

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ESTRADIOL Y PROSTAGLANDINA DURANTE EL POST PARTO SOBRE EL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO EN VACAS HOLSTEIN BAJO CRIANZA INTENSIVA

Effect of Estradiol and Prostaglandin Application During Post Calving on Reproductive Performance in Holstein Cows Under Intensive Farming

Luis F. Ruiz-García^{1,2,*} , Rocío S. Sandoval-Monzón¹ 

¹ Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú
² Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

* Corresponding author: Luis F. Ruiz-García; e-mail: lruizg@unmsm.edu.pe; Av. Circunvalación cuadra 28 s/n San Borja, Lima, Perú.

Recibido: 09/11/2020

Aceptado: 06/12/2020

Publicado: 31/12/2020

ABSTRACT

After delivery, the process of uterine involution begins, in which a series of changes in the anatomy and histology of the uterus take place and there is a return to cyclical activity of the ovary. The objective was to evaluate the effect of the application of estradiol benzoate and prostaglandin F2 α (PGF2 α) in the postpartum period on reproductive performance in dairy cows. Six experimental groups were formed in a 2 x 3 factorial arrangement, where a factor determined the administration of estradiol (E2): a) without E2 or b) with E2 (10 mg of estradiol benzoate was applied at 14 days postpartum) ; and another factor determined the administration of PGF2 α : a) without PGF2 α , b) administration of PGF2 α in early postpartum (application of 25 mg of dinoprost at 28 days repeated 14 days later) or c) administration of PGF2 α in late postpartum (application of 25 mg dinoprost at 42 days repeated 14 days later). 96 intensively reared Holstein cows were used for the experiment. The variables of interest evaluated were the cumulative pregnancy percentage (PA), the pregnancy rate (TP), the conception rate (TC), the service rate (TS), the first service delivery interval (IP1S) and the interval conception delivery (CPI). For the statistical analysis, the generalized linear model was used. As independent variables in the model, the administration of estradiol, the administration of prostaglandin and the interaction of both factors were analyzed. No significant effect ($p > 0.05$) of the application of E2 and PGF2 α was found on TS, TC, TP and BP. However, a significant effect ($p < 0.05$) of the application of prostaglandin on IP1S and IPC was observed, finding that the administration of PGF2 α in the early or late postpartum significantly decreased IP1S. While the CPI was significantly better with the application of PGF2 α in the late postpartum period. In conclusion, the application of prostaglandins from day 42 post parturition repeated 14 days later significantly improves the IP1S and IPC in dairy cows.

Keywords: Dairy cattle, post partum, estradiol, prostaglandin, reproductive performance

RESUMEN

Después del parto, se inicia el proceso de involución uterina, en el cual se producen una serie de cambios en la anatomía e histología del útero y se produce el retorno a la actividad cíclica del ovario. El objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de benzoato de estradiol y prostaglandina F2 α (PGF2 α) en el post parto sobre el desempeño reproductivo en vacas lecheras. Se formaron 6 grupos experimentales en un arreglo factorial de 2 x 3, donde un factor determinó la administración de estradiol (E2): a) sin E2 o b) con E2 (se aplicó 10 mg de benzoato de estradiol a los 14 días post parto); y otro factor determinó la administración de PGF2 α : a) sin PGF2 α , b) administración de PGF2 α en post parto temprano (aplicación de 25 mg de dinoprost a los 28 días repetido 14 días después) o c) administración de PGF2 α en post parto tardío (aplicación de 25 mg de dinoprost a los 42 días repetido 14 días después). Para el experimento se emplearon 96 vacas de raza Holstein de crianza intensiva. Las variables de interés evaluadas fueron el porcentaje de preñez acumulado (PA), la tasa de preñez (TP), la tasa de concepción (TC), la tasa de servicio (TS), el intervalo parto primer servicio (IP1S) y el intervalo parto concepción (IPC). Para el análisis estadístico se empleó el modelo lineal generalizado. Como variables independientes en el modelo se analizaron la administración de estradiol, la administración de prostaglandina y la interacción de ambos factores. No se encontró un efecto significativo ($p > 0.05$) de la aplicación de E2 y PGF2 α sobre la TS, TC, TP y PA. Sin embargo,

se observó un efecto significativo ($p < 0.05$) de la aplicación de prostaglandina sobre el IP1S y el IPC, encontrándose que la administración de PGF2 α en el post parto temprano o tardío disminuyen significativamente el IP1S. Mientras que el IPC fue significativamente mejor con la aplicación de PGF2 α en el post parto tardío. En conclusión, la aplicación de prostaglandinas a partir del día 42 post parto repetida 14 días después mejora significativamente el IP1S y IPC en las vacas lecheras.

Palabras clave: Bovino lechero, post parto, estradiol, prostaglandina, desempeño reproductivo

INTRODUCCION

En los establos lecheros, durante el post parto, se realizan diferentes tratamientos hormonales. La aplicación de estos tratamientos tiene la finalidad de mejorar la eficiencia reproductiva y de obtener un parto por vaca al año (Haughian et al., 2002; Ferguson y Skidmore, 2013; Ruiz y Sandoval, 2014). Estos tratamientos se emplean principalmente con dos objetivos: a) conseguir lo más pronto posible actividad ovárica y un útero preparado para la gestación; y b) incrementar la tasa de servicio y por lo tanto la tasa de preñez (Gonzalez et al., 2001; Sandoval et al., 2017).

Después del parto, se inicia el proceso de involución uterina, en el cual se producen una serie de cambios en la anatomía e histología del útero (Földi et al., 2006) y se produce el retorno a la actividad cíclica del ovario (Savio et al., 1990; Ruiz y Sandoval, 2013). Estos procesos suelen prolongarse cuando se produce un exceso de contaminación uterina con bacterias después del parto y se presentan casos de metritis o endometritis (Sheldon et al., 2000). El empleo de tratamientos hormonales post parto para mejorar el desempeño reproductivo ha sido ampliamente discutido (Azawi, 2008; Sandoval et al., 2017). Entre los tratamientos más utilizados en el post parto tenemos el empleo de prostaglandina F2 α (PGF2 α) o sus análogos y los estrógenos (Sheldon et al., 2004; Ruiz et al., 2017). Así mismo, se emplean gonadotropinas y progestágenos en protocolos de sincronización a tiempo fijo (Noakes et al., 2001; Thompson, 2003).

Los estrógenos se emplean en el post parto con el fin de incrementar el flujo sanguíneo (Rosenfeld, 1980), estimular el crecimiento endometrial y epitelial (Sumano y Ocampo, 2006), estimular las contracciones del miometrio, aumentar la fagocitosis, la producción de moco y producir una adecuada expulsión del exudado inflamatorio presente en el útero, acelerando el proceso de la involución uterina (Senger, 2003; Azawi, 2008; Ruiz et al., 2017). Las dosis de estrógenos por vaca son de 3 a 15 mg de benzoato, cipionato o valerato de estradiol (Thompson, 2003). Sin embargo, algunos autores no recomiendan el empleo de estrógenos post parto porque se puede producir la propulsión de exudado inflamatorio hacia el oviducto (Risco et al., 2007), pudiendo incrementar la absorción de toxinas al aumentar el flujo de sangre hacia el útero (Noakes et al., 2001).

En un estudio realizado por Haughian et al. (2002), las vacas que recibieron una dosis de 10 mg de cipionato de estradiol a los 7 días post parto presentaron mayores niveles de estradiol durante 10 días después del tratamiento, además de niveles más bajos de FSH sérica a los 15 días después del tratamiento en comparación a las vacas que solo recibieron un placebo. Asimismo, un alto porcentaje de vacas multiparas que recibieron 10 mg de cipionato de estradiol permanecieron anovulatorias hasta los 40 días post parto a diferencia de las que recibieron 0 o 4 mg de esta hormona (Haughian et al. 2002). Algunos estudios sugieren que el tratamiento

profiláctico con cipionato de estradiol puede mejorar el desempeño reproductivo y la salud uterina cuando las vacas multiparas reciben 10 mg de cipionato de estradiol al día 7 post parto retrasando la primera ovulación (Blevins et al. 2006; Ruiz et al., 2017).

El uso de PGF2 α es común durante el período del post parto para mejorar la involución uterina (Lindell y Kindhal, 1983; Nakao et al., 1997) y la fertilidad en el ganado lechero (Archbald et al., 1993, 1994; Akbarabadi et al., 2014). Su aplicación incrementa la actividad mioléctrica y la contracción uterina (Gajewski et al., 1999). La dosis, la frecuencia y el momento del tratamiento son factores que deben ser considerados para evaluación (Archbald et al., 1994). Madej et al. (1984) menciona que se produce un retraso en la involución uterina post parto porque existe una inadecuada producción de prostaglandinas endógenas. En el post parto, la administración de una dosis de PGF2 α acelera la involución uterina y el retorno a la ciclicidad fértil del ovario (Lindell y Kindhal, 1983). Una dosis de PGF2 α entre los 14 a 28 días post parto resultan en una tasa de concepción de 68% comparado con las vacas control que sólo lograron un 43% (Young et al., 1984; Akbarabadi et al., 2014). Sin embargo, en otros estudios se han podido encontrar resultados contradictorios, que muestran que la administración PGF2 α o la combinación de PGF2 α y PGE2 a entre los 21 a 35 días post parto no tienen un efecto significativo en los parámetros reproductivos (Hirsbrunner et al., 2006). En un estudio realizado por Gonzalez et al. (2001) se logró mejorar la tasa de preñez de 31% en el grupo control a 43% en un grupo de vacas a las cuales se les aplicó dos dosis de PGF2 α con un intervalo de 14 días, a partir de los 45 días post parto. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de estradiol y prostaglandina en el post parto sobre el desempeño reproductivo en vacas lecheras.

MATERIALES Y METODOS

Lugar y animales de estudio

El estudio fue realizado en un establo lechero de crianza intensiva de la provincia de Cañete, departamento de Lima. El establo contaba con 240 vacas Holstein en total, de las cuales, aproximadamente 210 vacas se encontraban en ordeño durante el período de estudio. Las vacas se encontraban alojadas en corrales libres en grupos de 20 animales, según los días en lactación y el promedio de producción. Las vacas eran ordeñadas 2 veces al día, la alimentación era en base a forraje verde (chala chocleada picada) y concentrado comercial (Proteína cruda: 22% Energía Neta de lactación: 1.84 Mcal/kg).

Noventa y seis vacas fueron asignadas al azar entre seis grupos experimentales. Se incluyeron en el estudio todas las vacas que parieron entre los meses de mayo a octubre. Al

momento del parto, las vacas fueron asignadas al azar a uno de los 6 grupos experimentales. Se excluyeron del estudio todas las vacas que presentaron algún problema de enfermedad metabólica o infecciosa grave del estudio. Asimismo, las vacas que fueron eliminadas del antes de los 45 días en lactación también fueron excluidas del estudio. Las vacas empleadas en el estudio presentaron un promedio de 2.52 partos, con un rango de 1 a 10 partos y una condición corporal promedio de 2.89 (2.5 a 3.25) al momento del servicio en escala de 1 a 5. La edad promedio de las vacas del estudio fue de 46.22 meses (23.1 a 132.5 meses) al momento del parto y tenían una producción promedio de 7250 kg por campaña a 305 días.

El periodo voluntario de espera (PVE) del establo era de 45 días. Luego de este periodo las vacas que mostraron celo eran inseminadas. La inseminación artificial fue realizada con semen congelado en pajillas de 0.5 ml. Se usó semen congelado de toros importados de EE. UU. Todas las inseminaciones artificiales fueron realizadas por el mismo técnico del establo, siguiendo las condiciones normales de trabajo. La detección de celos era realizada visualmente durante la rutina normal de trabajo. Una vez detectadas en celo, las vacas eran inseminadas siguiendo el protocolo AM/PM, es decir, celo detectado en la mañana era inseminado en la tarde, y viceversa. El diagnóstico de preñez fue realizado mediante palpación rectal entre los 60 a 66 días después de la inseminación. Todos los diagnósticos de gestación fueron realizados por el mismo médico veterinario.

Tabla 1. Esquema de dosificación según tratamiento.

Estradiol	Prostaglandina	Día 14	Día 28	Día 42	Día 56
Sin Estradiol	Sin PGF2 α	--	--	--	--
	Con PGF2 α temprano	--	PGF2 α	PGF2 α	--
	Con PGF2 α tardío	--	--	PGF2 α	PGF2 α
Con Estradiol	Sin PGF2 α	E2	--	--	--
	Con PGF2 α temprano	E2	PGF2 α	PGF2 α	--
	Con PGF2 α tardío	E2	--	PGF2 α	PGF2 α

* PGF2 α : 25 mg de dinoprost. E2: 10 mg de benzoato de estradiol

Diseño experimental

El estudio fue conformado por seis grupos experimentales en un arreglo factorial de 2 x 3, donde el primer factor determinó la administración de estradiol (E2): a) sin E2 (ausencia) o b) con E2 (se aplicó 10 mg de benzoato de estradiol a los 14 días post parto, Estrovet, Montana); y el segundo factor determinó la administración de PGF2 α : a) sin PGF2 α (ausencia), b) administración de PGF2 α en post parto temprano (aplicación de 25 mg de dinoprost, Lutalyse, Zoetis a los 28 días repetido 14 días después) o c) administración de PGF2 α en post parto tardío (aplicación de 25 mg de dinoprost a los 42 días repetido 14 días después), lo que generó los siguientes grupos experimentales: i) control, ii) PG temprano, iii) PG tardío, iv) E2, v) E2 + PG temprano, vi) E2 + PG tardío, el cual se detalla en la Tabla 1. Las vacas que fueron detectadas en celo luego del día 45 después del parto, eran inseminadas según las condiciones descritas anteriormente. Las vacas que no fueron

detectadas en celo 14 días después de la última aplicación de PGF2 α fueron sometidas al protocolo de sincronización Ovsynch (GnRH: día 0 + PGF2 α : día 7 + GnRH: día 9 + IATF: día 10) para ser inseminadas a tiempo fijo (Noakes et al., 2001).

Cálculo de variables de interés

Los datos de las vacas durante el periodo de estudio fueron registrados en una hoja de cálculo diseñada para el estudio. Con esta información se procedió a calcular la siguiente información:

La tasa de servicios (TS) que se define como la posibilidad de que una vaca sea inseminada dentro de un periodo definido (Fetrow et al., 2007; Bartolome y Archbald, 2011). La interpretación se realiza sobre un periodo de 21 días, ya que una vaca que ha superado el PVE y que este vacía, idealmente debe ser inseminada dentro de ese periodo para que pueda quedar preñada. En el presente estudio, la TS fue determinada en cada grupo mediante el empleo del procedimiento propuesto por Fetrow et al. (1990), el cual fue modificado para solo considerar los servicios, siendo: $TS = N/D \times 100$. Dónde: N es la sumatoria de todos los servicios realizados en las vacas elegidas durante el estudio; D es la sumatoria de días del ciclo estral (DCE) de todas las vacas elegidas durante el estudio. Los DCE fueron calculados de la siguiente manera: 1) En las vacas que no se preñaron dentro del periodo de estudio: $DCE = (DELf - PVE) / 21$. 2) En las vacas que sí se preñaron dentro del periodo de estudio: $DCE = (DELf - \text{Días de gestación al final del estudio}) / 21$ Dónde: DELf = Días en lactación al final del estudio (Sandoval et al., 2017).

La tasa de concepción (TC) que se define como la posibilidad de que una vaca inseminada quede gestante. En el presente estudio fue calculada por la división del número de vacas preñadas durante el periodo de estudio entre el número total de servicios realizados durante el periodo estudio en cada grupo por cien (Fetrow et al., 1990).

La tasa de preñez (TP) es probablemente el parámetro más eficaz para evaluar el desempeño reproductivo de un establo lechero. Representa la proporción de vacas abiertas que llegan a quedar preñadas durante un periodo de 21 días (Ferguson y Galligan, 2000; Fetrow et al., 2007). Por lo que, en el presente estudio la TP fue calculada en cada grupo por la multiplicación de la TC por la TS o visto de otra manera, por la división del número total de vacas que llegaron a estar preñadas durante el periodo de estudio entre el número total de posibles celos de las vacas elegibles durante el periodo de estudio.

El intervalo parto primer servicio (IP1S) representa el tiempo transcurrido desde el parto hasta la primera inseminación artificial. Fue calculado para el presente estudio como el promedio de los días a primer servicio en cada grupo (Fetrow et al., 1990).

El intervalo parto concepción (IPC) representa el tiempo transcurrido desde el parto hasta la siguiente preñez. Fue calculado para el presente estudio como el promedio de los días a abiertos en cada grupo (Fetrow et al., 1990).

El porcentaje preñez acumulada (PA) representa la posibilidad de que las vacas queden preñadas durante el periodo de estudio. Fue calculado por la división del número de vacas preñadas antes de los 365 días post parto, entre el número total de vacas en cada grupo por cien (Ruiz y Sandoval, 2014).

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se empleó el software IBM SPSS Statistics 25. El análisis estadístico de los parámetros reproductivos se realizó empleando el modelo lineal generalizado. El IP1S y el IPC se analizaron utilizando la distribución normal y como función de enlace identidad, mientras que, para la PA, la TP, la TC y la TS se empleó la distribución binomial y como función de enlace logit. Como variables independientes en el modelo se analizaron la administración de estradiol, la administración de prostaglandina y la interacción de ambos factores. Se realizó una prueba de comparación múltiple de las medias estimadas en los grupos en que las variables independientes resultaron significativas con la finalidad de determinar las diferencias estadísticamente significativas entre sus diferentes grupos. Se empleó un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS

De las 96 vacas incluidas en el estudio, cuatro salieron del estudio, antes de cumplido el periodo voluntario de espera, por motivos sanitarios, por lo cual no fueron consideradas en los análisis estadísticos. En la tabla 2 podemos observar la tasa de servicio, la tasa de concepción y la tasa de preñez según el efecto de la aplicación de estradiol (E2), prostaglandina F2 α (PGF2 α) y su interacción. No se encontró un efecto significativo ($p > 0.05$) de la aplicación de estradiol (E2), prostaglandina F2 α (PGF2 α) y su interacción sobre la tasa de servicio, la tasa de concepción y la tasa de preñez ($p > 0.05$). Sin embargo, podemos observar que la aplicación de PGF2 α tardío presentó mejores indicadores (TS: 64.8 %; TC: 20.5% y TP: 13.3%) que los demás grupos sin diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$).

Tabla 2. Medias estimadas y significancias para la tasa de servicio (TS), tasa de concepción (TC) y tasa de preñez (TP) según el efecto de la aplicación de estradiol (E2), prostaglandina F2 α (PGF2 α) y su interacción.

Variable	n	TS (% \pm DS)	TC (% \pm DS)	TP (% \pm DS)
Estradiol (E2)				
(Sig.)		0.376	0.321	0.245
* Sin Estradiol	47	56.5 \pm 2.6	15.9 \pm 2.6	9.0 \pm 1.5
* Con Estradiol	45	58.8 \pm 2.9	19.7 \pm 2.9	11.6 \pm 1.8
Prostaglandina (PG) (Sig.)				
(Sig.)		0.097	0.516	0.245
* Sin PGF2 α	32	55.3 \pm 3.1	17.9 \pm 3.2	9.9 \pm 1.9
* Con PGF2 α	29	54.7 \pm 3.2	15.0 \pm 3.1	8.2 \pm 1.8
temprano				
* Con PGF2 α	31	64.8 \pm 3.6	20.5 \pm 3.7	13.3 \pm 2.5
tardío				
Interacción (E2 x PG) (Sig.)		0.109	0.976	0.825

^{a,b}. Letras en superíndice indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

En la tabla 3 podemos observar el intervalo parto primer servicio según el efecto de la aplicación de estradiol (E2), prostaglandina F2 α (PGF2 α) y su interacción. Al evaluar el efecto de la aplicación de estradiol, prostaglandinas y su interacción, no se encontró efecto significativo de la aplicación de estradiol ni de la interacción entre la aplicación de estradiol y prostaglandina. Sin embargo, se observó un efecto significativo ($p < 0.001$) de la aplicación de prostaglandina, encontrándose que la administración de PGF2 α en el post parto temprano o tardío disminuyen significativamente ($p < 0.05$) el IP1S. Por lo cual, el IP1S fue superior en los grupos en los que no se emplearon prostaglandinas (80.9 días) en comparación a los grupos en los que se emplearon prostaglandinas independientemente del tiempo en el que se inició el tratamiento con las prostaglandinas (60.9 y 64.0 días).

Asimismo, en la tabla 3 podemos observar el intervalo parto concepción y el porcentaje de preñez acumulada a los 365 días según el efecto de la aplicación de estradiol (E2), prostaglandina F2 α (PGF2 α) y su interacción. Al evaluar el efecto de la aplicación de estradiol, prostaglandinas y su interacción sobre el IPC, no se encontró efecto significativo de la aplicación de estradiol ni de la interacción entre la aplicación de estradiol y prostaglandina. Sin embargo, se observó un efecto significativo de la aplicación de prostaglandina ($p < 0.05$), encontrándose en las vacas que recibieron administración de PGF2 α en el post parto tardío presentaron un menor IPC en comparación con las vacas que no recibieron prostaglandina (sin PGF2 α) o que recibieron la administración en el post-temprano. Por otra parte, no se encontró un efecto significativo ($p > 0.05$) de la aplicación de estradiol (E2), prostaglandina F2 α (PGF2 α) y su interacción sobre el porcentaje de preñez acumulada durante el periodo de estudio ($p > 0.05$).

Tabla 3. Medias estimadas y significancias para el intervalo parto primer servicio (IP1S), intervalo parto concepción (IPC) y porcentaje preñez acumulada (PA) según el efecto de la aplicación de estradiol (E2), prostaglandina F2 α (PGF2 α) y su interacción.

Variable	n	IP1S (d \pm DS)	IPC (d \pm DS)	PA (% \pm DS)
Estradiol (E2)				
(Sig.)		0.823	0.721	0.158
* Sin Estradiol	47	69.5 \pm 2.0	186.7 \pm 16.7	70.2 \pm 6.7
* Con Estradiol	45	68.3 \pm 2.0	177.7 \pm 16.1	82.2 \pm 5.8
Prostaglandina (PG) (Sig.)				
(Sig.)		<0.001	0.027	0.468
* Sin PGF2 α	32	80.9 ^b \pm 2.4	207.3 ^b \pm 18.7	81.3 \pm 7.0
* Con PGF2 α	29	60.9 ^a \pm 2.5	199.9 ^b \pm 21.6	69.0 \pm 8.6
temprano				
* Con PGF2 α	31	64.0 ^a \pm 2.4	139.0 ^a \pm 19.8	77.4 \pm 7.7
tardío				
Interacción (E2 x PG) (Sig.)		0.139	0.984	0.867

^{a,b}. Letras en superíndice indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

DISCUSIÓN

Los parámetros reproductivos de los establos lecheros son afectados por diversos factores de manejo, nutricionales, productivos y otros (Ferguson y Galligan, 2000). Asimismo, los

estudios demuestran que los parámetros reproductivos en los establos de Lima han sufrido un detrimento paulatino (Salazar, 1993; Cabrera y Mellisho, 2002; Ortiz et al., 2009; Ruiz y Sandoval, 2014). Se ha encontrado que el intervalo parto-concepción se ha incrementado, en promedio para el año 1990 en Lima era de 124 días (Salazar, 1993), mientras que Cabrera y Mellisho (2002) encontraron que el promedio del número de días vacíos fue de 145 días. En un estudio posterior, realizado entre el año 1994 y el año 2002, se encontró que el promedio se había incrementado a 181 días (Ortiz et al., 2009) y en otro estudio más reciente, que incluyó un periodo del 2013 al 2014, se encontró un intervalo parto concepción de 187 días (Ruiz y Sandoval, 2014). Esto evidencia que los problemas reproductivos en los establos lecheros intensivos son frecuentes y la eficiencia reproductiva en Lima ha ido disminuyendo con el pasar de los años (Salazar, 1993; Cabrera y Mellisho, 2002; Ortiz et al., 2009; Ruiz y Sandoval, 2014).

La prolongación del proceso de involución uterina (Sheldon et al., 2000) y la prolongación del retorno a la actividad cíclica del ovario (Savio et al., 1990) son causas importantes en la disminución de la eficiencia reproductiva de un hato lechero. Es por lo que es importante evaluar tratamientos hormonales que permitan disminuir el proceso de involución uterina y el retorno de la actividad cíclica. Se ha propuesto que la aplicación de estrógenos en el post parto temprano puede reducir el tiempo de involución uterina (Haughian et al., 2002; Azawi, 2008) y a que la aplicación de prostaglandinas en el post parto mejora la fertilidad de las vacas (Young et al., 1984; Gonzalez et al., 2001).

La mejora encontrada en este estudio sobre el intervalo parto concepción es un reflejo del incremento de la tasa de servicio en las vacas tratadas con prostaglandina y a una ligera mejora de la tasa de concepción, lo que se traduce en una mejor tasa de preñez. La tasa de servicio representa el porcentaje de vacas que son detectadas en celo y que son inseminadas cada 21 días después de superar el periodo voluntario de espera; lo cual está estrechamente relacionado con la involución uterina (vacas aptas para el servicio) y el retorno de la ciclicidad (presentación de celo visible), pero no con la capacidad fecundante (Fetrow et al., 1990; Ferguson y Galligan, 2000). En este estudio las vacas tratadas con prostaglandina a los 42 días después del parto repetida a un intervalo de 14 días presentaron una tasa de servicio de 65%, esta tasa de servicio es superior a la encontrada por Sandoval et al. (2017) para los establos en condiciones de manejo similar a las de este estudio (TS=45%), lo cual representa una mejora importante en este parámetro reproductivo, ya que es un valor muy similar a lo recomendado internacionalmente (TS=70%) como óptimo para los establos lecheros (Bartolome y Archald, 2011).

Por otra parte, la TC representa la probabilidad de preñar de una vaca luego del servicio (Fetrow et al., 1990; Ferguson y Galligan, 2000), lo cual estaría relacionado con la calidad del ovocito y cuerpo lúteo en el caso de la hembra. En este estudio, la tasa de concepción encontrada en los animales fue entre 15 a 21%, lo cual indica que solo una de cada cinco o seis vacas inseminadas está llegando a concebir. Este valor es muy inferior al 40% recomendado para tener un desempeño reproductivo óptimo en los establos lecheros (Bartolome y Archald, 2011). Es importante mencionar que la tasa de preñez está directamente relacionada con la tasa de servicio y la tasa

de concepción (Ferguson y Galligan, 2000). Por lo cual, la tasa de preñez es uno de los parámetros reproductivos que representa mejor la eficiencia con la que se preñan las vacas de un establo (Ferguson y Galligan, 2000). A pesar de que, en este estudio, la tasa de servicio encontrada en las vacas tratadas con prostaglandina a los 42 después del parto repetida a un intervalo de 14 días fue muy similar a lo recomendado, la tasa de preñez fue de tan solo 13%. Esto se debe principalmente a que este parámetro no sólo se ve influenciado por la eficiencia reproductiva del hato, sino que también se encuentra relacionado con otros factores sanitarios y productivos (Fetrow et al., 1990).

Los resultados de este estudio son similares al estudio realizado por Hendricks et al. (2005), quienes aplicaron las dosis de prostaglandina en el post parto temprano (7 a 35 días post parto) y no encontraron un efecto significativo del tratamiento sobre la probabilidad de preñez de las vacas. Así también, en un estudio realizado por Hirsbrunner et al. (2006) tampoco se observó ningún efecto significativo cuando se aplicaron prostaglandinas entre los 21 a 35 días post parto. Sin embargo, en el presente estudio, la eficiencia reproductiva de las vacas tratadas con prostaglandina a los 42 después del parto repetida a un intervalo de 14 días fue superior a la de los demás grupos, las cuales presentaron un intervalo parto concepción de 139 días, lo que es una mejora significativa en comparación a los otros grupos (200 días y 207 días).

La aplicación de estrógenos en el post parto temprano se justifica debido a que ayuda a eliminar infecciones uterinas subclínicas (Senger, 2003; Azawi, 2008), y acelerar el proceso de involución uterina (Sumano y Ocampo, 2006; Azawi, 2008). Así también se ha reportado que el tratamiento con estradiol conduce a una regulación positiva de la secreción de factor de crecimiento de los hepatocitos que a su vez regula la producción de TNF α por células epiteliales uterinas (Amjadi et al., 2014). Si bien, se ha determinado que el estradiol tiene una acción sobre la motilidad e inmunidad uterina, en este estudio no se encontró un efecto significativo de su aplicación. Similares resultados obtuvieron Risco y Hernandez (2003) al tratar vacas con retención de membranas fetales, no encontrando un beneficio con el tratamiento de ciproflaxato de estradiol sobre los días abiertos.

Además, los resultados de este estudio concuerdan con diversos estudios que justifican la aplicación de 2 dosis de prostaglandina para mejorar la salud uterina (Lindell y Kindhal, 1983; Nakao et al., 1997; Akbarabadi et al., 2014) y para incrementar la probabilidad de que las vacas sean detectadas en celo lo antes posible (Young et al., 1984; Archbald et al., 1993; 1994; Gonzalez et al., 2001). Sin embargo, no justifica la aplicación de estas terapias hormonales para incrementar la fertilidad de las vacas. La fertilidad está relacionada a otros factores de manejo, tales como la nutrición, estrés, enfermedades infecciosas, entre otros (Bartolome y Archbald, 2011; LeBlanc, 2013). Sandoval et al. (2017) al evaluar uso de las prostaglandinas como herramienta para mejorar la tasa de servicio no encontró una relación significativa entre su uso y el incremento de la tasa de servicio. Por otra parte, a pesar del incremento de la productividad lechera y de las bajas tasas de concepción, el incremento de la tasa de servicio en los establos permite obtener mejores tasas de preñez (LeBlanc, 2013), por lo que

es importante el empleo de herramientas que puedan apoyar este objetivo.

En este estudio, tanto el tratamiento con prostaglandinas a partir del día 28 y el día 42 después del parto tuvo un efecto significativo sobre el intervalo parto primer servicio, sin embargo, solo el tratamiento partir del día 42 tuvo efecto sobre el intervalo parto concepción. Esto resultados concuerdan con lo observado por Imani et al. (2017), quienes al estudiar el efecto de la aplicación de dos dosis de prostaglandinas en un intervalo de 8 h entre los 20 a 25 días después del parto no encontraron efectos sobre los parámetros reproductivos en vacas lecheras. En las vacas con cuerpo lúteo funcional, la administración de PGF2 α disminuye la concentración de progesterona y aumenta la concentración de estrógenos. Esto elimina el efecto supresor de la progesterona sobre el sistema inmunológico y permite incrementar las defensas del útero a las infecciones bacterianas (Dhaliwal et al., 2001). Esto podría explicar la diferencia encontrada al aplicar la PGF2 α en dos momentos diferentes, ya que el reinicio de la actividad ovárica se da después de los 40 días post parto.

También se ha reportado que la aplicación de PGF2 α puede mejorar las funciones inmunitarias y aumentar la motilidad uterina en animales que no tiene cuerpo lúteo activos (Salasel y Mokhtari, 2011). Por lo que algunos estudios han encontrado una mejora en los parámetros reproductivos al aplicar PGF2 α independientemente de la presencia de cuerpo lúteo (Gonzalez et al., 2001; Salasel y Mokhtari, 2011; Akbarabadi et al., 2014). Asimismo, se ha encontrado que la administración de PGF2 α 14 días antes de iniciar un protocolo de sincronización a tiempo fijo, aumenta las concentraciones de progesterona y la supervivencia embrionaria tardía y fetal temprana en vacas Holstein multíparas (Dirandeh et al., 2015). Dicho efecto podría estar relacionado con la disminución del intervalo parto concepción encontrada en este estudio. Cabe destacar que en este trabajo se ha evaluado el efecto de la aplicación de estradiol y prostaglandinas como parte de un manejo de rutina para mejorar los parámetros reproductivos en vacas lecheras.

CONCLUSIÓN

La aplicación de prostaglandinas el día 42 post parto repetida 14 días después mejora significativamente el intervalo parto a primer servicio y el intervalo parto concepción en las vacas lecheras.

CONTRIBUCION DE AUTORES

Los autores manifiestan haber contribuido de manera equitativa: LFRG en la concepción y diseño del estudio; RSSM en la adquisición de datos; LFRG y RSSM en el análisis e interpretación de datos, la redacción del artículo y la aprobación definitiva de la versión a presentar del presente trabajo.

REFERENCIAS

- Akbarabadi M, Shabankareh H, Abdolmohammadi A, Shahsavari, M. Effect of PGF2 α and GnRH on the reproductive performance of postpartum dairy cows subjected to synchronization of ovulation and timed artificial insemination during the warm or cold periods of the year. *Theriogenology*. 2014; 82: 509-516.
- Amjadi F, Salehi E, Mehdizadeh M, Aflatoonian R. Role of the innate immunity in female reproductive tract. *Adv Biomed Res* 2014; 3:1.
- Archbald LF, Constant S, Tran T, Risco C, Klapstein E, Elliott J. Effect of sequential treatment with prostaglandin F2 alpha and/or oxytocin on estrus and pregnancy rate of lactating dairy cows. *Theriogenology*. 1994; 42: 773-780.
- Archbald LF, Risco C, Chavette P, Constant S, Tran T, Klapstein E, Elliot J. Estrus and pregnancy rate of dairy cows given one or two doses of prostaglandin F2 alpha 8 or 24 hours apart. *Theriogenology*. 1993; 40: 873-884.
- Azawi OI. Postpartum uterine infection in cattle. *Ani Reprod Science*. 2008; 105: 187-208.
- Bartolome JA, Archbald LF. Reproductive management in dairy cows. In: Risco CA (ed). *Dairy production medicine*. Iowa: John Wiley & Sons. 2011: p 73-79.
- Blevins CA, Shirley JE, Stevenson JS. Milking Frequency, Estradiol Cypionate, and Somatotropin Influence Lactation and Reproduction in Dairy Cows. *J Dairy Sci*. 2006; 89: 4176-4187.
- Cabrera P, Mellisho E. Parámetros reproductivos de vacas Holstein en tres establos del departamento de Lima. *Anales científicos*. 2000; 42: 4-24.
- Dhaliwal GS, Murray RD, Woldehiwet Z. Some aspects of immunology of the bovine uterus related to treatments for endometritis. *Animal Reproduction Science*. 2001; 67: 135-152.
- Dirandeh E, Roodbari AR, Gholizadeh M, Deldar H, Masoumi R, Kazemifard M, Colazo MG. Administration of prostaglandin F2 α 14 d before initiating a G6G or a G7G timed artificial insemination protocol increased circulating progesterone prior to artificial insemination and reduced pregnancy loss in multiparous Holstein cows. *J Dairy Sci*. 2015; 98: 5414-5421.
- Ferguson JD, Galligan DT. Assessment of reproductive efficiency in dairy herds. *Compend Contin Educ Pract Vet*. 2000; 22: 150-159.
- Ferguson JD, Skidmore A. Reproductive performance in a select sample of dairy herds. *J Dairy Sci*. 2013; 96: 1269-1289.
- Fetrow J, Mc Clary D, Harman R, Butcher K, Weaver L, Studer E, Ehrlich J, Etherington W, Guterbock, Klingbord D, Reneau J, Williamson N. Calculated selected reproductive indices: Recommendations of the American Association of Bovine Practitioners. *J Dairy Sci*. 1990; 73: 78-90.
- Fetrow J, Stewart S, Eicker S, Rapnicki P. Reproductive health programs of dairy herds: analysis of records for assessment of reproductive performance. In: Youngquist RS, Threlfall WR (eds). *Current therapy in large animal theriogenology*. 2nd ed. Missouri, USA: Saunders Elsevier. 2007: p 473-489.
- Földi J, Kulcsar M, Peci A, Huyghe B, De Sa C, Lohuis J, Cox P, Huszenicza G. Bacterial complications of postpartum uterine involution in cattle. *Animal reproduction science*, 2006; 96: 265-281.

- Gajewski Z, Thun R, Faundez R, Boryezko Z. Uterine motility in the cow during puerperium. *Reprod Domest Anim.* 1999; 34: 185–191.
- Gonzalez F, Bas F, Caceres N, Rahaussen E. Efecto de la sincronización con prostaglandina, en el post parto temprano, sobre el comportamiento reproductivo en vacas lecheras de alta producción. *Ciencia e Investigación Agraria.* 2001; 28: 15-22.
- Haughian JM, Sartori R, Guenther JN, Gumen A, Wiltbank MC. Extending the postpartum anovulatory period in dairy cattle with estradiol cypionate. *J Dairy Sci.* 2002; 85: 3238-3249.
- Hendricks KE, Bartolome JA, Melendez P, Risco C, Archbald LF. Effect of repeated administration of PGF2 α in the early post-partum period on the prevalence of clinical endometritis and probability of pregnancy at first insemination in lactating dairy cows. *Theriogenology.* 2005; 65: 1454–1464
- Hirsbrunner G, Burkhardt HW, Steiner A. Effects of a single administration of prostaglandin F2 α , or a combination of prostaglandin F2 α and prostaglandin E2, or placebo on fertility variables in dairy cows 3–5 weeks postpartum, a randomized, double-blind clinical trial. *Reproductive Biology and Endocrinology.* 2006; 4: 65-72.
- Imani M, Seifi HA, Koolabadi G, Farzaneh N. Effect of early administration of equine chorionic gonadotropin and prostaglandin F2 α on reproductive performance of postpartum dairy cows. *Iranian Journal of Veterinary Science and Technology.* 2017; 8: 8-17.
- LeBlanc SJ. Is a high level of milk production compatible with good reproductive performance in dairy cows? *Animal Frontiers.* 2013; 3: 84-91.
- Lindell JO, Kindahl H. Exogenous Prostaglandin F2 promotes uterine involution in the cow. *Acta Veterinaria Scandinavica.* 1983; 24: 269-274.
- Madej A, Kindahl H, Woyno W, Edqvist LE, Stupnicki R. Blood levels of 15-keto-13, 14-dihydroprostaglandin F (2 α) during the postpartum period in primiparous cows. *Theriogenology.* 1984; 21: 279-287.
- Nakao T, Gamal A, Osawa T, Nakada K, Moriyoshi M, Kawata K. Postpartum plasma PGF metabolite profile in cows with dystocia and/or retained placenta, and effect of fenprostalene on uterine involution and reproductive performance. *J Vet Med Sci.* 1997; 59: 791-794.
- Noakes DE, Parkinson TJ, England GCW, Arthur GH. *Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics.* 8a ed. Estados Unidos: Saunders- Elsevier. 2001: 868 p.
- Ortiz D, Camacho J, Echevarría L. Parámetros reproductivos del ganado vacuno en la cuenca lechera de Lima. *Rev Inv Vet Perú.* 2009; 20: 196-202.
- Risco CA, Hernández J. Comparison of ceftiofur hydrochloride and estradiol cypionate for metritis prevention and reproductive performance in dairy cows affected with retained fetal membranes. *Theriogenology.* 2003; 60: 47-58.
- Risco CA, Youngquist RS, Shore MD. Postpartum uterine infection. En: Youngquist RS, Threlfall WR, eds. *Current Therapy of Large Animal Theriogenology.* 2a ed. Estados Unidos: Saunders-Elsevier. 2007: p 339-344.
- Rosenfeld CR. Responses of reproductive and non-reproductive tissues to 17 β -estradiol during ovine puerperium. *Am J Physiol.* 1980; 239: E333–339.
- Ruiz LF, Sandoval RS, Montenegro M, Delgado A. Desempeño reproductivo de vacas lecheras con involución uterina retardada bajo tratamiento hormonal con cipionato de estradiol y benzoato de estradiol. *Rev Inv Vet Perú.* 2017; 28: 110-119.
- Ruiz LF, Sandoval RS. Involución uterina en el ganado bovino: Un nuevo score para su evaluación y su relación con el número de partos y los días en lactación. *Spermova.* 2013; 3: 87-88.
- Ruiz LF, Sandoval RS. Relación entre los parámetros reproductivos convencionales y los parámetros de eficiencia reproductiva de los establos lecheros de Lima. *Revista Spermova.* 2014; 4:58-60.
- Salasel B, Mokhtari A. Effect of early postpartum PGF2 α treatment on reproductive performance in dairy cows with calving and puerperal traits. *Theriogenology.* 2011; 76: 1723-1729.
- Salazar A. Parámetros reproductivos y observación de celos en la cuenca lechera de Lima 1990 - 91. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 1993: 72 p.
- Sandoval RS, Ruiz LF, Carcelén FD. Determinación de la Tasa de Servicio y de los Factores que la Afectan en Establos de Lechería Intensiva de Lima, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú.* 2017; 28: 314-326.
- Savio JD, Boland MP, Hynes N, Roche JF. Resumption of follicular activity in the early postpartum period of dairy cows. *J Reprod Fertil.* 1990; 88: 569–579.
- Senger P. *Pathways to pregnancy and parturition.* 2a ed. Estados Unidos: Currentconception Inc. 2003: 373 p.
- Sheldon IM, Barrett DC, Boyd H. The postpartum period. En: Andrews AH, Blowey RW, Boyd H, Eddy RG, eds. *Bovine Medicine Diseases and Husbandry of Cattle.* 2 $^{\circ}$ ed. Reino Unido: Blackwell Science Ltd. 2004: p 508-529.
- Sheldon IM, Noakes DE, Dobson H. The influence of ovarian activity and uterine involution determined by ultrasonography on subsequent reproductive performance. *Theriogenology.* 2000; 54: 409–419.
- Sumano H, Ocampo L. *Farmacología veterinaria.* 3a ed. México: McGraw-Hill Interamericana. 2006: 1082 p.
- Thompson FN. Hormonas que afectan a la reproducción. En: Adams R, ed. *Farmacología y Terapéutica Veterinaria,* 2a ed. España: Acribia. 2003: p 653-666.
- Young IM, Anderson DB, Plenderleith RWJ. Increased conception rate in dairy cows after early post-partum administration of prostaglandin F2. *The Veterinary Record.* 1984; 115: 429-431.