Catalina. Características de productividad de un establo de la Cuenca Lechera de Lima. Anales científicos, 2018. 79 (2): 477 – 482. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v79i2.1259>

Rodriguez, Ara, Huamán y Echevarria. Modelos de ajuste para curvas de lactación de vacas en crianza intensiva en la cuenca de Lima. Rev. Inv. Vet. Perú. 2005; 16(1), 1 – 12. (Citado el 04 de marzo del 2021). Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172005000100001

Salazar, Castillo, Murillo, Hueckmann y Romero. Edad al primer parto en vacas Holstein de lechería especializada en Costa Rica. Agronomía Mesoamericana; 2013; 24(2), 233 – 243. (Citado el 04 de marzo del 2021). Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212013000200001

Sorensen, Norgaard, Theil, Vestergaard, y Sejrsen. Cell turnover and activity in mammary tissue during lactation and the dry period in dairy cows. J. Dairy Sci. 2006; 89:4632 – 4639.

Stangaferro, Wijma, Masello, J.Thomas y Giordano. Economic performance of lactating dairy cows submitted for first service timed artificial insemination after a voluntary waiting period of 60 or 88 days. ELSEVIER. 2018; 101(8), 7500 – 7516. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14484>

Stevenson, Schmidt y Call. Factors affecting reproductive performance of dairy cows first inseminated after five weeks postpartum. J. Dairy Sci. 1983. 66: 1148 – 1154. Doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(83\)81911-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)81911-0)

Vásquez, Sessarego, Lavalle, y Tello. Influencia del Sistema de Enfriamiento sobre la Productividad del Ganado Bovino Lechero en el Valle de Huaura, Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2017; 28(1), 195-200. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i1.12928>

Villadiego, Pereira, Costa, Costa, Marcondes, Leon, Maitan, *et al.* Parâmetros reprodutivos e produtivos em vacas leiteiras de manejo free stall. Pesquisa Veterinária Brasileira. 2016; 36(1), 55-61. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000100009>

Vijayakumar, Park, Ki, et al. The effect of lactation number, stage, length, and milking frequency on milk yield in Korean Holstein dairy cows using automatic milking system *AJAS*. 2017; 30(8), 1093-1098. Doi: <https://doi.org/10.5713/ajas.16.0882>

Vitali, Segnalini, Bertocchi, Bernabucci, Nardone y Lacetera. Seasonal pattern of mortality and relationships between mortality and temperatura – humidity index in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2009. 92: 3781 – 3790. DOI: [10.3168/jds.2009-2127](https://doi.org/10.3168/jds.2009-2127)

Walsh, Williams y Evans. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *ELSEVIER*. 2011; 123(3-4), 127 – 138. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.12.001>

Watters, Guenther, Brickner, Rastani, Crump, Clark y Grummer. Effects of Dry Period Length on Milk Production and Health of Dairy Cattle. *ELSEVIER*. 2008; 91 (7), 2595 – 2603. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0615>

Zambrano, Rincón, y Echeverri. Parámetros genéticos para caracteres productivos y reproductivos en Holstein y Jersey colombiano. *Archivos de Zootecnia*. 2014; 63(243), 495-506. Doi: <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922014000300010>

IV Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de estadística e informática. 2012. (citado el 20 de abril del 2020) Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/?id=CensosNacionales>