



Unidad Xochimilco
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Departamento de Producción Agrícola y Animal
Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia

INFORME DE CONCLUSIÓN DE SERVICIO SOCIAL

Efecto de la utilización de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) en un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) basado en estradiol en ganado productor de carne.

Prestador de Servicio Social:

García España Sulma.
Matrícula: 2183027314.

Dr. Adrián Guzmán Sánchez
Asesor interno
No. económico 34155

M. C. René Carlos Calderón Robles.
Asesor Externo
Cédula Profesional: 2093247

Lugar donde se realizó el servicio social: Laboratorio de Bioquímica de la Reproducción.
Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco

Periodo de realización: 1 de diciembre del 2023 a 31 de mayo del 2024.

Índice

Resumen	3
Introducción	4
Marco teórico	5
<i>Sustento de los protocolos de IATF basado en estradiol</i>	5
<i>Gonadotropina coriónica equina y sus efectos en el desarrollo folicular</i>	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos	7
Materiales y métodos.....	8
<i>Sitio de estudio</i>	8
<i>Sincronización de celo</i>	8
<i>Evaluación ultrasonográfica de la dinámica folicular</i>	9
<i>Diagnóstico de gestación</i>	9
<i>Análisis estadístico</i>	9
Actividades, objetivos y metas alcanzados	10
Resultados	10
Discusión	11
Conclusiones	12
Recomendaciones.....	13
Literatura citada	13

Efecto de la utilización de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) en un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) basado en estradiol en ganado productor de carne.

Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. Licenciatura en Medicina Veterinaria y zootecnia. Departamento de Producción Agrícola y Animal. División de Ciencia Biológicas y de la Salud.

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de gonadotropina coriónica equina (eCG) en un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) basado en estradiol en ganado productor de carne. Un total de 53 vacas con condición corporal entre 4 y 8 (escala de 1-9 para ganado de carne) se distribuyeron en dos grupos al azar. El grupo control (n=26) recibió al día cero la aplicación de 2 mg de Benzoato de estradiol (BE) y al mismo tiempo, la colocación del dispositivo intravaginal de Progesterona (DIP; Sincrogest, Ourofino 20g). Ocho días después se retiró el dispositivo intravaginal y se aplicaron 25 mg por vía IM de PGF2 α . Pasadas entre 66 a 72 horas después de retirar el DIP se realizó la IATF y se aplicaron 100 μ g de GnRH (SincroForte, Ourofino). Las vacas del grupo tratamiento (n=27) se sincronizaron mediante el mismo protocolo, pero se incluyó en el día cinco, 400 UI de eCG. El tamaño del folículo preovulatorio fue medido al momento del retiro del dispositivo y previo a la IATF. El diagnóstico de gestación se realizó a los 30 días posteriores a la IATF. Los análisis estadísticos se realizaron mediante la prueba de Chi-cuadrado ($p > 0.05$) para la tasa de preñez. Los diámetros del folículo preovulatorio (FPO) se analizaron mediante la prueba de t de Student considerando un valor de P significativo ≤ 0.05 . El diámetro del FPO fue similar al momento de retirar el DIP (control 7.7 mm; eCG: 9.5 mm, $P = 0.37$) y previo a la IATF (control 8.4; eCG: 10.3; $P = 0.18$) entre ambos grupos. Mismo caso para la tasa de preñez, en la que no hubo efecto significativo entre tratamientos (44% vs 30.7%; $p > 0.05$). En conclusión, el tratamiento con eCG en un protocolo de IATF basado en estradiol no tuvo efecto significativo sobre el tamaño del FPO y tampoco sobre la TP/IATF de vacas productoras de carne.

Palabras clave: Bovinos productores de carne, eCG, Estradiol

Introducción

De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en el 2018, México contaba con una población ganadera bovina constituida aproximadamente por 33.8 millones de ejemplares, distribuidos principalmente en producciones primarias. Actualmente, se mantiene un auge importante en la ganadería de climas tropicales, con la incorporación de cruza de razas Cebú y europeas (SADER, 2023).

La producción de becerro en las regiones tropicales de México es generalmente baja (Lassala *et al.*, 2020). Se sabe que factores como las condiciones ambientales, la raza, el anestro posparto, la lactación y el estatus nutricional afectan la eficiencia reproductiva y por lo tanto la producción de becerro en estos sistemas de producción. Sin embargo, también existen aspectos de manejo reproductivo que pueden contribuir en esta problemática (Hernández-Coronado, *et al.*, 2023; Diaz-Quevedo, *et al.*, 2023). Por ejemplo, en nuestro país, 97.4% de los productores de ganado bovino limitan sus métodos de apareamiento al empadre continuo, mientras que únicamente el 4.6% emplean la inseminación artificial (IA) y sólo el 9.1% realizan sincronización de estros (Lassala *et al.*, 2020). Estos problemas de manejo reproductivo se pueden modificar fácilmente y con ello mejorar la eficiencia reproductiva a corto plazo.

En este contexto, la aplicación de protocolos de sincronización de estro y ovulación, también conocidos como protocolos de IATF a través de tratamientos hormonales, podrían ayudar a mejorar la eficiencia reproductiva en los sistemas de producción de becerro. Además, con estos protocolos se puede hacer más efectivo el uso de la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) o a estro detectado, homogeneizar el nacimiento de becerros y aumentar las tasas de preñez (Bó, *et al.*, 2013; Mapletoft, *et al.*, 2018; Diaz-Quevedo, *et al.*, 2023).

Los protocolos de IATF comúnmente utilizados en Latinoamérica en vacas productoras de carne están basados en la aplicación de análogos de estradiol y dispositivos intravaginales con progesterona (DIP; Espinoza-Villavicencio, *et al.*,

2021). Utilizando este protocolo se pueden conseguir tasas de preñez por IA (P/AI) de 40% a 60% (Butler, *et al.*, 2023; Hernández-Coronado, *et al.*, 2023). Sin embargo, bajo circunstancias fisiológicas como el anestro posparto, deficiencias nutricionales, condición corporal baja y en vacas de primer parto, los resultados han evidenciado bajos porcentajes de fertilidad (Espinoza-Villavicencio, *et al.*, 2021). De esta manera ha surgido la necesidad de desarrollar estrategias que permitan mejorar la P/AI de vacas sometidas a los protocolos de IATF.

La incorporación de eCG al retiro del DIP, se ha propuesto como una alternativa a manera de complemento de los protocolos de IATF basados en estradiol. La eCG actúa principalmente sobre receptores de FSH en el folículo, incrementando la síntesis de estradiol, el desarrollo folicular y con ello la probabilidad de ovulación de un folículo de mayor tamaño (Butler, *et al.*, 2023). Se ha reportado que tener un folículo preovulatorio grande, puede mejorar la calidad del ovocito y con ello la fertilidad (Simões *et al.*, 2018). Cuando se ha utilizado eCG al momento del retiro del DIP en protocolos de sincronización basados en estradiol, la P/AI estuvo en el rango de 45% a 72%, lo que sugiere que la eficiencia reproductiva en vacas se puede mejorar con el uso de esta hormona (Hernández-Coronado, *et al.*, 2023).

Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de eCG en un protocolo de IATF basado en estradiol en ganado productor de carne.

Marco teórico

Sustento de los protocolos de IATF basado en estradiol

El uso de hormonas exógenas para sincronizar el estro y la ovulación, se basa en cuatro grandes principios, el primero es simular la fase lútea del ciclo estral, el segundo es acelerar la regresión del cuerpo lúteo mediante la administración de PGF2 α o sus análogos sintéticos, el tercero es sincronizar el inicio de una nueva ola de crecimiento folicular y finalmente el cuarto es inducir la ovulación del folículo dominante de la ola de crecimiento sincronizada (Hernández-Coronado, *et al.*, 2023).

Existen básicamente dos tipos de protocolos de IATF, los basados en GnRH y los basados en estradiol (Hernández-Coronado, *et al.*, 2023), sin embargo, en América Latina los más usados son los tratamientos basados en estradiol. Estos protocolos consisten en la inserción de un dispositivo intravaginal de progesterona (DIP) más una inyección de 2 mg de benzoato de estradiol (BE) por vía intramuscular en el día cero (Bó *et al.*, 2016). El DIP se encarga de simular la fase lútea del ciclo estral y el estradiol permite inducir la sincronización de una nueva ola de crecimiento folicular, debido a que genera una retroalimentación negativa sobre FSH a nivel hipofisiario y con ello la atresia de los folículos de la ola de crecimiento presentes en ese momento en el ovario. Cuando los folículos se vuelven atrésicos, dejan de secretar estradiol e inhibina, se elimina la retroalimentación negativa que ejercían sobre FSH y se elevan las concentraciones de esta gonadotropina para iniciar una nueva ola de crecimiento folicular que inicia de 3 a 4 días después del inicio del tratamiento (Hernández-Coronado, *et al.*, 2023). Lo anterior asegura la presencia de un folículo estrogénicamente activo que contenga un ovocito viable al momento de la IA (Bó *et al.*, 2016).

Posteriormente el DIP se retira 7, 8 o 9 días después de su inserción, para que las concentraciones de progesterona en sangre se reduzcan rápidamente, provocando que los animales que no tengan un cuerpo lúteo funcional entren en proestro y se dé la maduración de un folículo dominante de la ola sincronizada para que éste sintetice suficiente estradiol para incrementar la frecuencia de pulsos de hormona luteinizante (LH) y con ello la ovulación (Lamb *et al.*, 2010.). Adicionalmente se aplica PGF2 α para lisar un posible CL y asegurar la reducción de progesterona endógena e inducir una nueva fase folicular en los animales (Hernández-Coronado, *et al.*, 2023).

Finalmente, para inducir la ovulación, en el ganado productor de carne generalmente se usa Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH) al momento de la IATF, para favorecer el pico preovulatorio de LH, aunque también se pueden usar ésteres de estradiol al retirar el DIP o 24 horas después (Bó *et al.*, 2016).

Gonadotropina coriónica equina y sus efectos en el desarrollo folicular.

El uso de eCG al momento de retirar el DIP, es una estrategia para incrementar la tasa de preñez en vacas tratadas con protocolos basados en estradiol (Bó, *et al.*, 2013; Hernández-Coronado, *et al.*, 2023). Cuando el DIP es retirado, la concentración de progesterona en sangre cae rápidamente provocando que los animales que no tengan un cuerpo lúteo funcional entren en proestro y surja la maduración de un folículo dominante dependiente de FSH, (Lamb *et al.*, 2010; Núñez-Olivera, *et al.*, 2014). Al retirar el DIP, la administración de eCG puede potenciar el efecto de FSH al unirse a los receptores de esta hormona en los folículos, estimulando que uno de ellos sintetice suficiente estradiol para incrementar la frecuencia de pulsos de hormona luteinizante (LH) y con ello la ovulación (Núñez-Olivera, *et al.*, 2014), además, la eCG puede provocar la ovulación de un folículo de mayor tamaño (Butler, *et al.*, 2023). De esta manera el uso de eCG puede incrementar el diámetro del folículo preovulatorio lo cual se sabe incrementa la probabilidad de preñez por IA.

Objetivo general

Evaluar el efecto de la inclusión de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) en un protocolo IATF basado en estradiol en vacas productoras de carne.

Objetivos específicos

- Incluir gonadotropina coriónica equina en un protocolo de IATF basado en estradiol en vacas productoras de carne.
- Determinar el diámetro del folículo preovulatorio al retiro del DIP y a la IATF.
- Realizar diagnóstico de gestación treinta días posteriores a la IATF.
- Determinar la diferencia del diámetro del folículo preovulatorio al retiro del DIP y a la IATF, así como de las tasas de preñez por IA (P/IA).

Materiales y métodos

Sitio de estudio

La presente investigación se realizó en dos ranchos particulares; uno ubicado en el municipio de San José Acateno, Puebla con coordenadas 20°3'18" y 20°12'18" de latitud Norte y los meridianos 97°07'42" y 97°17'24" de longitud occidental y el otro ubicado en el municipio de San Rafael, Veracruz con coordenadas 20° 08' y 20° 18' de latitud norte; los meridianos 96° 46' y 97° 02' de longitud oeste.

Sincronización de celo

Se incluyeron 53 animales con condición corporal (CC) entre 4 y 8, en escala de 1 a 9 propuesta para bovinos de carne. Al inicio del tratamiento, las vacas se distribuyeron al azar en dos grupos. La sincronización de la ovulación en las vacas del Grupo 1 (control) consistió en la aplicación de 2 mg por vía intramuscular (IM) de Benzoato de estradiol (BE) y al mismo tiempo, la colocación del dispositivo DIP (Sincrogest, Ourofino) con 1 g de progesterona activa (día 0). Posteriormente, a los 8 días se retiró el dispositivo intravaginal, se aplicaron 25 mg por vía IM de PGF2 α y de 66 a 72 horas después de retirar el DIP se realizó la IATF y aplicación de 100 μ g de GnRH (SincroForte, Ourofino) (Fig 1.). En las vacas del Grupo 2 se sincronizó la ovulación mediante el mismo protocolo del tratamiento 1, pero incluyendo en el día cinco, 400 UI de eCG (Fig 2).

Figura 1. Protocolo de sincronización de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) sin eCG.

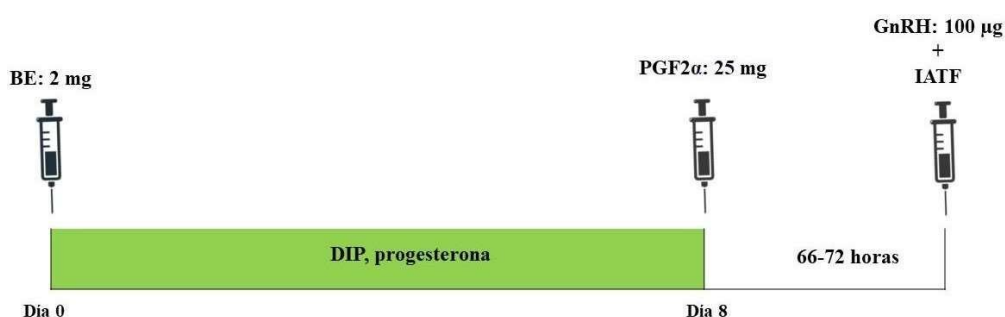
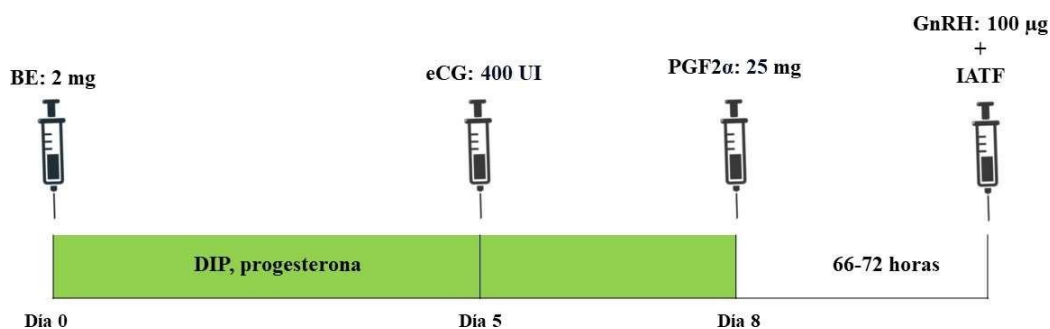


Figura 2. Protocolo de sincronización de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) con aplicación de eCG.



Evaluación ultrasonográfica de la dinámica folicular.

La evaluación de la dinámica folicular se realizó al momento del retiro del DIP y previo a la IATF usando un ultrasonido de la marca ALOKA con una sonda lineal de 7.5 Mhz. Los ovarios se localizaron y se congeló la imagen del folículo más grande para determinar el diámetro del folículo preovulatorio (FPO) (Menezes, *et al.*, 2021).

Diagnóstico de gestación.

El diagnóstico de gestación se realizó 30 días después de la IATF a través de ecografía transrectal del útero (Pinto, *et al.*, 2020).

Determinación de tasa de preñez.

La tasa de preñez (%), se determinó como resultado de la división entre el número de vacas preñadas/gestantes y el número de vacas sometidas a IATF para cada grupo tratamiento (Pinto, *et al.*, 2020).

Análisis estadístico.

Las diferencias del diámetro del folículo preovulatorio al retiro del DIP y previo a la IATF se determinaron mediante una prueba de t de Student; los efectos fueron considerados significativos cuando el valor P fue menor o igual a 0.05. Mientras que las diferencias de la tasa de preñez por AITF (TP/AITF) se determinó mediante una prueba de chi-cuadrada ($p > 0.05$).

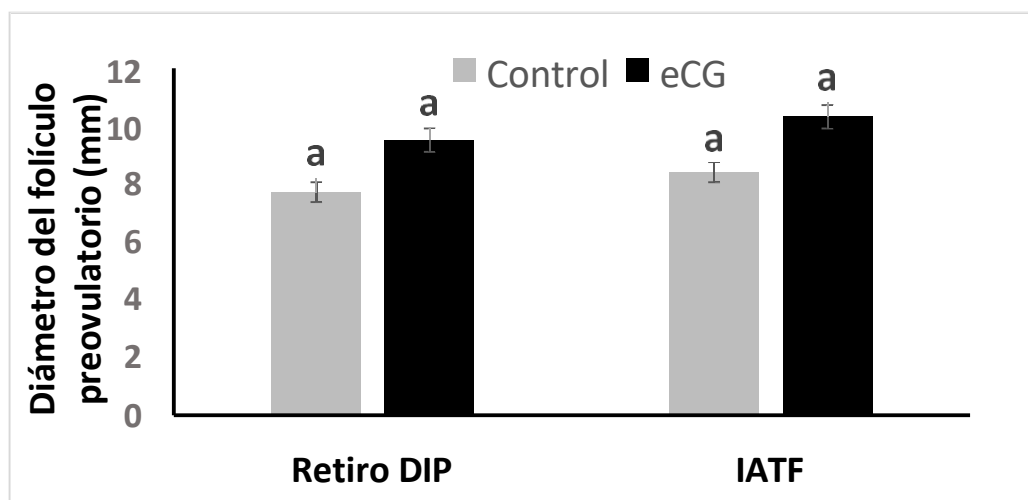
Actividades, objetivos y metas alcanzados.

- Se incluyó gonadotropina coriónica equina (eCG) en un protocolo de IATF basado en estradiol en vacas productoras de carne.
- Se determinó mediante ultrasonografía de los ovarios, el diámetro del folículo preovulatorio en dos momentos diferentes, al retiro del dispositivo intravaginal de progesterona y previo a realizar la IATF.
- Se realizó el diagnóstico de gestación por ultrasonografía transrectal, treinta días posteriores a la IATF.
- Se realizaron los análisis estadísticos correspondientes para determinar la diferencia del diámetro del folículo preovulatorio al retiro del DIP y a la IATF, así como para el análisis de las tasas de preñez por IA (P/IA) de los dos grupos evaluados.

Resultados

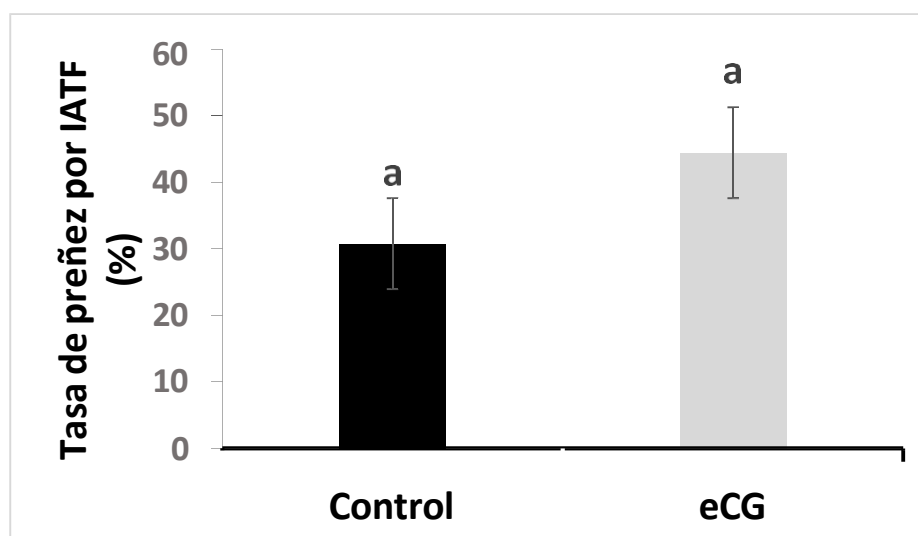
Los resultados del presente trabajo muestran que el diámetro del folículo preovulatorio (FPO) fue similar al momento de retirar el DIP (control 7.7 mm; eCG: 9.5 mm, $p=0.37$) y previo a la IATF (control 8.4; eCG: 10.3; $p=0.18$) cuando se administró o no eCG en el día 5 del protocolo (Fig 3).

Figura 3. Efecto de la inclusión (400 UI) o no (control) de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) en el diámetro del folículo preovulatorio (DFPO) de vacas productoras de carne sometidas a un protocolo de IATF basado en estradiol.



El efecto del tratamiento sobre la tasa de P/IA se muestra en la figura 4. Las vacas a las cuales se les administró eCG como complemento del protocolo de IATF, presentaron una tasa de preñez del 44.4% (12/27) en comparación con 30.7% (8/26) del grupo no tratado. Sin embargo, no hubo efecto estadísticamente significativo sobre la TP/IATF con la prueba de chi-cuadrada ($p>0.05$) entre tratamientos.

Figura 4. Efecto de la inclusión (400 UI) o no (control) de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) en la tasa de P/IA de vacas productoras de carne sometidas a un protocolo de IATF basado en estradiol.



Discusión

La inclusión de gonadotropina coriónica equina a una dosis de 400 UI en el día 5 de un protocolo de IATF basado en estradiol, no tuvo efecto significativo sobre el tamaño del FPO al retiro del DIP, ni previo a la IATF, así como tampoco sobre la tasa de preñez a la IATF. Los resultados obtenidos en este trabajo tienen discrepancia con lo reportado recientemente (Vieytes, *et al.*, 2023), debido a que la administración de eCG (400 UI) al día 5 de un protocolo basado en estradiol, ha manifestado una tendencia a aumentar el diámetro del FPO ($p=0.07$) y aumentar la tasa de preñez ($p=0.04$), en comparación con vacas a las que se les administró la eCG al día 7 del protocolo (retiro del DIP). Tomando como referencia lo anterior, es

difícil explicar por qué la eCG que debería incrementar considerablemente el diámetro del folículo (Butler, *et al.*, 2023) no tuvo un efecto significativo en el presente trabajo.

Otros autores (Nuñez-Olivera, 2014; Marquezini, *et al.*, 2013) mencionan que la eCG administrada al retiro del DIP aumenta ($p < 0.01$) el tamaño del folículo preovulatorio, sin embargo; estos resultados fueron alcanzados en hembras con baja condición corporal (CC), caso contrario a ejemplares con buena CC, en quienes no se ha observado un efecto benéfico. Lo cuál podría ayudar a explicar por qué las vacas de este experimento que se mantenían entre 4 y 8 de CC de una escala de 1-9, no tuvieron efecto en el diámetro del FPO y por consiguiente tampoco en la tasa de preñez.

En cuanto a los resultados de la tasa de P/IA, otro factor a considerar de por que no se encontraron diferencias entre tratamientos, es el número de animales usados. Mientras que Marquezini *et al.*, (2013) usaron 261 animales para el grupo control y 252 para el grupo tratado con eCG, en este experimento solo se utilizaron 27 animales en el grupo control y 26 en el grupo eCG, y aunque la diferencia en la tasa de P/IA fue de casi 15 puntos porcentuales, no hubo suficiente potencia estadística para encontrar diferencias.

Es importante mencionar que el éxito de un protocolo de IATF dependerá de las circunstancias fisiológicas reproductivas en las cuales se encuentren los ejemplares, como pueden ser el anestro posparto, deficiencias nutricionales, condición corporal baja o vacas de primer parto, en quienes se pueden evidenciar bajos porcentajes de fertilidad (Espinoza-Villavicencio, *et al.*, 2021). Por consiguiente, se sugiere analizar en conjunto todas estas variables que pudieran afectar los resultados obtenidos.

Conclusiones.

En conclusión, en el presente experimento el tratamiento con gonadotropina coriónica equina (eCG) en una dosis de 400 UI en un protocolo de IATF basado en

estradiol no tuvo efecto significativo sobre el tamaño del FPO, ni sobre sobre la tasa de P/IA de vacas productoras de carne.

Recomendaciones.

Derivado de los resultados obtenidos en la presente investigación, se sugiere que se validen nuevos datos sobre la inclusión de gonadotropina coriónica equina en diferentes tiempos dentro de los protocolos de IATF basados en estradiol en ganado productor de carne, ya sea administrando esta gonadotropina en días previos o al momento del retiro del dispositivo intravaginal de progesterona.

Literatura citada.

Bó, G. A., Baruselli, P. S., & Mapletoft, R. J. (2013). Synchronization techniques to increase the utilization of artificial insemination in beef and dairy cattle. *Animal Reproduction (AR)*, 10(3), 137-142.

Bó, G. A., De La Mata, J. J., Baruselli, P. S., & Menchaca, A. (2016). Alternative programs for synchronizing and resynchronizing ovulation in beefcattle. *Theriogenology*, 86(1), 388-396.

Butler, A., Etcheverry, E., Butler, H. M., Alberio, R. H., & Bartolomé, J. A. (2023). Efecto de la inclusión de gonadotropina coriónica equina en un protocolo de sincronización de la ovulación e IATF en vaquillonas Angus. *Taurus*, 25(97).

Díaz-Quevedo, C., Ramírez García, A., Torres Bernal, L., Cáceres Coral, J., Ampuero Trigoso, G., & Saucedo-Uriarte, J. A. (2023). Effect of different protocols of fixed-time artificial insemination on mucus, ovarian size, and pregnancy of mixed-breed cows in the Humid Tropics of Peru. *Veterinary Medicine International*, 2023.

Espinoza-Villavicencio, J. L., Palacios-Espinosa, A., Ortega-Pérez, R., Guillén-Trujillo, A., & Manríquez-Hirales, E. (2021). Inseminación artificial a tiempo fijo y reinseminación de vacas para carne tratadas con y sin gonadotropina coriónica equina. *Nova scientia*, 13(27).

Hernández-Coronado, C., Rosales-Torres, A., Vázquez-López, S., & Guzmán-Sánchez, A. (2023). Sincronización del estro y ovulación en hembras bovinas de razas cárnicas. Bases endocrinas y protocolos usados. *Abanico Veterinario*, 13, e2022-11.

Lamb, G. C., Dahlen, C. R., Larson, J. E., Marquezini, G., & Stevenson, J. S. (2010). Control of the estrous cycle to improve fertility for fixed-time artificial insemination in beef cattle: a review. *Journal of Animal Science*, 88(suppl_13), E181-E192.

Lassala A, Hernández-Cerón J, Pedernera M, González-Padilla E, Gutiérrez CG. Cow-calf management practices in Mexico: Reproduction and breeding. *Veterinaria México OA*. 2020;7(1). doi:10.22201/fmvz.24486760e.2020.1.839.

Mapletoft, R. J., Bó, G. A., Baruselli, P. S., Menchaca, A., & Sartori, R. (2018). Evolution of knowledge on ovarian physiology and its contribution to the widespread application of reproductive biotechnologies in South American cattle. *Animal Reproduction*, 15(Suppl 1), 1003.

Marquezini, G. H. L., Mercadante, V. R. G., Olson, K. C., Jaeger, J. R., Perry, G. A., Stevenson, J. S., & Lamb, G. C. (2013). Effects of equine chorionic gonadotropin on follicle development and pregnancy rates in suckled beef cows with or without calf removal. *Journal of Animal Science*, 91(3), 1216-1224.

Menezes, AA, Batista, LAS, Sousa, AB, Loiola, MVG, Bittencourt, RF, Filho, ADLR y Rodrigues, AS (2021). Efeito da expressão do estro sobre características morfofuncionales foliculares, luteais y fertilidade em fêmeas *Bos indicus* sincronizadas para IATF. *Acta Scientiae Veterinariae*, 49, 1790.

Núñez-Olivera, R., De Castro, T., García-Pintos, C., Bó, G., Piaggio, J., & Menchaca, A. (2014). Ovulatory response and luteal function after eCG administration at the end of a progesterone and estradiol-based treatment in postpartum anestrous beef cattle. *Animal reproduction science*, 146(3-4), 111-116.

Pinto, H. F., Missio, D., dos Santos Brum, D., Carloto, G. W., Martini, A. P., Pessoa, G. A., ... & Leivas, F. G. (2020). Decreasing the dose of equine chorionic

gonadotropin does not affect ovarian or pregnancy responses of purebred taurine and crossbred beef heifers. *Animal Reproduction Science*, 218, 106474.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (SADER)., (2023). Nuestra Riqueza el Ganado Cebù. (Consulta: 27-10-2023). Obtenido de: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/nuestra-riqueza-el-cebu?idiom=es>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera., (2018). La Ganadería: símbolo de fortaleza del campo mexicano (Consulta 15-11-2023). Obtenido de: <https://www.gob.mx/siap/articulos/la-ganaderia-simbolo-de-fortaleza-del-campo-mexicano>

Simões, L. M. S., Orlandi, R. E., Massoneto, J. P. M., Scandiuzzi Jr, L. A., Freitas, B. G., Bastos, M. R., ... & Sales, J. N. S. (2018). Exposure to progesterone previous to the protocol of ovulation synchronization increases the follicular diameter and the fertility of suckled *Bos indicus* cows. *Theriogenology*, 116, 28-33.

Vieytes, R. A., Gil, C. V., Gastal, G. D., & Cavestany, D. (2023). Equine chorionic gonadotropin administered on day 5 of a 7-days fixed-time artificial insemination program improves ovulation synchrony and corpus luteum function in anestrous beef cows. *Theriogenology*, 195, 62-68.