



Influencia del cipionato de estradiol (CE) sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto en vacas lecheras Holstein bajo un sistema de crianza intensivo en la costa norte de la cuenca lechera de Lima

Influence of estradiol cypionate on the resumption of postpartum ovarian activity in Holstein dairy cows under an intensive rearing system in the northern coast of the Lima dairy basin

Influência do cipionato de estradiol sobre o reinício da atividade ovariana pós-parto em vacas leiteiras Holstein sob um sistema de criação intensiva na costa norte da bacia leiteira de Lima

**Patricia Medrano¹,
Luisa Echevarría¹**

¹ Universidad Peruana Cayetano Heredia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Laboratorio de Reproducción Animal. Lima, Perú.

| RESUMEN

Se determinó la influencia del estrógeno sintético cipionato de estradiol (CE) sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto en vacas lecheras manejadas bajo un sistema intensivo en la costa norte de la cuenca lechera de Lima. Se seleccionaron 20 vacas Holstein multíparas, cuya actividad ovárica se monitoreó mediante ultrasonografía y se tomaron muestras de sangre para medir la progesterona sérica a partir del quinto día posparto, de forma interdiaria, hasta los 60 días posparto. Las vacas fueron asignadas aleatoriamente a dos grupos: CE (n = 10), que recibió una dosis intramuscular de 2 mL de CE (4 mg, ECP, Zoetis, USA) a los 7 días posparto; y Control (n = 10), sin tratamiento. El análisis incluyó estadística descriptiva e inferencial. Las variables dependientes fueron el intervalo parto-primera ovulación (IPPO) y los niveles séricos de progesterona; y las independientes, el diámetro del primer folículo preovulatorio posparto y el diámetro del primer cuerpo lúteo posparto a los 10 días posovulación. El grupo Control presentó un mayor diámetro del primer cuerpo lúteo posparto a los 10 días posovulación ($P < 0,05$), en comparación con el grupo Cipionato de Estradiol ($24,73 \pm 5,51$ vs. $19,04 \pm 6,07$, respectivamente). Asimismo, se halló una correlación positiva entre los niveles séricos de progesterona y el diámetro del cuerpo lúteo a los 10 días posovulación en el grupo experimental ($r_s = 0,83$; $p = 0,01$). Se concluye que el reinicio de la actividad ovárica posparto en vacas expuestas al CE es similar al grupo Control, de acuerdo con las variables que caracterizan el restablecimiento de dicha ciclicidad.

Palabras clave: vacas lecheras; ciclicidad ovárica; posparto.

Correspondencia:

Patricia Medrano

✉ patricia.medrano.r@upch.pe

Recibido: 01-04-2025

Aceptación: 04-11-2025

En línea: 27-11-2025



Artículo de acceso abierto

© Los autores

© *Salud y Tecnología Veterinaria*

Citar como:

Medrano, P. L. y Echevarría, L. (2024). Influencia del cipionato de estradiol (CE) sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto en vacas lecheras Holstein bajo un sistema de crianza intensivo en la costa norte de la cuenca lechera de Lima. *Salud y Tecnología Veterinaria*, 13(2). <https://doi.org/10.20453/stv.v13i2.6401>

| ABSTRACT

The influence of the synthetic estrogen estradiol cypionate (EC) on the resumption of postpartum ovarian activity was evaluated in Holstein dairy cows raised under an intensive system in the northern coast of the Lima dairy basin. Twenty multiparous Holstein cows were selected, and ovarian activity was monitored by ultrasonography, and blood samples were collected to measure serum progesterone every other day from day 5 postpartum until day 60. Cows were randomly assigned to two groups: EC (n = 10), which received an intramuscular dose of 2 mL EC (4 mg, ECP®, Zoetis, USA) at 7 days postpartum; and a control group (n = 10), which received no treatment. Descriptive and inferential statistical analyses were performed. Dependent variables included the calving-to-first-ovulation interval and serum progesterone levels, while independent variables were the diameter of the first postpartum preovulatory follicle and the diameter of the first postpartum corpus luteum at 10 days after ovulation. The control group showed a larger diameter of the first postpartum corpus luteum at 10 days post-ovulation ($p < 0.05$) compared with the EC group (24.73 ± 5.51 vs. 19.04 ± 6.07 , respectively). In addition, a positive correlation was found between serum progesterone levels and corpus luteum diameter at 10 days post-ovulation in the experimental group ($r_s = 0.83$; $p = 0.01$). It is concluded that the resumption of postpartum ovarian activity in cows exposed to EC is similar to the control group, according to the variables that characterize the restoration of cyclicity.

Keywords: Dairy cows; ovarian cyclicity; postpartum.

| RESUMO

Determinou-se a influência do estrógeno sintético cipionato de estradiol (CE) sobre o reinício da atividade ovariana pós-parto em vacas leiteiras criadas de forma intensiva na costa norte da bacia leiteira de Lima. Foram selecionadas 20 vacas Holstein múltiparas, cuja atividade ovariana foi monitorada por ultrassonografia, e amostras de sangue foram coletadas para medir a progesterona sérica a partir do quinto dia pós-parto, em dias alternados, até o dia 60. As vacas foram aleatoriamente designadas em dois grupos: CE (n = 10), que recebeu uma dose intramuscular de 2 mL de CE (4 mg, ECP®, Zoetis, EUA) aos 7 dias pós-parto; e grupo controle (n = 10), sem tratamento. A análise incluiu estatística descritiva e inferencial. As variáveis dependentes foram o intervalo parto-primeira ovulação e os níveis séricos de progesterona; as independentes foram o diâmetro do primeiro folículo pré-ovulatório pós-parto e o diâmetro do primeiro corpo lúteo pós-parto 10 dias após a ovulação. O grupo controle apresentou maior diâmetro do primeiro corpo lúteo pós-parto aos 10 dias pós-ovulação ($p < 0.05$), em comparação com o grupo CE (24.73 ± 5.51 vs. 19.04 ± 6.07 , respectivamente). Além disso, foi encontrada correlação positiva entre os níveis séricos de progesterona e o diâmetro do corpo lúteo aos 10 dias pós-ovulação no grupo experimental ($r_s = 0.83$; $p = 0.01$). Conclui-se que o reinício da atividade ovariana pós-parto em vacas expostas ao CE é similar ao grupo controle, de acordo com as variáveis que caracterizam o restabelecimento dessa ciclicidade.

Palavras-chave: Vacas leiteiras; ciclicidade ovariana; pós-parto.

| Introducción

El período temprano posparto en vacas lecheras representa una etapa crítica que influye en la siguiente concepción. Para lograrlo, dentro de los tres meses posparto, las vacas deben completar una adecuada involución uterina y reiniciar la ciclicidad ovárica antes de finalizar el período de espera voluntaria (Arana et al., 2006).

Diversas terapias hormonales exógenas, que incluyen estrógenos sintéticos como el cipionato de estradiol (CE), el benzoato de estradiol y el 17β -Estradiol, se aplican en los protocolos de manejo reproductivo de vacas recién paridas (Stevenson y Britt, 2017). Los tratamientos profilácticos con CE buscan favorecer la involución uterina

y el reinicio de la ciclicidad ovárica al término de los 60 días de espera voluntaria posparto (Wagner et al., 2001). Sin embargo, algunos estudios reportan resultados inconsistentes respecto al tiempo de reinicio de la dinámica folicular y el comportamiento de las ondas foliculares después de la terapia profiláctica en el posparto (Haughian et al., 2002; Overton et al., 2003; Cerri et al., 2004). Estas diferencias se han analizado mediante la evaluación de la dinámica folicular, los perfiles hormonales séricos y los indicadores reproductivos (intervalo parto-primer servicio, número de servicios por concepción e intervalo parto-concepción) (Haughian et al., 2002; Blevins et al., 2006).

La respuesta fisiológica al CE en el posparto temprano está influenciada por el período de transición en el que

se encuentran las vacas lecheras. Durante esta fase, el balance energético negativo (BEN) condiciona el comportamiento de la dinámica folicular (Crowe, 2008; Thatcher et al., 2010). Por consiguiente, en condiciones de estabulación intensiva, como las presentes en los establos costeros del Perú, resulta necesario evaluar los efectos de los diversos protocolos hormonales profilácticos para validar su eficacia. El objetivo del presente estudio es evaluar el efecto del CE sobre el reinicio de la actividad ovárica en vacas lecheras Holstein de alta producción bajo crianza intensiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Se seleccionaron vacas multíparas clínicamente sanas, recién paridas y sin antecedentes de patologías reproductivas, provenientes de un establo de crianza intensiva de la costa norte de la cuenca lechera de Lima. El estudio se llevó a cabo entre mayo y junio de 2022. Se eligieron veinte vacas de forma aleatoria empleando el *software* Epidat (versión 4.2), las cuales se asignaron posteriormente a dos grupos de diez individuos: un grupo control y uno experimental.

Tratamiento hormonal posparto

El grupo denominado Cipionato de Estradiol (CE) recibió una dosis de 4 mg de este fármaco por vía intramuscular (IM) en la tabla del cuello el séptimo día posparto. El grupo Control, conformado por diez animales, recibió un placebo de 2 mL de solución fisiológica.

Monitoreo de actividad ovárica para determinar la primera ovulación posparto, diámetro del folículo preovulatorio y diámetro del cuerpo lúteo posovulación

Los ovarios de cada animal se evaluaron de forma interdiaria desde el día cinco del posparto hasta el día sesenta del posparto, utilizando ultrasonografía transrectal (ecógrafo modelo Emperor V9 con transductor rectal lineal de 7,5 MHz). El método de escaneo ovárico fue el descrito previamente en literatura (Savio et al., 1988; Gong et al., 1993). Cada evaluación se registró como imagen ecográfica, revisada en pantalla, y se esquematizaron las ubicaciones relativas de los folículos >5 mm y del cuerpo lúteo. Este registro permitió realizar el seguimiento del patrón de crecimiento folicular y del cuerpo lúteo durante el ciclo estral, los cuales se obtuvieron midiendo el promedio de dos diámetros perpendiculares (mm) utilizando el calibrador incorporado en el ecógrafo, cuya precisión es de ± 1 mm en mediciones sucesivas (Pierson y Ginther, 1988; Gong et al., 1993). Se definió como folículo preovulatorio aquel de mayor tamaño en el ovario, presente junto con otros folículos en regresión e inhibiendo el reclutamiento de una nueva cohorte folicular. La ovulación se determinó

como la desaparición repentina del folículo dominante (Pancarci et al., 2002; Crowe, 2008).

Medición del intervalo parto a la primera ovulación (IPPO)

El IPPO se determinó contabilizando el número de días desde el parto hasta la ocurrencia de la primera ovulación.

Procedimientos para la toma de muestras biológicas

Se recolectaron 6 mL de sangre mediante punción de la vena coccígea a través de tubos Vacutainer sin anticoagulante. El muestreo se realizó tres veces por semana, desde el quinto día posparto hasta la segunda ovulación posparto, con el objetivo de evaluar las concentraciones séricas de progesterona. Todas las muestras se rotularon con la identificación del animal y la fecha de colecta. Posteriormente, se colocaron en un *cooler* con gel refrigerante y se transportaron al laboratorio en un tiempo no mayor a cuatro horas. Se obtuvo el suero sanguíneo mediante centrifugación a 3000 G por 10 min, el cual fue almacenado a -20°C hasta el ensayo.

Procesamiento de muestras biológicas

El procesamiento se hizo en el Laboratorio de Reproducción Animal – FAVEZ. Los niveles séricos de progesterona se determinaron por los *kits* VIDAS® Progesterona, una prueba cuantitativa automatizada que utiliza la técnica ELFA (Enzyme Linked Fluorescent Assay). El principio de este análisis asocia un método inmunoenzimático por competición con una detección final en fluorescencia. La dosis mínima detectable de progesterona es 0,25 ng/mL con 95 % de probabilidad.

Para la interpretación de los niveles hormonales, el inicio de un incremento medible en progesterona ($\geq 4\text{ ng/mL}$) se definió como el primero de dos valores consecutivos superiores a los valores basales o referenciales descritos para la progesterona ($< 1,0\text{ ng/mL}$) (Sirois y Fortune, 1988; Vynckier et al., 1990; Cerri et al., 2004; Blevins et al., 2006; Madsen et al., 2015). El final del incremento se definió como el primero de dos valores consecutivos iguales a las concentraciones basales.

Plan de análisis de datos

Se utilizó el *software Stata* (versión 15) para el procesamiento de los datos, aplicando estadística descriptiva e inferencial. Primero, la normalidad de los datos se evaluó con la prueba de Shapiro-Wilk. Posteriormente, se realizó la prueba no paramétrica de rango de Wilcoxon para la comparación de medias y describir el efecto del CE sobre el intervalo de tiempo (días) desde el parto a la primera ovulación posparto, los cambios en el diámetro del primer

folículo preovulatorio posparto y el diámetro del cuerpo lúteo a los diez días de la primera ovulación posparto. La desviación estándar se consideró como medida de dispersión de los datos respecto a la media. Con relación a los análisis inferenciales, se determinó la relación entre el IPPO y diámetro del primer folículo preovulatorio posparto, los niveles séricos de progesterona (ng/ml) y el diámetro del primer cuerpo lúteo a los diez días posovulación. Esto se realizó a través de la aplicación de la prueba de correlación de Spearman en las vacas expuestas y no expuestas al CE. Adicionalmente, se calculó el coeficiente de determinación para definir la proporción de la varianza de la variable dependiente (Y) explicada por la variable independiente (X). Este análisis permitió evidenciar la existencia de la relación lineal entre las variables, cuantificando su fuerza, dirección y nivel de significancia.

Consideraciones éticas

El protocolo fue aprobado por el Comité de Institucional de Ética para el Uso de Animales (CIEA) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (expediente n.º 207808).

RESULTADOS

Se evaluaron un total de 20 vacas lecheras: (n = 10 por grupo: CE y Control), mientras el 100 % de las vacas del grupo Cipionato de Estradiol ovuló, solo 9 de 10 del grupo Control lo hicieron. Al comparar las medias, se determinó que las variables IPPO y el diámetro del primer folículo preovulatorio posparto no presentaron diferencia estadística entre los grupos. Solo la variable diámetro del primer cuerpo lúteo posparto a los diez días posovulación mostró diferencia estadística entre ambos grupos ($P < 0,05$) (tabla 1).

Tabla 1. Efecto del Cipionato de Estradiol (CE) sobre el IPPO, diámetro de primer folículo preovulatorio posparto y diámetro del primer cuerpo lúteo posparto a los diez días posovulación en vacas lecheras Holstein de crianza intensiva (valores son media ± d. e.)

Variables	Cipionato de Estradiol (n = 10)	Control (n = 9)
	Media ± desviación estándar	Media ± desviación estándar
Intervalo parto-primer ovulación (IPPO) (días)	19,0 ± 3,6	16,8 ± 11,0
Diámetro del primer folículo preovulatorio posparto (mm)	16,4 ± 5,2	14,6 ± 3,3
Diámetro del primer cuerpo lúteo posparto a los 10 días posovulación (mm)	19,0 ± 6,0 ^a	24,7 ± 5,5 ^b

a, b: letras diferentes en la misma fila de cada variable indican diferencia estadística ($p < 0,05$).

Los días hasta la primera ovulación posparto solo tuvieron una moderada correlación con el diámetro del primer folículo preovulatorio posparto en el grupo Control ($r_s = 0,64$; $R^2 = 0,45$; $p = 0,06$); en tanto, para el grupo Cipionato de Estradiol no hubo correlación ($r_s = -0,18$; $R^2 = 0,03$; $p = 0,63$) (figura 1).

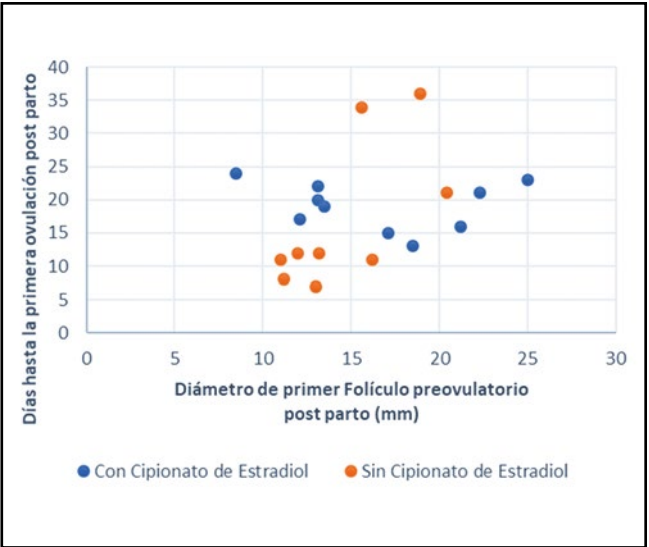


Figura 1. Días hasta la primera ovulación posparto comparados con diámetro de primer folículo preovulatorio posparto en vacas lecheras Holstein de crianza intensiva sin tratamiento de cipionato de estradiol ($r_s = 0,64$; $n = 9$) y con tratamiento de Cipionato de Estradiol ($r_s = -0,18$; $n = 10$).

Solo en el grupo Cipionato de Estradiol, los diámetros de los cuerpos lúteos formados después de la primera ovulación posparto mostraron una correlación fuerte con los niveles séricos de progesterona ($r_s = 0,83$; $R^2 = 0,74$; $p = 0,01$). En contraste, el grupo Control presentó una relación nula de dependencia ($r_s = 0,02$; $R^2 = 0,03$; $p = 0,96$) (figura 2).

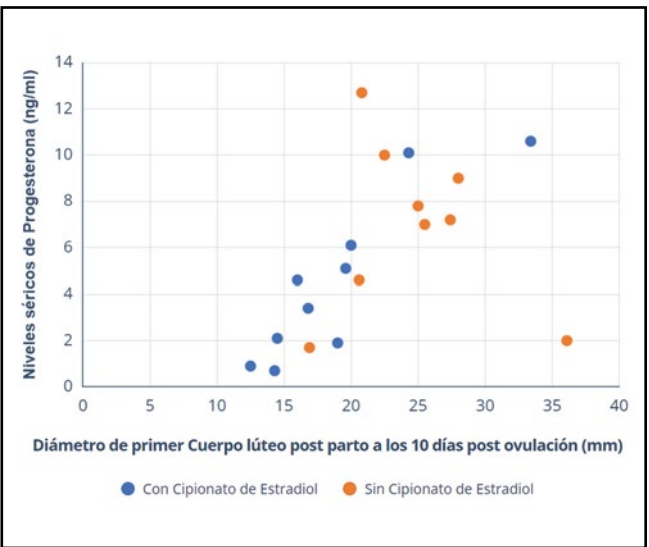


Figura 2. Niveles séricos de progesterona comparados con diámetro de primer cuerpo lúteo posparto a los diez días posovulación en vacas lecheras Holstein de crianza intensiva con tratamiento de cipionato de estradiol ($r_s = 0,83$; $n = 10$) y sin tratamiento ($r_s = 0,02$; $n = 9$).

DISCUSIÓN

El inicio de la lactación en vacas lecheras, caracterizado por un incremento progresivo en la producción de leche, afecta directamente el reinicio de la actividad ovárica, la expresión del estro y la concepción (Blevins et al., 2006; Thatcher, 2017).

De los diversos ésteres de estradiol (17 β -estradiol, benzoato de estradiol, valerato de estradiol y cipionato de estradiol) utilizados en el posparto de vacas lecheras (Overton et al., 2003; Cerri et al., 2004; Martínez et al., 2005), el CE presenta la vida media más prolongada (Driowo et al., 1980; Vynckier et al., 1990; Thundathil et al., 1998; Souza et al., 2005). Los niveles séricos son detectables por un período de hasta once días, lo cual se atribuye a la esterificación de su molécula, que altera su absorción y metabolismo (Driowo et al., 1980; Vynckier et al., 1990; Souza et al., 2005). Al respecto, Souza et al. (2005) demostraron que, en vacas tratadas con dosis de 1 mg de CE, el intervalo de tiempo desde la aplicación hasta el pico de concentración, así como el retorno a los niveles basales fue mayor en comparación con las vacas tratadas con otros estrógenos.

Los ésteres de estradiol inducen al incremento de las concentraciones plasmáticas de hormona luteinizante (LH), como resultado directo de los niveles elevados de 17 β -estradiol. Consecuentemente, esto suprime las concentraciones plasmáticas de hormona foliculoestimulante (FSH) después del tratamiento (Martínez et al., 2005). Por lo tanto, la supresión de las concentraciones de LH y de FSH es directamente dependiente de la vida media y, por ende, del aclaramiento circulatorio del éster de estradiol (Thundathil et al., 1998; Wagner et al., 2001). Así, estos ésteres, de larga acción como el CE, provocan intervalos más prolongados y variables hasta la emergencia de la nueva onda folicular, que ocurre tras el resurgimiento de la FSH (Martínez et al., 2005).

La respuesta fisiológica a los ésteres de estradiol también depende del momento de aplicación durante el ciclo estral. Esta aplicación puede inducir la regresión de los folículos FSH dependientes (por el estradiol) y la de los folículos LH dependientes (por la acción sinérgica de estradiol y progesterona). Como resultado, se puede generar la ovulación, atresia o persistencia del folículo dominante presente al momento del tratamiento (Martínez et al., 2005).

Debido a la propiedad farmacocinética del CE, su empleo como profiláctico busca extender la primera ovulación posparto. Esto se ha estudiado con dosis de 10 mg de CE aplicadas el día siete posparto (Haughian et al., 2002). De manera similar, cuando se aplica dosis de 10 mg de CE, entre los días diez y quince posparto, se observa que más vacas ovulan dentro de los siete días posteriores al tratamiento (Cerri et al., 2004; Sales et al., 2012).

Haughian et al. (2002) respaldan esta extensión de la primera ovulación posparto, al reportar un menor porcentaje de ovulaciones dentro de los 33 días posparto en vacas que recibieron dosis de 4 mg y 10 mg de CE entre los días cinco y ocho posparto, a diferencia de las vacas no tratadas.

La reanudación de los niveles de FSH ocurre aproximadamente entre los días uno a cinco posparto, lo cual induce el reinicio de la emergencia de la onda folicular (Crowe, 2008; Forde et al., 2011). Por esto, la mayoría de las vacas experimentan su primera onda folicular dentro de los primeros catorce días posparto. No obstante, la ovulación del primer folículo dominante posparto ocurre entre el 30 % y el 80 % de las vacas (Forde et al., 2011; Thatcher, 2017).

El IPPO en vacas lecheras no expuestas a tratamientos hormonales es variable, por lo que puede oscilar entre 5,65 y 45 días posparto (Kamimura et al., 1993; Forde et al., 2011). Particularmente, en sistemas de crianza intensiva en la costa peruana, se han reportado valores IPPO de 41 días (Evaristo y Echevarría, 1999; Echevarría et al., 2002; Ortiz et al., 2009). De igual manera, se han registrado intervalos en condiciones de pastoreo en Perú y Uruguay para vacas Holstein con valores de 41 y 35 días, respectivamente (Cavestany et al., 2001; Arana D. et al., 2006). Por otro lado, Darwash et al (1997) encontraron un IPPO de 22 días, en vacas lecheras Frisonas de crianza extensiva. Así también, en lecherías estabuladas de Florida (EE. UU.), un estudio reportó un IPPO de 21 días en vacas paridas durante los meses más fríos (Vercooter et al., 2015). El IPPO hallado en el grupo Control de este estudio resulta similar a los intervalos encontrados en la literatura para condiciones de crianza intensiva.

En vacas tratadas con CE (4 mg y 10 mg), el IPPO reportado es de 26 ± 3 días (Souza et al., 2005; Blevins et al., 2006). En el presente estudio se encontró un resultado similar, dado que no se evidenció una alteración en los días a la primera ovulación posparto atribuido al CE. El IPPO observado se mantuvo dentro del rango esperado para vacas lecheras de crianza intensiva; en concreto, tanto el grupo Cipionato de Estradiol como el Control ovularon desde los siete hasta los treinta y cinco días posparto. En contraste, Haughian et al. (2002) reportaron un retraso en el tiempo a la primera ovulación posparto de cincuenta y seis días en promedio en vacas lecheras Holstein tratadas con CE (10 mg) al día siete posparto.

En el grupo Control, una vaca no ovuló (estado anovulatorio) debido a la presencia de un quiste folicular, condición reproductiva común durante el período posparto. Para que ocurra la ovulación, es esencial el pico preovulatorio de LH, el cual es inducido por niveles sanguíneos elevados de estrógenos (Crowe, 2008; D'Occhio et al., 2019). En este caso, la ovulación de las vacas del grupo Control fue influenciada por los niveles

endógenos de estrógenos. Por su parte, la dosis de 4 mg de CE indujo la ovulación en todas las vacas del grupo Cipionato de Estradiol. Contrariamente, Haughian et al. (2002) demostraron la persistencia de estados anovulatorios hasta los cuarenta días posparto en vacas lecheras que recibieron CE (4 mg y 10 mg) a los cinco y ocho días posparto.

Durante el reinicio de la ciclicidad ovárica, el desarrollo de la primera onda folicular posparto culmina con la formación del primer folículo preovulatorio, que puede tener diámetros de 16,4 mm para vacas expuestas a CE y de 14,6 mm para vacas no expuestas (Kamimura et al., 1993; Thundathil et al., 1998; Haughian et al., 2002). Estos valores coinciden con los diámetros hallados en este estudio para ambos grupos.

El cuerpo lúteo formado tras una primera ovulación espontánea posparto puede presentar un volumen de $7,76 \pm 2,73 \text{ cm}^3$ a los siete días (Kamimura et al., 1993; Kawashima et al., 2007) o un diámetro promedio de 20 mm a los treinta días (Haughian et al., 2002). De manera similar, Haughian et al. (2002) ilustraron diámetros de cuerpos lúteos de 20 a 25 mm formados después de una ovulación inducida por CE (10 mg) aplicado a los siete días posparto. Las medidas de CL a los diez días posovulación halladas en este estudio, tanto para el grupo Cipionato de Estradiol como para el grupo Control, coinciden con los diámetros reportados en la literatura.

Los niveles séricos de progesterona comienzan a elevarse después de la ovulación, siendo detectables en suero y plasma desde los seis días posovulación (Kamimura et al., 1993). En el presente caso, se hallaron niveles séricos de progesterona entre 0,69 ng/ml y 12,75 ng/ml a los diez días posovulación. Estos valores se comparan con los 5 ng/ml a los ocho días posovulación (Kamimura et al., 1993; Kawashima et al., 2007). En el grupo Control, la progesterona sérica fue $>1 \text{ ng/ml}$ en todas las vacas. En contraposición, en el grupo Cipionato de Estradiol, dos vacas presentaron concentraciones de progesterona sérica $<1 \text{ ng/ml}$ al día diez posovulación.

Existe una concordancia entre el volumen del cuerpo lúteo y los niveles de progesterona plasmática en vacas lecheras con ovulación espontánea (Kamimura et al., 1993; Kawashima et al., 2007). En el grupo Cipionato de Estradiol, los niveles de progesterona sérica se correlacionaron positivamente con el diámetro de cuerpo lúteo a los diez días posovulación. En contraste, el grupo Control mostró una correlación negativa entre los niveles de progesterona sérica y el diámetro del cuerpo lúteo a los diez días posovulación. Este resultado en el grupo Control podría estar sesgado debido al tamaño muestral de la población ($n = 10$), considerando que las investigaciones realizadas por los autores citados previamente manejaron una población de más de veinte vacas lecheras Holstein.

Por todo lo expuesto, se requiere la continuación de estudios sobre ciclicidad ovárica durante el posparto temprano en vacas lecheras, especialmente en hatos cuyo manejo reproductivo se basa en protocolos profilácticos hormonales. Las investigaciones futuras deben incrementar el número de animales muestreados y considerar tanto las variables de este estudio como otras variables para el análisis de los mecanismos fisiológicos que influyen en la eficiencia reproductiva. Esto permitirá evaluar de manera más precisa el beneficio del uso de análogos sintéticos de estrógenos.

CONCLUSIÓN

El tratamiento con CE no tuvo influencia sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto, según lo medido por el IPPO. Tampoco se encontró efecto del tratamiento sobre el diámetro del primer folículo preovulatorio posparto.

REFERENCIAS

- Arana, C., Echevarría, L. y Segura, J. (2006). Factores que afectan el intervalo parto-primer servicio y primer servicio-concepción en vacas lecheras del Valle del Mantaro durante la época lluviosa. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 17(2), 108-113. <https://doi.org/10.15381/rivep.v17i2.1519>
- Blevins, C., Shirley, J. y Stevenson, J. (2006). Milking frequency, estradiol cypionate, and somatotropin influence lactation and reproduction in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89(11), 4176-4187. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72463-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72463-8)
- Cavestany, D., Galina, C. y Viñoles, C. (2001). Efecto de las características del reinicio de la actividad ovárica posparto en la eficiencia reproductiva de vacas Holstein en pastoreo. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 33(2), 217-226. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2001000200010>
- Cerri, R., Santos, J., Juchem, S., Galvão, K. y Chebel, R. (2004). Timed artificial insemination with estradiol cypionate or insemination at estrus in high-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(11), 3704-3715. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73509-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73509-2)
- Crowe, M. (2008). Resumption of ovarian cyclicity in post-partum beef and dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals*, 43(suppl 5), 20-28. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01210.x>
- Darwash, A., Lamming, G. y Woolliams, J. (1997). The phenotypic association between the interval to post-partum ovulation and traditional measures of fertility in dairy cattle. *Animal Science*, 65(1), 9-16. <https://doi.org/10.1017/S1357729800016234>
- D'Occhio, M., Baruselli, P. y Campanile, G. (2019). Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: A review. *The-*

- riogenology, 125, 277-284. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.11.010>
- Echevarría, L., Huanca, W. y Delgado, A. (2002). Identificación de las limitantes del comportamiento reproductivo y la eficiencia de la inseminación artificial en ganado lechero de la zona de Lima. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 13(2), 18-27. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172002000200003
- Driowo, M. A., Landgren, B. M., Stenström, B., & Diczfalussy, 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)
- Evaristo, R. y Echevarría, L. (1999). Factores que afectan el intervalo parto primer servicio en vacas lecheras de crianza intensiva. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 10(2), 22-26. <https://doi.org/10.15381/rivep.v10i2.6699>
- Forde, N., Beltman, M., Lonergan, P., Diskin, M., Roche, J. y Crowe, M. (2011). Oestrous cycles in *Bos taurus* cattle. *Animal Reproduction Science*, 124(3-4), 163-169. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.08.025>
- Gong, J., Bramley, T. y Webb, R. (1993). The effect of recombinant bovine somatotrophin on ovarian follicular growth and development in heifers. *Journal of Reproduction and Fertility*, 97(1), 247-254. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0970247>
- Haughian, J., Sartori, R., Guenther, J., Gümen, A. y Wiltbank, M. (2002). Extending the postpartum anovulatory period in dairy cattle with estradiol cypionate. *Journal of Dairy Science*, 85(12), 3238-3249. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74412-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74412-3)
- Kamimura, S., Ohgi, T., Takahashi, M., Masanobu y Tsukamoto, T. (1993). Postpartum resumption of ovarian activity and uterine involution monitored by ultrasonography in Holstein cows. *Journal of Veterinary Medicine Science*, 55(4), 643-647. <https://doi.org/10.1292/jvms.55.643>
- Kawashima, C., Fukihara, S., Maeda, M., Kaneko, E., Amaya, C., Matsui, M. et al. (2007). Relationship between metabolic hormones and ovulation of dominant follicle during the first follicular wave post-partum in high-producing dairy cows. *Reproduction*, 133(1), 155-163. <https://doi.org/10.1530/REP-06-0046>
- Madsen, C., Perry, G., Mogck, C., Daly, R., Macneil, M. y Geary, T. (2015). Effects of preovulatory estradiol on embryo survival and pregnancy establishment in beef cows. *Animal Reproduction Science*, 158, 96-103. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2015.05.006>
- Martínez, M., Kastelic, J., Bó, G., Caccia, M. y Mapletoft, R. (2005). Effects of oestradiol and some of its esters on gonadotrophin release and ovarian follicular dynamics in CIDR-treated beef cattle. *Animal Reproduction Science*, 86(1-2), 37-52. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.06.005>
- Ortiz, D., Camacho, J. y Echevarría, L. (2009). Parámetros reproductivos del ganado vacuno en la cuenca lechera de Lima. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 20(2), 196-202. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172009000200007
- Overton, M., Sischo, W. y Reynolds, J. (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>
- Pancarci, S., Jordan, E., Risco, C., Schouten, M., Lopes, F., Moreira, F. et al. (2002). Use of estradiol cypionate in a presynchronized timed artificial insemination program for lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 85(1), 122-131. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74060-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74060-5)
- Pierson, R. y Ginther, O. (1988). Ultrasonic imaging of the ovaries and uterus in cattle. *Theriogenology*, 29(1), 21-37. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(88\)90029-5](https://doi.org/10.1016/0093-691X(88)90029-5)
- Sales, J., Carvalho, J., Crepaldi, G., Cipriano, R., Jacomini, J., Maio, J. et al. (2012). Effects of two estradiol esters (benzoate and cypionate) on the induction of synchronized ovulations in *Bos indicus* cows submitted to a timed artificial insemination protocol. *Theriogenology*, 78(3), 510-516. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.02.031>
- Savio, J., Keenan, L., Boland, M. y Roche, J. (1988). Pattern of growth of dominant follicles during the oestrous cycle of heifers. *Journal of Reproduction and Fertility*, 83(2), 663-671. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0830663>
- Souza, A., Cunha, A., Caraviello, D. y Wiltbank, M. (2005). Profiles of circulating estradiol-17 β after different estrogen treatments in lactating dairy cows. *Animal Reproduction*, 2(4), 224-232. <https://www.animal-reproduction.org/journal/animreprod/article/5b5a6088f7783717068b47ff#:~:text=The%20objective%20of%20this%20study%20was%20to%20characterize,2%29%20of%20a%20dominant%20follicle%20in%20lactating%20cows.>
- Stevenson, J. y Britt, J. (2017). A 100-year review: practical female reproductive management. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10292-10313. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12959>
- Thatcher, W. (2017). A 100-year review: historical development of female reproductive physiology in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10272-10291. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13399>
- Thatcher, W., Santos, J., Silvestre, F., Kim, I. y Staples, C. (2010). Perspective on physiological/endocrine and nutritional factors influencing fertility in post-partum dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals*, 45(suppl 3), 2-14. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2010.01664.x>
- Thundathil, J., Kastelic, J. y Mapletoft, R. (1998). The effect of estradiol cypionate (ECP) on ovarian follicular development and ovulation in dairy cattle. *Canadian*

- Journal of Veterinary Research, 62(4), 314-316. <https://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC1189501&blobtype=pdf>
- Vercouteren, M., Bittar, J., Pinedo, P., Risco, C., Santos, J., Vieira-Neto, A. et al. (2015). Factors associated with early cyclicity in postpartum dairy cows. Journal of Dairy Science, 98(1), 229-239. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8460>
- Vynckier, L., Debackere, M., De Kruif, A. y Coryn, M. (1990). Plasma estradiol-17 beta concentrations in the cow during induced estrus and after injection of estradiol-17 beta benzoate and estradiol-17 beta cypionate-a preliminary study. Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics, 13(1), 36-42. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2885.1990.tb00745.x>
- Wagner, D., BonDurant, R. y Sischo, W. (2001). Reproductive effects of estradiol cypionate in postparturient dairy cows. Journal of the American Veterinary Medical Association, 219(2), 220-223. <https://doi.org/10.2460/javma.2001.219.220>