



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE UNA DOSIS EXTRA DE
PROSTAGLANDINA EN EL PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN
DE OVULACIÓN (OVSYNCH) EN VACAS LECHERAS POSTPARTO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA:

ALEJANDRA GONZÁLEZ JUÁREZ

30923776-1

Asesores:

MVZ MC EDUARDO POSADAS MANZANO

MVZ EPA JESÚS ENRIQUE MARTÍNEZ BÁRCENAS

Ciudad Universitaria, Cd. MX.

2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mis padres, Elma y Víctor, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, y enseñarme que el esfuerzo y la dedicación son necesarios para hacer que todas las cosas deseadas sucedan.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanos, por ser el mejor ejemplo de vida que puedo tener y enseñarme que siempre se puede ser mejor.

A Gaby por su amistad llena de consejos, por su apoyo incondicional, por llenarme la vida de grandes momentos y siempre escucharme.

A mis asesores Dr. Eduardo Posadas y Dr. Enrique Martínez porque me llevo de ustedes un gran conocimiento y amistad.

A los doctores Antonio Porras, Susana Rojas y Pedro Ochoa, por su tiempo y apoyo desinteresado para la realización de este trabajo.

CONTENIDO

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	3
3. HIPÓTESIS	8
4. OBJETIVOS	8
5. MATERIAL Y MÉTODOS.....	9
6. RESULTADOS	12
7. DISCUSIÓN.....	15
8. CONCLUSIONES.....	18
9. LITERATURA CITADA	19
ANEXO DE FIGURAS.....	24
ANEXO DE CUADROS.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de un protocolo Ovsynch tradicional.	24
Figura 2. Esquema de un protocolo Ovsynch tradicional más una dosis extra de prostaglandina en el día 8.	24
Figura 3. Nivel sérico de progesterona en vacas con doble dosis de prostaglandina.	25
Figura 4. Nivel sérico de progesterona en vacas con doble dosis de prostaglandina (continuación).....	26
Figura 5. Nivel sérico de progesterona en vacas con Ovsynch tradicional.	27
Figura 6. Nivel sérico de progesterona en vacas con Ovsynch tradicional (continuación).....	28

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Diagnóstico de gestación a los 40 días en grupo testigo y experimental.	29
Cuadro 2. Porcentaje de concepción de acuerdo a luteolisis completa o incompleta lograda entre grupos testigo y experimental.	29
Cuadro 3. Comportamiento de niveles séricos de progesterona a las 12 h en referencia al nivel inicial de cada vaca.....	30
Cuadro 4. Respuesta del cuerpo lúteo al tratamiento con prostaglandina a las 24 h 30	30
Cuadro 5. Respuesta del cuerpo lúteo al tratamiento con prostaglandina a las 48 h (<1ng/mL).....	31

GONZÁLEZ JUÁREZ ALEJANDRA. Efecto de la aplicación de una dosis extra de prostaglandina en el protocolo de sincronización de ovulación (Ovsynch) en vacas lecheras postparto. Asesores: MVZ MC Eduardo Posadas Manzano y MVZ EPA Jesús Enrique Martínez Bárcenas.

1. RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de una dosis extra de prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) al utilizar el protocolo Ovsynch tradicional. La parte experimental del trabajo se llevó a cabo en la Cuenca Lechera de Tizayuca, Hidalgo; para lo cual, se utilizaron 100 vacas Holstein divididas en dos grupos, el grupo uno ($n=35$) tomado testigo, fue sometido al protocolo Ovsynch tradicional; el grupo dos ($n=65$), tomado como experimental, fue sometido al protocolo Ovsynch tradicional más 25 mg de $PGF_{2\alpha}$ vía intramuscular en el día 8. En ambos grupos se seleccionó una muestra representativa de vacas ($n=10$) para la obtención de muestras sanguíneas de vena coccígea y evaluar niveles séricos de progesterona (P_4) para determinar luteolisis. El diagnóstico de gestación se realizó a los 40 días posterior a la inseminación, obteniendo resultados para el porcentaje de concepción de 30% vs 64% para grupo testigo y grupo experimental respectivamente; encontrando diferencia estadística significativa entre estos valores ($p<0.05$). Para determinar luteolisis de acuerdo a los niveles de P_4 , se realizó una prueba exacta de Fisher, encontrando luteolisis completa en 57% vs 50% de las vacas a las 48 h para grupo testigo y grupo experimental respectivamente, lo cual indica que no hay diferencia estadística significativa entre estos resultados ($p>0.05$). Los resultados del presente estudio, sugieren que, en vacas postparto, la inyección extra de $PGF_{2\alpha}$

aplicada en el día 8 dentro de un protocolo Ovsynch, tuvo un efecto favorable en el porcentaje de concepción.

2. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el consumo de alimento se ha ido incrementando exponencialmente como consecuencia del aumento poblacional en el mundo(ONU/DAES, 2017). La creciente demanda de alimentos de origen animal, ha ocasionado un incremento significativo en la población bovina como fuente de la industria alimentaria. En el año 2016 se tuvo una población total nacional de bovinos de 33.7 millones cabezas, distribuidas en ganado de carne y leche; de estas 2.4 millones corresponden a ganado especializado en producción de leche (SIAP-SAGARPA, 2016).

La creciente demanda de productos de origen animal ha contribuido a un progresivo cambio en la estructura productiva de las Unidades de Producción Pecuaria (UPP), incorporando actuaciones a todos los niveles (alimentación, instalaciones, medicina preventiva, nutrición, reproducción, etc.) (Baldor, 2015; FAO, 2018).

La principal técnica para aumentar la calidad genética en los hatos y así mejorar su producción, es la Inseminación Artificial (IA)(Restrepo, 2007), sin embargo, uno de los principales obstáculos para la implementación de la IA en bovinos es una mala detección de estros (celo o calor), ya que se presentan problemas como el comportamiento individualizado de los animales o la baja intensidad de signos de calor mostrados (Fricke, 2003).

Una detección de celo en torno al 80% sería considerada como muy buena, sin embargo esta cifra se alcanza difícilmente ya que está sujeta a factores propios de los animales, ambientales y del personal; así en países con amplia tradición ganadera, tales como Estados Unidos y Canadá, la eficacia de detección de celo en

vacas lecheras no alcanza el 50% (Domínguez *et al.*, 2008; Baldor, 2015; Colazo 2014).

De acuerdo a Domínguez *et al.*, (2015) y Angulo *et al.*,(2004), la manera de reducir la variación en la presentación del estro consiste en la manipulación del ciclo estral, realizado mediante un tratamiento hormonal para reproducir las condiciones fisiológicas que permitan realizar Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) en un periodo de tiempo establecido, obteniendo así un mejor desempeño reproductivo del hato.

La posibilidad de manipular el ciclo estral a través de tratamientos hormonales, ha permitido diseñar una variedad de protocolos para reducir los problemas de manejo, asociado a la detección de celos en vacas lecheras (Sepúlveda *et al.*, 2003).

La prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) es la sustancia más usada para la sincronización de celos en bovinos, debido a sus propiedades luteolíticas, aunque la limitante más grande que tiene esta hormona es que sólo puede ser aplicada en vacas que poseen un Cuerpo Lúteo (CL), y se ha demostrado que la madurez de éste en el momento del tratamiento con $PGF_{2\alpha}$, tiene gran influencia en la respuesta luteolítica, por lo tanto, se ha observado que la $PGF_{2\alpha}$ no induce luteolisis de manera efectiva durante los primeros 5 a 6 días después del estro (Cutaia *et al.*, 2009). De acuerdo a Patrick, (2007); no todas las vacas son susceptibles a la regresión de un CL, esto debido a ovulaciones tardías, lo que ocasiona CL inmaduros e insensibles al momento de la liberación de $PGF_{2\alpha}$.

La adición de Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH) como inductor de la ovulación, adicionada a un protocolo con PGF₂α da origen al protocolo Ovsynch, mismo que es muy utilizado en ganadería especializada para la producción de leche. Dicho protocolo se fundamenta en la administración de GnRH como primera inyección en el día 0, con la finalidad de inducir la ovulación o la luteinización del folículo dominante para iniciar así una nueva oleada folicular; al día 7 se aplica una inyección de PGF₂α para ocasionar la luteolisis del CL, al día 9 se aplica una inyección de GnRH para inducir la ovulación del folículo dominante y posteriormente realizar IATF 16-18 horas después de la última inyección, es decir en el día 10 (Domínguez *et al.*, 2015; Gutiérrez-Añez *et al.*, 2005; Patrick, 2007). De acuerdo a Dominguez *et al.*, (2008), éste protocolo cuenta con una tasa de concepción de 44.4% en ganado lechero y de un 10 a un 25% de vacas con luteolisis incompleta.

La falta de respuesta a un tratamiento iniciado en presencia de un CL, aplicando PGF₂α, puede eliminarse con la aplicación de una segunda dosis de PGF₂α; por lo anterior se cree que esta variación en el protocolo Ovsynch, podría mejorar la fertilidad en vacas lecheras en protocolos de IATF, en un 5 a 8% (Jiménez, 2018; Paniagua *et al.*, 2009).

La principal causa de una luteolisis incompleta es la ausencia de respuesta a las PGF₂α en los CL inmaduros, aunque también se pueden relacionar otras causas como son: falta de respuesta de los CL, técnica incorrecta de inyección intramuscular, dosificación y corta vida media de la hormona exógena (Hernández y Zarco, 1998).

Fisiológicamente se observa que la progesterona (P_4) disminuye la secreción de GnRH, así como la respuesta de la hipófisis a la GnRH, de esta forma altas concentraciones de P_4 ocasionan inhibición en la maduración folicular y la ovulación (Stevenson y Pulley, 2016).

Paniagua *et al.*, (2009) suponen que dos inyecciones de $PGF_{2\alpha}$ en un intervalo de 8 horas son más eficaces en la luteolisis que una sola inyección, de acuerdo a Jiménez, (2018) esto ocurre debido a fallas de la $PGF_{2\alpha}$ en la luteolisis en aproximadamente el 35.6% de las vacas tratadas.

Martins *et al.*, (2011), realizaron un estudio comparativo, mostrando una regresión completa del CL en un 80% y 79% de las vacas, usando $PGF_{2\alpha}$ natural y sintética, respectivamente. Por lo que se observa que el fenómeno de luteolisis es independiente del tipo de $PGF_{2\alpha}$.

Recientemente varios estudios han evaluado el efecto de una segunda dosis de $PGF_{2\alpha}$ a las 24 horas en diferentes protocolos, tal es el caso del realizado por Carvalho *et al.*, (2015), en Wisconsin, quienes compararon los efectos de una presincronización con GnRH administrada 6 días antes de iniciar el Ovsynch y de la adición de una segunda dosis de $PGF_{2\alpha}$. La conclusión fue que la presincronización aumenta los niveles de P_4 en el momento de inicio del Ovsynch y que una segunda dosis de $PGF_{2\alpha}$ disminuyó la P_4 en el momento de la IA, incrementando así la tasa de concepción en vacas entre 6 y 8%.

Debido a lo anterior, la presente tesis tiene como tema central determinar si una segunda dosis de $PGF_{2\alpha}$, administrada a las a las 12 horas después de la primera,

dentro del protocolo Ovsynch, tendrá como resultado una luteolisis completa, favoreciendo la ovulación y obteniendo así, un mejor porcentaje de concepción en vacas lecheras postparto.

3. HIPÓTESIS

La aplicación de prostaglandina en el día 7 y 8 del protocolo Ovsynch, reducirá los niveles séricos normales de progesterona, ocasionando luteolisis completa y asegurando la ovulación, aumentando así el porcentaje de concepción.

4. OBJETIVOS

1. Determinar si la aplicación extra de prostaglandina en el día 8 del protocolo Ovsynch disminuye los niveles séricos de progesterona ocasionando luteolisis completa.
2. Determinar si la aplicación extra de prostaglandina en el día 8 del protocolo Ovsynch mejora la tasa de concepción en vacas lecheras en el postparto.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca (CAIT) localizado al sur del estado de Hidalgo, sobre el kilómetro 53 de la carretera federal número 85 México-Pachuca a 52 km de la Ciudad de México. Este municipio se encuentra situado a los 19° 50' latitud Norte y 98° 59' longitud Oeste, a una altura de 2,260 metros sobre el nivel del mar. Su clima es semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Presenta una temperatura media anual de 16.3°C, con temperaturas máximas de 31 a 35°C y mínimas de 4.5 a 2.5°C y una precipitación pluvial anual de 614 mm. (INAFED, 2005)

El estudio se realizó en 100 vacas lecheras de raza Holstein de 2^{do}, 3^{ro} y 4^{to} parto las cuales se encontraban en el día 40-45 postparto, presentaban involución uterina normal, determinado mediante palpación rectal, así como una estructura folicular dominante y en crecimiento (al menos 10 mm de diámetro) en cualquiera de los dos ovarios, (Colazo *et al.*, 2007), así mismo, mostraban una condición corporal mayor a 2.5 (en una escala de 1 a 5) de acuerdo al método establecido por Edmonson *et al.*, (1989).

Las vacas del presente proyecto se distribuyeron en 2 grupos para el tratamiento respectivo. El grupo 1 (n= 35) se tomó como grupo testigo, aplicándose el protocolo Ovsynch tradicional, el cual se basó en la administración de 100 µg de GnRH (2mL Fertiplex ®) al día 0, siete días después se administran 25 mg de PGF₂α (2 mL Prostaglandin ®), dos días después se administran 100 µg de GnRH (2mL Fertiplex ®), y 16 a 18 horas después se realiza IA (Figura 1). En el día 7, las vacas en

tratamiento eran marcadas con crayón en la base de la cola con una línea larga y gruesa para facilitar su localización e identificación de calor mostrado.

El grupo 2 (n=65) se tomó como grupo experimental, basado en la aplicación del protocolo Ovsynch tradicional más una dosis extra de PGF₂α (2 mL Prostaglandin F₂α, vía intramuscular en el día 8 (

Figura 2).

Se tomaron muestras sanguíneas de vena coccígea mediante un sistema de vacío vacutainer®, a las 0,12,24 y 48 h después de administrada la primera dosis de PGF₂, a 10 vacas de cada grupo elegidas aleatoriamente. Las muestras fueron colectadas mediante agujas múltiples calibre 21GX 25 mm, en tubos con vacío sin anticoagulante de 10 mL. Una vez obtenida la muestra, el tubo se dejó inmóvil hasta observar coagulación y posterior separación de suero. El suero fue transferido a un contenedor de plástico identificado y sellado con papel parafilm. Las muestras de suero se mantuvieron en congelación a una temperatura de -20°C, hasta el momento de ser analizadas mediante Progesterone ELISA-kit®, en el Departamento de Reproducción Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México. La medición de P₄ se realizó de manera pareada para evitar cualquier tipo de error.

El diagnóstico de gestación se realizó 40 días después de finalizado el tratamiento mediante palpación rectal, buscando presencia de vesícula amniótica y deslizamiento de membranas fetales, considerados como signos específicos de una gestación temprana. (Zulia *et al.*, 2012)

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para establecer el efecto de una segunda dosis de $\text{PGF}_{2\alpha}$ sobre las concentraciones séricas de P_4 entre grupos testigo y experimental, se realizó una prueba exacta de Fisher en tres rubros de análisis:

1. Se comparó el comportamiento de los niveles séricos de P_4 respecto a los niveles iniciales entre ambos grupos a las 12 horas.
2. Se comparó la respuesta al tratamiento a las 24 horas de aplicada la primera dosis de $\text{PGF}_{2\alpha}$ entre ambos grupos.
3. Se comparó la respuesta al tratamiento a las 48 horas de aplicada la primera dosis de $\text{PGF}_{2\alpha}$ entre ambos grupos.

Para evaluar la tasa de concepción al primer servicio se utilizó *chi-cuadrada* de Pearson.

Se analizó el porcentaje de concepción logrado entre ambos grupos en vacas a las que se les realizó medición de P_4 sérica y presentaban luteolisis completa o incompleta.

Todos los análisis estadísticos fueron realizados en el programa R Core-Team. Statistical computing. Versión 2018. (Team, 2018)

6. RESULTADOS

De las 100 vacas seleccionadas al proyecto, dos del grupo testigo (n=33) y cuatro del grupo experimental (n=61), no concluyeron la IATF por mostrarse como vacas con “calor sucio” (endometritis), por lo que sólo 94 fueron utilizadas para el análisis estadístico.

- Efecto de la prostaglandina F_{2α} sobre la tasa de concepción.

En el grupo testigo, de las 33 vacas utilizadas, 10 se encontraron gestantes y 23 vacas vacías, por lo que el porcentaje de concepción fue de 30%

Por otro lado, en el grupo experimental se encontraron 39 vacas gestantes y 22 vacas vacías, por lo que el porcentaje de concepción fue de 64%, existiendo una diferencia estadística significativa en el porcentaje de concepción entre grupo testigo y grupo tratado ($p < 0.05$) (Cuadro 1).

En cuanto al porcentaje de concepción independiente del grupo, en vacas a las que se les realizó medición de P₄ sérica y presentaban luteolisis completa o incompleta (n=17), se encontraron nueve vacas con luteolisis completa, de las cuales nueve quedaron gestantes (100%) y ocho vacas con luteolisis incompleta de las cuales solo una se encontró gestante (12.5%), por lo tanto hay una diferencia estadística significativa entre vacas gestantes y vacías las cuales presentan luteolisis completa o incompleta ($p < 0.05$). (Cuadro 2).

- Efecto de la prostaglandina F_{2α} sobre los niveles de progesterona en grupo testigo

De las 10 vacas que se seleccionaron para medición de P₄ sérica, tres mostraron niveles de P₄ menores a 1ng/mL antes de iniciar el tratamiento (Figura 5. Vacas: 67 y 308. Figura 6. Vaca 301) por lo tanto, dichas vacas no fueron consideradas para el análisis estadístico (n=7).

Los niveles séricos de P₄ a las 0 horas fueron de 1.52, 1.84, 30.44, 30.47, 9.24, 3.07 y 1.15 ng/mL, comparados con los niveles a las 12 horas después de la aplicación de PGF_{2α}, que fueron de 0.9, 0.52, 7.46, 4.15, 12.77, 1.13 y 0 ng/mL; indicativo de que el 86% del grupo mostró una disminución en los niveles séricos de P₄, respecto a los niveles iniciales (Figura 5. Vacas: 87, 2854, 158. Figura 6. Vacas: 56, 396 y 333), mientras que el 14% del grupo mostró un aumento en los niveles de P₄ (Figura 5: vaca 168).

A las 24 horas después de la aplicación de PGF_{2α}, cuatro vacas mostraron luteolisis completa, toda vez que los niveles de P₄ estuvieron por debajo de 1ng/mL, lo que representa el 57% del grupo, mismo porcentaje que se presentó a las 48 horas. (Figura 5. Vacas: 87 y 2854. Figura 6. Vacas: 396, y 333). No así en 4 vacas, donde los niveles de P₄ se encontraban por encima de 1ng/mL (Figura 5. Vaca: 158. Figura 6. Vacas: 56 y 168).

- Efecto de la prostaglandina F₂α sobre los niveles de progesterona en grupo experimental

Los niveles séricos de P₄ a las 0 horas fueron de 5.09, 14.25, 5.73, 25.12, 8.42, 11.95, 2.5, 19.57, 2.76 y 16.44 ng/mL, comparados con los niveles 12 horas después de la aplicación de PGF₂α, que fueron de 14.74, 1.82, 9.38, 8.1, 3.25, 7.97, 1.54, 1.96, 0.86 y 1.65 ng/mL, indicando que el 80% del grupo mostró una disminución de P₄ después de la primera aplicación de PGF₂α (Figura 3. Vacas: 218, 892 y 200. Figura 4. Vacas: 438, 198, 78, 855 y 207). Así en el 20% restante del grupo se observó un aumento en los niveles de P₄. (Figura 3. Vacas: 7293 y 441), por lo tanto, se considera que no hay diferencia estadística significativa en los niveles séricos de P₄ a las 12 h, comparados con los niveles séricos iniciales entre ambos grupos (p>0.05). (Cuadro 3).

A las 24 horas, el 40% del grupo mostró luteolisis completa de acuerdo a niveles de P₄ <1ng/mL (Figura 3. Vaca: 7293. Figura 4. Vacas: 198, 78 y 207), por lo que se considera que no hay diferencia estadística significativa en la luteolisis completa a las 24 h entre ambos grupos (p>0.05). (Cuadro 4).

A las 48 horas, el 50% del grupo mostró luteolisis completa de acuerdo a los niveles de P₄ (Figura 3. Vacas: 7293, 218 y 892. Figura 4. Vacas: 438 y 198), por lo tanto, se considera que no hay diferencia estadística significativa en la luteolisis completa a las 48 h entre ambos grupos (p>0.05). (Cuadro 5).

7. DISCUSIÓN

Diversos autores hacen mención a un aumento en el porcentaje de fertilidad utilizando dos dosis de $\text{PGF}_{2\alpha}$, tal es el caso del estudio presentado por Wiltbank *et al.*, (2015), quienes realizaron un experimento sobre el efecto de un segundo tratamiento con $\text{PGF}_{2\alpha}$ durante el Ovsynch, encontrando una tasa de concepción de 37.6% en vacas que recibieron 2 dosis, estos resultados se encuentran por debajo de lo encontrado en el grupo experimental del presente proyecto, donde el porcentaje de concepción fue de 63%; no así para el grupo control, donde Wiltbank *et al.*, (2015) reportan una tasa de concepción del 34.4%, mostrándose por encima del porcentaje encontrado en el proyecto, donde se obtuvo el 30%.

Otro estudio que muestra el uso de un segundo tratamiento de $\text{PGF}_{2\alpha}$ administrado 24 h después del primero; es el presentado por Carvalho *et al.*, (2015) quien comparó el protocolo Ovsynch con un segundo tratamiento de $\text{PGF}_{2\alpha}$, concluyendo que en general el porcentaje de concepción tiende a ser mayor, comparándolo con las vacas que solo recibieron un tratamiento, encontrando un porcentaje de concepción para las vacas que reciben un segundo tratamiento de $\text{PGF}_{2\alpha}$ del 40%, mismo que se encuentra por debajo del obtenido en el presente proyecto que fue de 63%; no así, con las vacas que solo recibieron un tratamiento de $\text{PGF}_{2\alpha}$, donde Carvalho *et al.*, (2015); obtuvieron un porcentaje de concepción del 37%, mismo que se encuentra por encima del obtenido en el presente proyecto que fue de 30%.

Hernández y Valencia, (2001) mencionan que se considera luteolisis funcional cuando las concentraciones de P_4 alcanzan niveles menores de 1 ng/mL en las 24

horas siguientes al tratamiento y se mantienen en ese nivel hasta presentarse el estro.

Por otro lado, Carvalho *et al.*, (2015) menciona que aquellas vacas que recibieron dos tratamientos de $\text{PGF}_{2\alpha}$, dentro de un protocolo Ovsynch y mostraron luteolisis completa, tuvieron concentraciones séricas en promedio de 0.15 ng/mL, dichas concentraciones están por debajo de las encontradas en el presente proyecto, donde se obtuvieron resultados en promedio para las vacas con luteolisis completa, de 0.35 ng/mL; no así en las vacas que solo recibieron un tratamiento de $\text{PGF}_{2\alpha}$ dentro de un protocolo Ovsynch, donde Carvalho *et al.*, (2015) obtuvieron niveles séricos de P_4 en promedio de 0.35 g/mL, para las vacas con luteolisis completa, dichas concentraciones están por debajo de las encontradas en el presente proyecto, donde fueron de 0.70 ng/mL.

De acuerdo a Paniagua *et al.*, (2009) después de la aplicación parenteral de $\text{PGF}_{2\alpha}$, las concentraciones plasmáticas de P_4 tienen un pico a los 10 minutos y posteriormente estos valores descienden, pues las células luteales y la concentración plasmática de P_4 están altamente correlacionadas. En contraste, las vacas que mostraron un aumento en los niveles de P_4 , de acuerdo a Heat *et al.*, (1983), ocurre por un aumento transitorio de la concentración sérica de P_4 después de aplicada la prostaglandina, explicándolo como una liberación inicial de vesículas de P_4 por las células de la granulosa, seguido de una disminución de los niveles de P_4 en las horas siguientes.

Otra explicación para el aumento en los niveles de P_4 es la reportada por Villareal, (2018), quien menciona que los animales tratados con $\text{PGF}_{2\alpha}$ o con sus análogos,

aún en dosis reducidas, sufren una disminución en la producción de P₄ por el CL, sin embargo, en ocasiones esta disminución es transitoria ya que el CL se recupera y continúa produciendo P₄. Esta variación podría deberse a la etapa de la fase lútea en la cual se aplica el tratamiento, ya que se han observado variaciones en la respuesta a la utilización de PGF_{2α} en diferentes momentos del diestro.

Hernández y Valencia, (2001) estudiaron el efecto de la PGF_{2α}, encontrando que aquellos animales que no completaron la luteolisis tenían concentraciones elevadas de P₄ antes de iniciar el tratamiento, sugiriendo un posible efecto antiluteolítico o luteoprotector de la P₄. Hoy en día no existen trabajos publicados en los que se haya evaluado específicamente si las concentraciones elevadas de P₄ al comienzo del tratamiento con PGF_{2α} afectan de manera negativa la presentación de la luteolisis completa.

La literatura que menciona que el intervalo desde la aplicación de PGF_{2α} hasta la presentación del celo es muy variable, encontrándose un promedio de 88.7 a 91.6 horas (Borges, *et al*; 2003), sin embargo, de acuerdo a Hernández, (2012) el estro se presenta entre 48 a 120 horas, concentrándose 75% de los estros en las primeras 96 horas. Debido a lo anterior las vacas que presentaron niveles de P₄ <1ng/mL a las 24 h, no son muy representativas, tomando en cuenta que en horas posteriores podría aumentar el número de vacas con luteolisis completa para cualquiera de los dos grupos.

8. CONCLUSIONES

Para el presente trabajo se concluye que usando el protocolo de sincronización de ovulación (Ovsynch) con aplicaciones de prostaglandina en los días 7 y 8, el porcentaje de concepción aumentó en un 33% favoreciendo al grupo experimental, en relación al grupo testigo donde el porcentaje de concepción fue de 30%.

En relación a concentraciones séricas de progesterona, tanto en el grupo control como en el grupo tratado, no se encontró diferencia significativa del efecto de 1 o 2 dosis de prostaglandina.

9. LITERATURA CITADA

- Angulo, A., Muñoz, L., González, M., Álvarez, L.D., 2004. Synchronization of Ovulation and Artificial Insemination in Buffales At Fixed Time. *MVZ Córdoba* 9, 444–450.
- Baldor, Á. Aportaciones al control reproductivo de las novillas Frisonas en la provincia de León, España. [tesis de doctorado] León, España . Facultad de Veterinaria. 2015
- Borges, Á.M., Alves Torres, C.A. Mendes Ruas, J. Ribeiro Rocha Júnior, R.V., Ribeiro de Carvalho, G., Ferreira da Fonseca, J., Marcatti Neto, A., de A., A., 2003. Características da dinâmica folicular e regressão luteal de vacas das raças Gir e Nelore após tratamento com cloprostenol sódico. *R. Bras. Zootec.* 32, 85–92.
- Carvalho, P.D., Fuenzalida, M.J., Ricci, A., Souza, A.H., Barletta, R. V., Wiltbank, M.C., Fricke, P.M., 2015. Modifications to Ovsynch improve fertility during resynchronization: Evaluation of presynchronization with gonadotropin-releasing hormone 6 d before initiation of Ovsynch and addition of a second prostaglandin treatment. *Am. Dairy Sci. Assoc.* 98, 8741–8752.
- Colazo, M.G. Protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en Bos Taurus. *Agriculture and Rural Development* [Internet] 2014. [citado 21 de mayo 2018]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/262106065>

- Colazo, M.G., Mapletoft, R.J., Martinez, M.F., Kastelic, J.P., 2007. El uso de tratamientos hormonales para sincronizar el celo y la ovulación en vaquillonas. *Ciencias Veterinarias*. 9, 4–19. doi:<http://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/veterinaria/article/view/1886/1848>
- Cutaia, L., Souza, a H., Baruselli, P.S., 2009. Actualización sobre protocolos de IATF en bovinos de leche utilizando dispositivos con progesterona. *Inst. Reprod. Anim. Córdoba* 11, 20–34.
- Dominguez, J., Alegre, B., González, R., J, G., 2008. CIDR, una nueva oportunidad en el control reproductivo. *Experiencia en novillas. Mundo Ganad.* 08, 20–23.
- Domínguez, S.F., Flores, L.R.M., Ordaz, R.L., Flores, C.F.A., Mapes, G., Cerón, J.H., 2015. Gestación en vacas lecheras con dos protocolos de sincronización de la ovulación e inseminación a tiempo fijo. *Rev. Mex. Ciencias Pecu.* 6, 393–404.
- Edmonson, A., Lean, I., Weaver, L., Farver, T., Webster, G., 1989. A body composition scoring chart for Holstein dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 72, 68–78.
- Fricke, P.M., 2003. La Ecuación De La Reproducción En Los Rodeos Lecheros. *Univ. Wisconsin-Madison, USA* 5, 1–5.
- Gutiérrez-Añez, J.C., Palomares-Naveda, R., Sandoval-Martínez, J., De Ondíz-Sánchez, A., Portillo-Martínez, G., Soto-Belloso, E., 2005. Uso del protocolo Ovsynch en el control del anestro postparto en vacas mestizas de doble propósito. *Rev. Cient. la Fac. Ciencias Vet. la Univ. del Zulia* 15, 7–13.

Heat, E., Weinstein, P., Merritt, P., Shanks, R., Hixon, J., 1983. Effects of prostaglandins on the bovine corpus luteum: granules, lipid inclusions and progesterone secretion. *Biol. Reprod.* 29, 977–985.

Hernández, C, J. Valencia M, J.Z.Q., 2001. Regresión del cuerpo lúteo y presentación del estro en ovejas con dos inyecciones de prostaglandina con 8 días de intervalo. *Rev. Mex. Ciencias Pecu.* 39, 53–58.

Hernández, C, J, Zarco, A., 1998. Función Del Cuerpo Lúteo Y Muerte Embrionaria En Rumiantes. *Cienc. Vet.* 8, 1–28.

Hernández, C, J., 2012. Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros, FMVZ-UNAM. ed. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Hidalgo [Internet] 2018 [citado 6 de abril 2018]. Disponible en: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM13hidalgo/index.html>

Jiménez, A., 2018. Varios estudios demuestran un aumento de la fertilidad por la administración de una segunda dosis de prostaglandina. México Holstein, Aumento de la fertilidad. México.

Martins, J., Policelli, R., Raphael, W., Pursley, J., 2011. Effects of cloprostenol

sodium at final prostaglandin F2 α of Ovsynch on complete luteolysis and pregnancy per artificial insemination in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 94, 2815–2824.

Secretaría de Agricultura, Ganadería desarrollo Social y Pesca. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Población de Ganado Bovino de carne y leche [Internet] 2016. [citado 10 mayo 2018]. Disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/165997/bovino.pdf> (consultado 5.10.18).

Organización de las Naciones Unidas. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. Perspectivas de la población mundial. [Internet] 2017. [citado 25 abril 2018]. Disponible en: <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/world-population-prospects-2017.html> (consultado 4.25.18).

Paniagua, L.A.D., Amagua, J.I., Guzmán, F., 2009. Efecto de Diferentes Dosis de Prostaglandina Sobre la Luteolisis y el Retorno al Celo en Vacas Donantes de Embriones. [tesis maestría] Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias

Patrick, M., 2007. Corpus luteum, Seventh. ed, Current therapy in Equine reproduction.[Internet] 2018. [citado 11 mayo 2018]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological->

Restrepo, G., 2007. Biotecnologías Reproductivas aplicables a la Producción

Bovina en Colombia, Primera. ed. Libro Arte, Colombia.

Sepúlveda, N., Risopatrón, J., Rodríguez, F., Rodero, E., 2003. Fertilidad en vacas lecheras asociada a la sincronización de celos e inseminación a tiempo fijo utilizando GnRH y PGF2 α . Rev. Cient. la Fac. Ciencias Vet. la Univ. del Zulia 13, 182–186.

Stevenson, J., Pulley, S., 2016. Feedback effects of estradiol and progesterone on ovulation and fertility of dairy cows after gonadotropin-releasing hormone-induced release of luteinizing hormone. J. Dairy Sci. 99, 3003–3015.

Team, R.-C., 2018. R: A language and environment for statistical computing.

Villareal, L.M.G., 2018. Efecto del día del ciclo estral y las concentraciones iniciales de progesterona sobre la eficiencia luteolítica de diferentes dosis de cloprostenol sódico en ovinos. [Tesis de doctorado] Universidad Nacional Autónoma de México.

Wiltbank, M., Baez, G., Cochrane, F., Trayford, C., Joseph, R., 2015. Effect of a second treatment with prostaglandin F2 α during the Ovsynch protocol on luteolysis and pregnancy in dairy cows. J. Dairy Sci. 98, 8644–8654.

Zulia, U., José, J., Científica, R., En, C., Trópico, E.L., Costa, H.D.E., 2012. Usefulness of Rectal Palpation and Transrectal Ultrasonography in the Diagnosis in the Diagnosis of Gestation of the Zebu Cattle in the Humid Tropical in Costa Rica. Red Rev. Científicas Am. Lat. el Caribe, España y Port. 23, 9-16.

ANEXO DE FIGURAS

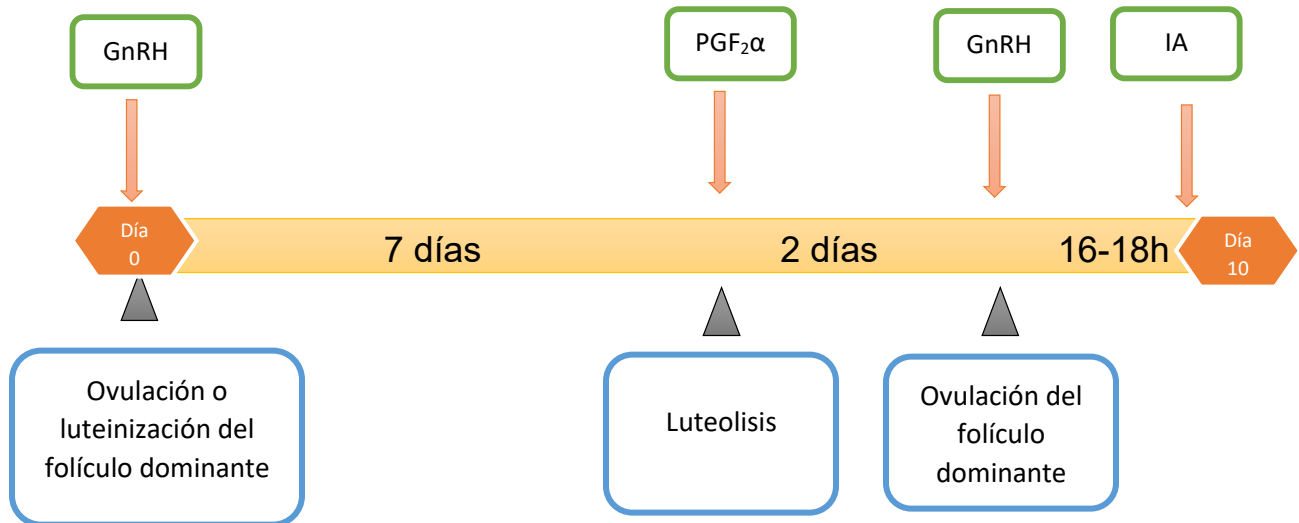


Figura 1. Esquema de un protocolo Ovsynch tradicional.

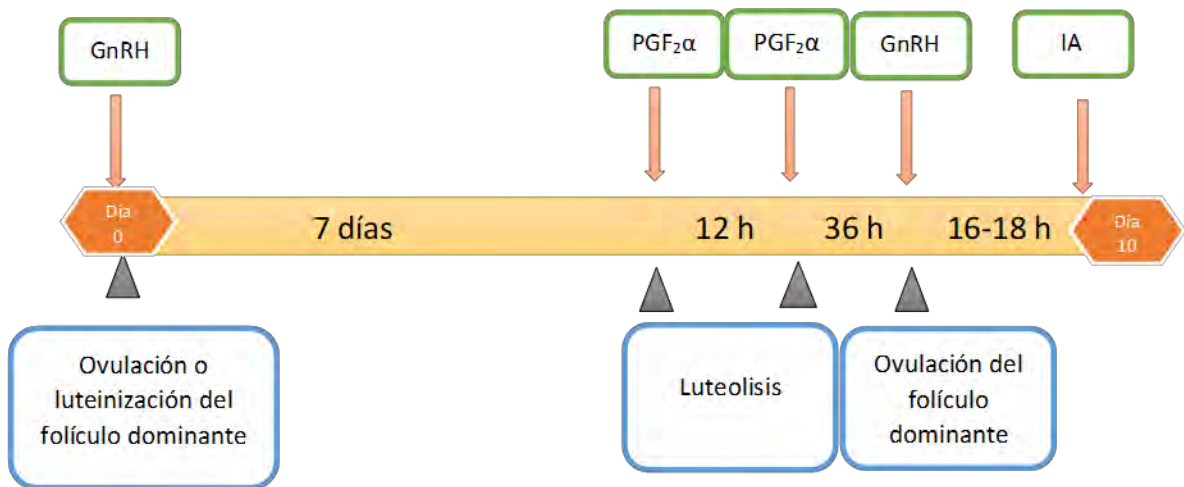


Figura 2. Esquema de un protocolo Ovsynch tradicional más una dosis extra de prostaglandina en el día 8.

Figura 3. Nivel sérico de progesterona en vacas con doble dosis de prostaglandina.

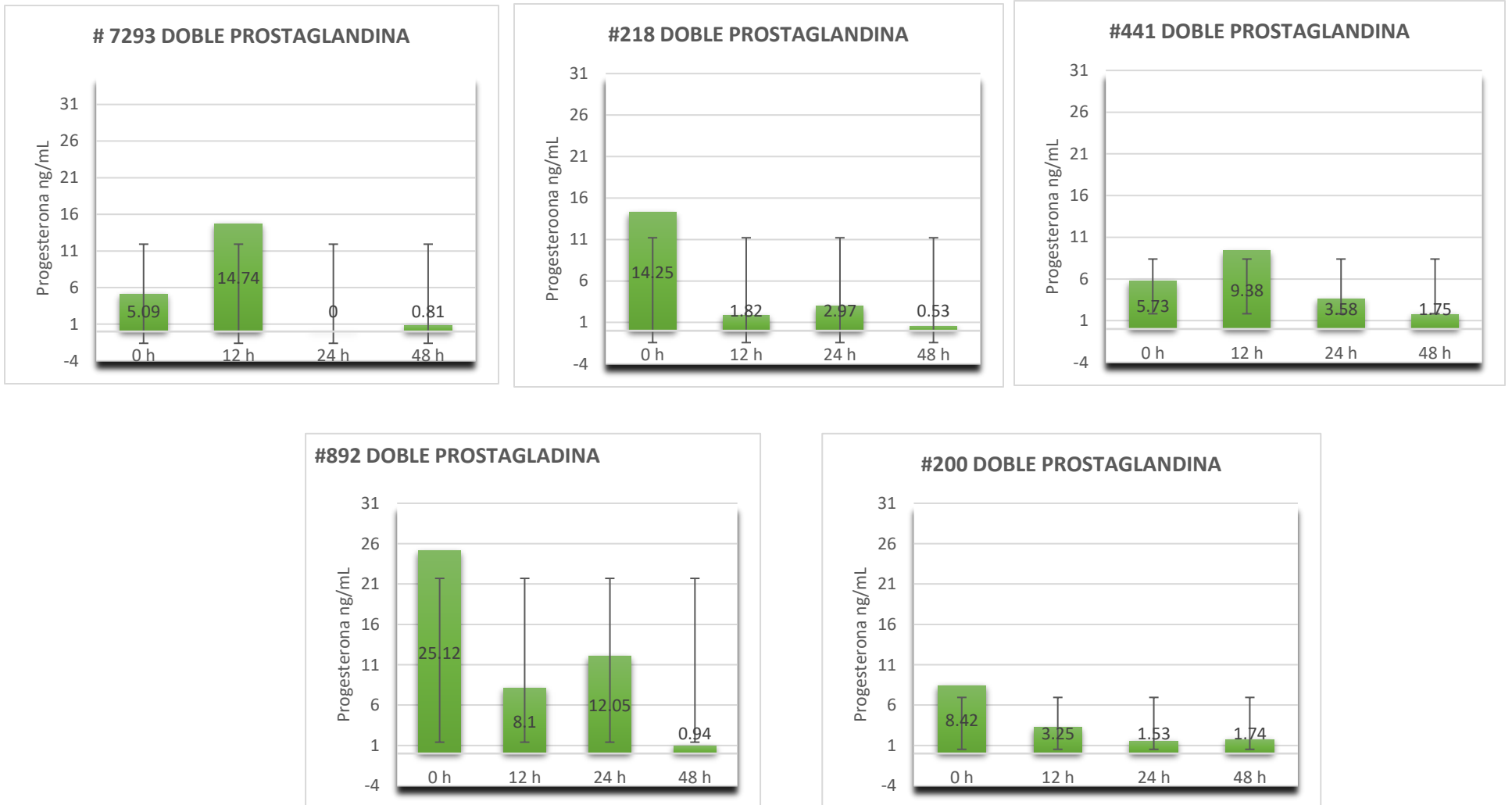


Figura 4. Nivel sérico de progesterona en vacas con doble dosis de prostaglandina (continuación).

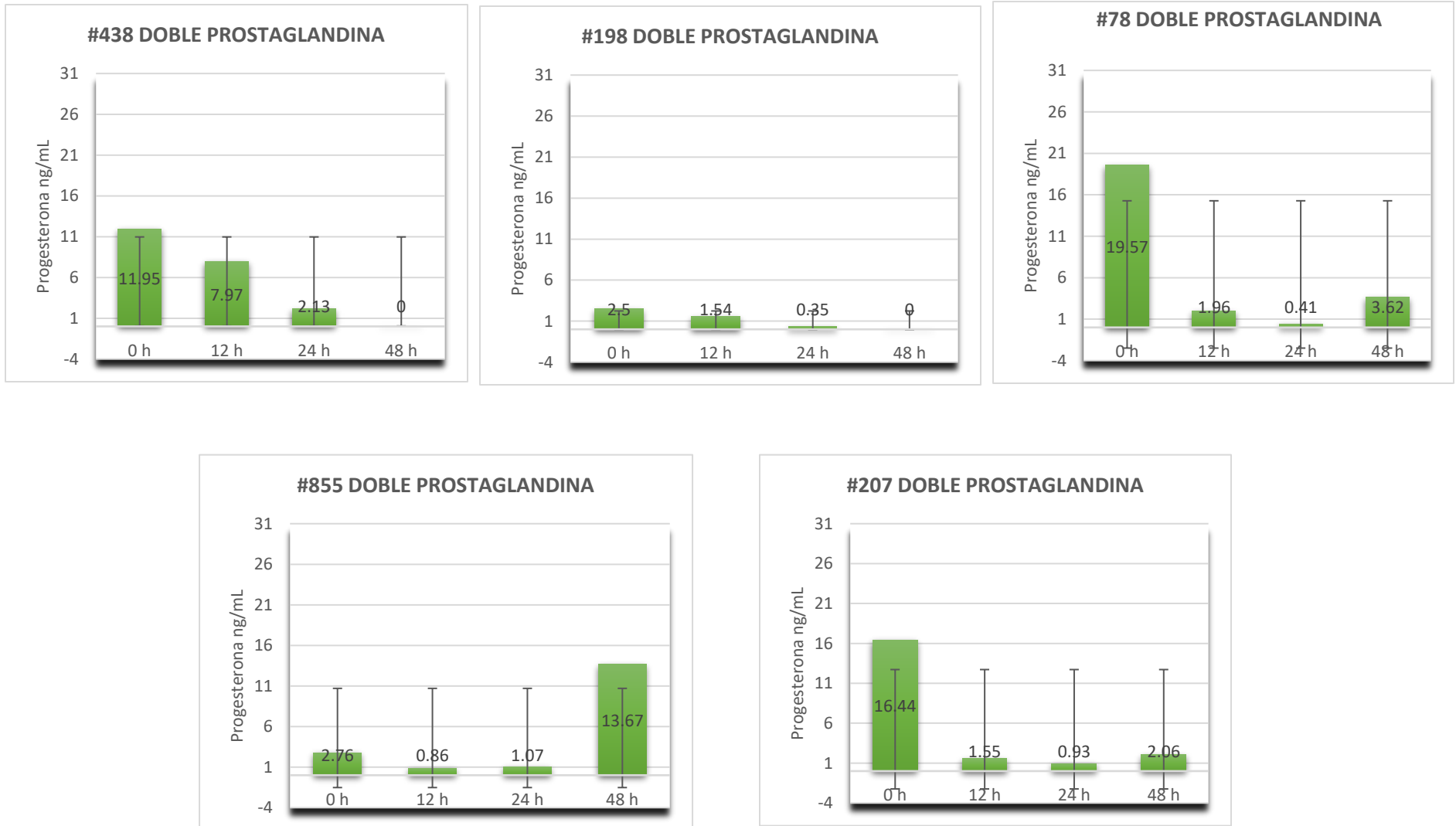


Figura 5. Nivel sérico de progesterona en vacas con Ovsynch tradicional.

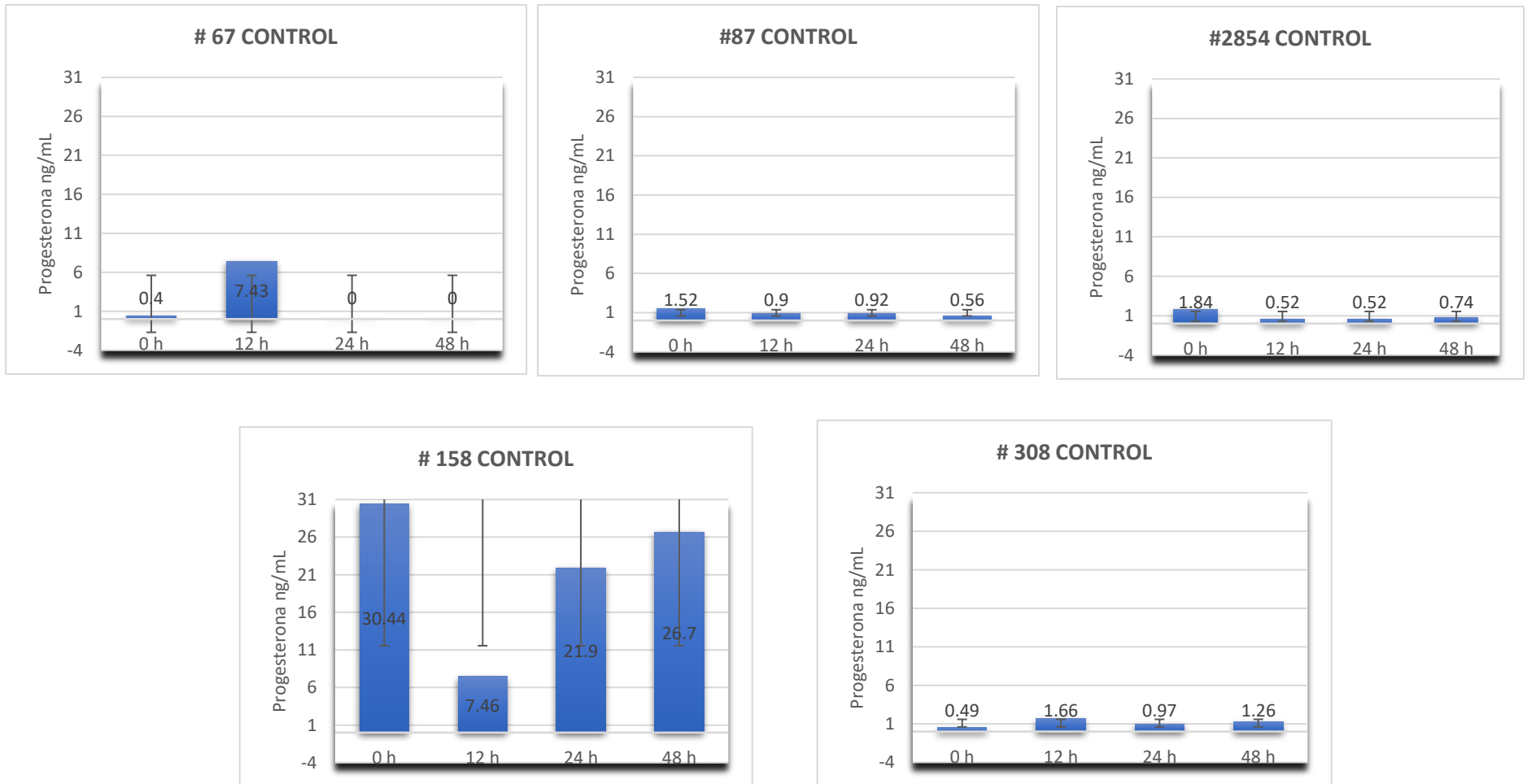
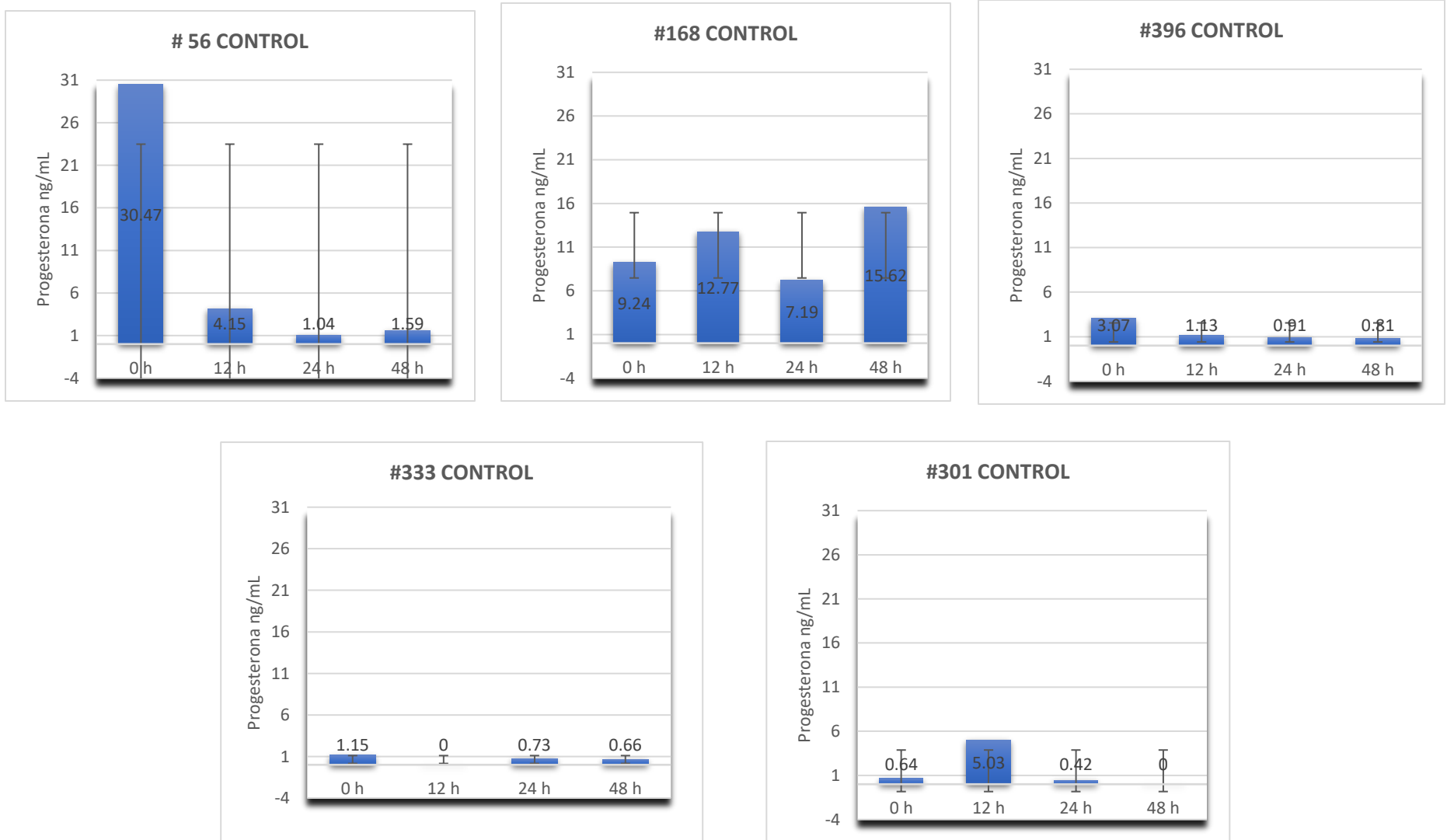


Figura 6. Nivel sérico de progesterona en vacas con Ovsynch tradicional (continuación).



ANEXO DE CUADROS

Cuadro 1. Diagnóstico de gestación a los 40 días en grupo testigo y experimental.

Diagnóstico de gestación a los 40 días		
GRUPO	GESTANTES	VACIAS
Testigo	10	22
Experimental	39	23

Hay diferencia estadística significativa en el porcentaje de concepción entre los grupos testigo y experimental. ($p < 0.05$).

Cuadro 2. Porcentaje de concepción de acuerdo a luteolisis completa o incompleta lograda entre grupos testigo y experimental.

Porcentaje de concepción logrado entre grupos testigo y experimental de las vacas con medición de P_4 sérica		
GRUPO	GESTANTES	VACIAS
Luteolisis completa	9	0
Luteolisis incompleta	1	8

Hay diferencia estadística significativa en el porcentaje de concepción de acuerdo a luteolisis completa o incompleta lograda entre los grupos testigo y experimental de las vacas con medición de progesterona sérica. ($p < 0.05$)

Cuadro 3. Comportamiento de niveles séricos de progesterona a las 12 h en referencia al nivel inicial de cada vaca.

Comportamiento de niveles séricos de P₄ a las 12 h (ng/mL)			
Experimental		Control	
Concentración sérica de P ₄ inicial	Concentración sérica de P ₄ a las 12 h	Concentración sérica de P ₄ inicial	Concentración sérica de P ₄ a las 12 h
5.09	14.74	30.44	7.46
14.25	1.82	1.52	0.9
5.73	9.38	1.15	0
25.12	8.1	30.47	4.15
8.42	3.24	9.24	12.77
11.95	7.07	1.84	0.52
2.5	1.54	3.07	1.13
19.57	1.96	-	-
2.76	0.86	-	-
16.44	1.55	-	-

No hay diferencia estadística significativa en los niveles séricos de progesterona (P₄) a las 12 horas, respecto a los niveles séricos de P₄ iniciales (p>0.05)

Cuadro 4. Respuesta del cuerpo lúteo al tratamiento con prostaglandina a las 24 h

Respuesta del CL al tratamiento con PGF₂α a las 24 h (<1ng/ml)		
GRUPO	RESPONDIERON	NO RESPONDIERON
Control	4	3
Experimental	4	6

No hay diferencia estadística significativa en la respuesta del cuerpo lúteo (CL) 24 h después del tratamiento con prostaglandina (PGF₂α) (p>0.05).

Cuadro 5. Respuesta del cuerpo lúteo al tratamiento con prostaglandina a las 48 h (<1ng/mL).

<i>Respuesta del CL al tratamiento con PGF₂α a las 48 h (<1ng/ml)</i>		
GRUPO	RESPONDIERON	NO RESPONDIERON
Control	4	3
Experimental	5	5

No hay diferencia estadística significativa en la respuesta del CL, 48 h después del tratamiento con PGF₂α (p>0.05).