



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**  
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental  
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

Aplicación de cipionato de estradiol posparto en vacas Holstein y desempeño reproductivo  
en un establo lechero del Valle de Huaura

**Tesis**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista

**Autoras**

Natalia Isabel Nuñez Soto  
Xiomy Meyli Valenzuela Nopeco

**Asesor**

M(o). Rufino Máximo Maguiña Maza

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión  
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental  
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

  
**Rufino Máximo Maguiña Maza**  
Ingeniero Zootecnista  
DNU 351

Huacho – Perú

2026



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

## LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

*“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”*

Facultad De Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias Y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

### INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Núñez Soto Natalia Isabel	76463632	12 de Junio del 2025
Valenzuela Nopeco Xiomy Meyli	77208341	12 de Junio del 2025
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
M(o). Rufino Máximo Maguiña Maza	15733560	0000-0001-7795-5727
DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Velásquez Vergara Carlomagno Ronald	08471692	0000-0001-7707-4591
Tello Alarcón Víctor Israel	15707428	0000-0003-4524-6939
Ríos Salazar Pedro Martin	15591709	0000-0002-4748-5557

# Natalia Isabel Nuñez Soto 021133 Xiomy Meyli Vale...

## APLICACIÓN DE CIPIONATO DE ESTRADIOL POSPARTO EN VACAS HOLSTEIN Y DESEMPEÑO REPRODUCTIVO EN UN EST...

Quick Submit

Quick Submit

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental 2025

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3186005308

Fecha de entrega

17 mar 2025, 10:34 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

17 mar 2025, 10:43 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

BT\_VALENZUELA\_NUNEZ\_2025.pdf

Tamaño de archivo

987.2 KB

72 Páginas

17.193 Palabras

92.041 Caracteres



Página 2 of 83 - Integrity Overview

Identificador de la entrega trn:oid::1:3186005308

## 20% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

### Filtered from the Report

► Bibliography

### Exclusions

► 13 Excluded Matches

### Top Sources

20% Internet sources

8% Publications

5% Submitted works (Student Papers)

### Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

## **DEDICATORIA**

A Dios por la sabiduría y fortaleza para seguir mis metas.  
A toda mi familia, especialmente a mi madre Isabel Rosario Soto Pajares y a mis hermanos Benjamín y José, gracias por su amor y enseñanza que me inspira a nunca rendirme.

Albines, gracias por tu amor y apoyo constante en cada paso de mi camino.

*Natalia Isabel Nuñez Soto*

A Dios, quien ha sido mi guía constante a lo largo de este camino. Su luz y fortaleza me han dado la capacidad de superar los desafíos y mantener la fe en los momentos más difíciles.

A mis queridas madres, Janeth y Martina, quienes, con su amor, apoyo y palabras de aliento en los momentos difíciles me han permitido llegar hasta aquí. Ustedes son mi motivación e inspiración. Gracias por creer en mí, y por ser un pilar fundamental de mis sueños.

*Xiomy Meyli Valenzuela Nopeco*

## AGRADECIMIENTO

- A Dios, por darnos la fortaleza, perseverancia y salud para llegar hasta este momento tan importante en nuestras vidas.
- A nuestras familias, por su amor incondicional, por apoyarnos en cada paso del camino y ser siempre una fuente de motivación. Sin su confianza y apoyo nada de esto habría sido posible.
- A nuestro asesor de tesis, Ing. Rufino Maguiña, y jurado evaluador: Dr. Carlomagno Velásquez, Ing. Víctor Tello e Ing. Martín Ríos, nuestra más sincera gratitud por brindarnos su tiempo, orientación y valiosos conocimientos a lo largo de todo este proceso. Su paciencia y sabiduría fueron fundamentales para culminar con éxito este proyecto.
- Al Ing. Néstor Chagray e Ing. Yaneline Hidalgo, por su invaluable apoyo, asesoramiento y constante disposición para resolver nuestras dudas. Su guía y compromiso fueron fundamentales para la realización de esta tesis.
- Al establo lechero, por la confianza depositada en nosotras y por proporcionarnos la valiosa información que hizo posible el desarrollo de esta investigación. Agradecemos a todo el personal, por su disposición, colaboración y apoyo constante durante cada etapa de este proceso.
- Finalmente, agradecemos a todas aquellas personas que, de una u otra forma, nos brindaron su apoyo y contribuyeron al éxito de esta tesis.

## INDICE

	Pág.
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>5</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1. Descripción de la realidad problemática.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2. Formulación del problema .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.1 Problema general.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.2 Problemas Específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3. Objetivos de la investigación .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3.1 Objetivo general .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>17</b>
<b>1.4. Justificación de la investigación .....</b>	<b>17</b>
<b>1.5. Delimitaciones del estudio.....</b>	<b>19</b>
<b>CAPITULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1. Antecedentes de la investigación .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.1 Antecedentes internacionales .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.2 Antecedentes nacionales.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2. Bases teóricas .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.1. Ciclo estral bovino .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.2. Posparto y reinicio de la actividad ovárica .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.3. Anestro posparto .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.4. Causas del anestro pos parto.....</b>	<b>31</b>

2.2.5. Involución uterina y anestro posparto.....	34
2.2.6. Tratamiento hormonal del anestro posparto .....	35
2.2.7. Estradiol .....	37
2.2.8. Cipionato de Estradiol y uso en vacunos lecheros.....	38
2.3. Definiciones de términos básicos.....	40
3.1. Hipótesis de investigación .....	41
2.3.1. Hipótesis general.....	41
2.4. Operacionalización de las variables.....	43
<b>CAPITULO III. METODOLOGIA.....</b>	<b>46</b>
3.1. Diseño metodológico.....	46
3.1.1. Ubicación.....	46
3.1.2. Condiciones del experimento.....	46
3.2. Población y muestra .....	47
3.2.1. Población .....	47
3.2.2. Muestra.....	47
3.3. Técnicas de recolección de información:.....	48
3.4. Técnicas para el procesamiento de la información .....	49
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS .....</b>	<b>50</b>
4.1. Análisis de resultados.....	50
4.1.1. Análisis descriptivo.....	50
4.2. Contrastación de hipótesis.....	51
4.2.1. Intervalo Parto Primer Servicio (IPPS) .....	51
4.2.2. Intervalo Parto Concepción (IPC) .....	52
4.2.3. Número de Servicios por Concepción (NSC).....	53
4.2.4. Porcentaje de preñez al primer servicio (PP1S).....	54
4.2.5. Preñez a los 200 días (P200d) .....	55

4.2.6. Pérdidas económicas por día abierto.....	56
<b>CAPITULO V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>57</b>
5.1. Intervalo parto primer servicio (IPPS) y parto – concepción (IPC).....	57
5.2. Número de Servicios por Concepción (NSC).....	60
5.3. Porcentaje de preñez al primer servicio (PP1S) y 200 días (P200d).....	61
5.4. Pérdidas económicas por día abierto.....	62
<b>CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>64</b>
6.1. Conclusiones.....	64
6.2. Recomendaciones.....	64
<b>CAPITULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>72</b>

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar el desempeño reproductivo de vacas lecheras Holstein tratadas hormonalmente con cipionato de estradiol (ECP) a los 7 días posparto en un establo del valle de Huaura. **Metodología:** La investigación fue de tipo experimental y se desarrolló entre julio del año 2022 y agosto del 2023, se incluyeron 257 vacas de diferente paridad con parto normal, se aplicó 4 mg de E.C.P.® por animal vía intramuscular a 95 vacas, las cuales fueron comparadas con 162 vacas que no recibieron el tratamiento. Las variables evaluadas fueron intervalo parto-primer servicio (IP1S), intervalo parto-concepción (IPC), número de servicios por concepción (NSC), preñez al primer servicio (PP1S), preñez a los 200 días (P200d), y pérdidas económicas por día abierto. Para el análisis estadístico se utilizó el software IBM® SPSS® Statistics versión 25. El IP1S, IPC y NSC se analizaron mediante un modelo lineal generalizado, mientras que el PP1S y P200d se analizó mediante la prueba de Chi-cuadrado. **Resultados:** El tratamiento con ECP influyó significativamente ( $P < 0.05$ ) en las variables reduciendo el IPPS y NSC. Por otro lado, mejoró el PP1S y P200d. Por otro lado, el IPC no fue afectado por el tratamiento de forma independiente, sin embargo, se observó una interacción con la época del parto, ya que la aplicación de ECP redujo el IPC en la época fría comparada a la época de calor. El análisis económico mostró que las pérdidas fueron de 1.06 y 1.30 dólares por día abierto/vaca para el tratamiento con y sin ECP, es decir se redujo en \$ 0.24. **Conclusiones:** La aplicación de cipionato de estradiol a los 7 días posparto mejora los parámetros reproductivos y disminuye las pérdidas por días abiertos al reducir el IPC.

Palabras clave: estradiol, día abierto, eficiencia reproductiva, ganado Holstein.

## ABSTRACT

**Objective:** To determine the reproductive performance of Holstein dairy cows hormonally treated with estradiol cypionate (ECP) at 7 days postpartum in a farm in the Huaura Valley.

**Methodology:** The research was experimental and was carried out between July 2022 and August 2023, 257 cows of different parity with normal delivery were included, 4 mg of E.C.P.® per animal was applied intramuscularly to 95 cows, which were compared with 162 cows that did not receive the treatment. The variables evaluated were calving-first service interval (IPPS), calving-conception interval (IPC), number of services per conception (NSC), pregnancy at first service (PP1S), pregnancy at 200 days (P200d), and economic losses per open day. For statistical analysis, IBM® SPSS® Statistics software version 25 was used. IPPS, IPC and NSC were analyzed using a generalized linear model, while PP1S and P200d were analyzed using the Chi-square test. **Results:** ECP treatment significantly influenced ( $P < 0.05$ ) the variables by reducing IPPS and NSC. On the other hand, PP1S and P200d were improved. On the other hand, IPC was not affected by the treatment independently, however, an interaction was observed with the calving season, since the application of ECP reduced IPC in the cold season compared to the hot season. The economic analysis showed that losses were 1.06 and 1.30 dollars per open day/cow for the treatment with and without ECP, that is, it was reduced by \$ 0.24. **Conclusions:** The application of estradiol cypionate at 7 days postpartum improves reproductive parameters and decreases losses due to days open by reducing the CPI.

Keywords: estradiol, day open, reproductive efficiency, Holstein cattle.

## INTRODUCCIÓN

La rentabilidad de un establo lechero está influenciada por la producción de leche y el desempeño reproductivo (Arbel et al., 2001; Fernández et al., 2020). En el aspecto reproductivo, el manejo del Intervalo entre partos (IEP) y su duración óptima son aspectos importantes del desempeño económico de las granjas lecheras (Dono et al., 2013), siendo uno de los objetivos lograr que la vaca tenga un parto al año con el menor número de inseminaciones o servicios a la concepción (NSC). Algunos autores recomiendan de 2,5 a 3 inseminaciones para lograr una preñez, otros consideran entre 1,5 a 1,7 como lo ideal, ya que un mayor NSC se traduce en un mayor Intervalo Parto - Concepción (IPC) o “días abiertos”

El reinicio de la actividad ovárica después del parto es un evento crucial, sin embargo, según lo señala Domínguez et al. (2020), los retrasos en la primera ovulación posparto disminuyen el desempeño reproductivo y expresión del celo, incrementan el IPC y el riesgo de descartar vacas del establo. La falta de inicio en la actividad ovárica después del parto, es denominada como “anestro posparto”, es decir es una condición en la cual la vaca no ha presentado celo después de varias semanas después del parto (Ambrose, 2021). Su duración depende de varios factores (fisiológicos, nutricionales, patológicas, de gestión y ambientales), aunque Berrio (2018) manifiesta que el principal factor es la involución uterina.

En este contexto, la aplicación de tratamientos hormonales ha sido una de las estrategias adoptadas para optimizar el manejo reproductivo. El cipionato de estradiol es un estrógeno sintético que se utiliza para sincronizar la ovulación en protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo.

La administración de cipionato de estradiol en el periodo posparto se realiza para favorecer el reinicio de la ciclicidad ovárica para reducir el intervalo parto-concepción. Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo determinar el desempeño reproductivo de vacas lecheras Holstein tratadas hormonalmente con Cipionato de estradiol (ECP) a los 7 días posparto en un establo del valle de Huaura.

## CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

Según lo mencionado por Rodrigues (2013), el IPC es uno de los parámetros reproductivos de mayor importancia económica, ya que está relacionado directamente con otros indicadores reproductivos como la eficacia de la detección del celo e indirectamente con la fertilidad, por otro lado, determina el Intervalo entre Partos (IP). El IP indica la cantidad de días en promedio que transcurren de un parto al otro, el valor óptimo es alrededor de los 12 a 13 meses o 365 a 395 días (Arbel et al., 2021), valores mayores a este pueden afectar la rentabilidad de la explotación lechera (Rodrigues, 2013). Por lo tanto, considerando la duración de la gestación entre 280 a 285 días (Sequeira, 2013), el IPC debe ser de 85 a 115 días posparto, es decir, en este periodo de tiempo se debe lograr la preñez de la vaca, por ello es de gran importancia el manejo adecuado de la vaca posparto para lograr el reinicio de la actividad ovárica dentro del periodo voluntario de espera.

Las infecciones del útero durante las primeras semanas después del parto, afectan el reinicio de la actividad ovárica y se relacionan con la presentación de la metritis que conlleva a un retraso de la involución uterina y disminución de los parámetros reproductivos (Wonchee et al., 2002). El tratamiento de las infecciones uterinas incluye el uso de antibióticos, sin embargo, residuos de antibióticos en la leche ocasionan pérdidas económicas al productor, siendo un problema de importancia en toda explotación lechera, ya que la industria lechera rechaza la leche y el establo debe tomar la decisión de desechar esa leche con residuos. Se ha reportado problemas en la salud pública, resistencia bacteriana, afectan el procesamiento de la leche a derivados, calidad de la mantequilla y queso (Díaz, 2019). Para García (2014), las hormonas se encuentran en la leche en cantidades mínimas comparadas a las que producen naturalmente el cuerpo y su efecto en la salud aún es

controversial. Debido a estos inconvenientes, es necesario implementar y adoptar alternativas para disminuir el uso de antibióticos.

Las infecciones uterinas posparto, se pueden prevenir o tratar con la administración de hormonas (Ruiz et al., 2017), también favorecen la reactivación ovárica. Las hormonas que se utilizan con mayor frecuencia son la progesterona, el estradiol, la oxitocina y la hormona liberadora de gonadotropina (Ambrose, 2021). Los estrógenos estimulan el desarrollo de vasos sanguíneos del endometrio e incrementa la secreción de moco cervical, además de mejorar las contracciones del útero (Ali et al., 2003; Noakes et al., 2009). Los ésteres de estradiol utilizados frecuentemente son el benzoato de estradiol (BE) y el cipionato de estradiol (ECP), los cuales se diferencian por el tiempo de duración, el BE es de corta duración (3 días) mientras que el ECP es de larga duración (10 a 12 días) (Avendaño, 2021). Ambos productos son utilizados en los establos en el tratamiento y prevención de infecciones uterinas, pero no existen investigaciones que hayan evaluados sus resultados, y su uso sigue siendo un tema debatido (Ruiz et al. (2017).

Otro aspecto de importancia para los consumidores es la salud y bienestar animal, en este aspecto, cuando se realizan tratamientos con antibióticos, el tratamiento se aplica más de una vez y en cantidades mayores a las sugeridas por zona de aplicación, lo que impacta de forma negativa sobre el bienestar animal (Acerbi, 2009). Al trabajar con hormonas, los tratamientos son con menores aplicaciones y dosis, siendo una buena alternativa al uso de antibióticos. Por lo expuesto, existe la necesidad de evaluar la aplicación hormonal como tratamiento posparto y cómo influye en el desempeño reproductivo.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál es el desempeño reproductivo de vacas lecheras Holstein tratadas hormonalmente con Cipionato de estradiol (ECP) a los 7 días posparto en un establo del valle de Huaura?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

- ¿La aplicación de cipionato de estradiol a los 7 días posparto reducirá la duración del Intervalo parto - primer servicio (IPPS) de vacas Holstein en un establo del valle de Huaura?
- ¿La aplicación de cipionato de estradiol a los 7 días posparto reducirá la duración del Intervalo parto - concepción (IPC) de vacas Holstein en un establo del valle de Huaura?
- ¿La aplicación de cipionato de estradiol a los 7 días posparto reducirá el número de servicios para la concepción (NSC) de vacas Holstein en un establo del valle de Huaura?
- ¿La aplicación de cipionato de estradiol a los 7 días posparto mejorará el porcentaje de preñez al primer servicio (PP1S) de vacas Holstein en un establo del valle de Huaura?
- ¿La aplicación de cipionato de estradiol a los 7 días posparto mejorará el porcentaje de preñez a los 200 días (P200d) de vacas Holstein en un establo del valle de Huaura?
- ¿La aplicación de cipionato de estradiol a los 7 días posparto influirá en las pérdidas económicas por día abierto de vacas Holstein en un establo del valle de Huaura?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar el desempeño reproductivo de vacas lecheras Holstein tratadas hormonalmente con Cipionato de estradiol (ECP) a los 7 días posparto en un establo del valle de Huaura.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Determinar la duración del Intervalo parto - primer servicio (IPPS) para vacas tratadas hormonalmente con ECP a los 7 días posparto.
- Determinar será la duración del Intervalo parto – concepción (IPC) para vacas tratadas hormonalmente con ECP a los 7 días posparto.
- Determinar el número de servicios para la concepción (NSC) de vacas tratadas hormonalmente con ECP a los 7 días posparto.
- Determinar el porcentaje de concepción al primer servicio (PP1S) para vacas tratadas hormonalmente con ECP a los 7 días posparto.
- Determinar el porcentaje de preñez a los 200 días (P200d) para vacas tratadas hormonalmente con ECP a los 7 días posparto.
- Calcular las pérdidas económicas por día abierto para vacas tratadas hormonalmente con ECP a los 7 días posparto.

### **1.4. Justificación de la investigación**

La investigación “Aplicación de cipionato de estradiol posparto en vacas Holstein y desempeño reproductivo en un establo lechero del valle de Huaura”, se justifica según los siguientes aspectos:

- **Social:** porque el anestro posparto sigue siendo un desafío para los profesionales del sector y los ganaderos porque se relaciona con un mayor intervalo parto - concepción. Según la revisión de literatura, 12 meses es un IP óptimo, considerando en promedio 280 días de gestación y 85 días de IPC o días abiertos. Valores mayores a estos afectan negativamente la rentabilidad del establecimiento, incrementando los costos. Por lo tanto, existe la necesidad de evaluar alternativas que contribuyan a mejorar el desempeño reproductivo de las vacas después del parto, ya que está relacionado con la rentabilidad de los sistemas de producción lechera, por lo tanto, influyen en el ingreso que recibe el ganadero. Los resultados de esta investigación son en beneficio de los ganaderos y productores de leche.
- **Teórico:** porque esta investigación se enfocó en profundizar sobre el uso de cipionato de estradiol como tratamiento para mejorar la involución uterina y, por ende, en el desempeño reproductivo. De esta manera, se contribuyó con la generación de conocimientos ya que, según algunos autores como Ruiz et al. (2017), las investigaciones realizadas sobre el uso de estrógenos para mejorar las contracciones y salud del útero después del parto no son concluyentes.
- **Práctico:** porque algunos establos lecheros de nuestro país utilizan estrógenos para la prevención y tratamiento de infecciones uterinas. Sin embargo, son escasos los trabajos de investigación que han evaluado la eficacia y su efecto sobre los parámetros reproductivos. En este aspecto se podría mencionar los trabajos realizados por Ruiz et al. (2017) y Medrano (2023). Por ello, esta investigación se realizó para evaluar el desempeño reproductivo de vacas tratadas hormonalmente con Cipionato de Estradiol a los 7 días posparto, con la finalidad de mejorar la involución

uterina y prevenir las infecciones del tracto reproductivo para lograr una preñez y mejorar el desempeño reproductivo. También se evaluó el efecto de este tratamiento en los indicadores reproductivos de intervalo parto – primer servicio, intervalo parto – concepción, porcentaje de concepción al primer servicio, número de servicios por concepción, porcentaje de preñez a los 200 días y el costo de los días abiertos en un establo lechero del valle de Huaura.

- **De pertinencia:** porque esta investigación se desarrolló en un momento oportuno, ya que el tema planteado sobre la aplicación hormonal como tratamiento posparto es de interés actual como una alternativa frente a la preocupación sobre la reducción del uso de antibióticos, mejora de eficiencia reproductiva y bienestar animal.
- **Metodológico:** porque el desarrollo de esta investigación puede ser tomada como guía para futuros estudios que deseen profundizar o ampliar el conocimiento en el área de reproducción de ganado vacuno lechero.

### 1.5. Delimitaciones del estudio

- **Delimitación espacial:** La fase experimental de esta investigación se desarrolló en un establo lechero del distrito de Végueta, provincia de Huaura, región Lima.
- **Delimitación temporal:** Esta investigación tuvo una duración aproximada de 13 meses.
- **Delimitación de la población:** Para la investigación se evaluaron 257 vacas de diferente número de parto entre julio del año 2022 hasta agosto del 2023, las cuales fueron asignadas a uno de los tratamientos (control y con aplicación de ECP).

## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes internacionales

A nivel internacional, se puede hacer referencia de las siguientes investigaciones:

En Estados Unidos, Haughian et al. (2002), en su investigación “Extending the postpartum anovulatory period in dairy cattle with Estradiol Cypionate” realizaron 2 experimentos. En el primero evaluaron el efecto de la aplicación de ECP sobre las hormonas reproductivas en sangre, ciclicidad y función ovárica en vacas lecheras Holstein en la etapa de posparto (PP) temprano. Las vacas fueron seleccionadas al azar a los tratamientos: control (Sin ECP) y 10 mg de ECP a los 7 días PP, los análisis séricos y ecográficos se realizaron entre los 5 y 90 días PP. Los resultados de este experimento demostraron que las vacas con ECP tuvieron mayor concentración de estradiol circulante durante 10 días, menor FSH durante 15 días después de la aplicación del ECP. Las vacas del tratamiento con ECP, tuvieron retraso en la aparición de folículos  $\geq 10$  mm y el intervalo parto - primera ovulación. Sin embargo, a los 90 días PP, el 88 % de las vacas tuvieron ciclos estrales normales comparados al 50% de las vacas del grupo control. En el segundo experimento, investigaron los efectos ECP en la reproducción y producción de leche. Las vacas se distribuyeron al azar en uno de los tratamientos: 0, 4 o 10 mg de ECP en los días 5 a 8 posparto. Los resultados mostraron que el ECP no tuvo efectos significativos sobre el estado ovulatorio para vacas de primer parto, para las vacas multíparas que recibieron 10 mg de ECP, un mayor % permanecieron anovulatorias comparadas con las que 0 y 4 mg. Respecto a la producción de leche, los resultados no fueron consistentes.

Risco y Hernández (2003) también en Estados Unidos, en su estudio intitulado “Comparison of ceftiofur hydrochloride and estradiol cypionate for metritis prevention and

reproductive performance in dairy cows affected with retained fetal membranes” tuvieron como objetivo comparar el efecto de la administración de ceftiofur y ECP para la prevención de metritis y rendimiento reproductivo en vacas lecheras con retención de membranas fetales (RMF). Para ello, plantearon 3 tratamientos: T1: Con ceftiofur por 5 días (2.2 mg/kg, i.m), T2: Una sola vez con ECP (4 mg, i.m.) y T3: Control sin tratamiento. Las vacas con RMF, fueron distribuidas en cada uno de los tratamientos de forma aleatoria a las 24 horas posparto. Como resultados se obtuvo una menor proporción de vacas que desarrollaron metritis (13%) para aquellas que fueron tratadas con ceftiofur comparado con el grupo ECP y sin tratamiento (42%). Respecto a la involución uterina no existieron diferencias entre los grupos. Las vacas tratadas con ECP y ceftiofur tuvieron 0,4 y 0,74 veces más probabilidades de quedar preñadas que las vacas control, el intervalo parto - concepción para las vacas tratadas con ECP, ceftiofur y control fue de 192, 136 y 124 días, respectivamente. Los autores concluyeron que la aplicación de ECP no tuvo efectos positivos en la prevención de metritis y el rendimiento productivo.

En Estados Unidos, Blevins, et al. (2006) realizaron la investigación “Milking frequency, estradiol cypionate, and somatotropin Influence lactation and reproduction in dairy cows” con el objetivo de determinar el efecto del incremento en la frecuencia de ordeño, aplicación de ECP y somatotropina bovina (bST). Se empleó un diseño de bloques aleatorizados con arreglo factorial, el factor de bloqueo fue el número de parto (1 y 2+), los factores fueron frecuencia de ordeño (4x durante los primeros 30 días en leche (DEL) vs 2x diario después de los 30 DEL), aplicación de ECP (10 mg a los 8 DEL vs aceite) y aplicación de bST (quincenal después de 60 DEL vs ninguna aplicación). Los resultados demostraron que el intervalo parto - primera y segunda ovulación no fueron afectados por los tratamientos, las vacas con 2x y 4x entraron en celo a los 24 y 41 días, respectivamente.

Vacas a las que se les aplicó ECP y aceite entraron en celo a los 25 y 39 días, las tasas de preñez incrementaron para las vacas de 4x con ECP (52,8%) comparadas a las de 4x con aceite (27,8%), la misma tendencia se observó para las vacas con 2x con ECP (50 %) versus las de 2x con aceite (39,4%). Los autores concluyeron que la aplicación de ECP posparto incrementó la tasa de preñez independientemente de la MF.

En Honduras, Canales (2007) en su tesis intitulada: “Efecto de la GnRH + PGF2 $\alpha$  y el dispositivo intravaginal CIDR  $\text{\textcircled{R}}$  + ECP en el tratamiento del anestro posparto en vacas lecheras en Zamorano, Honduras” tuvo como objetivo evaluar la respuesta a la aplicación de GnRH+PGF2 $\alpha$  o CIDR+ECP en la reactivación ovárica de vacas en anestro posparto. Para ello utilizaron vacas de diferentes razas (Holstein, Pardo Suizo, Jersey y sus encastes) y se plantearon 3 grupos de evaluación: grupo 1 (GnRH+PGF2 $\alpha$ ), grupo 2 (CIDR+ECP) y grupo 3 o control. Sus resultados indicaron que el mejor rendimiento reproductivo fue para las vacas del grupo 2 (CIDR+ECP), ya que tuvieron mejores valores ( $P \leq 0.05$ ) en el intervalo parto - primer servicio (88 días), intervalo parto - concepción o días abiertos (132 días), número de servicios por concepción (1,3), porcentaje de preñez al primer servicio (59%), y porcentaje de concepción (77%). Respecto al análisis de costos, el CIDR+ECP resulta más costoso, pero asegura un 21% y 24% más de preñez acumulada frente al grupo GnRH+PGF2 $\alpha$  y control, respectivamente ( $P \leq 0.05$ ). Por otro lado, tiene 43 y 54 días menos en el intervalo parto - concepción, 0,9 y 0,7 menos números de servicios comparados a los grupos GnRH+PGF2 $\alpha$  y control, respectivamente. Los autores concluyeron que las mejores respuestas en el rendimiento reproductivo fue para el grupo CIDR+ECP.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

A nivel nacional, se puede mencionar los siguientes antecedentes.

Ruiz et al. (2017), en el artículo científico intitulado: “Desempeño reproductivo de vacas lecheras con involución uterina retardada bajo tratamiento hormonal con Cipionato de Estradiol y Benzoato de Estradiol” evaluaron el desempeño reproductivo de vacas con 36 y 49 días posparto, las cuales fueron asignadas a tres tratamientos: T1: Sin tratamiento (ST) para las vacas que tuvieron cuernos uterinos involucionados, y para vacas con involución uterina retardada T2: Benzoato de estradiol (BE) 3 aplicaciones interdiarias de 5 mg/animal, y T3: Cipionato de estradiol (ECP) que se aplicó 2 veces con 4 días de intervalo, cada aplicaicónd fue de 4 mg/animal. La evaluación ginecológica se realizó entre los 36 y 49 días posparto. Según sus resultados, las vacas del T3 con ECP lograron menores valores para el IPC y NSC (122,1 días y 1,3) comparado al T2 con BE ( $p<0.05$ ) con 138.4 días de IPC y 1,5 NSC. La tasa de concepción al primer servicio y preñez a los 200 días fueron similares en los tratamientos. El análisis de regresión de cox indicó que las vacas del T3 tuvieron 1,6 veces más probabilidad de preñar antes que las vacas del T2. Los autores sugieren la aplicación de ECP para mejorar el rendimiento reproductivo de vacas con involución uterina retardada.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Ciclo estral bovino**

El ciclo estral bovino tiene una duración promedio de 21 días (18 a 24 días), sin embargo, los ciclos que suceden en el posparto temprano tienen menor duración, aproximadamente 15 días (Quintela et al., 2006). El ciclo estral se detiene durante la gestación o por alguna patología (Hernández, 2016). Durante el ciclo estral, los ovarios

sufren cambios regulados por hormonas, que finalizan con la ovulación y expulsión del ovocito.

El ciclo estral comprende 4 etapas: estro, metaestro, diestro y proestro (figura 1). El estro dura entre 8 a 18 horas y es el momento en que la hembra es receptiva a la cópula o a la monta, este comportamiento se debe a la lisis del cuerpo lúteo y a la alta concentración de estradiol (E2) producido por el folículo preovulatorio.

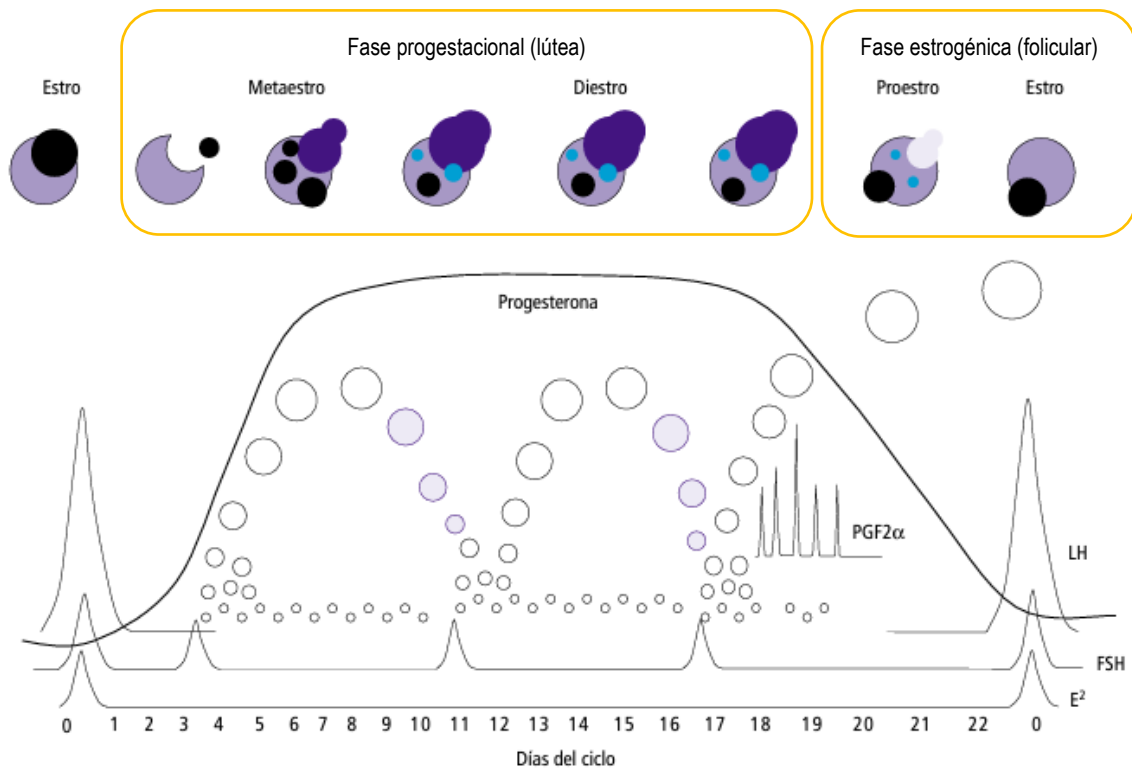
Durante el metaestro ocurre la ovulación y se forma el cuerpo lúteo (CL) en el lugar que estaba el folículo, el CL secreta progesterona (P4) hasta alcanzar niveles de 1 ng/mL donde es considerado un CL maduro, esta etapa dura entre 4 y 5 días. También se observa un pico de FSH desencadenando la primera onda folicular en crecimiento, en algunas vacas se presenta el sangrado metaestral (Hernández, 2016).

El diestro es la fase más larga (12 a 14 días) y se caracteriza por la presencia del CL y concentraciones superiores a 1 ng/mL de P4 sérica, tal como se observa en la figura 1 entre los días 5 a 18, en esta etapa también se encuentran folículos en crecimiento de diferente tamaño debido a las ondas foliculares. Después de los 12 a 14 días (día 18 del ciclo) el endometrio comienza la secreción pulsátil de prostaglandina F2 $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ), lo que provoca la luteólisis y el inicio de un nuevo ciclo. En esta etapa, se observa picos de secreción de FSH y muy baja secreción de LH (Hernández, 2016).

En el proestro tiene una duración entre 2 a 3 días, en esta etapa ya no hay presencia de CL, en su lugar queda una cicatriz (cuerpo albicans). Incrementa la secreción pulsátil de LH para la maduración del folículo preovulatorio, como consecuencia una mayor concentración de estrógenos a nivel sanguíneo desencadenando el estro (Hernández, 2016).

Figura 1

Etapas del ciclo estral en bovinos.



Nota. En la parte superior: los círculos negros y celestes representan a los folículos en diferentes etapas de crecimiento, la forma de color morado es el cuerpo lúteo, de color blanco el cuerpo albicans. En el esquema: los círculos blancos y plomos son las ondas de folículos en crecimiento, Estrógenos (E2), Prostaglandina (PGF2α), Hormona foliculo estimulante (FSH) y progesterona (P4). Fuente: Hernández (2016).

En el ciclo estral también se pueden definir dos fases según la estructura dominante presente en el ovario:

- Fase folicular: en esta fase las estructuras principales del ovario son los folículos dominantes que secretan estrógenos, también sucede la regresión del cuerpo lúteo, esta fase termina con la ovulación (Portal Veterinario, 2009).

- Fase luteal: la estructura principal es el cuerpo lúteo, esta fase inicia después de la ovulación y culmina con la regresión del cuerpo lúteo (Portal Veterinario, 2009).

### **Regulación Hormonal**

Durante los ciclos estrales normales, puede haber entre dos a tres ondas de crecimiento folicular, las cuales incluyen un período de emergencia y selección seguido de atresia u ovulación del folículo ovárico (Forde et al., 2011).

La hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) estimula en la hipófisis anterior la secreción de la hormona folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH), ambas son los principales reguladores de la foliculogénesis y la esteroidogénesis. La FSH estimula el reclutamiento para iniciar la oleada de crecimiento folicular, mientras que la LH participa en la maduración final del folículo dominante (FD). Por otro lado, ambas regulan la secreción de estrógenos, la LH de andrógenos en la teca que después se convertirán en estrógenos por las células de la granulosa y acción de la FSH. El folículo maduro es capaz de producir estrógenos en cantidad necesaria para estimular la descarga de LH que induce la ovulación y formación del cuerpo lúteo (Quintela et al., 2006). En el útero, la PGF2 $\alpha$  es la principal señal hormonal que induce la luteólisis del CL y el cambio de la fase lútea a la folicular del ciclo estral (Forde et al., 2011).

#### **2.2.2. Posparto y reinicio de la actividad ovárica**

El periodo después del parto es crítico, puesto que el reinicio de la actividad ovárica requiere de eventos morfológicos y fisiológicos como la involución uterina y que se reestablezca la función hormonal del eje hipotálamo-hipófisis-ovarios (Góngora y Hernández, 2007).

La concentración de progesterona disminuye de forma gradual a medida que se acerca el parto, mientras que los estrógenos aumentan hasta una máxima concentración durante las últimas 24 horas antes del parto. La mayor parte de los estrógenos provienen de la placenta, por lo que después de la expulsión de esta, las concentraciones disminuyen. En el posparto temprano debido a la ausencia de progesterona y estradiol, el eje hipotálamo-hipofisario reinicia la generación pulsátil de GnRH para restaurar un patrón normal de liberación de FSH que apoya el crecimiento de los folículos de 4 a 9 mm, mientras que los pulsos de LH de los folículos mayores de 9 mm de diámetro. La restauración de la función hipofisaria y de LH pueden tardar hasta tres semanas o más dependiendo de varios factores (Ambrose, 2021).

La emergencia de las primeras ondas de crecimiento folicular ocurre rápidamente después del parto (entre 2 y 7 días), se caracterizan por un aumento acelerado de FSH, aunque debido a la ausencia de un patrón normal de secreción de LH los folículos dominantes no llegan a la madurez y se atrofian (Góngora y Hernández, 2007). Según lo explican Quintelo et al. (2006) y Peter et al. (2009), el anestro posparto no se debe a la ausencia de ondas foliculares en crecimiento, ya que el inicio del crecimiento de folículos ováricos después del parto no se ve afectado, pero sí a la incapacidad del folículo dominantes para completar su maduración y ovulación, es decir, los factores que afectan el reinicio de la ciclicidad ovárica son el desarrollo posterior (desviación) y el destino final del folículo dominante.

Los receptores para la GnRH y estradiol que se encuentran en la hipófisis anterior incrementan durante los primeros 15 días después del parto, para restaurar el patrón de

secreción de la LH, el cual se normaliza después de los 30 días posparto (Góngora y Hernández, 2007). Según lo descrito por Peter et al. (2009), durante el puerperio normal, la involución del útero y la reanudación del eje hipotálamo hipófisis ovario conducen a los primeros ciclos estrales dentro de las 6 semanas después del parto donde más del 90 % de las vacas ovulan por primera vez en ese periodo.

### **2.2.3. Anestro posparto**

La fertilidad del período después del parto es afectada negativamente por el anestro, es decir, la ausencia de comportamiento estral o reanudación tardía de la ciclicidad ovárica (Gautam, 2023) que podría indicar condiciones subóptimas como nutrición periparto inadecuada o condiciones patológicas (Peter et al., 2009). Durante la gestación, los niveles de progesterona y estrógeno se mantienen altos, suprimiendo el eje hipotálamo-hipofisario. Aunque la progesterona no aumenta significativamente en las últimas etapas de la gestación, los niveles de estrógeno sí lo hacen, incrementándose desde los 60 días hasta llegar a niveles 50 a 1000 veces mayores justo antes del parto. Esta exposición prolongada a altos niveles de estradiol, solo o junto a la progesterona, inhibe la liberación de GnRH, lo que disminuye la síntesis de LH y agota gradualmente las reservas de LH en la hipófisis, aunque el mecanismo de liberación de LH sigue siendo funcional (Ambrose, 2021).

El anestro posparto causa infertilidad en las vacas lecheras, si bien se considera normal un periodo corto de no ciclicidad ovárica de 60 días después del parto, por encima de este valor (anestro prolongado) se ve un impacto negativo en el intervalo parto a concepción (Gautam, 2023). La prevalencia del anestro posparto en el ganado lechero depende de cada establo y varía de uno a otro, aunque autores como Ambrose (2021), se reporta una prevalencia del 10 al 30 % al final del periodo de espera voluntario (60 a 80

posparto). El anestro se puede clasificar según los tres estados funcionales del desarrollo folicular; es decir, emergencia del folículo, desviación y ovulación (figura 2).

Anestro tipo I: los folículos crecen hasta la fase de emergencia, pero no hay desviación y selección del folículo dominante, este tipo se relaciona con la desnutrición principalmente porque afecta la producción de FSH y el crecimiento folicular. Los ovarios se encuentran "inactivos" o "lisos" debido a la presencia de estructuras ováricas palpables.

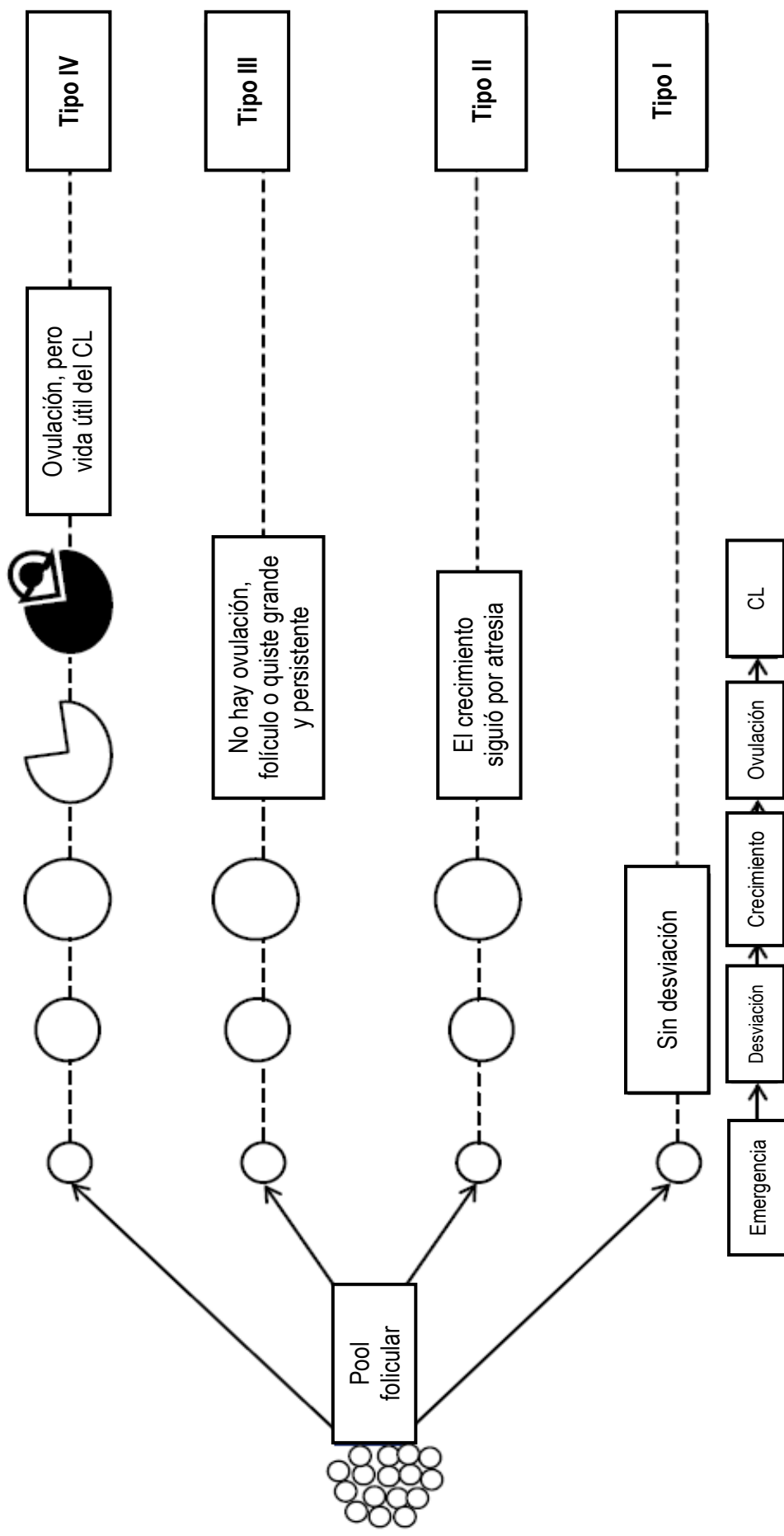
Anestro tipo II: "se produce tanto una desviación como crecimiento folicular, seguidos de una regresión, después de que un folículo alcanza la dominancia. La regresión de un folículo dominante suele ir seguida de la aparición de una nueva ola folicular, dos o tres días después" (Ambrose, 2021).

Anestro tipo III: se produce la desviación, el crecimiento y el establecimiento de un folículo dominante, que se puede convertir en una estructura persistente como un folículo que no ovula o continuar creciendo y convertirse en un folículo quístico. Los folículos se diferencian porque alteran la regulación hormonal del eje hipotálamo-hipofisario. En vacas con folículos quísticos, los niveles y pulsos de LH son más altos que en vacas normales, además, los niveles de estradiol también son más altos e impide el crecimiento de otros folículos.

Anestro tipo IV: un folículo dominante ovula y forma un CL, pero la fase lútea se prolonga debido a la ausencia de luteólisis. Los patrones anormales de crecimiento folicular, impiden la presencia de un folículo dominante estrogénico en el momento adecuado, podrían afectar la luteólisis resultando en la persistencia del CL.

Figura 2

Clasificación del anestro según la dinámica folicular.



Nota. Tomado de Ambrose (2021).

#### 2.2.4. Causas del anestro pos parto

Las causas del anestro posparto en vacas lecheras suelen ser multifactoriales (fisiológicas, nutricionales, de manejo, ambientales y patológicas) y se presenta en la tabla 1. Aunque según Ambrose (2021), la lactancia y la nutrición (balance energético negativo) son los factores más importantes.

Tabla 1

Factores causantes del anestro posparto en vacas lecheras.

Clasificación	Factor
Fisiológico	Número de lactancia
	Producción de leche
	Señales sociales
	Raza
Nutricional	Desnutrición
	Balance energético negativo
	Condición corporal
	Gestión de la alimentación
Gerencial	Duración periodo seco
	Aumento de la frecuencia de ordeño
	Eficiencia en la detección del celo
Ambiental	Clima
	Jerarquía social y densidad de población

Nota. Elaborado a partir de Ambrose (2021).

#### Número de lactancia

Algunos estudios han indicado que el número de lactancia es un factor de riesgo para el anestro posparto (Ambrose, 2021) ya que las vacas de mayor edad tardan más tiempo en la reanudación ovárica, vacas de primera lactancia muestran ciclicidad dentro de los 60 días posteriores al parto, y el anestro posparto aumenta significativamente con el avance de la

paridad (Dutta et al., 2023) debido a las fases lúteas prolongadas porque el útero tarda más tiempo en volver a su tamaño normal incrementando el riesgo de piometra y CL persistente (Opsomer et al., 2000).

### **Producción de leche**

Según lo mencionado por Ambrose (2021), algunos autores han encontrado asociación del anestro con la producción de leche y otros no, por lo que puede ser poco probable que la producción cause anestro, pero posiblemente esté relacionado con el balance energético negativo que es común en las vacas lecheras en lactancia.

### **Balance energético y Condición corporal (CC)**

Según lo descrito por Hernández (2016), la concentración sérica de factor de crecimiento similar a la insulina tipo I (IGF-I) y leptina incrementa a mayor calificación de la condición corporal, estas hormonas regulan el balance energético y a través de señales en el hipotálamo modifican la secreción de GnRH. La Figura muestra la transición del anestro a la ovulación cuando hay un incremento en la CC y en las concentraciones de insulina, IGF-I y leptina.

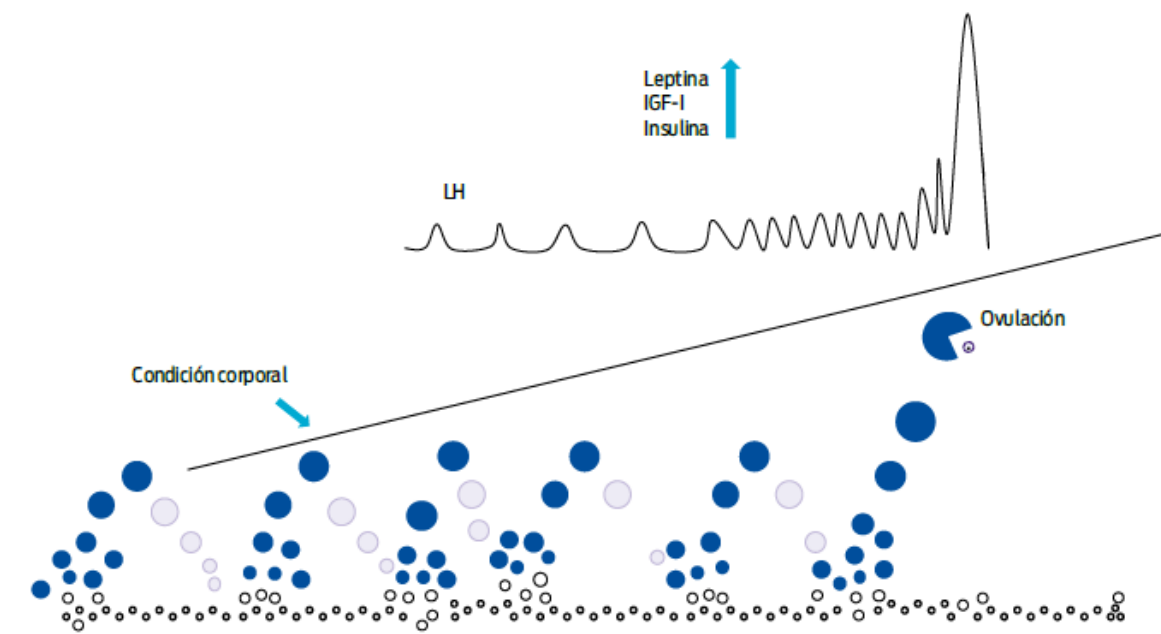
Por otro lado, autores como Quintero y Ruiz (2008) y Ortega (2022), explican que la leptina regula el ciclo estral, ya que modula la LH y FSH en la hipófisis. El eje hipotálamo – hipófisis – gónadas (HHG) puede verse afectado por cambios en el balance energético, cuando hay restricción calórica la leptina inhibe la secreción de GnRH como consecuencia se suprime la secreción pulsátil de LH como un mecanismo para prevenir el gasto energético para la reproducción. En contraste, un exceso de energía almacenada interfiere con la regulación normal del eje HHG.

El IGF-I (factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1) juega un papel esencial en la reproducción de las vacas, tanto de forma directa al influir en el sistema reproductivo, como indirectamente al ser un reflejo de una buena condición corporal y capacidad reproductiva. Esta hormona peptídica, producida por las células de la teca ovárica, es clave en procesos como el desarrollo y maduración folicular, la esteroidogénesis y la función del cuerpo lúteo.

Además, el IGF-I potencia la acción de las gonadotropinas, aumenta la cantidad de receptores de LH y FSH, y favorece la maduración del ovocito (Ruiz et al., 2017). Schölderle (2019) sugieren que la “leptina tiene un rol permisivo sobre el reinicio de la ciclicidad ovárica mientras que el IGF-I es un mediador del efecto del balance energético negativo sobre la eficiencia reproductiva”.

### Figura 3

Relación de la condición corporal y anestro



Nota. Tomado de Hernández (2016).

### **2.2.5. Involución uterina y anestro posparto**

Después del parto, el útero sufre cambios hasta volver a su estado no gestante, lo cual toma entre 30 y 45 días. Su tamaño y peso disminuyen rápidamente debido a la atrofia de las fibras musculares, la necrosis de las carúnculas y la eliminación de líquidos. Paralelamente, el endometrio se regenera para prepararse para una nueva gestación. Este proceso es facilitado por las contracciones uterinas, provocadas por la secreción de  $\text{PGF2}\alpha$  y oxitocina durante las primeras semanas posparto, las cuales ayudan a eliminar desechos y reducir el tamaño del útero (Hernández, 2016).

La involución uterina es muy crítica para la recurrencia del ciclo reproductivo y la siguiente preñez. Después del parto, el útero debe regresar a su condición normal de no gestante, ya que la preñez ha dejado cambios en su morfología (Góngora y Hernández, 2007), es decir, volver a las dimensiones previas a la gestación con regeneración del endometrio, reducción del flujo sanguíneo uterino, vascularidad endometrial y masa muscular (Sendag et al., 2016; Rizzo et al., 2018).

Durante el periodo de involución uterina, las vacas expulsan una secreción conocida como loquios, compuesta por restos de tejidos fetales, fluidos y sangre, estas secreciones, de consistencia viscosa y color rojo a marrón, desaparecen casi por completo alrededor del día 15 posparto. Antes del parto, el útero está libre de bacterias gracias a la protección que ofrece el cérvix. Sin embargo, después del parto, esta barrera desaparece, lo que permite la entrada de bacterias del entorno, esto se complica con disminución de la función de los fagocitos uterinos, favoreciendo el desarrollo de infecciones. Según Hernández (2016), más cerca del 95% de las vacas presentan infecciones uterinas durante la involución, aunque la mayoría logran eliminarlas de forma natural gracias a sus mecanismos de defensa.

Estos mecanismos incluyen barreras físicas como la vulva y el cérvix, producción de moco y la actividad de los neutrófilos, que fagocitan las bacterias. Además, el útero produce sustancias que inhiben el crecimiento bacteriano. La eficacia de estos mecanismos está regulada por las hormonas ováricas: la progesterona, durante el diestro, reduce la respuesta inmune y facilita la aparición de infecciones al disminuir la actividad de los neutrófilos y la movilidad uterina. Por otro lado, el estradiol, presente en la fase folicular, mejora la capacidad del útero para eliminar infecciones al aumentar el tono uterino, permitir la apertura del cérvix y favorecer la migración de neutrófilos. Factores como el balance energético negativo y deficiencias de antioxidantes también pueden afectar la eficacia de la respuesta inmunitaria (Hernández, 2016).

#### **2.2.6. Tratamiento hormonal del anestro posparto**

Entre las estrategias planteadas para reducir el efecto del anestro posparto se puede mencionar: mejorar el esquema de alimentación y nutrición, utilización de hormonas y combinar estrategias (Góngora y Hernández, 2007). Por otro lado, para Gautam (2023): “el manejo del anestro posparto incluye un examen clínico y de laboratorio para un diagnóstico adecuado e intervenciones nutricionales y hormonales apropiadas”.

Según lo explica Vera Alava(2021), el control del ciclo estral se basa en el control del crecimiento y desarrollo folicular, creación de una fase lútea y control de la ovulación. Para estos fines, se utilizan diferentes hormonas, como la progesterona o progestágenos, prostaglandinas  $PGF2\alpha$ , GnRH, y estrógenos como benzoato y cipionato de estradiol. Aunque la prevención del anestro es preferible al tratamiento y se puede lograr en parte manteniendo un período periparturienta saludable (Peter et al., 2009).

#### Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH):

Se utiliza para estimular la actividad ovárica y la ovulación, según Robson et al. (2007) en vacas lecheras, una dosis de GnRH tiene como objetivo provocar la descarga de LH y por ende, la ovulación entre los días 10 y 18 después del parto, sin embargo, entre las limitaciones de la efectividad del tratamiento está el tiempo desde el parto y el desarrollo folicular, dando resultados variables. Por otro lado, la hipófisis puede dejar de responder si se administra GnRH de manera continua, y la ovulación inducida puede generar cuerpos lúteos que no duran lo suficiente para mantener un ciclo reproductivo adecuado.

#### Progesterona:

Según Robson et al. (2007) el uso de progesterona o progestágenos es uno de los métodos más eficaces para inducir la ciclicidad en vacas en anestro posparto. Se administra como implantes subcutáneos o dispositivos intravaginales, durante un periodo de 6 a 10 días. En vacas en anestro tratadas con dispositivos intravaginales (como CIDR), se ha observado que puede inducir la ovulación en un porcentaje significativo de los animales y formar cuerpos lúteos de vida media normal. Los progestágenos disminuyen temporalmente la pulsatilidad de la hormona luteinizante (LH), permitiendo el crecimiento del folículo dominante y la producción de estradiol. Esto facilita la ovulación y el desarrollo de un cuerpo lúteo funcional.

El tratamiento con progestágenos se suele combinar con estrógenos para inducir la emergencia de una nueva onda folicular, lo que mejora la fertilidad de la ovulación inducida. Sin embargo, en vacas en anestro, un tratamiento más largo con progesterona puede ser necesario debido a su hipersensibilidad a los estrógenos (Robson et al., 2007).

Estrógenos:

Los estrógenos, como el estradiol, se utilizan para estimular la liberación de las hormonas LH y FSH en el hipotálamo, necesarias para desencadenar la ovulación. Esto es especialmente útil en vacas en anestro posparto, que están amamantando y no han comenzado a ciclar de nuevo. La eficacia depende del momento de aplicación. Si se administra estradiol entre los 10 y 21 días posparto, puede inducir un pico de LH que favorece la ovulación. Sin embargo, si se administran dosis más altas justo después del parto, puede inhibir la liberación de LH, retrasando la ovulación (Robson et al., 2007).

Aunque el estradiol puede inducir el celo, este no siempre se acompaña de ovulación, lo que puede limitar su efectividad si el objetivo es sincronizar la reproducción.

#### **2.2.7. Estradiol**

Según lo describen Quintela et al. (2006), el estradiol es una hormona de origen ovárico y proteico, que se produce de la actividad secretora del folículo, la mayor concentración se alcanza después de la lisis del cuerpo lúteo y la baja concentración de progesterona, dando como resultado los cambios en el comportamiento del celo y descarga preovulatoria de LH. Después de la ovulación, los niveles de estrógenos caen rápidamente y se mantienen bajas durante la fase luteal, aunque se observa ligeras elevaciones debido a la formación de folículos dominantes en las oleadas de crecimiento folicular. El estradiol es la forma más potente de todos los esteroides estrogénicos de los mamíferos y actúa como la principal hormona sexual femenina (National Center for Biotechnology Information, 2024).

El estradiol desempeña dos funciones principales en los tratamientos hormonales de sincronización reproductiva (Peralta-Torres et al., 2010):

Al inicio del tratamiento con progestágenos: Se utiliza para provocar la atresia de los folículos existentes, esto induce la emergencia de una nueva oleada folicular de tres a cinco días después de su aplicación, asegurando que al finalizar el tratamiento haya un nuevo folículo dominante con un oocito viable.

Al final del tratamiento (retiro del progestágeno): El estradiol produce una retroalimentación positiva sobre el hipotálamo, lo que estimula la liberación de GnRH. Esto aumenta la frecuencia de pulsos de la hormona luteinizante (LH), sincronizando la ovulación, para la inseminación artificial.

#### **2.2.8. Cipionato de Estradiol y uso en vacunos lecheros**

Debido a que el estradiol-17 $\beta$  se degrada rápidamente (menos de 5 minutos), se comercializa en preparaciones (aceite de semilla de algodón o sésamo) en formas esterificadas como benzoato, valerato y cipionato de estradiol-17 $\beta$  (Peralta-Torres et al., 2010) tienen diferente vida media en sangre y sus efectos son similares a la GnRH (Morales y Cavestani, 2012), el cipionato de estradiol tiene la duración de acción más prolongada (11 días), el benzoato de estradiol 4 a 5 días y el valerato de estradiol de 7 a 8 días (Oriowo et al., 1980).

Los ésteres de estradiol permiten una lenta y controlada liberación del estradiol en el organismo (Frazer, 2005), siendo el ECP, el que tiene la duración de acción más larga y es más potente que otras formulaciones de estrógeno (Hyndman et al., 2020; Papich, 2021) debido a su alta liposolubilidad, el estradiol esterificado se absorbe lentamente y se acumula en los depósitos de grasa, asegurando una liberación sostenida en lugar de un pico rápido y

corto. El metabolismo del ECP es principalmente en el hígado, donde después de una hidrólisis lenta en el hígado se libera la forma activa del estradiol-17 $\beta$  (Frazer, 2005).

Según lo explican Overton et al. (2003), el cipionato de estradiol (ECP) tiene varias aplicaciones en la ganadería bovina, especialmente en vacas después del parto o con problemas reproductivos. Algunas de sus principales indicaciones incluyen:

Tratamiento del anestro: En vacas que no están ciclando y no presentan quistes foliculares, el ECP puede ayudar a inducir la ciclicidad y mejorar la función ovárica.

Manejo del cuerpo lúteo persistente: Puede ser utilizado para tratar esta condición en la cual el cuerpo lúteo no se degrada adecuadamente, afectando la fertilidad.

Mejora la función uterina e inmune de vacas después del parto: Estimula las contracciones uterinas de forma directa o manteniendo los sitios receptores de oxitocina en el útero, facilitando el desprendimiento y expulsión de la placenta retenida, que puede causar infecciones si no se trata adecuadamente.

Por otro lado, aumenta el flujo sanguíneo al útero que permite la llegada de más glóbulos blancos para mejorar la fagocitosis de bacterias, promueve el drenaje uterino al retrasar el cierre del cuello uterino, facilitando la expulsión de fluidos. Estas acciones mejoran la respuesta inmune en el tratamiento de la piometra y contribuyen a una recuperación más rápida del aparato reproductivo después del parto, reduciendo el riesgo de infecciones y mejorando la fertilidad a largo plazo.

### 2.3. Definiciones de términos básicos

- ✓ **Anestro posparto:** Periodo de tiempo que continua después del parto en el cual la vaca no tiene actividad ovárica y por ende no hay comportamientos de estro.
- ✓ **Concepción:** Inicio de la gestación, marcado desde la fecundación del óvulo por el espermatozoide.
- ✓ **Estrógeno:** Hormonas esteroideas que son producidas por el folículo ovárico y estimula la conducta del celo (Sintex, 2005).
- ✓ **Ciclo estral:** serie de eventos que ocurren de forma recurrente a nivel ovárico, de tipo endocrino y conductual cuya finalidad es que ocurra la ovulación, para lograr una gestación después del apareamiento. Las vacas se encuentran en el grupo de hembras poliéstricas continuas, ya que presentan ciclos estrales durante todo el año (Galina y Valencia, 2008).
- ✓ **Cipionato de estradiol:** Es un derivado semisintético del 17 Beta Estradiol, su acción es de mayor duración y es utilizado para la corrección del anestro, tratamiento de cuerpos lúteos persistentes, piometra, expulsión de placenta y fetos momificados retenidos (Agromel, 2023).
- ✓ **Gestación:** Sinónimo de preñez, es el periodo que transcurre entre el servicio fecundante (concepción) y el parto, en esta etapa, el útero está grávido y la hembra preñada. La duración es variable, en bovinos europeos (*Bos taurus*) oscila entre 271 y 305 días, con una media de 283 días (Bavera, 2000).
- ✓ **Hormona:** Sustancia secretada al torrente sanguíneo que afecta la actividad de sus células diana o células receptoras para dicha hormona. (Stárka & Dušková, 2020).
- ✓ **Involución uterina:** Proceso fisiológico donde ocurren modificaciones en el útero después del parto, durante el cual, el útero se recupera del parto y vuelve a su tamaño normal (Rutter, 2002).

- ✓ **Parto:** Proceso fisiológico que ocurre el final de la gestación y que tiene como resultado el nacimiento del ternero y culmina con la expulsión de membranas fetales. Según lo explica Hernández (2021), el parto es una etapa crítica que necesita de un buen manejo ya que puede influir en la vida productiva de la vaca y afectar el desempeño productivo y reproductivo.
- ✓ **Posparto:** Denominado también puerperio, es la etapa posterior al parto (Rutter, 2002).
- ✓ **Servicio:** En ganadería hace referencia a la inseminación artificial o a la monta natural.

### 3.1. Hipótesis de investigación

#### 2.3.1. Hipótesis general

**H<sub>0</sub>** = La aplicación de Cipionato de estradiol (ECP) a los 7 días posparto no mejora el desempeño reproductivo de vacas lecheras Holstein en un establo lechero del valle de Huaura.

**H<sub>1</sub>** = La aplicación de Cipionato de estradiol (ECP) a los 7 días posparto mejora el desempeño reproductivo de vacas lecheras Holstein en un establo lechero del valle de Huaura.

#### 2.3.2. Hipótesis específicas

**H<sub>1</sub>** = La aplicación de ECP a los 7 días posparto reduce el Intervalo parto - primer servicio (IPPS) de vacas lecheras Holstein en un establo lechero del valle de Huaura.

**H<sub>1</sub>** = La aplicación de ECP a los 7 días posparto reduce el Intervalo parto - concepción (IPC) de vacas lecheras Holstein en un establo lechero del valle de Huaura.

**H<sub>1</sub>** = La aplicación de ECP a los 7 días posparto reduce el Número de servicios para la concepción (NSC) de vacas lecheras Holstein en un establo lechero del valle de Huaura.

**H<sub>1</sub>** = La aplicación de ECP a los 7 días posparto mejora el porcentaje de preñez al primer servicio (PP1S) de vacas lecheras Holstein en un establo lechero del valle de Huaura.

**H<sub>1</sub>** = La aplicación de ECP a los 7 días posparto mejora el porcentaje de preñez a los 200 días (P200d) de vacas lecheras Holstein en un establo lechero del valle de Huaura.

**H<sub>1</sub>** = La aplicación de ECP a los 7 días posparto permite reducir las pérdidas económicas por día abierto de vacas lecheras Holstein en un establo lechero del valle de Huaura.

## 2.4. Operacionalización de las variables

Tabla 2.

*Lactoinducción en vaquillas Holstein y rendimiento productivo en un establo lechero del valle de Huaura.*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de variable Escala de medición
	Forma de				
Independiente:	estrógeno sintético	Dosis de			
X1. Cipionato de estradiol (ECP)	que estimula la presentación de las conductas del	aplicación de ECP a los 7 días posparto	X.1 Sin aplicación X.2 Con aplicación	0 mg de ECP por vaca 4 mg de ECP por vaca (1 sola aplicación)	Cuantitativa discreta Nominal dicotómica
	estro.				
Dependiente:	Conjunto de resultados a nivel reproductivo. Es importante para tomar decisiones de viabilidad económica.	El rendimiento reproductivo involucra parámetros reproductivos.	Y.1 Intervalo parto – 1° servicio Y.2 Intervalo parto – Concepción Y.3 Número de Servicios por concepción Y.4 % Concepción al 1° servicio Y.5 % Preñez a los 200d Y.6 Pérdidas económicas por día abierto	Días al 1° servicio posparto Días a la concepción Servicios a la concepción % de vacas preñadas al 1° servicio % de vacas preñadas a 200d S/ perdidos por día abierto	Cuantitativa continua De razón

Nota. Elaboración propia.

A continuación, se describen las variables evaluadas:

- **Intervalo parto – 1° servicio (IPPS):** tiempo que transcurre entre el parto y el primer servicio.

$$IP1S = \text{Fecha del 1° servicio} - \text{fecha del último parto}$$

- **Intervalo parto – Concepción (IPC):** también conocido como días vacíos o abiertos, hace referencia a los días que transcurren después del parto hasta la nueva preñez de la vaca. Este parámetro es muy importante porque está relacionado con la eficiencia en la detección del celo y la fertilidad de la hembra (Bustillo y Melo, 2020).

$$IPC = \text{Fecha del servicio fértil} - \text{fecha del último parto}$$

- **Número de Servicios por concepción (NSC):** Es el número de servicios o inseminaciones necesarias para que la vaca quede preñada.

$$NSC = \frac{\text{Suma de los servicios por IA realizados en las vacas en un periodo}}{\text{Número de vacas preñadas en el periodo}}$$

- **Porcentaje de preñez al 1° servicio (PP1S):** Según Hincapié et al. (2008), este parámetro relaciona el número de vacas gestantes en el primer servicio con el número total de vacas del primer servicio durante el mismo periodo.

$$PP1S = \frac{\text{Número de vacas preñadas}}{\text{Total de vacas inseminadas por primera vez}} \times 100$$

- **Porcentaje de preñez a los 200d (P200d):** se define como la cantidad de vacas que logran preñar dentro de los 200 días posparto.

$$P200d = \frac{\text{Vacas preñadas antes de los 200 días posparto}}{\text{total de vacas inseminadas}} \times 100$$

- **Pérdidas económicas por día abierto:** Se estimarán los S/ dejados de percibir por día abierto en el establo.

## **CAPITULO III. METODOLOGIA**

### **3.1. Diseño metodológico**

La investigación fue realizada bajo un diseño experimental porque hubo manipulación de las variables independientes (aplicación o no de ECP) para evaluar sus posibles consecuencias sobre las variables dependientes, en este caso el desempeño reproductivo de vacas Holstein de diferente paridad (Hernández et al., 2014).

#### **3.1.1. Ubicación**

La fase experimental se desarrolló en un establo localizado en el valle de Huaura, distrito de Végueta, provincia de Huaura, departamento de Lima. El distrito de Végueta tiene la siguiente localización geográfica: 11°01'15"S 77°38'16"O con una altitud promedio de 12 ms.n.m. La fase de gabinete (procesamiento de datos y análisis de resultados) se realizó en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Zootécnica de la UNJFSC, Huacho.

#### **3.1.2. Condiciones del experimento**

Esta investigación se llevó a cabo en un establo lechero comercial de 535 vacas en ordeño en el valle de Huaura. El experimento se desarrolló entre julio del año 2022 y agosto del 2023 (13 meses), se incluyeron 257 vacas de diferente paridad. Las vacas fueron alojadas en los corrales de forma libre, según su número de lactancia, bajo las mismas condiciones de manejo y fueron ordeñadas tres veces al día. El personal del establo fue responsable del manejo reproductivo rutinario, detección del celo e inseminación artificial. A continuación, se describen las actividades realizadas como parte del manejo reproductivo posparto:

- **Revisión ginecológica:** Como parte del manejo rutinario del establo, 24 horas después del parto, las vacas son revisadas por el médico veterinario del establo para determinar aquellas vacas con retención de membranas fetales, líquidos u otros problemas. Las vacas que no presentaron un parto normal y fueron diagnosticadas con alguno de estos problemas no fueron consideradas para la investigación.
- **Manejo reproductivo:** El manejo de la reproducción en el establo considera un periodo voluntario de espera de 70 días después del cual las vacas son inseminadas durante la fase de celo. La detección del celo se determinó a través de la observación visual continua de los animales por parte del personal del establo, también se usó como método de apoyo los medidores de actividad. La inseminación artificial (IA) se realiza siguiendo la regla AM – PM, se utiliza pajillas de 0.5 ml importadas.
- **Diagnóstico de gestación:** se realiza a los 33 días mediante ultrasonografía.

### 3.2. Población y muestra

#### 3.2.1. Población

Está comprendida por el total de vacas Holstein del establo lechero.

#### 3.2.2. Muestra

La muestra comprendió 257 vacas Holstein de diferente paridad que a los 7 días posparto (PP) fueron asignadas aleatoriamente a uno de los dos grupos según el tratamiento que recibieron:

- Cipionato de estradiol (Con ECP): Vacas con parto normal, y que a la revisión ginecológica no presentan ningún problema. Se les aplicó 4 mg de E.C.P.®. por animal vía intramuscular en la tabla de cuello.

- Control sin tratamiento (Sin ECP): Vacas con parto normal, y que a la revisión ginecológica no presentan ningún problema. No se les aplicó ningún tratamiento antes del periodo voluntario de espera.

Las vacas se seleccionaron después de la revisión ginecológica y sólo se consideró a aquellas vacas con partos normales. Debido a la frecuencia variable de partos, se tuvo un total de 162 vacas para el grupo control y 95 vacas para el grupo ECP.

### **3.3. Técnicas de recolección de información:**

- Al momento de la aplicación del tratamiento se registraron las identificaciones de las vacas, fecha y número de parto. Posterior al tratamiento se monitoreó el estado de salud de las vacas. Después del periodo voluntario de espera, las vacas fueron inseminadas según el protocolo por el propio personal del estable.
- Se registró la fecha del primer servicio posparto, servicio fértil, número de servicios por concepción, costos por servicio, y datos necesarios para el cálculo de las pérdidas económicas por día abierto: intervalo entre partos deseable, intervalo entre parto actual, total de vacas masa (Establo), valor x lt. de leche en soles, vacas paridas en el ejercicio, periodo de gestación promedio, precio de la ternera en soles, precio terneros en soles, % de vacas que no se recupera al tratamiento, % real de descarte por infertilidad, tasa de descarte por infertilidad aceptable, valor de vaca de descarte, valor Vaquillona reposición, costo de cada servicio, cantidad total de servicios en el hato, servicios por concepción reales, servicios por concepción deseados.
- Los datos fueron registrados en hojas de cálculo de Microsoft Excel para su posterior procesamiento.

### 3.4. Técnicas para el procesamiento de la información

- Los datos fueron analizados con el software IBM® SPSS® Statistics versión 25.
- Las variables Intervalo parto – 1° servicio (IPPS), Intervalo parto – Concepción (IPC) y Número de Servicios por concepción (NSC) fueron evaluadas mediante un modelo lineal generalizado que incluyeron los siguientes factores:

$$Y_{ijk} = u + T_i + EP_j + NP_k + (T*EP)_{ij} + (T*NP)_{ik} + E_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Observación del i-ésimo tratamiento en el bloque j-ésimo y repetición k-ésima

$u$  = Efecto de la media.

$T_j$  = Efecto del i-ésimo tratamiento (aplicación o no de ECP).

$EP_j$  = Efecto de la j-ésima época de parto.

$NP_k$  = Efecto del k-ésimo Número de parto.

$(T*EP)_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo tratamiento con la j-ésima Época de parto.

$(T*NP)_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo tratamiento con el k-ésimo Número de parto.

$E_{ijkl}$  = Error aleatorio

- Las comparaciones de medias se realizaron por parejas teniendo en cuenta la combinación de los niveles de los factores especificados en el modelo.
- Las variables Porcentaje de preñez al 1° servicio (PP1S) y Preñez a los 200d (P200d) fueron evaluadas con la prueba de asociación mediante el test de Chi-cuadrada.
- Las pérdidas económicas por día abierto se calcularán con una plantilla desarrollada en Microsoft Excel por el Ing. Víctor Tello Alarcón basado en Wenzel (2012).

## CAPITULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Análisis de resultados

#### 4.1.1. Análisis descriptivo

La tabla 2 presenta los estadísticos descriptivos de tendencia central y dispersión de las variables evaluadas según el tratamiento con y sin aplicación de ECP a los 7 días posparto en vacas de diferente número de parto (1 a 4).

**Tabla 2.**

*Estadísticos descriptivos de las variables evaluadas.*

Variable	Tratamiento	N	Media real	Error Estándar	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Número de Parto	Con ECP	95	2.44	0.11	1.03	1	4
	Sin ECP	162	2.02	0.08	1.05	1	4
Intervalo Parto Primer Servicio	Con ECP	95	84.4	2.62	25.5	53	194
	Sin ECP	162	96.7	1.99	25.4	51	178
Intervalo Parto Concepción	Con ECP	84	135.7	6.84	62.7	55	304
	Sin ECP	130	160.0	4.72	53.9	55	282
Número de Servicios por Concepción	Con ECP	95	2.5	0.17	1.6	1	8
	Sin ECP	162	3.1	0.14	1.7	1	8

Se tuvo un total de 95 vacas de diferente número de parto que fueron sometidas a una aplicación de ECP a los 7 días después del parto, mientras que el grupo control (sin tratamiento) estuvo conformado por 162 vacas. La cantidad de datos para la variable Intervalo Parto Concepción fue menor debido a que no todas las vacas fueron diagnosticadas como “preñadas” en el tiempo evaluado.

## 4.2. Contrastación de hipótesis

### 4.2.1. Intervalo Parto Primer Servicio (IPPS)

La tabla 3 muestra los valores obtenidos para el IPPS en días. El tratamiento con ECP influyó en esta variable con una significancia menor a 0.05 (0.031), asimismo el factor de época de parto y tratamiento según época del parto (interacción) también influyeron en esta variable, mientras que el número de parto no tuvo influencia significativa ( $P > 0.05$ ). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna, la aplicación de ECP a los 7 días posparto reduce el IPPS después del parto según la época de parto.

**Tabla 3.**

*Efecto de la aplicación de ECP a los 7 días posparto en el Intervalo Parto Primer Servicio (IPPS) en vacas Holstein según época y número de parto.*

Factor	Nivel	Media ajustada (días)	Error Estándar	Significancia	
Tratamiento (T)	Con ECP	91 <sup>a</sup>	3.1	0.031	
	Sin ECP	100 <sup>b</sup>	2.5		
Época de parto (EP)	Calor	101 <sup>a</sup>	3.4	0.004	
	Frío	90 <sup>b</sup>	2.3		
Número de parto (NP)	1	92 <sup>a</sup>	3.0	0.194	
	2	93 <sup>a</sup>	3.2		
	3	100 <sup>a</sup>	3.4		
	4	95 <sup>a</sup>	4.1		
Interacciones					
EP * T	Calor	Con ECP	103 <sup>a</sup>	6.4	0.001
		Sin ECP	99 <sup>a</sup>	2.3	
	Frío	Con ECP	80 <sup>b</sup>	2.3	
		Sin ECP	100 <sup>a</sup>	4.3	
NP * T	1	Con ECP	93 <sup>a</sup>	5.3	0.124
		Sin ECP	91 <sup>a</sup>	2.8	
	2	Con ECP	90 <sup>a</sup>	4.9	
		Sin ECP	95 <sup>a</sup>	4.0	
	3	Con ECP	94 <sup>a</sup>	4.7	
		Sin ECP	108 <sup>a</sup>	5.0	
	4	Con ECP	86 <sup>a</sup>	5.6	
		Sin ECP	105 <sup>a</sup>	6.0	

Nota. Superíndices diferentes entre variables indica diferencias significativas.

#### 4.2.2. Intervalo Parto Concepción (IPC)

La tabla 4 muestra que el factor del tratamiento con ECP de forma independiente no influyó en esta variable con una significancia mayor a 0.05 (0.564), sin embargo, al interactuar con el factor de época de se observa diferencias significativas en el IPC, mientras que el número de parto no tuvo influencia significativa ( $P>0.05$ ). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna, la aplicación de ECP a los 7 días posparto reduce los días abiertos o IPC según la época de parto.

**Tabla 4.**

*Efecto de la aplicación de ECP a los 7 días posparto en el Intervalo Parto Concepción (IPC) en vacas Holstein según época y número de parto.*

Factor	Nivel	Media ajustada (días)	Error Estándar	Significancia	
Tratamiento (T)	Con ECP	145 <sup>a</sup>	8.6	0.564	
	Sin ECP	151 <sup>a</sup>	7.2		
Época de parto (EP)	Calor	162 <sup>a</sup>	9.3	0.013	
	Frío	135 <sup>b</sup>	6.4		
Número de parto (NP)	1	152 <sup>a</sup>	7.8	0.564	
	2	139 <sup>a</sup>	7.9		
	3	149 <sup>a</sup>	8.6		
	4	152 <sup>a</sup>	12.2		
<b>Interacciones</b>					
EP * T	Calor	Con ECP	157 <sup>a</sup>	16.9	0.01
		Sin ECP	168 <sup>a</sup>	6.6	
	Frío	Con ECP	133 <sup>b</sup>	6.2	
		Sin ECP	136 <sup>b</sup>	11.2	
NP * T	1	Con ECP	155 <sup>a</sup>	13.8	0.799
		Sin ECP	149 <sup>a</sup>	7.6	
	2	Con ECP	133 <sup>a</sup>	11.5	
		Sin ECP	145 <sup>a</sup>	10.8	
	3	Con ECP	142 <sup>a</sup>	11.7	
		Sin ECP	155 <sup>a</sup>	12.8	
	4	Con ECP	149 <sup>a</sup>	18.0	
		Sin ECP	155 <sup>a</sup>	16.5	

Nota. Superíndices diferentes entre variables indica diferencias significativas.

### 4.2.3. Número de Servicios por Concepción (NSC)

La tabla 5 presenta los valores obtenidos para el NSC. El factor del tratamiento con ECP influyó en esta variable con una significancia menor a 0.05, mientras que los factores de EP y NP no influyeron sobre el NSC. La interacción del tratamiento con ECP y la época de parto también influyó en el número de servicios por concepción. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna, la aplicación de ECP a los 7 días posparto reduce el NSC según la época de parto.

**Tabla 5.**

*Efecto de la aplicación de ECP a los 7 días posparto en el Número de Servicios por Concepción (NSC) en vacas Holstein según época y número de parto.*

Factor	Nivel	Media ajustada (días)	Error Estándar	Significancia
Tratamiento (T)	Con ECP	2.5 <sup>a</sup>	0.2	0.040
	Sin ECP	3.0 <sup>b</sup>	0.2	
Época de parto (EP)	Calor	2.7 <sup>a</sup>	0.2	0.970
	Frío	2.7 <sup>a</sup>	0.2	
Número de parto (NP)	1	2.9 <sup>a</sup>	0.2	0.076
	2	2.4 <sup>a</sup>	0.2	
	3	2.5 <sup>a</sup>	0.2	
	4	3.0 <sup>a</sup>	0.3	
<b>Interacciones</b>				
EP * T	Calor	Con ECP	2.3 <sup>a</sup>	0.044
		Sin ECP	3.1 <sup>b</sup>	
	Frío	Con ECP	2.6 <sup>a</sup>	
		Sin ECP	2.8 <sup>a</sup>	
NP * T	1	Con ECP	2.8 <sup>a</sup>	0.346
		Sin ECP	3.1 <sup>a</sup>	
	2	Con ECP	2.0 <sup>a</sup>	
		Sin ECP	3.0 <sup>a</sup>	
	3	Con ECP	2.3 <sup>a</sup>	
		Sin ECP	2.7 <sup>a</sup>	
	4	Con ECP	2.9 <sup>a</sup>	
		Sin ECP	3.2 <sup>a</sup>	

Nota. Superíndices diferentes entre variables indica diferencias significativas.

#### 4.2.4. Porcentaje de preñez al primer servicio (PP1S)

La tabla 6 y figura 4 presentan el recuento de vacas según su estado (preñada o vacía) al primer servicio. Según la prueba de Chi-cuadrado la significancia asintótica (bilateral) es menor a 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna, la aplicación de ECP a los 7 días posparto mejora el porcentaje de preñez al primer servicio.

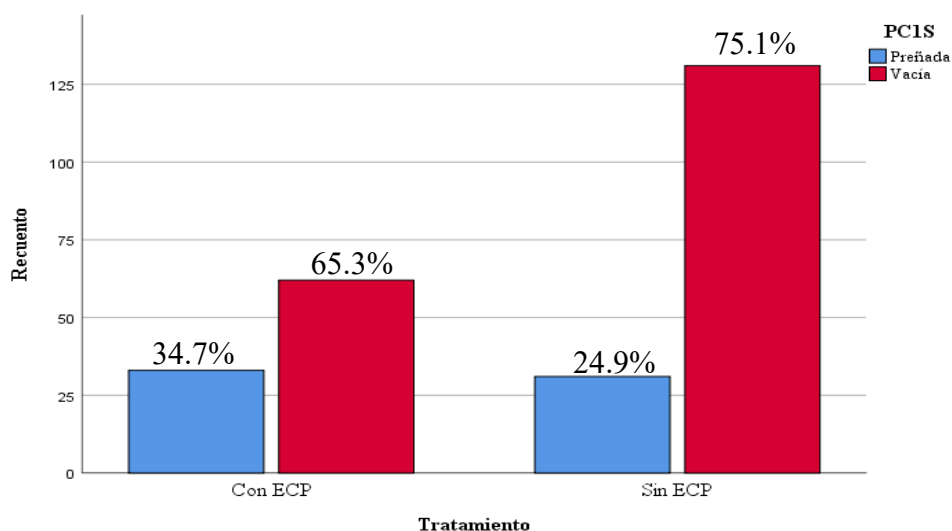
**Tabla 6.**

*Prueba de asociación de Chi-cuadrado para la aplicación de ECP a los 7 días posparto y el porcentaje de preñez al primer servicio en vacas Holstein.*

Tratamiento	Recuento	Preñada	Vacía	Total	Significación asintótica (bilateral)
Con ECP	N	33	62	95	0.005
	%	34.7%	65.3%	100.0%	
Sin ECP	N	31	131	162	
	%	19.1%	80.9%	100.0%	
Total	N	64	193	257	
	%	24.9%	75.1%	100.0%	

**Figura 4**

*Recuento de vacas preñadas al primer servicio con y sin aplicación de ECP a los 7 días posparto.*



#### 4.2.5. Preñez a los 200 días (P200d)

La tabla 7 y figura 5 presentan el recuento de vacas según su estado (preñada o vacía) a los 200 días. Según la prueba de Chi-cuadrado la significancia asintótica (bilateral) es menor a 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna, la aplicación de ECP mejora el porcentaje de preñez a los 200 días.

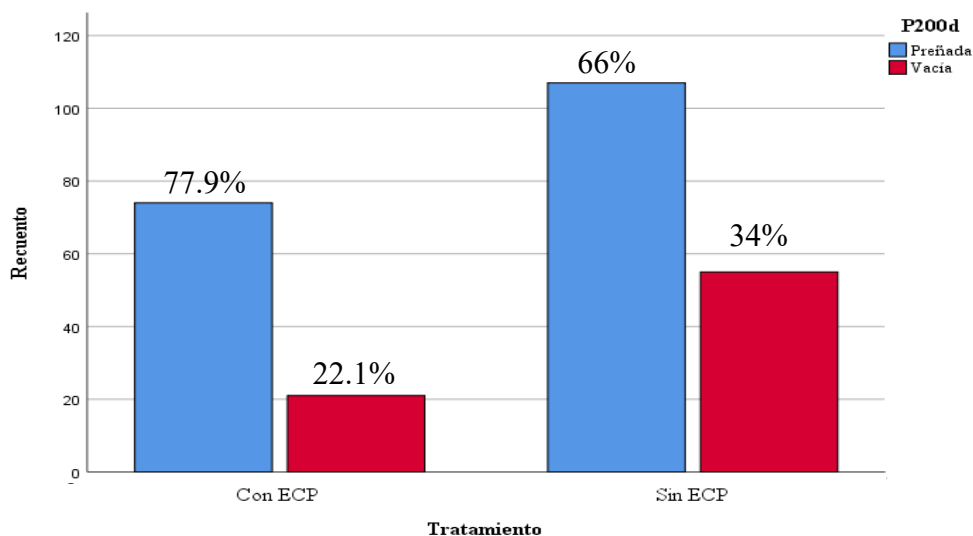
**Tabla 7.**

*Prueba de asociación de Chi-cuadrado para la aplicación de ECP a los 7 días posparto y el porcentaje de preñez a los 200 días en vacas Holstein.*

Tratamiento	Recuento	Preñada	Vacía	Total	Significación asintótica (bilateral)
Con ECP	N	74	21	95	0.045
	%	77.9%	22.1%	100.0%	
Sin ECP	N	107	55	162	
	%	66.0%	34.0%	100.0%	
Total	N	181	76	257	
	%	70.4%	29.6%	100.0%	

**Figura 4**

*Recuento de vacas preñadas a los 200 días con y sin aplicación de ECP a los 7 días posparto.*



#### 4.2.6. Pérdidas económicas por día abierto

La tabla 8 presenta el resumen de pérdidas por día abierto. Cuando se consideran los Intervalos entre partos según la duración del Intervalo Parto Concepción de cada tratamiento se estima una pérdida de S/ 3.98 y S/4.87 por día abierto/vaca del tratamiento con y sin ECP, respectivamente. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna, la aplicación de ECP permite reducir las pérdidas por día abierto. Los detalles de parámetros utilizados para la obtención de las pérdidas se presentan en los Anexos 1 y 2.

**Tabla 7.**

*Pérdidas económicas por día abierto para vacas tratadas con ECP a los 7 días posparto.*

Detalle de pérdidas	Tratamiento			
	Con ECP		Sin ECP	
<b>Por producción de leche</b>				
Días no producidos	27		33	
Litros perdidos por día	25		25	
Litros perdidos del periodo	675		825	
Pérdida por producción de leche por vaca	S/	1,181.25	S/	1,443.75
Pérdida por producción del establo	S/	708,750.00	S/	866,250.00
<b>Por producción de terneros</b>				
Terneras nacidas en el establo	27		32	
Terneros nacidos en el establo	27		32	
Pérdidas por terneras	S/	16,144.30	S/	19,458.50
Pérdidas por terneros	S/	2,152.57	S/	2,594.47
Pérdidas por producción de terneros del establo	S/	18,296.88	S/	22,052.97
<b>Resumen de pérdidas</b>				
Por producción de leche	S/	708,750.00	S/	866,250.00
Por producción de terneros	S/	18,296.88	S/	22,052.97
Pérdidas totales	S/	727,046.88	S/	888,302.97
Pérdida por vaca al año	S/	1,211.74	S/	1,480.50
Pérdida por vaca / día abierto	S/	3.32	S/	4.06
Otros costos (20%)	S/	0.66	S/	0.81
Pérdida total por vaca / día abierto	S/	3.98	S/	4.87
Equivalente en dólares (1USD= 3.75 soles)	\$	1.06	\$	1.30

## CAPITULO V. DISCUSIÓN

### 5.1. Intervalo parto primer servicio (IPPS) y parto – concepción (IPC)

Los resultados de nuestra investigación indican que el IPPS fue influenciado significativamente ( $P < 0.05$ ) por el tratamiento con ECP. Las vacas que recibieron una dosis de 4 mg de ECP intramuscular a los 7 días posparto fueron servidas a los  $91 \pm 3.1$  días, mientras que las vacas del grupo sin ECP a los  $100 \pm 2.5$  días posparto, es decir, la aplicación de cipionato de estradiol permitió reducir en 9 días el IPPS. Estos resultados difieren de lo presentado por Haughian et al. (2002), quienes no reportaron diferencias significativas en la duración del IPPS cuando se aplicó 4 mg de ECP a vacas de primerizas a los 7 días posparto con 64.4 y 62.5 días (control versus ECP). Wagner et al. (2001), quienes no obtuvieron diferencias significativas para los días al primer servicio para vacas del grupo con y sin aplicación de ECP a las 24 horas después del parto con una media de 72 días. Si bien estos autores no encontraron diferencias significativas en el tiempo al primer servicio, los valores registrados fueron menores lo obtenido en este estudio, esto podría deberse al periodo voluntario de espera considerado por Haughian et al. (2002) con 50 días, después del cual las vacas fueron inseminadas en celo, además de aplicar protocolos de sincronización del estro desde los 40 días posparto, mientras que en nuestra investigación, según el manejo reproductivo del establo, se consideró 70 días de periodo voluntario de espera y más de 75 días para la aplicación de protocolos de sincronización.

Según lo mencionado por Haughian et al. (2002), se ha logrado mejores resultados al aplicar ECP a los 7 días posparto con un mayor porcentaje (88 %) de vacas con ciclos estrales normales a los 90 días después de la aplicación, comparado con sólo el 50% del grupo control. Por otro lado, Blevins et al. (2006), al aplicar 10 mg de ECP a los 8 días

posparto indicaron que las vacas estuvieron en celo a los  $26 \pm 3$  días después del tratamiento con ECP comparado a un tratamiento control con más de 39 días.

Según los resultados obtenidos, el IPC no fue afectado por el tratamiento con cipionato de estradiol ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, se observó que las vacas tratadas con ECP a los 7 días posparto tuvieron un menor promedio de IPC con  $145 \pm 8.6$  días comparado a los  $151 \pm 7.2$  días del grupo sin tratamiento. Esto es consistente con lo reportado por Haughian et al. (2002), quienes tampoco encontraron un efecto significativo ( $P > 0.10$ ) de la aplicación del ECP en el IPC con  $108 \pm 7.1$  y  $115 \pm 8.0$  días para vacas primíparas del grupo ECP versus el control, respectivamente. Asimismo, Ruiz et al. (2017), no encontraron diferencias en el IPC de vacas con ECP y sin tratamiento ( $122 \pm 7.0$  versus  $129.6 \pm 6.5$ ). Por otro lado, Risco y Hernández (2003), no reportaron diferencias significativas entre el IPC de vacas tratadas con ECP y el grupo control, aunque el IPC del grupo ECP fue mayor con 192 días.

La reducción del IPPS de este estudio debido a la aplicación de ECP posparto puede explicarse por el efecto de los estrógenos sobre las contracciones e inmunidad del útero, estimulando la involución uterina y mejorando la resistencia a las infecciones, debido a un incremento de la motilidad y producción de mucus (Risco y Hernández, 2003).

La época del parto influyó significativamente en el IPPS e IPC, las vacas que parieron en la época de frío tuvieron un IPPS de 90 días comparado a los 101 días obtenido para las vacas que parieron en verano ( $P < 0.05$ ). Para el IPC, las vacas en la época de frío y calor registraron 162 y 135 días, respectivamente ( $P < 0.05$ ). Los mayores intervalos en la época de verano pueden deberse al estrés por calor que impacta negativamente en la reproducción de las vacas lecheras porque disminuye la tasa de inseminación artificial, afecta la calidad de

los ovocitos, las tasas de fertilización, el desarrollo embrionario y altera la producción de hormonas esteroides en los folículos, reduce el crecimiento folicular, la manifestación del estro y las tasas de ovulación (Pereira et al., 2022).

Asimismo, nuestros resultados mostraron la interacción época del parto y tratamiento, un menor IPPS fue reportado para las vacas que parieron en invierno con tratamiento de ECP (80 días) comparado a las vacas sin tratamiento (100 días). Por el contrario, parece ser que la aplicación del ECP en la época de verano no mejoró significativamente estos parámetros, las vacas que parieron en verano con y sin tratamiento de ECP tuvieron un promedio de IPPS de 103 y 99 días, respectivamente. Respecto al IPC, las vacas que parieron en la época de frío con y sin tratamiento la duración del IPC fue de 133 y 136 días, respectivamente, mientras que, en la época de calor, con y sin tratamiento de ECP fueron de 157 y 168 días. Esto es consistente con Pereira et al. (2022) quienes concluyeron que una dosis mayor de ECP aumentó el porcentaje de animales que expresaron celo, pero no mejoró la función reproductiva de las vacas lecheras durante el verano.

El número de parto no influyó en el IPPS e IPC, tampoco se vio interacción del tratamiento con el número de parto. Esto concuerda con el estudio de Haughian et al. (2002), quienes tampoco encontraron diferencias significativas en el intervalo parto a primer servicio e intervalo parto a la concepción al evaluar la aplicación de ECP en vacas primíparas y multíparas. Esto podría deberse a la relación de la edad y número de paridad con el tiempo de involución uterina, que según Lin et al. (2021), existe reportes contradictorios sobre este aspecto y sería necesario realizar más estudios para confirmar si la involución uterina se ve afectada por el número de paridad y edad.

## 5.2. Número de Servicios por Concepción (NSC)

El tratamiento con cipionato de estradiol afectó significativamente el NSC ( $P < 0.05$ ). Las vacas con y sin ECP necesitaron menos  $2.5 \pm 0.2$  y  $3.0 \pm 0.2$  servicios para lograr la concepción. Estos resultados fueron similares a lo reportado por Ruiz et al. (2017), quienes también encontraron diferencias significativas entre las vacas con tratamiento ECP y sin tratamiento con  $1.29 \pm 0.11$ . El menor NSC en el grupo con ECP puede deberse al menor intervalo parto primer servicio e intervalo parto concepción y al mayor porcentaje de vacas preñadas al primer servicio.

Respecto a la interacción época de parto y tratamiento, en la época de calor hubo efecto significativo del tratamiento con 2.3 y 3.1 servicios por concepción para vacas con y sin ECP. Según Pereira et al. (2022), el uso de protocolos de sincronización de la ovulación durante la época de calor ha logrado que más vacas sean aptas para la inseminación artificial lo que ha permitido incrementar las tasas generales de preñez. Sin embargo, aunque más vacas están siendo inseminadas, la probabilidad de que una vaca quede preñada después de una inseminación específica, sigue disminuyendo, siendo necesario realizar más servicios para lograr una preñez. Esto puede deberse a que el ECP pudo haber mejorado la sincronización de la ovulación y aumentado la probabilidad de éxito al primer servicio durante la época de calor. Esto explicaría por qué el porcentaje de preñez al primer servicio es mayor con ECP y, como consecuencia, se necesita un menor número de servicios por concepción.

### **5.3. Porcentaje de preñez al primer servicio (PP1S) y 200 días (P200d)**

El diagnóstico de preñez se realizó a los 33 días mediante ultrasonografía transrectal. La aplicación de ECP a los 7 días posparto dio como resultado un 34.7 % de concepción al primer servicio, superando a lo obtenido en el grupo sin aplicación con 19.1 %. Una mejoría en las tasas de preñez también fue reportada por Blevins et al. (2006) al aplicar ECP en un protocolo de sincronización ( $P < 0.01$ ) con 51.4 % frente a un grupo con tratamiento a base de aceite (33.3%). Del mismo modo, en el estudio de Cerri et al. (2004), la administración de 1 mg de ECP para inducir el estro y sincronizar la ovulación para realizar una inseminación a tiempo fijo, mejoró el rendimiento reproductivo en el primer servicio posparto en vacas en 3 establos lecheros. La aplicación de ECP a los 7 días posparto dio como resultado un 77.9 % de P200d superando a lo obtenido sin aplicar ECP (66 %).

Por el contrario, Ruiz et al. (2017) no encontraron diferencias significativas entre el porcentaje de preñez al primer servicio ( $P < 0.05$ ) con  $49.3 \pm 8.6$  versus  $37.5 \pm 8.5$  por ciento para las vacas tratadas con ECP y sin tratamiento, respectivamente. Tampoco registró diferencias con el porcentaje de preñez a los 200 días con  $47.7 \pm 8.0$  y  $56.7 \pm 8.6$  para vacas con ECP y sin tratamiento.

Esta investigación confirma el efecto positivo de aplicar cipionato de estradiol después de los 7 días después del parto, ya que nuestros resultados difieren de lo presentado por otros autores como Wagner et al. (2001), quienes no obtuvieron diferencias significativas para los días al primer servicio para vacas del grupo con y sin aplicación de ECP a las 24 horas después del parto con una media de 72 días, además indicaron que el ECP afectó negativamente los días hasta la preñez a los 200 días después del parto y no encontraron efectos significativos sobre los días al primer servicio y días a la concepción. Aunque los

autores no lograron explicar el por qué los efectos se vieron después de 100 días de aplicado el tratamiento, ya que la aplicación de ECP no tuvo efecto negativo sobre los días al primer servicio. Esto puede deberse a que según lo explica Robson et al. (2007), la eficacia del ECP depende del momento de aplicación, si se administra estradiol entre los 10 y 21 días posparto, puede inducir un pico de LH que favorece la ovulación, por el contrario, si se administran dosis más altas justo después del parto, puede inhibir la liberación de LH, retrasando la ovulación.

#### **5.4. Pérdidas económicas por día abierto**

Los días abiertos se definen como el intervalo desde el parto hasta la nueva concepción. “Una medida económica común del desempeño reproductivo es el costo de los días abiertos, que se refiere a cuánto dinero se pierde por cada día que una vaca no está preñada” (Richard, 2022). El análisis de pérdidas económicas mostró que al aplicar ECP a los 7 días posparto, con un promedio ajustado de IPC de 145 días se tiene un Intervalo entre partos de 427 días (282 días de gestación) con una pérdida de S/3.98 (\$ 1.06) por vaca/día abierto, mientras que, las pérdidas se incrementaron en S/0.88 (\$ 0.24) por día abierto para las vacas sin tratamiento con ECP con S/ 4.87 (\$ 1.30) y un intervalo entre partos de 433 días (IPC=151). Esto es reafirmado por Smith et al. (2017) ya que el costo cambia con el nivel de producción y es diferente para los días abiertos adicionales asociados con diferentes intervalos entre partos. Estos autores indican una variación entre \$2.52 y \$4.74 por día abierto, mientras que, Richard (2022), las pérdidas se estiman entre 3.00 y 5.00 dólares por día abierto, aunque estos valores pueden estar sobreestimados o subestimados bajo algunas condiciones. Por ejemplo, Torres-Aburto et al. (2020) estimó un costo total por día abierto por una vaca de \$0.99.

Nuestros resultados se encuentran en el rango de pérdidas estimadas por día abierto según lo reportado por Eckelkamp et al. (2023), quienes aseguran que cada día adicional abierto individual puede costar entre \$0.56 y \$5.41, según los días en leche y la paridad de la vaca. Asimismo, Moya (2022) explica que, al aumentar el intervalo entre partos, el costo por día abierto, estimándose en \$1.25 a \$2.75 a los 90 a 210 días en leche. Por lo tanto, reducir los días abiertos es económicamente beneficioso.

En conclusión, según lo explica Galí (2012), “no se puede especificar una cifra exacta para todos los establos, países ni épocas”, pero este costo es importante para tomar decisiones sobre la gestión reproductiva del establo. Por otro lado, es importante mencionar que los días abiertos pueden verse influenciados por factores como la duración del período de espera voluntario, la precisión de la detección del celo, la calidad del semen y la técnica de reproducción, la nutrición, la fertilidad de la vaca, las enfermedades o el clima (Smith y Becker, 1994).

## **CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

- La aplicación de ECP a los 7 días posparto reduce el Intervalo parto - primer servicio en de vacas lecheras Holstein.
- La aplicación de ECP a los 7 días posparto reduce el Intervalo parto – concepción en de vacas lecheras Holstein.
- La aplicación de ECP a los 7 días posparto reduce el Número de servicios para la concepción en de vacas lecheras Holstein.
- La aplicación de ECP a los 7 días posparto mejora el porcentaje de preñez al primer servicio en de vacas lecheras Holstein.
- La aplicación de ECP a los 7 días posparto mejora el porcentaje de preñez a los 200 días en de vacas lecheras Holstein.
- La aplicación de ECP a los 7 días posparto permite reducir las pérdidas económicas por día abierto de vacas lecheras Holstein.

### **6.2. Recomendaciones**

- Se sugiere la aplicación de ECP después de los 7 días posparto debido a que mejora los parámetros reproductivos de IPPS, IPC, NSC, PP1S, P200d y reduce las pérdidas por día abierto.
- Se sugiere la aplicación de ECP en los períodos donde la eficiencia reproductiva suele ser más baja, es decir, durante los meses más cálidos.
- Se sugiere monitorear constantemente la salud de las vacas después de la aplicación del ECP para asegurar que no existan efectos adversos a largo plazo.

## CAPITULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acerbi, R. (2009). Apropiaada aplicación de inyectables. <https://tinyurl.com/2cotq229>
- Agromel. (2023). Cipionato de estradiol Calier. <https://tinyurl.com/289ks7p7>
- Ali, A., Abdel-Razek, A., Abdel-Ghaffar, S., & Glatzel, P. (2003). Ovarian follicular dynamic in buffalo cows (*Bubalus bubalis*). *Reproduction in Domestic Animals*, 38, 214-218. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1439-0531.2003.00428.x>
- Ambrose, D. J. (2021). *Postpartum Anestrus and Its Management in Dairy Cattle*. En Hopper, H. M. (Ed.), *Bovine Reproduction* (pp. 408-430). John Wiley & Sons, Inc.
- Arbel, R., Bigun, Y., Ezra, E., Sturman, H., & D. Hojman. (2001). The effect of extended calving intervals in high lactating cows on milk production and profitability. *Journal of Dairy Science*, 84, 600-608.
- Avendaño, R. (2021). *Evaluación del efecto de benzoato de estradiol y cipionato de estradiol en la sincronización del celo y preñez de vaquillas cebuinas, inseminadas a tiempo fijo* [Tesis de grado]. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Bavera, G. A. (2000). *Parto y tabla de gestación*. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria/18-prenez\\_y\\_tabla\\_de\\_gestacion.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/18-prenez_y_tabla_de_gestacion.pdf)
- Berrio, J. I. (2018). *Pilares del anestro postparto en bovinos*. Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia. <https://repository.ucc.edu.co/home>
- Blevins, C. A., Shirley, J. E., & Stevenson, J. S. (2006). Milking frequency, estradiol cypionate, and somatotropin influence lactation and reproduction in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89, 4176-4187.
- Bustillo, J. C., y Melo, J. A. (2020). *Parámetros reproductivos y eficiencia reproductiva en ganado bovino* [Trabajo de grado]. Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia. <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/891bc43b-4d83-4055-adff-aff7f83f603c>
- Canales, C. M. (2007). *Efecto de la GnRH + PGF2 $\alpha$  y el dispositivo intravaginal CIDR<sup>®</sup> + ECP en el tratamiento del anestro posparto en vacas lecheras en Zamorano*,

- Honduras* [Tesis de pregrado]. Universidad de Zamorano, Honduras.  
<https://bdigital.zamorano.edu/items/3ff9f462-3901-4dbd-b15a-83091e1ce545>
- Cerri, R. L. A., Santos, J. E. P., Juchem, S. O., Galvão, K. N., & Chebel, R. C. (2004). Timed artificial insemination with estradiol cypionate or insemination at estrus in high-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(11), 3704–3715. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73509-2
- Díaz, D. E. (2019). *Uso de Antibióticos en la Ganadería Lechera*. <https://dairy-cattle.extension.org/uso-de-antibioticos-en-la-ganaderia-lechera/>
- Domínguez, G. A., Corva, S., Perez, S., y de la Sota, R. (2020). *Anestro posparto en la vaca lechera*. En R., Ungerfeld (Ed.), *Reproducción de los Animales Domésticos* (pp. 181-185). Zaragoza, España: Edra.
- Dono, G. Giraldo, L., y Nazzaro, E. (2013). Contribution of the calving interval to dairy farm profitability: results of a cluster analysis of FADN data for a major milk production area in southern Italy. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(4), 857-868.
- Dutta, A., Rahman, M. A., Ghosh, A., Hasan, T., & Uddin, A. H. M. M. (2023). Prevalence and associated risk factors of postpartum anestrus in dairy cows of Sylhet District, Bangladesh. *Asian Journal of Veterinary Science*, 76(1), 117–126.
- Eckelkamp, L., Couture, V., Strickland, L., & Krawczel, P. (2023). *Back to the breeding basics*. University of Tennessee Institute of Agriculture, Department of Animal Science.
- Fernández, R., Bigal, P., Di Masso, R. J., & Marini, P. R. (2020). Economic evaluation of productive and reproductive indicators in dairy cows with different ages at first calving, in grazing systems. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(4), 493-501.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2079-34802020000400493&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2079-34802020000400493&script=sci_abstract&tlng=en)
- Forde, N., Beltman, M. E., Lonergan, P., Diskin, M., Roche, J. F., & Crowe, M. A. (2011). Oestrous cycles in *Bos taurus* cattle. *Animal Reproduction Science*, 124(2), 163–169. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.08.025>

- Frazer, G. S. (2005). A rational basis for therapy in the sick postpartum cow. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 21(2), 523–568. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2005.03.005>
- Galí, J. J. (2012). Coste de los días abiertos. *Frisona Española*, 32(192), 100–102. <https://www.revistafrisona.com/LinkClick.aspx?fileticket=U-ivRAOHgyM%3D&tabid=249&portalid=0&mid=477>
- Galina, C., y Valencia, J. (2008). *Reproducción de animales domésticos*. México; Limusa.
- García, A. (2014). *Hormonas: ¿qué hay en su leche?* [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/leche\\_subproductos/57-Hormonas.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/57-Hormonas.pdf)
- Gautam, G. (2023). Postpartum anestrus in dairy cattle and its management. *AIP Conference Proceedings*, 2628(1). <https://doi.org/10.1063/5.0143994>
- Góngora, A., & Hernández, A. (2007). El posparto en la vaca. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 54(1), 25–42.
- Haughian, J. M., Sartori, R., Guenther, J. N., Guñen, A. & Wiltbank, M. C. (2002). Extending the postpartum anovulatory period in dairy cattle with estradiol cypionate. *Journal of Dairy Science*, 85, 3238-3249.
- Hernández Cerón, J. (2016). *Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://doi.org/10.22201/fmvz.9786070286902e.2016>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Methodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Hernández, L. F. (2021). *Manejo del parto en bovinos, un punto crítico en la vida productiva de la vaca y la becerro*. <https://www.ganaderia.com/destacado/Manejo-del-parto-en-bovinos,-un-punto>
- Hincapié, J.J.; Pipaon, E.C.; Blanco, G.S. 2008. Trastornos reproductivos en la hembra bovina. 2 ed. Editorial Litocom. Tegucigalpa, Honduras. 159 p. [critico-en-la-vida-productiva-de-la-vaca-y-la-becerra](https://www.ganaderia.com/destacado/Manejo-del-parto-en-bovinos,-un-punto)

- Hyndman, T. H., Algar, K. L., Woodward, A. P., Coiacetto, F., Hampton, J. O., Nickels, D., Hamilton, N., Barnes, A., & Algar, D. (2020). Estradiol-17 $\beta$  pharmacokinetics and histological assessment of the ovaries and uterine horns following intramuscular administration of estradiol cypionate in feral cats. *Animals*, 10(9), 1708. <https://doi.org/10.3390/ani10091708>
- Lin, Y., Yang, H., Ahmad, M. J., Yang, Y., Yang, W., Riaz, H., Abulaiti, A., Zhang, S., Yang, L., & Hua, G. (2021). Postpartum uterine involution and embryonic development pattern in Chinese Holstein dairy cows. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 604729. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.604729>
- Medrano, P. L. (2023). Influencia del cipionato de estradiol sobre el reinicio de la actividad ovárica post parto en vacas lecheras Holstein bajo un sistema de crianza intensivo en la costa norte de la cuenca lechera de Lima (tesis de maestría). Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima. <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/14697>
- Moya, E. (2022). Importancia económica de la reproducción en el ganado lechero. Importancia económica de la reproducción en el ganado lechero. <https://www.ganaderia.com/destacado/importancia-economica-de-la-reproduccion-en-el-ganado-lechero>
- National Library of Medicine. (2024). *Estradiol cypionate*. PubChem. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Estradiol-Cypionate>
- Noakes, D., Parkinson, T., England, G. (2009). Veterinary reproduction and obstetrics. USA: Elsevier-Saunders.
- Opsomer, G., Gröhn, Y. T., Hertl, J., Coryn, M., Deluyker, H., & de Kruif, A. (2000). Risk factors for postpartum ovarian dysfunction in high-producing dairy cows in Belgium: A field study. *Theriogenology*, 53(5), 841–857.
- Oriowo, M. A., Landgren, B. M., Stenström, B., & Diczfalusy, E. (1980). A comparison of the pharmacokinetic properties of three estradiol esters. *Contraception*, 21(4), 415–424. [https://doi.org/10.1016/s0010-7824\(80\)80018-7](https://doi.org/10.1016/s0010-7824(80)80018-7)
- Ortega, E. L. (2022). *Análisis de la leptina en vacas lecheras en periodo de transición y su efecto sobre la fertilidad* [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica de Babahoyo.

- Overton, M. W., Sischo, W. M., & Reynolds, J. P. (2003). Evaluation of effect of estradiol cypionate administered prophylactically to postparturient dairy cows at high risk for metritis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 223(6), 846–851. <https://doi.org/10.2460/javma.2003.223.846>
- Papich, M. G. (2021). Estradiol cypionate. In *Papich handbook of veterinary drugs* (5th ed.). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-70957-6.00203-X>
- Peralta-Torres, J. A., Aké-López, J. R., Centurión-Castro, F. G., & Magaña-Monforte, J. G. (2010). Comparación del cipionato de estradiol vs benzoato de estradiol sobre la respuesta a estro y tasa de gestación en protocolos de sincronización con CIDR en novillas y vacas *Bos indicus*. *Universidad y Ciencia*, 26(2), 163–169. <https://ri.ujat.mx/bitstream/20.500.12107/1256/1/-173-131-A.pdf>
- Pereira, M. H. C., Cappelozza, B. I., Costa, W. M., Barbosa, L., Cerri, R. L. A., & Vasconcelos, J. L. M. (2022). Effects of estradiol cypionate dose as an ovulatory stimulus on reproductive performance of lactating dairy cows during the summer season. *Theriogenology*, 182, 110–118. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.02.001>
- Peter, A. T., Vos, P. L. A. M., & Ambrose, D. J. (2009). Postpartum anestrus in dairy cattle. *Theriogenology*, 71(9), 1333–1342. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.11.012>
- Portal Veterinario (2009). El ciclo estral de la vaca de leche. <https://www.portalveterinaria.com/actualidad-veterinaria/actualidad/3822/el-ciclo-estral-de-la-vaca-de-leche.html>
- Quintero, J. C., & Ruíz Cortez, Z. T. (2008). Efectos de la leptina en el inicio de la pubertad en animales machos. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 21, 97–108.
- Richard, J. (2022). Dairy farm "Cost of days open." *Cornell University*. <https://www.ccedelaware.org/2022/06/30/dairy-farm-cost-of-days-open/>
- Risco, C. A., & Hernández, J. (2003). Comparison of ceftiofur hydrochloride and estradiol cypionate for metritis prevention and reproductive performance in dairy cows affected with retained fetal membranes. *Theriogenology*, 60, 47-58.

- Rizzo A, Gazza C, Silvestre A, Maresca L, Sciorsci R. Escopolamina para la involución uterina de vacas lecheras. *Theriogenology*. 122 :35–40. 10.1016/j.theriogenology.2018.08.025
- Robson, C., Aller, J. E., Callejas, S., Cabodevila, J., & Alberio, R. H. (2007). Factores que afectan el anestro posparto en bovinos. *Producción Animal*. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria/96-anestro.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/96-anestro.pdf)
- Rodrigues, A. M. (2013). Influencia de la reproducción y calidad de la leche en la rentabilidad de las explotaciones lecheras. <https://repositorio.ipcb.pt/handle/10400.11/2052>
- Ruiz, L. F., Sandoval, R. S., Montenegro, M., y Delgado, A. (2017). Desempeño Reproductivo de Vacas Lecheras con Involución Uterina Retardada bajo Tratamiento Hormonal con Cipionato de Estradiol y Benzoato de Estradiol. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 28(1): 110-119. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i1.12943>
- Rutter, B. (2002). Puerperio Bovino. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria/58-puerperio\\_bovino.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/58-puerperio_bovino.pdf)
- Schölderle, G. C. (2019). *Marcadores endócrino-metabólicos durante el periodo de transición y su asociación con salud y reproducción en vacas lecheras* [Tesis doctoral]. Universidad de la República, Uruguay.
- Sendag, S., Alan, M., Eski, F., Uslu, S., Uslu, B. A., & Wehrend, A. (2016). Postpartum uterus involution observed by real-time ultrasound scanning and vaginal cytology in Van cats. *Feline Medicine and Surgery*, 18(12), 954–958. <https://doi.org/10.1177/1098612X15598546>
- Sequeira, L. T. (2013). Compendio sobre reproducción animal. Managua: UNA. <https://cenida.una.edu.ni/textos/nl53t683c.pdf>
- Sintex. (2005). Manejo farmacológico del ciclo estral del bovino. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/72-manejo\\_farmacologico\\_ciclo\\_estral\\_bovino.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/72-manejo_farmacologico_ciclo_estral_bovino.pdf)

- Smith, J. F., & Becker, D. A. (1994). *The reproductive status of your dairy herd* (Guide D-302). New Mexico State University. Retrieved from [https://pubs.nmsu.edu/\\_d/D302/index.html](https://pubs.nmsu.edu/_d/D302/index.html)
- Smith, J.W., Gilson, W.D., Ely, L.O., y Graves, W.M. *Dairy Reproduction Benchmarks*. [https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%201210\\_4.PDF](https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%201210_4.PDF)
- Stárka, L., & Dušková, M. (2020). What Is a Hormone? *Physiological research*, 69 (2), S813-S815. doi: <https://doi.org/10.33549%2Fphysiolres.934509>
- Torres-Aburto, V. F., Domínguez-Mancera, B., Vazquez-Luna, D., & Espinosa Ortiz, V. E. (2020). Cost of the calving interval in tropical bovine production in southeastern Mexico. *Agroproductividad*, 13(7), 45–51. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1651>
- Vera Alava, H., Pedroso Sosa, R., & Hidalgo Bravo, G. (2021). Efectos del cipionato y benzoato de estradiol en vaquillas mestizas sobre el porcentaje de preñez. *Anales Científicos*, 82(2), 198–205. <https://doi.org/10.21704/ac.v82i2.1764>
- Wagner, D. C., BonDurant, R. H., & Sischo, W. M. (2001). Reproductive effects of estradiol cypionate in postparturient dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 219(2), 201–206.
- Wenzel, J. (2012). Valoración económica de las pérdidas por ineficiencia reproductiva. [https://www.engormix.com/lecheria/gerenciamiento-lecherias/valoracion-economica-perdidas-ineficiencia\\_a29460/](https://www.engormix.com/lecheria/gerenciamiento-lecherias/valoracion-economica-perdidas-ineficiencia_a29460/)
- Wonchee, Z., Lozano, R. R., y González, E. (2002). Evaluación de diferentes tratamientos en el posparto temprano a vacas lecheras con infecciones uterinas. *Técnica Pecuaria en México*, 40(1), 105-117.

## ANEXOS

### Anexo 1. Formato de análisis de pérdidas por día abierto/ vaca y día abierto, para el grupo de vacas tratadas con ECP a los 7 días posparto

Parámetro	Ejemplo	Perdidas en producción		
IIP en días actual	427	Días no producidos	27	días
IIP deseable en días	400	Pérdidas x día	25	litros
Producción de vacas con menos de 90 días de parida	45	Pérdidas del periodo	675	litros
Producción de vacas más de 330 días de parida	20	Pérdidas x leche	S/ 1,181.25	Soles
Total de vacas masa (Establo)	600	<b>Perdida establo</b>	S/ 43.8	<b>Soles</b>
Valor x litro de leche en soles	1.75			
Vacas paridas en el ejercicio	562	<b>Perdidas x terneros no nacidos</b>		
Periodo de gestación promedio	282		53.8	Terneros
Precio de la ternera en soles	600	10% mortalidad	0.0	
Precio terneros en soles	80	Terneros vivos	53.8	Vivos
% de vacas que no se recupera al tratamiento	50		27	Hembras
% real de descarte por infertilidad	15		27	Machos
Tasa de descarte por infertilidad aceptable	8	Pérdidas x hembras	16144	Soles
Valor vaca de descarte	2300	Pérdidas por machos	2153	Soles
Valor Vaquillona reposición	7500		18297	soles
Costo de cada servicio	120	<b>RESUMEN DE PERDIDAS</b>		
Cantidad total de servicios en el hato	1500	Por producción de leche		708750
Servicios por concepción reales	2.5	Por producción de terneros		18297
Servicios por concepción deseados	1.5			727047
Costo mantenimiento toro x día	15	Costo x vaca año		1212
Honorarios profesionales x caso	25	Costo x día abierto x vaca		3.32
Costo de medicamento x tratamiento	35	Otros costos	20%	0.66
Honorarios de prevención x vaca año	30	Perdida por día vacío x vaca S/		3.98

**Anexo 2. Formato de análisis de pérdidas por día abierto/ vaca y día abierto/ vaca sin tratamiento a los 7 días posparto**

<b>Parámetro</b>	<b>Ejemplo</b>	<b>Perdidas en producción</b>		
IIP en días actual	433	Días no producidos	33	días
IIP deseable en días	400	Pérdidas x día	25	litros
Producción de vacas con menos de 90 días de parida	45	Pérdidas del periodo	825	litros
Producción de vacas más de 330 días de parida	20	Pérdidas x leche	1444	Soles
Total de vacas masa (Establo)	600	<b>Perdida establo</b>	<b>866250</b>	<b>Soles</b>
Valor x litro de leche en soles	1.75			
Vacas paridas en el ejercicio	554	<b>Perdidas x terneros no nacidos</b>		
Periodo de gestación promedio	282		64.9	Terneros
Precio de la ternera en soles	600	10% mortalidad	0.0	
Precio terneros en soles	80	Terneros vivos	64.9	Vivos
% de vacas que no se recupera al tratamiento	50		32	Hembras
% real de descarte por infertilidad	15		32	Machos
Tasa de descarte por infertilidad aceptable	8	Pérdidas x hembras	19459	Soles
Valor vaca de descarte	2300	Pérdidas por machos	2594	Soles
Valor Vaquillona reposición	7500		<b>22053</b>	soles
Costo de cada servicio	120	<b>RESUMEN DE PERDIDAS</b>		
Cantidad total de servicios en el hato	1800	Por producción de leche		866250
Servicios por concepción reales	3.0	Por producción de terneros		22053
Servicios por concepción deseados	1.5			<b>888303</b>
Costo mantenimiento toro x día	15	Costo x vaca año		<b>1481</b>
Honorarios profesionales x caso	25	Costo x día abierto x vaca		<b>4.06</b>
Costo de medicamento x tratamiento	35	Otros costos	20%	<b>0.81</b>
Honorarios de prevención x vaca año	30	Perdida por día vacío x vaca S/		<b>4.87</b>