



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Medicina Veterinaria

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria

“Efecto de la presentación de endometritis sobre el desempeño reproductivo a primer servicio en vacas lecheras de crianza intensiva de Lima”

TESIS

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

AUTOR

Joe Leo PIZARRO PAREDES

Lima, Perú

2018

DEDICATORIAS

A mis padres, que desde lejos me dieron su apoyo en todo momento y permitieron poder completar esta etapa de mi vida.

A mi abuelo, por sus enseñanzas de vida y su guía durante todo el camino de la carrera.

A todas las personas que creyeron en mí, supieron darme su apoyo incondicional antes, durante y después de emprender esta larga travesía.

AGRADECIMIENTOS

A Rocío Sandoval Monzón, por el apoyo incondicional, por motivarme, guiarme y encaminarme durante toda la realización de este trabajo. Por el tiempo dedicado en aclarar cualquier tipo de duda que me surgiera.

A Felipe Ruiz García, por su apoyo constante y desinteresado, por las enseñanzas compartidas en el desarrollo de este trabajo.

A los médicos veterinarios, ingenieros zootecnistas, técnicos y trabajadores de los diferentes establos, por el apoyo, buena disposición, tiempo e información brindada.

A Karla Arévalo Rodríguez, Lucía Villarreal Yupton por su amistad y apoyo desinteresado en el desarrollo de este trabajo.

A Alexandra Mazuelos Ramírez, por su apoyo constante, por ser mi soporte y acompañarme durante todo el camino.

ÍNDICE

CONTENIDO

Dedicatorias	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenido	iv
Resumen	vii
Abstract	viii
Lista de cuadros	ix
Lista de figuras	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Importancia de la ganadería bovina lechera en el Perú	3
2.2. Desempeño reproductivo: problema trascendente de la ganadería lechera	5
2.3. Parámetros que miden el desempeño reproductivo	8
2.3.1. Intervalo parto-primer servicio	9
2.3.2. Intervalo parto-concepción	9
2.3.3. Tasa de servicio	9
2.3.4. Tasa de concepción a primer servicio	10
2.3.5. Tasa de concepción global	10
2.3.6. Tasa de preñez	10
2.3.7. Tasa de saca por fallas reproductivas	10

2.4. Efecto de las enfermedades uterinas en el desempeño reproductivo	11
2.4.1. Retención de membranas fetales (RMF)	12
2.4.2. Metritis puerperal	14
2.4.3. Piometra	15
2.5. Endometritis: enfermedad con el mayor impacto económico a nivel reproductivo	15
2.5.1. Definición e importancia	15
2.5.2. Agentes infecciosos involucrados	17
2.5.3. Factores de riesgo	19
2.5.4. Incidencia y prevalencia	20
2.5.5. Diagnóstico	21
2.5.5.1. Metrichack	24
2.5.6. Tratamiento	27
2.6. Efecto de la endometritis sobre la reproducción del bovino	28
2.6.1. Efecto de la endometritis sobre el eje hipotálamo-hipófisis-gónada-útero	29
2.6.2. Efecto de la endometritis sobre la fertilidad	29
2.6.3. Efecto de la endometritis sobre los parámetros reproductivos	29
2.6.4. Efecto de la endometritis sobre el desempeño reproductivo: síndrome de la vaca repetidora	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1. Lugar de estudio	31
3.2. Animales	31
3.3. Metodología	32
3.3.1. Técnica usada para el diagnóstico de endometritis	32
3.3.2. Calculo de parámetros que evalúan desempeño reproductivo del primer servicio	32
3.4. Análisis de datos	33

IV. RESULTADOS	34
V. DISCUSIÓN	40
VI. CONCLUSIONES	44
VII. RECOMENDACIONES	45
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la endometritis diagnosticada por la observación del flujo de fondo de vagina, usando el dispositivo comercial Metricheck® a los 35 días postparto, sobre los parámetros reproductivos a primer servicio en vacas lecheras de crianza intensiva en el departamento de Lima. Para esto se utilizaron 289 vacas provenientes de tres establos, las cuales formaron dos grupos de tratamiento: vacas sin endometritis y vacas con endometritis. Para el análisis de datos se utilizó el modelo lineal generalizado utilizando las variables independientes época de parto (verano, invierno), establo (1, 2 y 3), número de partos (primíparas, multíparas), época de servicio (verano, invierno) y endometritis (presencia, ausencia). Se halló que las vacas sin endometritis tuvieron un menor intervalo parto-primer servicio que las vacas que tuvieron endometritis ($p < 0.05$) y que también las variables establo, época de parto y endometritis fueron significativas ($p < 0.05$). Se determinó que las vacas sin endometritis tienen 2.4 veces más oportunidad de ser servidas antes de los 81 días postparto que las vacas que presentaron endometritis ($p = 0.01$). No se encontró diferencia en la tasa de concepción de las vacas con o sin endometritis, siendo de 19% y 21%, respectivamente. Se encontró que las vacas sin endometritis tuvieron 1.33 más probabilidades de ser servidas por primera vez antes que las vacas con endometritis ($p = 0.04$). Del mismo modo, las vacas paridas en invierno tuvieron 2.49 más probabilidades de ser servidas por primera vez que las vacas paridas en verano ($p < 0.01$). En conclusión, las vacas con presencia de endometritis incrementan significativamente su intervalo parto - primer servicio, la endometritis disminuye la probabilidad de que las vacas sean servidas por primera vez y causa un menor porcentaje de vacas servidas durante los 81 primeros días postparto. Además, las vacas con presencia de endometritis no incrementan su tasa de concepción a primer servicio.

Palabras clave: endometritis, vacas lecheras, postparto, Metricheck.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of endometritis diagnosed by observing deep vaginal discharge using the Metrichheck® commercial device at 35 days postpartum on the reproductive parameters at first service in dairy cows of intensive breeding in Lima. For this, 289 cows were used from three farms, forming two treatment groups: cows without endometritis and cows with endometritis. For the data analysis, the generalized linear model was used, using the independent variables season of calving (summer, winter), farm (1, 2 and 3), number of births (primiparous, multiparous), season of service (summer, winter) and endometritis (presence, absence). It was found that cows without endometritis had a lower calving to first service interval than cows that had endometritis ($p < 0.05$) and that also were significant the variables farm, season of calving and endometritis ($p < 0.05$). It was determined that cows without endometritis are 2.4 times more likely to be served before 81 days postpartum than cows that had endometritis ($p = 0.01$). No difference was found in the conception rate of cows with or without endometritis, this rate was 19% and 21%, respectively. It was found that cows without endometritis were 1.33 more likely to be served for the first time than cows with endometritis ($p = 0.04$). Likewise, cows calving in winter were 2.49 more likely to be served for the first time than cows calving in summer ($p < 0.01$). In conclusion, cows with presence of endometritis significantly increase their calving to first service interval, endometritis decreases the likelihood that cows will be served for the first time and causes a lower percentage of cows served during the first 81 postpartum days. In addition, cows with the presence of endometritis do not increase their conception rate at first service.

Keywords: endometritis, dairy cows, postpartum, Metrichheck.

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
Cuadro 1.	Población de ganado bovino en el Perú.	4
Cuadro 2.	Producción de leche fresca en el Perú durante los últimos años (en toneladas)	5
Cuadro 3.	Categorización de patógenos aislados frecuentemente de enfermedades uterinas	18
Cuadro 4.	Clasificación clínica de la endometritis	24
Cuadro 5.	Score descrito por McDougall realizado para el diagnóstico de endometritis	27
Cuadro 6.	Promedio y límite de confianza del Intervalo parto-primer servicio según las variables establo, época de parto, número de parto, época de servicio y presentación de endometritis	34
Cuadro 7.	Resultados de análisis de regresión logística para el porcentaje de vacas servidas durante los 81 primeros días postparto según las variables establo, época de parto, época de servicio y presencia de endometritis	35
Cuadro 8.	Porcentaje y límite de confianza de vacas servidas durante los 81 primeros días postparto según las variables establo, época de parto, número de parto, época de servicio y presencia de endometritis	36

Cuadro 9.	Resultados de análisis de regresión logística para tasa de concepción a primer servicio según las variables establo, época de parto, época de servicio, número de parto y presencia de endometritis	37
Cuadro 10.	Porcentaje y límite de confianza de la tasa de concepción a primer servicio según las variables establo, época de parto, época de servicio, número de parto y presencia de endometritis	38
Cuadro 11.	Resultados del análisis de regresión de Cox para la probabilidad de que las vacas sean servidas por primera vez en relación con los días en lactación según las variables establo, época de parto, época de servicio, número de parto y presencia de endometritis	39

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pág.
Figura 1.	Dispositivo Metrichcek®	25
Figura 2.	Curva del porcentaje de vacas servidas según días en lactación en las vacas con y sin endometritis.	39

I. INTRODUCCIÓN

A pesar de que el Perú no es un país ganadero, un porcentaje muy importante del producto bruto interno es generado por el sector pecuario, dentro del cual el 13% proviene de la producción lechera. La producción lechera nacional proviene mayoritariamente de establos lecheros de crianza intensiva (MINAG, 2017). La rentabilidad de los establos lecheros de crianza intensiva está determinada principalmente por una alta producción láctea por vaca, así como por un óptimo manejo nutricional y un excelente desempeño reproductivo (Inostroza y Sepúlveda, 1999). Teóricamente las vacas de estos establos lecheros deberían parir una vez al año para producir leche eficientemente (Parkinson, 2009). Cualquier alteración de estos factores afecta negativamente la rentabilidad del establo.

El desempeño reproductivo es un factor clave en la vida productiva de una vaca lechera (Parkinson, 2009). Sin embargo, uno de los principales problemas sanitarios que afecta negativamente el desempeño reproductivo son las enfermedades uterinas, dentro de ellas, la más común es la endometritis (Wagner *et al.*, 2001). La endometritis es una enfermedad que pasa desapercibida para el ganadero y que silenciosamente altera el intervalo parto - primer servicio y el intervalo parto – concepción, originando un aumento del intervalo entre partos, reduciendo la probabilidad de preñez a la primera inseminación y aumentando la probabilidad de descarte por problemas reproductivos (Heuwieser *et al.*, 2000, LeBlanc *et al.*, 2002a).

Existen muchas técnicas para diagnosticar endometritis clínica y subclínica. Las técnicas que evalúan endometritis clínica son la palpación rectal, la vaginoscopia y la observación del flujo de fondo de vagina (metricheck o mano enguantada), ecografía, etc. (McDougall *et al.*, 2007; Ptaszynka, 2007; Barlund *et al.*, 2008; Hillman y Gilbert, 2008). La observación del flujo de fondo de vagina, empleando el dispositivo comercial Metricheck®, es una técnica diagnóstica barata, no invasiva y de fácil manejo, validada y utilizada en muchos trabajos de investigación científica. El principio de este dispositivo diagnóstico consiste en la evaluación del flujo vaginal obtenido, el mismo que se clasifica según la escala de puntuación de McDougall (McDougall *et al.*, 2007; Ptaszynka, 2007; Parkinson, 2009, Pleticha *et al.*, 2009; Runciman *et al.*, 2009; Lambertz *et al.*, 2014).

Un adecuado desempeño reproductivo no sólo depende del número de vacas que se logren preñar mensualmente sino también de la prontitud con la cual logren preñarse. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto que puede tener la endometritis diagnosticada mediante la observación del flujo de fondo de vagina, empleando el dispositivo comercial Metricheck®, sobre los parámetros reproductivos a primer servicio en las vacas lecheras de crianza intensiva en el departamento de Lima.

El impacto del presente estudio es el de conocer el efecto de la endometritis sobre el desempeño reproductivo al primer servicio en vacas lecheras de crianza intensiva de Lima, lo que permitirá que el ganadero y veterinario tomen conciencia sobre la importancia de la prevención y control de esta enfermedad. Esto contribuirá a mejorar la eficiencia reproductiva y a reducir los costos que implican esta enfermedad en la ganadería lechera de nuestro país, y por ende a un mayor ingreso económico hacia el ganadero.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Importancia de la ganadería bovina lechera en el Perú

En nuestro país la actividad ganadera se desarrolla en todas las regiones. Cada una de ellas está caracterizada por su propio sistema productivo. Respecto a la producción de leche, en la costa tenemos principalmente crianzas modernas intensivas especializadas en producción con bovinos de raza, productores con alto nivel de instrucción educativa, organizados, con accesos a créditos y mayor vinculación al mercado, lo que ofrece mejores oportunidades empresariales. En la sierra y selva, la crianza de bovinos de leche es semi-intensiva o extensiva con ganado criollo y criollo mejorado (MINAG, 2017). La leche tiene una importancia económica y social en nuestro país. La producción de leche se encuentra en el cuarto lugar de importancia en producción con S/. 1,292 millones que representan el 5% del valor total de producción agropecuaria y el 13% del valor de la producción pecuaria (AGALEP, 2015).

La población de ganado bovino ha ido en aumento a través de los años, según el censo agropecuario del 2012, la población de ganado vacuno fue de 5 156,044 cabezas, de los cuales el ganado Holstein representa el 10.23% con un total de 527,533 cabezas de ganado (INEI, 2013). En el cuadro 1 se puede observar la distribución de la población bovina, según razas, de acuerdo con el censo agropecuario del año 2012.

Cuadro 1. Población de ganado bovino en el Perú

BOVINOS		POBLACIÓN	PORCENTAJE
Puros	Holstein	527,533	10.23%
	Brown Swiss	904,069	17.53%
	Gyr/Cebú	171,765	3.33%
	Otras	245,577	4.76%
Criollos		3 276,799	63.55%
TOTAL		5 156,044	100%

Fuente: INEI (2013).

La crianza de bovinos permite la venta de leche, carne, derivados lácteos y cueros. En los últimos 15 años, la producción de leche fresca de vaca ha crecido a una tasa anual de 4.75% debido al incremento del número de vacas en ordeño que aumentó a un 3,21% promedio anual. También se ha registrado un leve crecimiento en el rendimiento de vaca en ordeño, con un aumento de 1,5% promedio anual (MINAG, 2017).

En diciembre del 2016, el sector agropecuario mostró un crecimiento de 1,15% explicado por el crecimiento de la actividad pecuaria en 4,31%. La producción de leche fresca presentó un crecimiento de 2,48%, con Arequipa como principal centro productor e influenciado por el incremento del número de vacas en ordeño a nivel nacional. Al finalizar el 2016, el volumen de leche fresca alcanzó un crecimiento de 2,95%, por el mayor nivel obtenido en las cuencas lecheras de Cajamarca (3,17%), Arequipa (4,49%), Lima (1,56%), La Libertad (3,30%) y Puno (3,28%), tanto por el incremento en el número de vacas en ordeño como del rendimiento promedio de unidad por día (INEI, 2017). En el cuadro 2 se puede observar el aumento sostenido de la producción láctea de los últimos años.

En el año 2021 se alcanzará una población de 33,2 millones de personas, si queremos llegar a ese año con un auto abastecimiento y con un consumo de 120 kg de leche per cápita, como lo recomienda la FAO, deberíamos lograr una producción de 3,99 millones de toneladas, es decir, lograr una producción de 1.14 veces o 114% en los próximos años (AGALEP, 2015). Por lo tanto, es

importante optimizar el rendimiento de leche por vaca, y esto se logrará mejorando la reproducción.

Cuadro 2. Producción de leche fresca en el Perú durante los últimos años (en toneladas)

Año	Producción láctea
2005	1 329 334
2006	1 482 923
2007	1 579 834
2008	1 565 528
2009	1 652 112
2010	1 678 372
2011	1 745 529
2012	1 798 864
2013	1 807 806
2014	1 840 226
2015	1 895 100
2016	1 959 200

Fuente: INEI (2017).

2.2. Desempeño reproductivo: problema trascendente de la ganadería lechera

La fertilidad es una de las determinantes clave del desempeño en la vida de una vaca. Se ha estipulado que para las vacas manejadas de forma intensiva que pueden mantener largos períodos de alta producción láctea, producir un ternero cada año es menos que imperativo (Parkinson, 2009). Relativamente en pocos años se ha logrado que la producción de leche bovina se incremente marcadamente. Sin embargo, un impacto negativo de este mejoramiento es la reducida fertilidad, es decir, vacas con días abiertos más largos, más servicios por concepción y una mayor incidencia de problemas reproductivos, que también contribuyen a una reducida fertilidad (Gröhn y Rajala-Schultz, 2000).

Varios estudios han demostrado que el continuo incremento en la producción láctea coincide con una disminución en la fertilidad de la vaca (Inchaisri *et al.*, 2010), como resultado del estrés metabólico, desbalances alimenticios y relaciones genéticas negativas entre la producción y la reproducción. Como resultado, casi todos los aspectos de la reproducción de los bovinos lecheros son afectados, incluyendo la expresión del estro, los

mecanismos relacionados a la función folicular y luteal, el ambiente uterino y el desarrollo embrionario, todo traducido finalmente en un prolongado intervalo entre partos (Parkinson, 2009).

La producción de leche rentable confía en un manejo cuidadoso, eficiente y con un buen costo-beneficio de los hatos lecheros. Entonces, la fertilidad no óptima, definida como un pobre desempeño reproductivo, resulta en pérdidas económicas. Estas pérdidas son causadas principalmente por una disminución de la producción láctea y un incremento en la cantidad de vacas no preñadas. Las pérdidas económicas netas también se incrementan con la cantidad de partos (Gröhn y Rajala-Schultz, 2000; Inchaisri *et al.*, 2010).

Los estudios de las consecuencias de las pérdidas debido a infertilidad en los hatos lecheros han intentado cuantificar el desempeño productivo y financiero. Todos están de acuerdo en que la infertilidad es cara, aunque también depende mucho del sistema de producción. La infertilidad conduce a una pérdida de producción láctea, pérdida de los ingresos por ventas de terneros y un incremento en la tasa de reemplazo de vacas con vaquillas de primer parto (Parkinson, 2009). Se ha estimado que la distocia, retención de placenta y metritis tienen un efecto significativo sobre la producción láctea, las pérdidas de leche son mayores inmediatamente después del diagnóstico de estas enfermedades. Se han reportado pérdidas diarias por distocia, retención de placenta y metritis puerperal durante las 2 semanas siguientes al diagnóstico, de 2.2, 1.4 y 1.3 kg de leche al día, respectivamente (Gröhn y Rajala-Schultz, 2000).

Muchas prácticas de manejo y factores ambientales influyen en el desempeño reproductivo de un hato lechero, incluyendo la eficiencia de la detección del estro, nutrición, condición corporal, manejo de la vaca en transición, dificultad al parto, salud metabólica, salud de la ubre, confort de la vaca y estrés de calor. También se han realizado muchos estudios con relación al impacto de algunos factores específicos tales como la producción de leche, genética, balance energético, cojeras, salud reproductiva e intervención hormonal (Caraviello *et al.*, 2006).

A nivel de la vaca, la salud metabólica periparto es importante para alcanzar una alta producción láctea y un buen desempeño reproductivo. Por ejemplo, las vacas que experimentan hipercetonemia postparto tienen un mayor riesgo que las vacas normocetonémicas de tener desplazamiento de abomaso, endometritis citológica, baja producción láctea, pobre desempeño reproductivo y, por lo tanto, un descarte temprano (Dubuc y Denis-Robichaud, 2017). Además, las vacas con menor peso al parto activan su reproducción más tardíamente, en especial aquellas vacas que pierden más peso y condición corporal los primeros 60 días postparto (Inostroza y Sepúlveda, 1999).

También es probable que las vacas afectadas por enfermedades del periparto tengan un pobre desempeño reproductivo. Se ha demostrado que las vacas que presentan descarga vaginal purulenta y endometritis citológica postparto tienen un peor desempeño reproductivo futuro que las vacas sin enfermedades del tracto reproductivo (Dubuc y Denis-Robichaud, 2017). Asimismo, la mayoría de los desórdenes reproductivos están interrelacionados. Por ejemplo, distocia es un factor de riesgo para retención de placenta y metritis. Las vacas con mayor producción láctea en la lactación previa tienen mayor probabilidad de tener retención de placenta, metritis puerperal, quistes ováricos y otras enfermedades reproductivas que las vacas con una menor producción láctea previa (Gröhn y Rajala-Schultz, 2000). Ahora están disponibles muchas herramientas diagnósticas validadas para utilizar en el establo, para ejecutar un monitoreo sistemático de la enfermedad uterina postparto. La descarga vaginal puede ser monitoreada utilizando el dispositivo Metrichek y la endometritis citológica puede ser monitoreada utilizando la técnica de citocepillo (Dubuc y Denis-Robichaud, 2017).

También han sido propuestas numerosas mediciones del desempeño reproductivo, incluyendo los días a la primera inseminación, la tasa de concepción al primer servicio, los días abiertos, el intervalo entre partos, los servicios por concepción y la tasa de preñez a los 21 días, entre otros. Cada una de estas opciones ofrece ventajas y desventajas, pero un factor crítico es la robustez de tales variables para detectar diferencias dentro y entre hatos en la duración del período de espera voluntario (Caraviello *et al.*, 2006).

A pesar de que muchos factores influyen en el desempeño reproductivo de las vacas lecheras, sólo algunos están bajo el control del productor. La producción de leche puede desempeñar un papel importante en la reproducción. Sin embargo, la relación entre producción de leche y concepción es difícil de estudiar debido al efecto del descarte. La concepción no necesariamente ocurre en la primera inseminación, algunas vacas pueden ser inseminadas varias veces. Una vaca que permanece abierta por un tiempo largo o tiene poca producción láctea probablemente sea descartada. Se ha argumentado que las vacas de alta producción son menos fértiles que las vacas con baja producción, sin embargo, esta asociación puede ser complicada debido al descarte selectivo (Gröhn y Rajala-Schultz, 2000; Parkinson, 2009).

El descarte involuntario por el fracaso para concebir y otros problemas de descarte relacionados a la fertilidad es una de las causas más comunes de remoción de vacas de los hatos lecheros (Parkinson, 2009). En nuestro país ya se observa un incremento en los trastornos de fertilidad, que podría relacionarse con el desafío de la alta producción. Otras causas de descarte en establos lecheros no tienen la distribución ascendente como los trastornos de la fertilidad (Orrego *et al.*, 2003).

2.3. Parámetros que miden el desempeño reproductivo

Las medidas de desempeño reproductivo incluyendo la tasa de preñez, el intervalo parto al primer servicio, tasa de concepción al primer servicio, servicio por preñez y tasa de concepción global han sido utilizadas de forma retrospectiva para determinar umbrales diagnósticos (Palmer, 2015). En establos de crianza intensiva en Lima, Ortiz *et al.* (2009) determinaron promedios globales de parámetros reproductivos de 559 vacas lecheras de raza Holstein distribuidas en cuatro establos. El promedio del intervalo parto-primer servicio fue 109 días, el promedio del intervalo parto-concepción fue 181 días, la tasa de concepción al primer servicio fue en promedio 46% y la tasa de concepción global fue en promedio 41.5%.

2.3.1. Intervalo parto-primer servicio

Este parámetro también es llamado “días en leche al primer servicio”. Para evaluar este parámetro el número de días desde el parto hasta el primer servicio deben ser sumados juntos para todas las vacas inseminadas y luego dividido por el número de vacas inseminadas. Este parámetro está influenciado por la política reproductiva del establo, la prevalencia de retorno retrasado a la ciclicidad después del parto, la capacidad para detectar el estro, la condición corporal y el balance energético negativo (Inostroza y Sepúlveda, 1999; Fodor y Ózsvári, 2015).

2.3.2. Intervalo parto-concepción

También llamado “días abiertos”, es el momento desde el parto hasta el establecimiento de la siguiente preñez. Este intervalo es el principal determinante del intervalo entre partos y usualmente es el parámetro manipulado con el objetivo de tratar de alcanzar la meta proyectada del intervalo entre partos (Ball y Peters, 2004). En el pasado fue el parámetro más utilizado para evaluar el desempeño reproductivo total de un hato (Fetrow *et al.*, 2007).

2.3.3. Tasa de servicio

Este parámetro es el porcentaje de vacas servidas del total de vacas que estaban aptas para ser servidas, durante un período de 21 días (Murray, 2009). La tasa de servicio puede ser estimada por la información resumida de un establo usando el procedimiento recomendado por el Dairy Reproduction Core Parameter Committee (Fetrow *et al.*, 1990).

En el año 2015, Sandoval determinó que la tasa de servicio en establos lecheros de crianza intensiva en el departamento de Lima era de 45%. No obstante, los establos generalmente no utilizan este parámetro y tampoco utilizan los métodos existentes para mejorar la detección de celo y por lo tanto la tasa de servicio.

2.3.4. Tasa de concepción a primer servicio

También es llamada tasa primer servicio-preñez o tasa de fertilidad. Este parámetro es considerado uno de los mejores predictores del éxito total del programa reproductivo. Es definida como el número de primeros servicios que resultan en una preñez como un porcentaje del número total de primeros servicios dados en un cierto período de tiempo (Fodor y Ózsvári, 2015).

2.3.5. Tasa de concepción global

Este parámetro retrospectivo determina la eficacia de la concepción de los servicios realizados en un establo lechero. Es decir, es el porcentaje de vacas preñadas que se obtuvieron de un total de vacas inseminadas (Fetrow *et al.*, 1990).

2.3.6. Tasa de preñez

La tasa de preñez probablemente es el parámetro más revelador para evaluar el desempeño reproductivo de un hato lechero. Es la proporción de vacas abiertas que llegan a ser preñadas durante un período específico de tiempo. Así, estima el riesgo de que una vaca abierta elegible llegue a estar preñada en el establo en los siguientes 21 días (Fetrow *et al.*, 2007). Usualmente es calculada como el producto de la tasa de detección de celo y la tasa de concepción (Fodor y Ózsvári, 2015).

2.3.7. Tasa de saca por fallas reproductivas

También llamada tasa de descarte reproductivo es una medida de las vacas que salieron del hato debido a un inaceptable desempeño reproductivo. El porcentaje debe ser calculado utilizando el número de vacas descartadas en un período de tiempo determinado como el numerador y el inventario promedio del hato de ese período de tiempo como el denominador (Fetrow *et al.*, 1990).

2.4. Efecto de las enfermedades uterinas en el desempeño reproductivo

El período posparto es uno de los períodos más importantes en la vida reproductiva de una vaca. La mayoría de los problemas reproductivos en bovinos ocurre durante este período. La meta final debe ser tener una vaca que tiene un parto normal y avanza a través del período postparto con tan pocos problemas como sea posible (Palmer, 2015).

El sistema innato de defensa es responsable de combatir la contaminación bacteriana del útero mediante una variedad de mecanismos anatómicos, fisiológicos, fagocíticos e inflamatorios. Los neutrófilos son las células fagocíticas más precoces e importantes en ser reclutadas desde la circulación periférica hacia el lumen uterino, en el caso de una infección bacteriana. No obstante, en muchas vacas, la capacidad funcional de los neutrófilos se ve reducida tras el parto (Ptaszynka, 2007).

La contaminación bacteriana del útero ocurre virtualmente después de cada parto. Un amplio rango de microflora prolifera dentro del útero a los pocos días postparto. La mayoría de las vacas elimina esta contaminación durante la involución del útero, así que el lumen del útero es estéril dentro de pocas semanas después del parto. Una proporción de vacas desarrolla una infección debido a esa contaminación, ya que puede ocurrir adherencia a la mucosa de bacterias patógenas, penetración del epitelio y colonización del tejido uterino. Dependiendo de la especie de patógenos que están presentes en el útero, tiene lugar el grado de colonización y la habilidad de la vaca para montar una respuesta inmune, lo que origina diversos rangos de severidad de dicha infección (Parkinson, 2009).

Las enfermedades más comunes del período postparto son retención de membranas fetales, metritis, endometritis y piometra. Estas enfermedades comparten factores etiológicos comunes y predisponen una a la otra y, a largo

plazo, incluso comparten tratamientos y son las principales causas de infertilidad en bovinos lecheros (Parkinson, 2009; Giuliadori *et al.*, 2013) e incrementa el riesgo de descarte, haciendo su prevención y manejo extremadamente importante. Adicionalmente, el control de las enfermedades reproductivas es importante para el mantenimiento de la salud y bienestar de las vacas lecheras (Gilbert, 2016).

La presencia de bacterias patógenas en el útero causa inflamación, lesiones histológicas del endometrio y retraso en la involución uterina. Además, los productos bacterianos o la inflamación asociada suprimen la secreción de LH de la pituitaria y altera el crecimiento y la función folicular ovárica postparto, lo que altera la ovulación y predispone a enfermedad ovárica quística en los bovinos lecheros. Así, la enfermedad uterina está asociada con una menor tasa de concepción, incrementados intervalos del parto al primer servicio o concepción y más vacas descartadas por fallas para concebir (McDougall, 2001; Azawi, 2008).

2.4.1. Retención de membranas fetales (RMF)

Aunque las membranas fetales bovinas normalmente son expulsadas dentro de las 3 a 8 horas después del parto, la RMF usualmente es definida como el fracaso de expulsión tras 24 horas postparto (Hillman y Gilbert, 2008; Gilbert, 2016). La retención principalmente se debe a la falla de las vellosidades del cotiledón fetal para separarse de las criptas maternas de la carúncula (Peter, 2015).

La incidencia de RMF varía entre 4% y 16%, pero puede ser mucho mayor en hatos problemáticos (Ptaszynka, 2007). A partir de 50 reportes de casos de RMF, la tasa promedio de incidencia fue 8.6% (LeBlanc, 2008), pero es más alta en vacas multíparas que en las primíparas (Gilbert, 2016). Además, en vacas con distocia la incidencia puede aumentar hasta 25-50% (Sheldon *et al.*, 2004).

Los factores de riesgo asociados con la RMF incluyen el parto gemelar, distocia, nonatos, parto inducido farmacológicamente con corticosteroides, aborto, hipocalcemia, mayor edad, agentes infecciosos endémicos y efectos estacionales que causan estrés intenso (LeBlanc, 2008; Sheldon *et al.*, 2008). Otros factores menos frecuentes incluyen placentomas inmaduros, edema no inflamatorio de las vellosidades coriónicas que resulta de torsión uterina o intervención cesárea, involución prematura de los placentomas, hiperemia de los placentomas e inflamación de la membrana fetal, duración de la preñez, sexo del feto, deficiencia de minerales traza y vitaminas y situaciones donde hay atonía uterina y no hay contracción, en el caso de hidropesía, gigantismo fetal, hipocalcemia subclínica y otras condiciones patológicas (Peter, 2015).

Económicamente, la RMF representa una de las anomalías postparto más significativas, con cada caso reportando un costo directo promedio de 117 dólares, debido principalmente a la reducción de la producción láctea o las ventas de leche. Cuando son considerados los efectos de la pobre fertilidad, consecuencia de esta enfermedad, el costo aumenta hasta 413 dólares por cada caso (Sheldon *et al.*, 2004). Respecto al efecto sobre la reproducción, la RMF predispone a infecciones uterinas más adelante, afectando el reinicio de la actividad ovárica tras el parto (Ptaszynka, 2007).

Se ha reportado que las vacas que experimentaron RMF pueden tener una mayor incidencia de metritis y aborto. Por lo tanto, a pesar del hecho de que muchas vacas con RMF permanezcan asintomáticas en cuanto a la salud uterina, las enfermedades asociadas son un riesgo definitivo, esto puede ser debido a la disfunción neutrofílica que se ha probado está asociada con la RMF (Hillman y Gilbert, 2008). Asimismo, se ha determinado que las vacas con RMF experimentan más días a la primera inseminación, más días desde la primera inseminación a la concepción y más días abiertos que las vacas sin RMF (Gilbert, 2016).

2.4.2. Metritis puerperal

La metritis puerperal es una complicación bacteriana del puerperio temprano, que ocurre durante las dos primeras semanas después del parto y está caracterizada por una gran cantidad de exudado acuoso, parduzco, de olor ofensivo con restos necróticos provenientes del útero (Földi *et al.*, 2006). Esta enfermedad incluye signos sistémicos tales como pirexia, depresión, anorexia y disminución de la producción láctea. Puede ser un problema severo y un riesgo para la vida del animal (Azawi, 2008; Gilbert, 2016).

La metritis puerperal aguda usualmente ocurre en los primeros 10 días postparto, raramente se observa más allá de la segunda semana postparto e involucra todas las capas del útero: endometrio, submucosa, capa muscular y serosa (Sheldon, 2004). La metritis es uno de los principales desórdenes en bovinos, causando grandes pérdidas económicas debido a los prolongados días abiertos y el prolongado intervalo entre partos, resultado en descarte involuntario (Azawi, 2008). En los establos de crianza intensiva el rango de incidencia es amplio, yendo desde 1% hasta 40% (Sheldon, 2004) y entre las vacas que tuvieron RMF, aproximadamente el 32% desarrolla metritis (Dubuc *et al.*, 2010b). También, la incidencia es más alta en vacas primíparas y en aquellas que han sufrido complicaciones obstétricas (Gilbert, 2016).

Muchos son los factores que predisponente a metritis puerperal. Las influencias mecánicas tales como la severa expansión uterina que ocurre en la hidropesía y parto de mellizos, la distocia, la RMF, y la atonía uterina causada por hipocalcemia predisponen definitivamente a la infección. Los ambientes sucios usados para el parto originados por el uso repetido de la maternidad, partos cerca a los canales de agua o en los corrales y el parto durante períodos de prolongado confinamiento actúan como factores que incrementan la contaminación ambiental e incrementan la prevalencia de metritis en bovinos lecheros (Ptaszynka, 2007; Hillman y Gilbert, 2008).

La metritis puerperal contribuye al retraso de la concepción e incremento del riesgo de descarte. Los costos están asociados con los costos de tratamiento y fertilidad perjudicada. Las vacas con metritis están en mayor riesgo de otras

complicaciones postparto tal como desplazamiento de abomaso y endometritis (Gilbert, 2016).

2.4.3. Piometra

La piometra es definida como la acumulación de pus dentro del lumen uterino facilitada por un cérvix cerrado y la presencia de un cuerpo lúteo. La persistencia de un cuerpo lúteo es un rasgo clave para distinguir la piometra de la estrechamente relacionada endometritis ya que asegura que el cérvix permanezca cerrado y no haya contracciones miométricas para expeler el pus hacia la vagina (Palmer, 2015). La infección puede estar confinada a las capas luminales o puede estar extendida más profundamente dentro de la pared uterina, aunque no hay signos de enfermedad sistémica (Parkinson, 2009). Respecto a su incidencia, la piometra suele ser la menos común de las enfermedades uterinas relacionadas al postparto en bovinos lecheros, con una incidencia menor a 5% de casos clínicos (Sheldon *et al.*, 2008) y aparece a partir del día 20 o 21 postparto (Földi *et al.*, 2006).

En un ambiente uterino dominado por progesterona se facilita el crecimiento bacteriano. Por lo tanto, una ovulación temprana después del parto mientras las bacterias patógenas permanecen dentro del útero, puede predisponer a la formación de piometra (Sheldon, 2004). Además, aquellos factores que predisponen a RMF, metritis y endometritis también pueden ser considerados predisponentes para piometra (Sheldon *et al.*, 2004). En consecuencia, la duración de la piometra está inversamente relacionada a la fertilidad. Los bovinos con piometra por más de dos meses y aquellos con grandes cantidades de pus tienen menores oportunidades de una concepción (Hillman y Gilbert, 2008).

2.5. Endometritis: enfermedad con el mayor impacto económico a nivel reproductivo

2.5.1. Definición e importancia

La endometritis es definida como la inflamación limitada al endometrio que involucra la alteración del epitelio, un incremento del flujo sanguíneo, edema y el ingreso de células inflamatorias, mayormente neutrófilos y linfocitos que ocurre como resultado de la infección por bacterias (Ball y Peters, 2004). Histológicamente, la evidencia de inflamación no debe extenderse más allá del estrato esponjoso (Sheldon *et al.*, 2004; Palmer, 2015). En la práctica, la inflamación del endometrio casi siempre está asociada con la infección adquirida en el momento del parto (Bell y Roberts, 2007).

La endometritis suele ser categorizada en dos formas: clínica y subclínica. La endometritis subclínica es la inflamación endometrial del útero, generalmente determinada mediante citología, en ausencia de material purulento en la vagina. Se sugiere que una vaca padece de endometritis subclínica si tiene menos de 18% de neutrófilos en las muestras de citología uterina recogidas entre los días 21-33 tras el parto o menos de 10% de neutrófilos a los 34-47 días (Ptaszynka, 2007).

A pesar de que las vacas con endometritis subclínica no tienen descarga uterina, la severidad de la enfermedad aún es considerada suficiente para perjudicar el desempeño reproductivo (Barlund *et al.*, 2008), ya que solamente es de importancia en la etapa en la cual la involución normal es completada (casi 5 semanas postparto) (Hillman y Gilbert, 2008).

Por otro lado, la endometritis clínica se caracteriza por la presencia de un exudado uterino purulento o mucopurulento en la vagina, 21 o más días después del parto y no hay presencia de signos sistémicos (Ptaszynka, 2007). Los signos clínicos asociados con la endometritis clínica incluyen una descarga purulenta o mucopurulenta (50% pus, 50% moco) visible en la vulva o presente dentro de la vagina craneal (Palmer, 2015) y con un cérvix con un diámetro \geq a 7.5 cm por palpación transrectal al día 20 o más (Dubuc *et al.*, 2010a).

LeBlanc *et al.* (2002a) realizaron un estudio para definir y diagnosticar la endometritis clínica. Colectaron datos de 1865 vacas en 27 establos y las examinaron entre los días 20 a 33 postparto por vaginoscopía y palpación rectal. Ellos determinaron dos hallazgos clínicos simples y objetivos para

determinar la presencia de endometritis clínica: la presencia de descarga uterina purulenta o de olor fétido con un diámetro cervical mayor a 7.5 cm después del día 20 postparto.

El costo económico de la endometritis depende del efecto perjudicial sobre la fertilidad, el incremento en la tasa de descarte y, a una menor extensión, el costo del tratamiento. El costo directo estimado de cada caso con descarga vulvar es de 98 dólares por tratamiento y una reducción de hasta 300 litros anuales en la producción láctea. Sin embargo, el costo total fue aproximadamente 220 dólares, incluyendo un incremento en el intervalo entre partos de 18 días y un incremento de 0.3 servicios por concepción (Sheldon *et al.*, 2004).

2.5.2. Agentes infecciosos involucrados

El útero de las vacas postparto usualmente está contaminado con un rango de bacterias, pero no está consistentemente asociado con enfermedad clínica. La infección implica la adherencia de los organismos patógenos a la mucosa, colonización o penetración del epitelio y liberación de toxinas bacterianas que conducen al establecimiento de la enfermedad uterina. La cantidad de bacterias patógenas en el útero de la vaca postparto puede ser bastante grande como para sobrepasar los mecanismos de defensa uterinos y causar una infección riesgosa (Azawi, 2008).

La causa más común de endometritis es la contaminación no específica con patógenos oportunistas, usualmente *Trueperella pyogenes* en asociación con *Fusobacterium necrophorum* y *Prevotella* spp., que penetran solamente hasta el estrato esponjoso (Parkinson, 2009). En la endometritis clínica también se ha hallado la presencia de coliformes, anaerobios gramnegativos y otras bacterias, incluyendo los peptostreptococos. En las vacas con endometritis subclínica, las bacterias aisladas más frecuentemente en el útero son *T. pyogenes* y los anaerobios gramnegativos. Los coliformes y otras bacterias se aíslan con menor frecuencia (Ptaszynka, 2007). Por otra parte, *Escherichia coli* parece ser un invasor temprano y no suele encontrarse cuando la endometritis es

diagnosticada (más allá del día 20 postparto). En cambio, *T. pyogenes* es aislada más frecuentemente en el momento del diagnóstico (Gilbert, 2016).

En el cuadro 3 se observa una categorización de patógenos aislados en bovinos lecheros afectados por enfermedades uterinas realizada por Sheldon *et al.* (2002). Ellos clasificaron los patógenos en tres categorías: patógenos comunes asociados con endometritis, patógenos no comunes pero que fueron aislados de casos de endometritis, y patógenos oportunistas que en algún momento fueron aislados de casos de endometritis pero que generalmente no están asociados con esta enfermedad.

Cuadro 3. Categorización de patógenos aislados frecuentemente de enfermedades uterinas

Patógenos comunes asociados con lesiones endometriales	Categoría bacteriana	
	Patógenos no comunes aislados de endometritis	Patógenos uterinos oportunistas no asociados con endometritis
<i>Trueperella pyogenes</i>	<i>Acinetobacter</i> spp.	<i>Aerococcus viridans</i>
<i>Prevotella</i> spp.	<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Clostridium butyricum</i>
<i>Escherichia coli</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>C. perfringens</i>
<i>Fusobacterium necrophorum</i>	<i>Haemophilus somnus</i>	<i>Corynebacterium</i> spp.
<i>F. nucleatum</i>	<i>Mannheimia haemolytica</i>	<i>Enterobacter aerogenes</i>
	<i>Pasteurella multocida</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
	<i>Peptostreptococcus</i> spp.	<i>Micrococcus</i> spp.
	* <i>Staphylococcus aureus</i> c+	<i>Providencia rettgeri</i>
	<i>Streptococcus uberis</i>	<i>P. stuartii</i>
		<i>Proteus</i> spp.
		<i>Propionobacterium granulosa</i>
		** <i>Staphylococcus</i> spp. c-
		<i>Streptococcus</i> spp. α hemolít.
		Coliformes
		<i>Aspergillus</i> spp.
		Hongos
		<i>Bacteroides</i> spp.
		<i>Aeromonas</i> spp.

*Coagulasa positivo

**Coagulasa negativo

Fuente: Sheldon *et al.* (2002).

En los últimos años, Prunner *et al.* (2014) realizaron un estudio para determinar la dinámica bacteriológica en el útero y su relación con la presencia de endometritis clínica y subclínica en 70 vacas lecheras de crianza intensiva. Ellos demostraron que las vacas con endometritis clínica o subclínica tenían cargas bacterianas grandes. Además, la infección con *T. pyogenes* incrementa

el riesgo de endometritis clínica pero la presencia de *E. coli* no afecta el riesgo de tener endometritis.

2.5.3. Factores de riesgo

Los factores de riesgo para endometritis pueden variar entre diferentes regiones o países debido a las diferencias en el manejo general, ambiente y condiciones de control sanitario del hato (Kim y Kang, 2003). Por lo tanto, hay una gran variedad de eventos predisponentes tales como la RMF, distocia o asistencia del parto, cesárea, nacimiento de mellizos, metritis puerperal, nonatos, inducción del parto, ambiente del parto sucio, inactividad ovárica postparto y posiblemente la deficiencia de vitamina E y selenio en la dieta (Ball y Peters, 2004; Sheldon *et al.*, 2004). Además, las vacas primíparas tienen mayor riesgo de presentar endometritis en comparación con las vacas multíparas y las vacas que paren en invierno tienen mayor riesgo de presentar endometritis en comparación con las vacas que paren en verano (Arévalo, 2017).

El riesgo también se incrementa con altas concentraciones de ácidos grasos no esterificados (NEFA) y ácido beta-hidroxibutirato (BHBA), por lo tanto, vacas con pobre balance energético están en mayor riesgo de contraer endometritis, en especial la forma clínica (Giuliodori *et al.*, 2013). Asimismo, Arévalo (2017), determinó que la hipocalcemia subclínica durante la primera semana postparto es un factor de riesgo para la presentación de endometritis en vacas lecheras.

Diversos estudios se han enfocado en los factores de riesgo para endometritis clínica y subclínica. Kim y Kang (2003) determinaron los factores de riesgo para endometritis postparto evaluando varios factores reproductivos en bovinos lecheros incluyendo estado sanitario, número de partos y condición corporal. Ellos revelaron que los principales factores de riesgo eran la retención de placenta, alteraciones metabólicas y el número de partos.

En el año 2010, Potter *et al.* determinaron los factores de riesgo para endometritis clínica examinando 293 bovinos lecheros distribuidos en cuatro

hatos. Ellos concluyeron que los principales factores de riesgo para endometritis clínica fueron la RMF, el parto asistido, nonatos, ángulo vulvar, ser primípara, y el parto de terneros machos. Un año después, Cheong *et al.* (2011) determinaron que la cetosis y la metritis puerperal aguda también son factores de riesgo para endometritis subclínica. Además, ellos determinaron factores de riesgo a nivel de hato, concluyendo que las vacas albergadas en lugares estrechos con camas tienen mayor riesgo de endometritis subclínica que las vacas albergadas en corrales amplios sin camas.

2.5.4. Incidencia y prevalencia

Se han realizado numerosos estudios sobre la incidencia y prevalencia de endometritis. La incidencia de endometritis es casi 10% en bovinos lecheros, aunque hay una amplia variación en la incidencia entre hatos, con algunos casos con más del 40% del hato afectado en base a la observación de descarga vaginal mucopurulenta (Sheldon *et al.*, 2004). Sin embargo, la interpretación de estos datos es difícil en vista del conocimiento de la alta incidencia de una respuesta inflamatoria transitoria en el útero bovino postparto (Hillman y Gilbert, 2008).

En la investigación realizada por Giuliadori *et al.* (2013) las incidencias de endometritis durante el período postparto fueron 54.1% (164/303) a los 21 días postparto, 33% (100/303) a los 31 días postparto y 14% (45/303) a los 41 días postparto. Igualmente, en el trabajo realizado por Carneiro *et al.* (2014) en bovinos lecheros cruzados y entre 32 a 70 días postparto, la incidencia de endometritis subclínica fue 26% y no estuvo afectada por la estación de parto, presencia de cuerpo lúteo, días en leche o el número de partos.

En cuanto a la prevalencia, la literatura indica que la endometritis clínica es más prevalente en las vacas maduras. Vacas con tres o más lactaciones tuvieron una prevalencia de 21%, en comparación con el 13% para animales de segunda lactación y 12% para vacas en primera lactación (Hillman y Gilbert, 2008). Otra vez, la prevalencia depende de varios factores e incluye el método diagnóstico utilizado. En un estudio utilizando citología, la prevalencia de

endometritis fue 53% pero varió entre hatos desde 37% a 74% (Gilbert *et al.*, 2005).

En el año 2009, Gautam *et al.* utilizaron como pruebas diagnósticas la vaginoscopía y la palpación rectal para determinar la prevalencia de endometritis clínica en 135 vacas lecheras de dos hatos estabulados. La prevalencia total de endometritis durante el postparto temprano (15-20 días) fue 67.8%, en el intermedio (21-28 días) fue 40.5% y en el tardío (29-60 días) fue 14.4%. En este estudio, además, la prevalencia de endometritis clínicamente relevante fue 25.9%. La prevalencia total de endometritis citológica y clínica hallada en el estudio de Dubuc *et al.* (2010a) realizado a los 35 ± 3 días y a los 56 ± 3 días en más de mil vacas, fue de 28.5% y 21.5%, respectivamente. La prevalencia total de endometritis dentro de cada uno de los hatos varió entre 20 y 30% y 17 y 26%, a los 35 ± 3 días y a los 56 ± 3 días, respectivamente.

Cuando se analizan los datos de bovinos al pastoreo, hay una ligera disminución en la prevalencia de endometritis. Ribeiro *et al.* (2013) revisaron los datos de 957 vacas mantenidas en pastoreo y hallaron una prevalencia de endometritis clínica de 15% y subclínica de 13.4%, evaluando animales hasta los 31 días postparto y 52 días postparto, respectivamente. Concluyeron que no había diferencia significativa entre la prevalencia de endometritis clínica y subclínica, pero si hallaron una diferencia con las prevalencias reportadas en vacas estabuladas.

2.5.5. Diagnóstico

Existen múltiples pruebas diagnósticas para endometritis. El diagnóstico de endometritis subclínica se puede realizar mediante citología, citocepillo, lavado uterino y biopsia (Kasimanickam *et al.*, 2005; Madoz *et al.*, 2014). El diagnóstico de endometritis clínica se puede realizar mediante la observación de secreciones, vaginoscopía y Metricheck® (de Boer *et al.*, 2014; Lambertz *et al.*, 2014).

La endometritis subclínica o citológica es definida como una incrementada proporción (porcentaje) de células polimorfonucleares en muestras de citología endometrial obtenidas por citocepillo o por histología de muestras de biopsia. La biopsia endometrial es utilizada raramente debido a que es muy laboriosa, invasiva y cara. Además, el procedimiento por sí mismo puede estar asociado con un retraso en la concepción (Hillman y Gilbert, 2008).

El citocepillo y el lavado uterino con poco volumen de fluido son las técnicas utilizadas más comúnmente y se ha demostrado que proporcionan resultados similares (Dubuc *et al.*, 2010a), por lo tanto, han llegado a ser patrones para comparar otras pruebas diagnósticas. Ha sido sugerido que la técnica de citocepillo es un método más consistente y confiable de cosechar células inflamatorias que el lavado uterino debido al excesivo tiempo para obtener muestras vía el lavado uterino, la falla al intentar recuperar el fluido del lavado y la incrementada distorsión de las células cosechadas por la técnica de lavado. Sin embargo, a diferencia de la técnica con el citocepillo, los materiales requeridos para ejecutar el lavado uterino están disponibles en la mayoría de los establecimientos de crianza de animales (Barlund *et al.*, 2008).

No obstante, a pesar de que las muestras uterinas colectadas utilizando el método del citocepillo permiten una más fácil preparación de láminas en comparación con las muestras colectadas utilizando el lavado uterino con bajo volumen de fluido, aún requieren el paso de evaluación celular, lo que es muy laborioso (Cheong *et al.*, 2012). Asimismo, aunque el uso de la técnica de citocepillo en el aspecto caudo-dorsal del cuerpo uterino ha sido la técnica propuesta por otros autores (Kasimanickam *et al.*, 2005), no se sabe si el muestreo en diferentes localizaciones, tal como en los cuerpos uterinos, podrían proporcionar resultados diferentes (Dubuc *et al.*, 2010a).

En general, el diagnóstico definitivo de la endometritis se realiza basándose en el examen histológico de biopsias del endometrio que también son de utilidad para valorar la consiguiente fertilidad. Sin embargo, está determinado que esta técnica es trabajosa y no es fácil realizarla en condiciones de campo. La citología del contenido uterino proporciona una información muy valiosa, permitiendo el diagnóstico de los casos subclínicos, pero ninguno de estos

métodos es muy usado en el campo y el diagnóstico de la enfermedad suele depender enteramente del examen clínico (Ptaszynka, 2007).

El diagnóstico de endometritis clínica por palpación rectal y la observación de una descarga vaginal, si está presente en cantidades adecuadas, probablemente es la base para realizar un tratamiento en la mayoría de las vacas (Hillman y Gilbert, 2008). Cuando se realiza un diagnóstico por palpación uterina transrectal se pueden encontrar cuernos uterinos aumentados, asimetría de los cuernos uterinos, engrosamiento del endometrio y la presencia de un lumen uterino palpable o fluido palpable dentro del lumen. Pero diversos estudios indican que este método diagnóstico debe ser evitado ya que es demasiado subjetivo e impreciso (Palmer, 2015), poco sensible y específico para el diagnóstico de endometritis y además interfieren demasiados factores con la tasa de cambio de tamaño del útero en el período postparto (Parkinson, 2009).

El método más preciso para el diagnóstico de la endometritis en condiciones clínicas consiste en el examen de la vagina para ver si existe pus. El uso de la vaginoscopía es, por lo tanto, muy recomendable, o como alternativa se puede explorar la vagina manualmente retirando el moco cervical para realizar el examen. La ventaja de este último método es que es barato, rápido y permite la detección de laceraciones vaginales y se detecta el olor de cualquier secreción vaginal (Ptaszynka, 2007). La presencia de pus en la vagina está correlacionada con la presencia de bacterias patógenas en el útero (Giuliodori *et al.*, 2013). La desventaja de la vaginoscopía, a pesar de ofrecer un resultado inmediato, fracasa para identificar todas las vacas en riesgo de pobre desempeño reproductivo debido a endometritis (Palmer, 2015).

Sheldon y Dobson (2004) elaboraron una clasificación clínica de endometritis basándose en el estado del útero y las características del moco vaginal. Hay un sistema de puntuación del moco, ampliamente utilizado para indicar el grado del proceso inflamatorio, valorado de acuerdo con sus características y olor. La suma de las dos puntuaciones proporciona la puntuación final de la endometritis (Cuadro 4).

Cuadro 4. Clasificación clínica de la endometritis

Descripción	Puntuación
Características del moco	
Moco transparente o traslúcido	0
Moco transparente o traslúcido con flecos blancos de pus	1
< 50 mL de exudado que contiene < 50% de pus blanco o color crema	2
> 50 mL de exudado que contiene > 50% de pus blanco, crema o sanguinolento	3
Olor del moco	
Sin olor desagradable	0
Olor fétido	3

Fuente: Sheldon y Dobson (2004).

En el trabajo realizado por Barlund *et al.* (2008) comparando cinco técnicas diagnósticas, ellos hallaron las siguientes sensibilidades y especificidades: vaginoscopía 53.9% y 95.4%, evaluación ecográfica del volumen de fluido uterino 30.8% y 92.8%, evaluación ecográfica del grosor endometrial 3.9% y 89.2%, citología endometrial colectada por citocepillo 12.9% y 89.9%, y citología endometrial por lavado uterino 92.3% y 93.9%.

2.5.5.1. Metricheck

En el campo, la endometritis generalmente es diagnosticada por la observación de material purulento en la cola, la detección de cuernos uterinos agrandados después de la palpación transrectal del útero, la detección de material purulento en la vagina después de la inserción de una mano enguantada o la visualización mediante vaginoscopía, entre otras pruebas (McDougall *et al.*, 2007). Sin embargo, algunas de estas técnicas son de poco beneficio económico y práctico para el productor lechero, ya que consumen tiempo, requieren equipo o necesitan de logística para realizarlas (Runciman *et al.*, 2009).

En los últimos años se ha desarrollado un nuevo dispositivo llamado Metricheck® (Simcrotech, Hamilton, Nueva Zelandia), que consiste en un bastón de acero inoxidable de 500 mm de longitud y 8 mm de diámetro con una copa semiesférica de silicona negra de 40 mm de diámetro en un extremo (Figura 1), que puede usarse para recoger contenidos vaginales (Ptaszynka, 2007). El Metricheck® es insertado en la vagina a través de los labios vulvares

limpios para coleccionar una muestra de la descarga de la vagina cervical externa o craneal. Este método parece ser tan efectivo como la vaginoscopía, pero tiene la ventaja de ser rápido y causar una incomodidad mínima a la vaca (Parkinson, 2009).

McDougall *et al.* (2007) realizaron varios estudios para comparar el Metrichcek® con la examinación vaginoscópica para diagnosticar endometritis. Ellos examinaron 191 vacas con una historia de enfermedad periparto por vaginoscopía y Metrichcek®, y cualquier material visto dentro de la vagina fue clasificado en una escala de 0 (sin material) hasta 5 (material purulento y con olor ofensivo) (Cuadro 5). En el primer estudio Metrichcek® detectó más vacas infectadas que la vaginoscopía (60% versus 43%, respectivamente). Su principal conclusión fue que el dispositivo Metrichcek® tuvo una alta sensibilidad, pero una menor especificidad que la vaginoscopía. Es decir, identificará correctamente más animales enfermos en la población (menos diagnósticos falsos negativos), pero también habrá más diagnósticos falso positivos.









Figura 1. Dispositivo Metrichcek® (Simcrotech, Hamilton, Nueva Zelanda; www.simcrotech.co.nz)

Posteriormente, otros autores han evaluado el dispositivo Metrichcek® frente a otras pruebas diagnósticas. Pleticha *et al.* (2009) compararon el uso de Metrichcek® versus el uso de la mano enguantada y vaginoscopía para el diagnóstico de endometritis clínica en vacas lecheras. Ellos examinaron mil vacas lecheras entre los días 21 a 27 postparto. Con Metrichcek®, significativamente más vacas fueron diagnosticadas como afectadas por

endometritis que por vaginoscopía o por la mano enguantada: 47.5%, 36.9% y 36.8%, respectivamente.

Runciman *et al.* (2009) examinaron 404 vacas utilizando Metrichcek® y vaginoscopía, y solamente el 27% tuvo una clasificación negativa para ambos métodos. También, 30.7% fueron negativas con Metrichcek® y 35.4% fueron negativas con vaginoscopía, por lo tanto, ellos recomendaron ejecutar ambas pruebas para incrementar la sensibilidad de detectar material purulento. En otro estudio, Lambertz *et al.* (2014) evaluaron la relación de la evaluación con Metrichcek® y el desempeño reproductivo en vacas lecheras. Independientemente del resultado con Metrichcek®, las vacas fueron examinadas por profesionales técnicos en inseminación y aquellas adecuadas fueron inseminadas. El dispositivo Metrichcek® sirvió como un procedimiento integrado a la inseminación artificial para identificar vacas que estaban experimentando una enfermedad uterina y realizar el respectivo tratamiento antes de la inseminación.

Cuadro 5. Score descrito por McDougall realizado para el diagnóstico de endometritis

Score	Descripción	Observación
0	No se observa descarga	
1	Moco claro y limpio	
2	Moco con machas de material purulento	
3	Secreción mucopurulenta con menos del 50 % de material purulento	
4	Secreción mucopurulenta con más del 50 % de material purulento	
5	Secreción mucopurulenta con más del 50 % de material purulento y con olor fétido	

2.5.6. Tratamiento

El tratamiento de endometritis actualmente está basado en dos diferentes protocolos, la inyección intramuscular de $\text{PGF}_{2\alpha}$ y la infusión intrauterina de antibióticos. Otros protocolos de tratamiento han sido popularizados, pero no

han sido sometidos al escrutinio científico (Palmer, 2015). La infusión uterina de antibióticos fue el pilar del tratamiento de endometritis bovina por décadas. A pesar de esto, no ha habido evidencia convincente de que este modo de terapia tenga algún beneficio sobre el futuro desempeño reproductivo de la vaca afectada. La alternativa principal a la terapia intrauterina ha sido la administración de PGF_{2α}. Infortunadamente, la evidencia para este enfoque tampoco ha sido completamente convincente (Hillman y Gilbert, 2008).

El valor del tratamiento de los casos clínicos no ha sido aceptado por todos los especialistas, a pesar de la evidencia de que vacas tratadas con placebo tuvieron intervalos parto-concepción más largos y tasas de descarte más altas. Tasas exitosas de tratamiento son mayores para los casos leves de endometritis en comparación con los casos severos y la tasa de éxito es reducida si la descarga vaginal tiene un olor fétido (Sheldon *et al.*, 2004).

2.6. Efecto de la endometritis sobre la reproducción del bovino

La endometritis provoca infertilidad en el momento de la infección y subfertilidad incluso después de la resolución exitosa de la enfermedad. Se estima que en las vacas con endometritis el porcentaje de concepción es aproximadamente 20% menor y el intervalo entre partos es 30 días más, lo que da como resultado un 3% más de animales eliminados debido a razones de fracaso reproductivo (LeBlanc *et al.*, 2002b).

La presencia de contaminación bacteriana uterina altera el delicado ambiente hormonal del eje hipotálamo-pituitaria-ovario y altera el desarrollo y crecimiento folicular. Además, se asume que la presencia y persistencia de organismos patógenos que causan endometritis imposibilita el establecimiento de la preñez. Así, la endometritis tiene un efecto perjudicial sobre la rentabilidad del establo, extendiendo el intervalo parto-concepción e incrementando el número de servicios por concepción (Sheldon *et al.*, 2004).

2.6.1. Efecto de la endometritis sobre el eje hipotálamo-hipófisis-gónada-útero

Existen muchas formas por las cuales los efectos negativos de la endometritis clínica pueden tener lugar: a través del retraso en el retorno a la ciclicidad después del parto, a través de la producción de cuerpos lúteos más pequeños con concentraciones circulantes menores de progesterona, a través de la manifiesta alteración del ambiente uterino y, a través de un desarrollo embrionario perjudicado (Giuliodori *et al.*, 2013).

2.6.2. Efecto de la endometritis sobre la fertilidad

La endometritis reduce la fertilidad reduciendo las oportunidades de la concepción. Consecuentemente, hay un incremento en el intervalo parto-concepción, el número de servicios por preñez y la proporción de vacas que fracasan para concebir (Parkinson, 2009). En el estudio realizado por Giuliodori *et al.* (2013), la endometritis clínica incrementó el riesgo de no preñez por 200 días postparto, redujo el riesgo de preñez por 300 días postparto y extendió el intervalo parto-concepción en aproximadamente 70 días. Igualmente, la endometritis clínica incrementó el riesgo de descarte de la vaca. Por lo tanto, esta enfermedad tiene varios efectos negativos sobre el desempeño reproductivo.

2.6.3. Efecto de la endometritis sobre los parámetros reproductivos

Se ha observado una asociación entre la mayoría de las enfermedades del periparto, donde las vacas que experimentan estas enfermedades incrementan el intervalo desde el parto al primer estro, al primer servicio y a la concepción (McDougall, 2001). En general, el tiempo promedio de preñez para las vacas con endometritis clínica fue 32 días más que en las vacas normales. Hubo un ligero retraso de 3 días a la primera inseminación respecto a las vacas

saludables y hubo una reducción pronunciada de 30% en el riesgo de preñez al primer servicio (Hillman y Gilbert, 2008).

Por otro lado, los servicios por concepción se incrementan entre 1.67 hasta 2.42. El descarte de vacas que fracasan para concebir está entre 14% al 21% en comparación a porcentaje de descarte de 5% en los animales no afectados (Parkinson, 2009). Las consecuencias de la endometritis subclínica son menos severas en los animales de primera lactación, aunque la tasa primer servicio-concepción está disminuida para ambos grupos etarios, el tiempo total a la preñez no está afectado en las vacas primíparas con endometritis subclínica (Gilbert, 2016).

2.6.4. Efecto de la endometritis sobre el desempeño reproductivo: síndrome de la vaca repetidora

La vaca repetidora es definida como una vaca con ciclicidad normal y sin anomalías clínicas que no ha logrado concebir después de por lo menos dos inseminaciones sucesivas. En la práctica, algunos animales habrán sido inseminados en un momento incorrecto, otros pueden padecer cambios patológicos que son difíciles de palpar, o infecciones uterinas no diagnosticadas. Los principales problemas patológicos asociados con las vacas repetidoras son la endometritis subclínica, la ovulación retardada y el insuficiente funcionamiento del cuerpo lúteo (Ptaszynka, 2007).

Pothmann *et al.* (2015) determinaron que la presencia de endometritis subclínica en las vacas repetidoras fue de 12.7% pero que los patógenos más comunes *E. coli* y *T. pyogenes* fueron hallados en 4 de 121 vacas. Además, encontraron que había actividad ovárica en el 95% de los animales.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio

El estudio se realizó en tres establos lecheros comerciales de crianza intensiva ubicados en la provincia de Lima, departamento de Lima, durante los meses de marzo de 2016 a agosto de 2017. Se consideraron como criterios de inclusión para los establos lecheros a los siguientes puntos: que se encuentren en el departamento de Lima, que sean de producción intensiva, que su alimentación sea en base a forraje y concentrado, que cuenten con ordeño mecánico, que usen inseminación artificial, que tengan más de 200 vacas en producción y que tengan vacas de raza tipo Holstein mayoritariamente. Se utilizaron los datos de las vacas diagnosticadas con endometritis mediante la técnica de Metrichcek® realizada por el veterinario encargado de los animales.

3.2. Animales

En el presente estudio se trabajó con un total de 289 vacas lecheras de crianza intensiva de establos del departamento de Lima. Se formaron dos grupos de tratamiento:

Grupo sin endometritis: Se incluyeron todas las vacas que al realizar el diagnóstico de endometritis a los 35 días post parto dieron negativo al diagnóstico empleando la técnica de Metrichcek® (puntuación 0 y 1).

Grupo con endometritis: Se incluyeron todas las vacas que al realizar el diagnóstico de endometritis a los 35 días post parto dieron positivo al diagnóstico empleando la técnica de Metrichcek® (puntuación 2, 3, 4 y 5).

3.3. Metodología

3.3.1. Técnica usada para el diagnóstico de endometritis

El diagnóstico de endometritis se realizó el día 35 postparto de cada vaca. El diagnóstico se realizó empleando el dispositivo comercial Metrichcek®, el cual posee una sensibilidad del 69.3% (Runciman *et al.*, 2009). El flujo visualizado dentro de la superficie cóncava del dispositivo o adherido a la superficie convexa del dispositivo se analizó y clasificó dentro de la escala descrita por McDougall *et al.* (2007). Las hembras que presentaron una puntuación mayor a 1 fueron consideradas como positivas al diagnóstico de endometritis.

3.3.2. Calculo de parámetros que evalúan desempeño reproductivo del primer servicio

El desempeño reproductivo del primer servicio se evaluó mediante cuatro aspectos descritos a continuación:

- a) **Intervalo parto primer servicio**, es el tiempo transcurrido desde el parto a la primera inseminación.
- b) **Porcentaje de vacas servidas durante los 81 primeros días postparto**, es el porcentaje de vacas que fueron servidas por lo menos una vez durante los primeros 81 días post parto.
- c) **Tasa de concepción a primer servicio**, es el porcentaje de vacas que logró quedar preñada al primer servicio.
- d) **Probabilidad de que las vacas sean servidas por primera vez**, evalúa la probabilidad de que una vaca sea servida considerando el periodo de tiempo en el que se produce el evento (primer servicio).

3.4. Análisis de datos

El intervalo parto primer servicio se analizó utilizando un modelo lineal generalizado empleando la distribución gamma y como función de enlace logaritmo. El porcentaje de vacas servidas durante los 81 primeros días postparto y la tasa de concepción a primer servicio se analizaron empleando la regresión logística. Como variables independientes en el modelo se analizaron la época de parto (verano, invierno), establo (1, 2 y 3), número de partos (primíparas vs multíparas), época de servicio (verano, invierno) y endometritis (presencia, ausencia).

La probabilidad de que las vacas sean servidas por primera vez fue evaluada usando el modelo de regresión de riesgos proporcionales de Cox (Pinedo, 2011). Las variables independientes utilizadas para el análisis fueron la presencia de endometritis, la época de parto, establo, número de partos y época de servicio. Los valores beta estimados, el error estándar del beta estimado y los Hazard ratios (HR) son reportados. Para el análisis de regresión de riesgos relativos de Cox se utilizaron como variables de referencia el grupo con endometritis, el invierno para la estación de parto, el establo 3 para establos. El riesgo relativo se usó como una medida epidemiológica de asociación entre las variables independientes y la variable dependiente. Para el análisis estadístico se empleó el software IBM SPSS Statistics 22. En todos los análisis se consideró como significativa una probabilidad menor al 5%.

IV. RESULTADOS

El presente trabajo evaluó diferentes aspectos del desempeño reproductivo al primer servicio de vacas con y sin diagnóstico de endometritis. Entre estos aspectos se evaluó el intervalo parto-primer servicio según las variables analizadas. Los resultados se observan en el cuadro 6. Se halló que las vacas sin endometritis tuvieron un menor intervalo parto-primer servicio que las vacas que tuvieron endometritis ($p < 0.05$). Se encontró también que el intervalo parto-primer servicio tuvo un efecto significativo en las variables establo, estación de parto y endometritis ($p < 0.05$), no encontrándose efecto significativo de las variables número de partos y estación de servicio ($p > 0.05$).

Cuadro 6. Promedio y límite de confianza del Intervalo parto-primer servicio según las variables establo, época de parto, número de partos, época de servicio y presentación de endometritis

		n	Promedio \pm L.C.
Establo	Establo 1	101	76.29 \pm 2.43 ^a
	Establo 2	68	64.74 \pm 2.62 ^b
	Establo 3	73	73.81 \pm 4.30 ^a
Época de parto	Verano	32	83.97 \pm 7.69 ^a
	Invierno	210	70.51 \pm 1.74 ^b
Número de partos	Primípara	55	75.13 \pm 4.68 ^a
	Múltipara	187	71.46 \pm 2.03 ^a
Época de servicio	Verano	31	77.58 \pm 4.26 ^a
	Invierno	211	71.52 \pm 2.07 ^a
Endometritis	Normal	112	70.91 \pm 2.42 ^b
	Endometritis	130	73.48 \pm 2.84 ^a

n: número de animales, L.C.: límite de confianza al 95%

Letras diferentes indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

Con respecto a establos, se encontró que el establo 2 tuvo un menor intervalo parto-primer servicio en comparación con los establos 1 y 3 ($p < 0.05$). En relación con la estación de parto, se encontró que las vacas paridas en invierno tuvieron un menor intervalo parto-primer servicio que las vacas paridas en verano ($p < 0.05$) (Cuadro 6).

Para evaluar el efecto de la presencia o ausencia de endometritis sobre el porcentaje de vacas servidas a los 81 días se realizó un análisis de regresión logística con selección de variables hacia atrás, pudiéndose observar los resultados en el cuadro 7. Del modelo final fue eliminada la variable número de partos, ya que presentó un nivel de significancia mayor a 0.20. En el modelo final fueron incluidas las variables establo, época de parto, época de servicio y endometritis, siendo significativas las variables establo, época de parto y endometritis.

Cuadro 7. Resultados de análisis de regresión logística para el porcentaje de vacas servidas durante los 81 primeros días postparto según las variables establo, época de parto, época de servicio y presencia de endometritis

	β^1	Error estándar	Wald	gl ²	Sig. ³	OR ⁴	IC ⁵ al 95% para OR	
							Inferior	Superior
Establo			30.505	2	0.000			
Establo 1	-1.364	0.388	12.363	1	0.000	0.256	0.119	0.547
Establo 2	1.456	0.544	7.162	1	0.007	4.290	1.477	12.462
Establo 3	Ref.							
Época de Parto								
Verano	-1.127	0.441	6.538	1	0.011	0.324	0.136	0.769
Invierno	Ref.							
Época de servicio								
Verano	-0.611	0.461	1.754	1	0.185	0.543	0.220	1.341
Invierno	Ref.							
Endometritis								
Sin endometritis	0.873	0.341	6.553	1	0.010	2.395	1.227	4.674
Con endometritis	Ref.							

1 coeficiente de regresión; 2 grados de libertad; 3 significancia; 4 odds ratio; 5 intervalo de confianza.

Se encontró que las vacas sin endometritis tienen 2.4 veces más oportunidad de ser servidas antes de los 81 días postparto que las vacas que presentaron endometritis ($p=0.01$). Por otro lado, las vacas que parieron en verano tuvieron 0.32 veces menos oportunidad de ser servidas que las vacas que parieron en invierno ($p=0.01$). Así también, se encontró que el establo es un factor relacionado con el porcentaje de vacas servidas a los 81 días, encontrándose que las vacas del establo 2 tienen 4.29 veces más oportunidades de ser servidas que las vacas del establo 3 ($p=0.01$) y que las vacas del establo 1 tienen 0.26 veces menos oportunidad de ser servidas que las vacas del establo 3 ($p<0.01$).

En el cuadro 8 se puede observar el porcentaje de vacas servidas a los 81 días postparto encontrado en el estudio según las diferentes variables evaluadas. Como se mencionó anteriormente, el establo, la época de parto y endometritis fueron variables que influyeron en el porcentaje de vacas servidas a los 81 días. Con respecto a la endometritis, podemos observar que 60% de las vacas con endometritis fueron servidas, mientras que un 67% de vacas sin endometritis fueron servidas en el mismo plazo.

Cuadro 8. Porcentaje y límite de confianza de vacas servidas durante los 81 primeros días postparto según las variables establo, época de parto, número de partos, época de servicio y presencia de endometritis

		n	Porcentaje \pm L.C.
Establo	Establo 1	102	43.14 % \pm 9.61 %
	Establo 2	70	90.00 % \pm 7.03 %
	Establo 3	79	67.09 % \pm 10.36 %
Época de parto	Verano	34	44.12 % \pm 16.69 %
	Invierno	217	66.82 % \pm 6.26 %
Número de partos	Primípara	56	60.71 % \pm 12.79 %
	Múltipara	195	64.62 % \pm 6.71 %
Época de servicio	Verano	31	38.71 % \pm 17.15 %
	Invierno	211	70.14 % \pm 6.17 %
Endometritis	Normal	115	67.83 % \pm 8.54 %
	Endometritis	136	60.29 % \pm 8.22 %

n: número de animales, L.C.: límite de confianza al 95%.

Los resultados del efecto de la presencia o ausencia de endometritis y otras variables sobre la tasa de concepción a primer servicio se observan en los cuadros 9 y 10. En el análisis de regresión logística, no se encontró efecto significativo en ninguno de los factores evaluados (cuadro 9).

Cuadro 9. Resultados de análisis de regresión logística para tasa de concepción a primer servicio según las variables establo, época de parto, época de servicio, número de partos y presencia de endometritis

	β^1	Error estándar	Wald	gl ²	Sig. ³	OR ⁴
Establo			0.640	2	0.726	
Establo 1	0.305	0.440	0.479	1	0.489	1.357
Establo 2	0.315	0.445	0.500	1	0.480	1.370
Establo 3	Ref.					
Época de Parto						
Verano	0.101	0.487	0.043	1	0.836	1.106
Invierno	Ref.					
Época de servicio						
Verano	0.322	0.525	0.376	1	0.540	1.380
Invierno	Ref.					
Número de partos						
Primípara	0.223	0.405	0.302	1	0.583	1.249
Múltipara	Ref.					
Endometritis						
Sin endometritis	0.078	0.335	0.053	1	0.817	1.081
Con endometritis	Ref.					

¹ coeficiente de regresión; ² grados de libertad; ³ significancia; ⁴ odds ratio.

En el cuadro 10 se puede observar que las tasas de concepción a primer servicio estuvieron alrededor del 20%, siendo muy similares en los diferentes factores. En el caso de las vacas con endometritis, estas presentaron una tasa de concepción de 19% en comparación con un 21% en las vacas sin endometritis.

Para el efecto de la presencia o ausencia de endometritis sobre la probabilidad de que las vacas sean servidas por primera vez en relación con

los días en lactación se empleó un análisis de regresión de Cox, cuyos resultados se pueden observar en el cuadro 11. Se realizó un análisis de regresión de Cox con selección de variables hacia atrás. Del modelo final de regresión de Cox fue eliminada la variable número de partos, ya que presentó un nivel de significancia mayor a 0.20, siendo incluidas en el modelo final, todas las variables significativas: establo, época de parto y endometritis.

Cuadro 10. Porcentaje y límite de confianza de la tasa de concepción a primer servicio según las variables establo, época de parto, época de servicio, número de partos y presencia de endometritis

		N	Porcentaje ± L.C.
Establo	Establo 1	101	22.77 % ± 8.18 %
	Establo 2	68	20.59 % ± 9.61 %
	Establo 3	73	16.44 % ± 8.50 %
Época de parto	Verano	32	21.88 % ± 14.32 %
	Invierno	210	20.00 % ± 5.41 %
Número de partos	Primípara	55	21.82 % ± 10.92 %
	Múltipara	187	19.79 % ± 5.71 %
Época de servicio	Verano	31	25.81 % ± 15.40 %
	Invierno	211	19.43 % ± 5.34 %
Endometritis	Normal	112	21.43 % ± 7.60 %
	Endometritis	130	19.23 % ± 6.77 %

N: número de animales, L.C.: límite de confianza al 95%.

En relación con la presencia o ausencia de endometritis, se encontró que las vacas sin endometritis tuvieron 1.33 más probabilidades de ser servidas por primera vez antes que las vacas con endometritis ($p=0.04$). Del mismo modo, las vacas paridas en invierno tuvieron 2.49 más probabilidades de ser servidas por primera vez antes que las vacas paridas en verano ($p<0.01$). Con respecto a los establos, las vacas del establo 2 tuvieron 2.01 más probabilidades de ser servidas por primera vez antes que las vacas del establo 3 ($p<0.01$), mientras que no hubo diferencia entre las vacas del establo 1 y el establo 3.

En la figura 2 se puede observar el porcentaje acumulado de vacas servidas según días en lactación para las vacas con endometritis y sin endometritis.

Como se observa, las vacas que no tuvieron endometritis fueron servidas más pronto que las vacas con endometritis.

Cuadro 11. Resultados del análisis de regresión de Cox para la probabilidad de que las vacas sean servidas por primera vez en relación con los días en lactación según las variables establo, época de parto, época de servicio, número de partos y presencia de endometritis

	B ¹	Error estándar	Wald	gl ²	Sig. ³	HR ⁴	IC ⁵ al 95% para HR	
							Inferior	Superior
Establo			32.240	2	0.000			
Establo 1	-0.247	0.170	2.107	1	0.147	0.781	0.560	1.090
Establo 2	0.701	0.186	14.277	1	0.000	2.017	1.402	2.902
Establo 3	Ref.							
Época de Parto								
Invierno	0.912	0.216	17.733	1	0.000	2.488	1.628	3.803
Verano	Ref.							
Endometritis								
Sin endometritis	0.284	0.138	4.239	1	0.040	1.328	1.014	1.741
Con endometritis	Ref.							

¹ coeficiente de regresión; ² grados de libertad; ³ significancia; ⁴ hazard ratio; ⁵ intervalo de confianza.

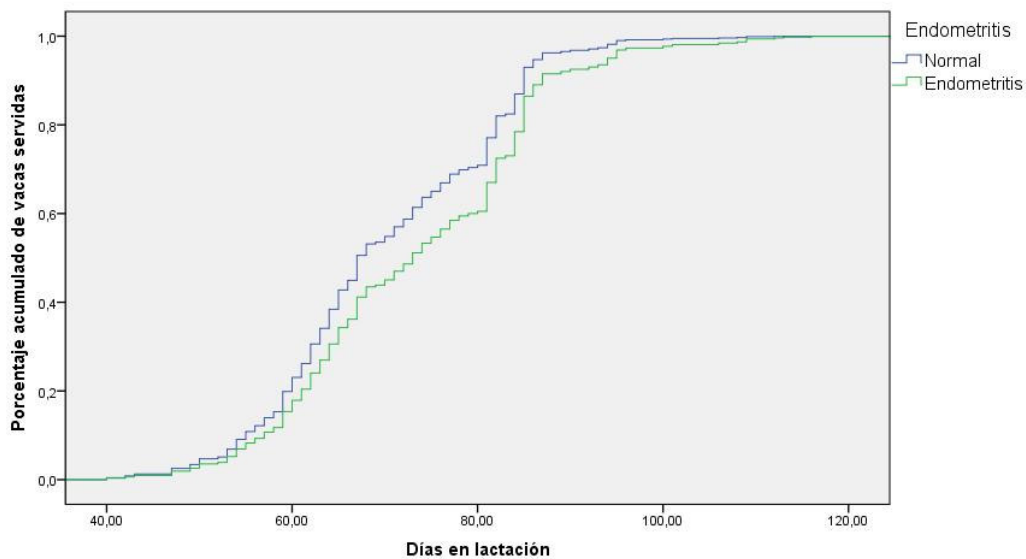


Figura 2. Curva del porcentaje de vacas servidas según días en lactación en las vacas con y sin endometritis.

V. DISCUSIÓN

El propósito del presente trabajo fue evaluar el efecto de la presencia o ausencia de endometritis sobre el desempeño reproductivo de los establos lecheros de Lima y dilucidar si la presentación de endometritis es responsable de las bajas tasas de preñez encontradas en los establos lecheros (LeBlanc *et al.*, 2002b; Gilbert *et al.*, 2005; Sheldon *et al.*, 2006). Con este propósito, el presente trabajo se centró en evaluar la presencia o ausencia de endometritis sobre el desempeño reproductivo a primer servicio, puesto que esta primera etapa sería por lógica la más afectada con la presentación de infecciones uterinas postparto. Para esto se evaluaron cuatro aspectos del desempeño reproductivo a primer servicio: a) intervalo parto - primer servicio, b) porcentaje de vacas servidas durante los 81 primeros días postparto, c) tasa de concepción a primer servicio y d) probabilidad de que las vacas sean servidas por primera vez.

Para diagnosticar la presencia o ausencia de endometritis se utilizó el dispositivo comercial Metrichcek®, el cual posee una sensibilidad del 69.3% y es un método validado y empleado en muchos trabajos científicos para diagnosticar la endometritis (McDougall *et al.*, 2007; Pleticha *et al.*, 2009; Recce, 2013; Bittar *et al.*, 2014., De Boer *et al.*, 2015).

Los resultados demuestran que la presencia de endometritis el día 35 postparto influye negativamente en el intervalo parto-primer servicio, prolongando el tiempo al primer servicio. Estos resultados coinciden con los encontrados por Gautam *et al.* (2009), quien encontró que las vacas con

endometritis severas tuvieron más días abiertos (325 vs. 120; $p < 0.001$) que las vacas que no presentaron endometritis. Esto probablemente está relacionado al hallazgo de flujos purulentos o turbios al momento de la inseminación artificial o al incremento de anestros que también podrían estar relacionados con la presencia de endometritis (Caraviello *et al.*, 2006, Fetrow *et al.*, 2007, LeBlanc, 2013). Se encontró también que el intervalo parto-primer servicio tuvo un efecto significativo en las variables establo y estación de parto. Con respecto a establos, es interesante mencionar que el establo 2 tuvo un menor intervalo parto-primer servicio en comparación con los establos 1 y 3, lo cual podría estar relacionado a prácticas de manejo nutricional, sanitario y reproductivo de este establo. Estudios anteriores encontraron también que el factor establo es trascendente en el desempeño reproductivo y sobre todo en los parámetros relacionados con la gestión administrativa como es el caso de la tasa de servicio, que depende muchísimo de las prácticas de manejo reproductivo de cada establo (Sandoval *et al.*, 2017).

En relación con la estación de parto, se encontró que las vacas paridas en invierno tuvieron un menor intervalo parto-primer servicio que las vacas paridas en verano, esto podría estar relacionado también al estrés calórico experimentado por los animales en este periodo (Dash *et al.*, 2016), el cual está asociado a una mayor incidencia de anestros, endometritis y celos silentes que las vacas que parieron en invierno (Ali *et al.*, 2009). Incluso podríamos agregar que Ali *et al.* (2009) encontró que la incidencia de endometritis es mayor en los meses de verano que en invierno.

Ya que se encontró que la diferencia entre los intervalos a primer servicio de las vacas con y sin presencia de endometritis sólo tuvieron una diferencia en promedio de 3 días aproximadamente, se evaluó el porcentaje de vacas inseminadas durante los primeros 81 días postparto, considerándose el período voluntario de espera habitual (60 días) más un ciclo estral adicional (21 días). Los resultados al evaluar el porcentaje de vacas inseminadas durante los primeros 81 días postparto marcaron una mayor diferencia, encontrándose que las vacas sin endometritis tienen 2.4 veces más oportunidad de ser servidas antes de los 81 días postparto que las vacas que presentaron endometritis al

día 35 postparto. Esto probablemente se debe a las mismas razones anteriormente descritas. Se encontró que sólo 60% de las vacas con endometritis fueron servidas antes de los 81 días, mientras que un 67% de vacas sin endometritis fueron servidas en el mismo plazo.

Por otro lado, las vacas que parieron en verano tuvieron solo 0.32 veces menos oportunidad de ser servidas que las vacas que parieron en invierno y se demostró que aquí también el factor establo es de suma trascendencia puesto que las vacas del establo 2 tuvieron 4.29 veces más oportunidad de ser servidas que las vacas del establo 3 y que las vacas del establo 1 tuvieron 0.26 veces menos oportunidad de ser servidas que las vacas del establo 3, los que nos indica que el manejo administrativo es un factor de vital importancia en el desempeño reproductivo.

Asimismo, se demostró que las vacas sin endometritis tienen 1.33 más probabilidades de ser servidas por primera vez antes que las vacas con endometritis. Esto demuestra una vez más que un plan de control y prevención de la endometritis puede mejorar las tasas de servicio de los establos lecheros de Lima. Del mismo modo, las vacas paridas en verano tuvieron 2.49 más probabilidades de ser servidas por primera vez antes que las vacas paridas en invierno ($p < 0.01$). Con respecto a los establos, las vacas del establo 2 tuvieron 2.01 más probabilidades de ser servidas por primera vez antes que las vacas del establo 3 ($p < 0.01$), mientras que no hubo diferencia entre las vacas del establo 1 y el establo 3.

Contrariamente a nuestros supuestos, no se encontró efecto significativo de la presencia de endometritis, ni de ninguna de las otras variables evaluadas sobre la tasa de concepción a primer servicio. Se esperaba que la tasa de concepción a primer servicio disminuya un 16% tal como fue encontrado por Fourichon *et al.* (2000) en un metaanálisis realizado con 23 estudios relacionados a la presentación de la endometritis. Esto podría deberse a que estos estudios sólo consideraron la presentación de casos de endometritis severas en su análisis, pero no de endometritis leves (Gautam *et al.*, 2009). Por otro lado, resulta preocupante, que las tasas de concepción a primer servicio estén alrededor del 20% y sean similares en los diferentes factores. Las bajas

tasas de concepción podrían deberse al mejoramiento genético realizado en base al nivel productivo dejando de lado el mejoramiento genético relacionado al desempeño reproductivo y sanitario. Existen estudios que indican que el tamaño de la granulosa folicular, del cuerpo lúteo, los niveles de progesterona producida por el cuerpo lúteo y los niveles de interferón tau producidos por el embrión al reconocimiento materno de la preñez son más bajos en la vaca actual en comparación con la vaca de hace muchos años atrás (Lucy, 2001).

Los resultados del presente estudio demuestran una vez más que los veterinarios y asesores de establo deben comprender que el ganado lechero de alta producción tiene una baja tasa de concepción y que deben esforzarse en mejorar la tasa de servicio (Sandoval, 2017), siendo esta la clave del éxito (Fricke, 2001). La tasa de concepción de las vacas lecheras probablemente es un factor poco manipulable con el cambio o ajuste de factores como manejo del establo, época de parto, época de servicio, número de partos y presencia o ausencia de endometritis. Sin embargo, mejorar la tasa de servicio en los establos lecheros en esta primera etapa de su ciclo reproductivo mediante programas de prevención y control de la endometritis podría mejorar el desempeño reproductivo de los establos lecheros. Los veterinarios deben ser capaces de identificar exactamente y verdaderamente las vacas enfermas de tal manera que puedan ser administrados a tiempo los tratamientos apropiados (Barlund *et al.*, 2008).

VI. CONCLUSIONES

- La presencia de endometritis incrementa significativamente el intervalo parto - primer servicio, el porcentaje de vacas servidas durante los 81 primeros días postparto y disminuye la probabilidad de que las vacas sean servidas por primera vez.
- La presencia de endometritis no afecta la tasa de concepción a primer servicio.

VII. RECOMENDACIONES

- Los establos lecheros de crianza intensiva de la costa del país deben mejorar sus estrategias de prevención y control de endometritis y para así mejorar el desempeño reproductivo a primer servicio de sus hatos.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **AGALEP [Asociación de Ganaderos Lecheros del Perú]. 2015.** Informe del sector lácteo - enero. Lima: AGALEP. 13 p.
2. **Ali A, Abdel-Razek A, Derar R, Abdel-Rheem HA, Shehata S. 2009.** Forms of Reproductive Disorders in Cattle and Buffaloes in Middle Egypt. *Reprod. Dom. Anim.* 44: 580–586.
3. **Arévalo I. 2017.** Niveles de calcio sérico y su relación con la presentación de endometritis post puerperal diagnosticada con Metrichex® en vacas lecheras de crianza intensiva de Lima. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 90 p.
4. **Azawi OI. 2008.** Postpartum uterine infection in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 105: 187-208.
5. **Ball PJH, Peters AR. 2004.** Reproductive problems. En: *Reproduction in cattle*. 3ª ed. Oxford: Blackwell Publishing. 251 p.
6. **Barlund CS, Carruthers TD, Waldner CL, Palmer CW. 2008.** A comparison of diagnostic techniques for postpartum endometritis in dairy cattle. *Theriogenology* 69: 714-723.
7. **Bittar JH, Pinedo PJ, Risco CA, Santos JE, Thatcher WW, Hencken KE, Croyle S, Gobikrushanth M, Barbosa CC, Vieira-Neto A, Galvão KN. 2015.** Inducing ovulation early postpartum influences uterine health and fertility in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97: 3558-3569.
8. **Bell MJ, Roberts DJ. 2007.** The impact of uterine infection on a dairy cow's performance. *Theriogenology* 68: 1074-1079.

9. **Caraviello DZ, Weigel KA, Craven M, Gianola D, Cook NB, Nordlund KV, Fricke PM, Wiltbank MC. 2006.** Analysis of reproductive performance of lactating cows on large dairy farms using machine learning algorithms. *J. Dairy Sci.* 89: 4703-4722.
10. **Carneiro LC, Ferreira AF, Padua M, Saut JP, Ferraudo AS, dos Santos RM. 2014.** Incidence of subclinical endometritis and its effects on reproductive performance of crossbred dairy cows. *Trop. Anim. Health Prod.* 46: 1435-1439.
11. **Cheong SH, Nydam DV, Galvão KN, Crosier BM, Gilbert RO. 2011.** Cow-level and herd-level risk factors for subclinical endometritis in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 94: 762-770.
12. **Cheong SH, Nydam DV, Galvão KN, Crosier BM, Ricci A, Caixeta LS, Sper RB, Fraga M, Gilbert RO. 2012.** Use of reagent test strips for diagnosis of endometritis in dairy cows. *Theriogenology* 77: 858-864.
13. **Dash S, Chakravarty AK, Singh A, Upadhyay A, Singh M, Yousuf S. 2016.** Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: A review. *Veterinary World* 9(3): 235-244.
14. **de Boer MW, LeBlanc SJ, Dubuc J, Meier S, Heuwieser W, Arlt S, Gilbert RO, McDougall S. 2014.** Invited review: Systematic review of diagnostic tests for reproductive-tract infection and inflammation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97: 3983-3999.
15. **de Boer M, Buddle BM, Heuer C, Hussein H, Zheng T, LeBlanc SJ, McDougall S. 2015.** Associations between intrauterine bacterial infection, reproductive tract inflammation, and reproductive performance in pasture-based dairy cows. *Theriogenology* 83: 1514-1524.
16. **Dubuc J, Denis-Robichaud J. 2017.** A dairy herd-level study of postpartum diseases and their association with reproductive performance and culling. *J. Dairy Sci.* 100: 1-11.
17. **Dubuc J, Duffield TF, Leslie KE, Walton JS, LeBlanc SJ. 2010a.** Definitions and diagnosis of postpartum endometritis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93: 5225-5233.

18. **Dubuc J, Duffield TF, Leslie KE, Walton JS, LeBlanc SJ. 2010b.** Risk factors for postpartum uterine diseases in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93: 5764-5771.
19. **Fetrow J, McClary D, Harman R, Butcher K, Weaver L, Studer E, Ehrlich J, Etherington W, Guterbock W, Klingborg D, Reneau J, Williamson N. 1990.** Calculating selected reproductive indices: recommendations of the American Association of Bovine Practitioners. *J Dairy Sci* 73: 78-90.
20. **Fetrow J, Stewart S, Eicker S, Rapnicki P. 2007.** Reproductive health programs for dairy herds: analysis of records for assessment of reproductive performance. En: Youngquist RS, Threlfall WR, eds. *Current therapy in large animal theriogenology*. 2^a ed. Missouri: Saunders Elsevier. p 473-489.
21. **Fodor I, Ózsvári L. 2015.** The evaluation of reproductive performance in dairy herds. En: *Proceedings of the 5th International Conference on Management 2015*. Gödöllő: Szent István University.
22. **Földi J, Kulcsár M, Pécsi A, Huyghe B, de Sa C, Lohuis JACM, Cox P, Huszenicza G. 2006.** Bacterial complications of postpartum uterine involution in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 96: 265-281.
23. **Fourichon C, Seegers H, Malher X. 2000.** Effect of disease on reproduction in the dairy cow: a meta-analysis. *Theriogenology* 53, 1729–1759.
24. **Fricke PM. 2001.** Entendiendo la clave para una reproducción exitosa. *Novedades Lácteas. Reproducción y Selección Genética* N° 606. Instituto Babcock. Universidad de Wisconsin. [Internet], [03 Mayo 2018]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/159781785/La-Clave-Parauna-Reproduccion-Exitosa>
25. **Gautam G, Nakao T, Yusuf M, Koike K. 2009.** Prevalence of endometritis during the postpartum period and its impact on subsequent reproductive performance in two Japanese dairy herds. *Anim. Reprod. Sci.* 116: 175-187.
26. **Gilbert RO. 2016.** Management of reproductive disease in dairy cows. *Vet. Clin. Food Anim.* 32: 387-410.
27. **Gilbert RO, Shin ST, Guard CL, Erb HN, Frajblat M. 2005.** Prevalence of endometritis and its effects on reproductive performance of dairy cows. *Theriogenology* 64: 1879-1888.

28. **Giuliodori MJ, Magnasco RP, Becu-Villalobos D, Lacau-Mengido IM, Risco CA, de la Sota RL. 2013.** Clinical endometritis in an Argentinean herd of dairy cows: risk factors and reproductive efficiency. *J. Dairy Sci.* 96: 1-9.
29. **Gröhn YT, Rajala-Schultz PJ. 2000.** Epidemiology of reproductive performance in dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61: 605-614.
30. **Hillman R, Gilbert RO. 2008.** Reproductive diseases. En: Divers TJ, Peek SF, eds. *Rebhun's diseases of dairy cattle*. 2^a ed. Missouri: Saunders Elsevier. p 395-446.
31. **Heuwieser W, Tenhagen BA, Tischer M, Luhr J, Blum H. 2000.** Effect of three programmes for the treatment of endometritis on the reproductive performance of a dairy herd. *Vet. Rec.* 146: 338 – 341.
32. **Inchaisri C, Jorritsma R, Vos PLAM, van der Weijden GC, Hogeveen H. 2010.** Economic consequences of reproductive performance in dairy cattle. *Theriogenology* 74: 835-846.
33. **INEI [Instituto Nacional de Estadística e Informática]. 2013.** Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima: INEI. 63 p.
34. **INEI [Instituto Nacional de Estadística e Informática]. 2017.** Producción nacional. Informe Técnico N°2. Lima: INEI. 57 p.
35. **Inostroza MA, Sepúlveda NG. 1999.** Actividad reproductiva postparto en vacas lecheras frisonas. *Arch. Zootec.* 48: 429-432.
36. **Kasimanickam R, Duffield TF, Foster RA, Gartley CJ, Leslie KE, Walton JS, Johnson WH. 2005.** A comparison of the cytobrush and uterine lavage techniques to evaluate endometrial cytology in clinical normal postpartum dairy cows. *Can. Vet. J.* 46: 255-259.
37. **Kim I-H, Kang H-G. 2003.** Risk factors for postpartum endometritis and the effect of endometritis on reproductive performance in dairy cows in Korea. *J. Reprod. Develop.* 49(6): 485-491.
38. **Lambertz C, Völker D, Janowitz U, Gauly M. 2014.** Evaluation of vaginal discharge with the Metrichheck device and the relationship to reproductive performance in postpartum dairy cows. *Anim. J. Sci.* 85(9): 848-852.
39. **LeBlanc SJ. 2008.** Postpartum uterine disease and dairy herd reproductive performance: a review. *Vet. J.* 176: 102-114.

40. **LeBlanc SJ. 2013.** Is a high level of milk production compatible with good reproductive performance in dairy cows? *Animal Frontiers* 3(4): 84-91.
41. **LeBlanc SJ, Duffield TF, Leslie KE, Bateman KG, Keefe GP, Walton JS, Johnson WH. 2002a.** Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85: 2223-2236.
42. **LeBlanc SJ, Duffield TF, Leslie KE, Bateman KG, Keefe GP, Walton JS, Johnson WH. 2002b.** The effect of treatment of clinical endometritis on reproductive performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85: 2237–2249.
43. **Lucy MC. 2001.** Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *J. Dairy Sci.* 84(6): 1277–1293.
44. **Madoz LV, Giuliadori MJ, Migliorisi AL, Jaureguiberry M, de la Sota RL. 2014.** Endometrial cytology, biopsy, and bacteriology for the diagnosis of subclinical endometritis in grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97: 195-201.
45. **McDougall S. 2001.** Effects of periparturient diseases and conditions on the reproductive performance of New Zealand dairy cows. *New. Zeal. Vet. J.* 49(2): 60-67.
46. **McDougall S, Macaulay R, Compton C. 2007.** Association between endometritis diagnosis using a novel intravaginal device and reproductive performance in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 99: 9-23.
47. **MINAG [Ministerio de Agricultura y Riego]. 2017.** Diagnóstico de crianzas priorizadas para el Plan Ganadero 2017-2021. Lima: Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria. 69 p.
48. **Murray R. 2009.** Evaluación reproductiva mensual. Sitio Argentino de Producción Animal. [Internet], [02 febrero 2018]. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/150-evaluacion.pdf
49. **Orrego J, Delgado A, Echevarría L. 2003.** Vida productiva y principales causas de descarte de vacas Holstein en la cuenca de Lima. *Rev. Inv. Vet. Perú* 14(1): 68-73.

50. **Ortiz D, Camacho J, Echevarría L. 2009.** Parámetros reproductivos del ganado vacuno en la cuenca lechera de Lima. *Rev. Inv. Vet. Perú* 20(2): 196-202.
51. **Palmer C. 2015.** Postpartum uterine infection. En: Hopper RM, ed. *Bovine reproduction*. Iowa: Wiley Blackwell. p 440-448.
52. **Parkinson T. 2009.** Infertility and subfertility in the cow: structural and functional abnormalities, management deficiencies and non-specific infections. En: Noakes DE, Parkinson TJ, England GCW, eds. *Veterinary reproduction and obstetrics*. 9ª ed. Oxford: Saunders Elsevier. p 393-475.
53. **Peter AT. 2015.** Retained fetal membranes. En: Hopper RM, ed. *Bovine reproduction*. Iowa: Wiley Blackwell. p 431-439.
54. **Pinedo PJ. 2011.** Applied statistical analyses for dairy production. En: Risco CA, Retamal PM, eds. *Dairy production medicine*. Londres: Blackwell Publishing. p 263-270.
55. **Pleticha S, Drillich M, Heuwieser W. 2009.** Evaluation of the Metricheck device and the gloved hand for the diagnosis of clinical endometritis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92: 5429-5435.
56. **Pothmann H, Prunner I, Wagener K, Jaureguiberry M, de la Sota RL, Erber R, Aurich C, Ehling-Schulz M, Drillich M. 2015.** The prevalence of subclinical endometritis and intrauterine infections in repeat breeder cows. *Theriogenology* 83(3): 1249-1253.
57. **Potter TJ, Guitian J, Fishwick J, Gordon PJ, Sheldon IM. 2010.** Risk factors for clinical endometritis in postpartum dairy cattle. *Theriogenology* 74: 127-134.
58. **Prunder I, Pothmann H, Wagener K, Giuliadori M, Huber J, Ehling-Schulz, Drillich M. 2014.** Dynamics of bacteriological and cytologic changes in the uterus of postpartum dairy cows. *Theriogenology* 82: 1316-1322.
59. **Ptaszynska M. 2007.** Compendio de reproducción animal. 9ª ed. Montevideo: Sinervia Uruguay S.A. 439 p.
60. **Recce S. 2013.** Utilización del Metricheck® para el diagnóstico de las endometritis en bovinos lecheros. Tesis de Maestría de ciencias veterinarias (Salud Animal). Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral. 77 p.

- 61. Ribeiro ES, Lima FS, Greco LF, Bisinotto RS, Monteiro APA, Favoreto M, Ayres H, Marsola RS, Martinez N, Thatcher WW, Santos JEP. 2013.** Prevalence of periparturient diseases and effects on fertility of seasonally calving grazing dairy cows supplemented with concentrates. *J. Dairy Sci.* 96: 1-16.
- 62. Runciman DJ, Anderson GA, Malmo J. 2009.** Comparison of two methods of detecting purulent vaginal discharge in postpartum dairy cows and effect of intrauterine cephalosporin on reproductive performance. *Aust. Vet. J.* 87: 369-378.
- 63. Sandoval R. 2015.** Determinación de la tasa de servicio y de los factores que la afectan en los establos lecheros intensivos del departamento de Lima. Tesis Magister en Producción y Reproducción Animal. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 75 p.
- 64. Sandoval R, Ruiz L, Carcelén F. 2017.** Determinación de la tasa de servicio y de los factores que la afectan en establos de lechería intensiva de Lima, Perú. *Rev. Inv. Vet. Perú* 28: 314-326.
- 65. Sheldon IM. 2004.** The postpartum uterus. *Vet. Clin. Food Anim.* 20: 569-591.
- 66. Sheldon IM, Dobson H. 2004.** Postpartum uterine health in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 82-83: 295-306.
- 67. Sheldon IM, Noakes DE, Rycroft AN, Pfeiffer DU, Dobson H. 2002.** Influence of uterine bacterial contamination after parturition on dominant follicle selection and follicle growth and function in cattle. *Reprod.* 123: 837-845.
- 68. Sheldon IM, Barret DC, Boyd H. 2004.** The postpartum period. En: Andrews AH, Blowey RW, Boyd H, Eddy RG, eds. *Bovine medicine diseases and husbandry of cattle.* 2ª ed. Oxford: Black Science. p 508-529.
- 69. Sheldon IM, Lewis GS, LeBlanc S, Gilbert RO. 2006.** Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology* 65: 1516-1530.
- 70. Sheldon IM, Williams EJ, Miller ANA, Nash DM, Herath S. 2008.** Uterine diseases in cattle after parturition. *Vet. J.* 176: 115-121.
- 71. Wagner DC, BonDurant RH, Sisco WM. 2001.** Reproductive effects of estradiol cypionate in postpartum dairy cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 219: 220-223.