

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL
LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNICA

PROYECTO DE SERVICIO SOCIAL

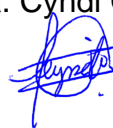
Evaluación de dos inductores de ovulación en protocolos de sincronización de
estro y ovulación basados en estradiol sobre la eficiencia reproductiva en ganado
Brahman

Prestadora de Servicio Social: Abrego Hernández Sharon
Matrícula: 2163027550



Asesores:
Interno: Dr. Guzmán Sánchez Adrián
Número económico: 34155

Externo: Dra. Cyndi Gabriela Hernández Coronado
Número económico: 41207



Lugar de realización:
Rancho particular, Ayotoxco de Guerrero, Puebla.
Fecha de inicio y de término: 25 de Mayo del 2022 – 25 de Noviembre del 2022

Índice

Introducción.	3
Justificación.	4
Marco teórico.	4
Manejo reproductivo del sistema vaca-cría	4
Parámetros reproductivos más importantes	5
Protocolos de sincronización utilizados en vacas cárnicas	5
Principales Protocolos Usados Actualmente	6
Protocolos basados en estradiol	6
Protocolos basados en GnRH	7
Inseminación Artificial (IA)	8
Objetivos.	9
Metas	9
Métodos	10
Diseño estadístico	11
Resultados	12
Discusión	13
Conclusión	15
Cronograma.	15
Bibliografía.	17

Introducción

La carne de bovinos es un alimento importante, por su alto valor proteico, y la relevancia social y económica que trae consigo su producción. En 2020 la producción nacional fue de 2,081,262 mil toneladas, aportando el 3.47% del total de la producción mundial de carne de bovino (SIAP,2022; COMECARNE,2021).

En México, debido a su práctica y distribución la ganadería bovina es una de las actividades más importantes económicamente; la ganadería representa el 60% de la superficie total del país y está presente hasta en condiciones adversas. Además, provee importantes materias primas, divisas y empleos, que se traducen en un mayor bienestar social (Puebla, et al., 2018; Magaña, et al., 2020).

En los climas tropicales del país la producción de becerros proviene de hembras *Bos Indicus* principalmente. Esto, debido a su adaptación al clima y a las enfermedades, sin embargo, tiene periodos más prolongados de anestro postparto, repercutiendo en una disminución de la eficiencia reproductiva y, en consecuencia, en el factor económico. Por ello, los ganaderos tienen como objetivo el mejorar las tasas reproductivas ya que, se requiere de la garantía de un retorno económico para que la producción pueda ser rentable (Carneiro, et al.,2012).

En consecuencia, los programas de sincronización de estro y ovulación para la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) se han ido incorporando en el manejo reproductivo de granjas cárnicas, ya que estos pueden inducir la primera ovulación postparto y, por ende, reducir el intervalo del parto a la nueva gestación (Sá, et al., 2017).

Justificación

En los sistemas de producción vaca/cría es de suma importancia el número de terneros obtenidos por vaca por año, ya que este afecta directamente la economía y rentabilidad de la producción (Titterington, et al.,2017). Por esta razón, la eficiencia reproductiva es de suma importancia para estos sistemas de producción (Crowe, et al.,2014). Una estrategia para mejorar la eficiencia reproductiva es el uso de protocolos de sincronización de estros y ovulación acompañado de la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) la cual además permite un manejo óptimo y adecuado del material genético (Ferreira, et al.,2021; Guevara, et al.,2021).

Marco teórico

Manejo reproductivo del sistema vaca-cría

Este sistema comúnmente usado en el trópico de México, también denominado producción de becerros al destete, tiene como principal objetivo obtener un becerro al año por vaca. El becerro es alimentado por amamantamiento y se desteta a los siete meses de edad con peso aproximado de 170kg (Bautista, et al.,2021).

Después del parto se vuelve indispensable el que las vacas reinicien el ciclo estral en un tiempo relativamente corto. Se han observado que en algunas vacas el intervalo entre parto y concepción supera los 300 días, con una tasa de concepción de 45-55% (Severino, et al.,2020). El manejo reproductivo en los sistemas de vaca/cría realiza mediante empadres que pueden ser:

- Empadres continuos: un grupo de hembras, que por lo general esta conformado por 25 ejemplares, se acompañan de un toro que las monta a lo largo del año (Ospina, et al.2012).
- Empadre continuo dirigido: se requiere el uso de un sistema de detección de celo, y aquellas vacas o novillas que lo presenten serán colocadas en el corral del toro para la monta, pudiendo cubrir hasta 4 vacas por semana. El sistema facilita el control de datos, la evaluación reproductiva del toro y su estado sanitario, además de evitar peleas entre machos, aumentando la vida útil del reproductor al controlar su uso (Ospina, et al.,2012).

- Empadre corto: El semental solo entra en contacto con las hembras en un periodo específico del año, que comprende de 60 a 90 días, para que las preñe y los partos ocurran en un periodo corto de tiempo, y una época donde haya mayor disponibilidad y calidad del forraje, para criar un buen becerro (Cervantes, et al.,2013).

Parámetros reproductivos más importantes

Entre los parámetros más importantes en el ganado productor de carne tenemos la edad al primer parto (EPP). Este parámetro refleja es el tiempo que tarda un animal en alcanzar la pubertad y madurez sexual para reproducirse por primera vez. En ganado Brahman la edad al primer parto se alcanza a los 18 meses con un peso de entre 320-340 kg (Vásquez, et al. 2019).

La tasa de preñez es el número de vacas que quedan gestantes dividido entre el total de vacas que fueron escogidas para ser servidas durante el período de empadre. Este parámetro en promedio es del 60% (Díaz, 2021). El número de vacas gestantes entre el número de servicios realizados es la tasa de concepción (PC), que en promedio es del 55 al 80% para que se considere un buen porcentaje (Díaz, 2021). El intervalo entre partos (IEP), el cual es el tiempo que transcurre entre un parto y el siguiente, siendo de los principales parámetros para la evaluación de la eficiencia reproductiva; lo ideal es de 365 días (Vásquez, et al.,2019).

Protocolos de sincronización utilizados en vacas cárnicas

Los protocolos de sincronización del estro y ovulación tienen importantes ventajas para el manejo reproductivo de las vacas productoras de carne y con el tiempo han ido evolucionando para ser más efectivos. Su implementación facilita el uso de la IATF o a estro detectado, homogeniza el nacimiento de becerros, permite la programación de partos, el cuidado del becerro recién nacido y aumenta los índices de preñez (Abel, et al., 2017). En la actualidad, estos protocolos se basan en cuatro grandes principios;

- 1) Simular la fase lútea del ciclo estral. Esto se logra mediante la administración exógena de progesterona usando dispositivos intravaginales que liberan progesterona (DIP) de manera constante (Colazo, et al., 2014) o mediante el uso de

progestágenos orales como el acetato de melengestrol (MGA; Lamb, et al., 2010; Abel, et al., 2017; Williams, et al., 2020; Rathbone, et al., 2001; Sartori, et al., 2011).

2) Acelerar la regresión del CL mediante la administración de PGF2 α o sus análogos sintéticos. La aplicación de PGF2 α induce la lisis del CL para ocasionar la reducción en las concentraciones de progesterona endógena e inducir una nueva fase folicular en los animales que tienen un CL funcional (Motta et al., 2011; Abreu et al., 2018). La PGF2 α induce la lisis del CL cuando se aplica al menos 6 a 7 días después de iniciado el estro.

3) Sincronizar el inicio de una nueva ola de crecimiento folicular. Esto se logra mediante la aplicación de GnRH o estradiol (Adams, et al., 1992; Aerts, et al., 2010; (Bó, et al., 1994; Scarpa, et al., 2019).

4) Inducir la ovulación del folículo dominante de la ola de crecimiento sincronizada. En ganado productor de carne, la ovulación se puede inducir mediante la aplicación de GnRH o con la aplicación en dosis bajas (1 mg) de estradiol en animales en proestro (Bó, et al., 2016).

Principales Protocolos Usados Actualmente

A la fecha, los tratamientos comúnmente empleados para la sincronización de estro y ovulación usan como base, los DIP. Los protocolos difieren básicamente en la hormona que se usa para sincronizar el desarrollo folicular pudiendo ser GnRH, estrógenos sintéticos o progestágenos. (Bó, et al., 2014; Lamb, et al., 2016; Bó, et al., 2016).

Protocolos basados en estradiol

Los tratamientos basados en estradiol (Ilustración 1) consisten en la inserción de un DIP más una inyección de 2 mg de benzoato de estradiol (BE) por vía intramuscular en el día 0 (Bó, et al., 1994; Uslenghi, et al., 2014; Bó, et al., 2016). El DIP se retira 7, 8 o 9 días después de su inserción y se aplica PGF2 α para lisar un posible CL. Después de esto, se debe inducir la ovulación del folículo dominante, para lo cual se puede proceder de varias formas con relación al retiro del DIP: 1) aplicar 1 mg de BE 24 horas después, 2) aplicar GnRH 54 horas después o 3) aplicar cipionato

de estradiol (ECP; 0.5 o 1 mg) al retirar el DIP. Con el uso de estos protocolos se recomienda realizar la IATF entre las 54 y 64 horas después del retiro del DIP (Colazo, et al., 2003; Sales, et al., 2012).

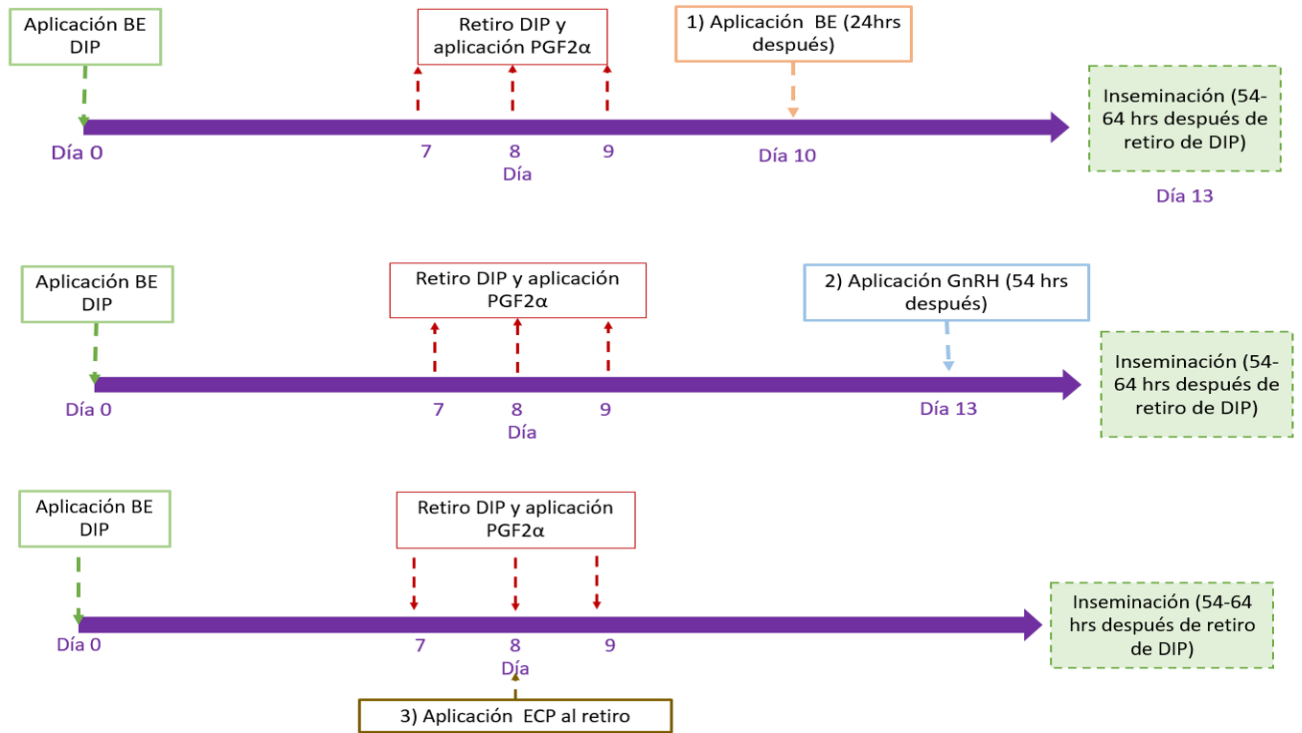


Ilustración 1 Protocolos basados en estradiol. Elaboración propia.

Protocolos basados en GnRH

Los tratamientos basados en GnRH consisten en la administración de esta hormona en el día cero; posteriormente, en el día siete se aplica PGF2 α para inducir la regresión del CL y entre 48 a 72 horas después se aplica una segunda dosis de GnRH (Ilustración 2) para inducir la ovulación y se realiza la IATF (Martínez, et al., 1999; Martínez, et al., 2000). La efectividad de este tratamiento depende en gran medida de que los animales ovulen después de la primera aplicación de GnRH. Si ovulan, se formará un CL, y al aplicar PGF2 α en el día 7, las concentraciones séricas de progesterona se reducirán, los animales entrarán a una fase folicular y habrá un folículo preovulatorio que ovulará con la segunda aplicación de GnRH (Bó, et al., 2016; Ginther, 2016). Debido a que el porcentaje de ovulación después de la primera aplicación de GnRH es muy variable (Bó, et al., 2016), a este protocolo se

le ha sumado el uso de un DIP junto con la primera aplicación de GnRH, el cual debe retirarse al momento de aplicar la PGF2 α . De esta manera, sin importar si los animales ovulan después de la primera aplicación de GnRH, al momento de retirar el DIP, todos entrarán en proestro. Adicionalmente, este protocolo ha sido acortado, usando el DIP solo por 5 días y aplicando dos inyecciones de PGF2 α , una al momento del retiro de DIP y la segunda 6 a 8 horas después.

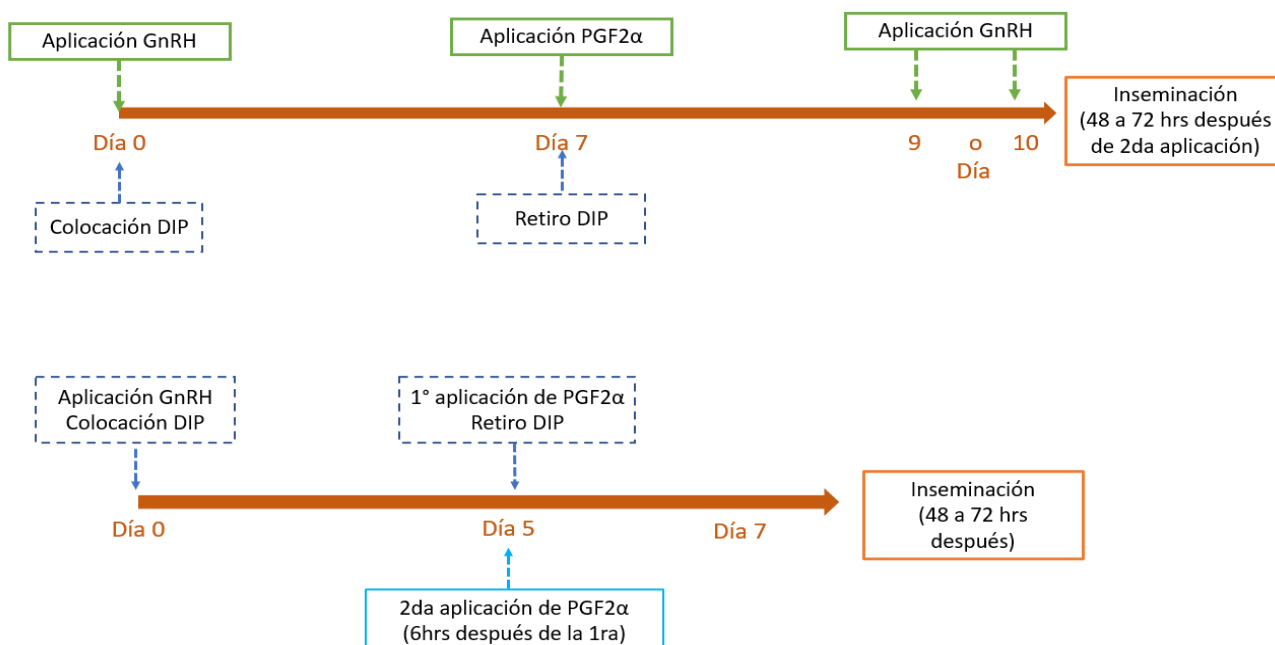


Ilustración 2 Protocolos basados en GnRH. El procedimiento base se visualiza en cuadros verdes, y sus respectivas modificaciones de colores azules. Elaboración propia.

Inseminación Artificial (IA)

La inseminación artificial (IA) es la técnica reproductiva más sofisticada para mejorar la sustentabilidad económica de una unidad de producción pecuaria (García, et al.,2017). El uso de la IA trae consigo ventajas como el mejoramiento genético y evita el mantenimiento del toro y se evitan enfermedades venéreas. Además, permite tener un control más estricto de los vientres, ya que se requiere de una precisa identificación del ganado y de su comportamiento reproductivo. La IA permite la reproducción de un mayor número de animales en un periodo de tiempo,

pudiendo programar los partos, y facilitando el registro de terneros y las prácticas de manejo que conlleva (Estela,2017).

Sin embargo, la IA requiere de la detección de celos para llevarse a cabo, y no es posible aplicarla en sistemas de cría extensivos. Por esta razón se han desarrollado protocolos de control y sincronización del ciclo estral, permitiendo el desarrollo de los métodos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) evitando los inconvenientes de la detección del celo e inseminando a mayor número de animales (García, et al.,2017).

Para que la IATF se pueda llevar a cabo y se obtengan buenos resultados, se requieren una serie de condiciones: la primera es que las vacas tengan una buena condición corporal, instalaciones y manejo sanitario adecuados, semen de buena calidad y manejo correcto de fármacos y animales (Guevara, et al.,2021).

Objetivos

General

- Evaluar dos inductores de ovulación en protocolos IATF basados en estradiol sobre la eficiencia reproductiva de ganado Brahman

Específicos:

- Comparar la tasa de preñez a estro sincronizado obtenida con GnRH y ECP como inductores de ovulación
- Determinar el porcentaje de presentación del estro
- Comparar la tasa de preñez del empadre de animales sincronizados versus la obtenida en vacas no sincronizadas

Metas

1. Determinar la tasa de preñez a estro sincronizado en 42 vacas de raza Brahman usando dos inductores de ovulación en protocolos de IATF basado en estradiol.
2. Determinar si la sincronización previa al empadre mejora la tasa de preñez global en 194 vacas Brahman.

Métodos

La presente investigación se llevará a cabo en un rancho particular ubicado en el municipio de Ayotoxco de Guerrero, Puebla con coordenadas 19°59'54" y 20°08'48" de latitud Norte y los meridianos 97°21'18"y 97°27'42" de longitud Occidental. En cuanto al clima, el municipio está ubicado en una zona de transición de climas cálidos a los templados, donde en su mayoría predomina el clima cálido húmedo, con lluvias casi todo el año, con una precipitación promedio anual de 260 mm; su temperatura promedio anual es de 31°C y la vegetación predominante es de pastizales tipo estrella africano (*Cynodon plectostachyus*) y grama (*Cynodon dactylon*) (INAFED, s/f).

Para el presente estudio se ocuparán 194 vacas raza Brahman postparto con una condición corporal (CC) mayor o igual a 4 en escala de 1 a 9 (Salas,2008; Araujo, et al.,2020).

Para los inductores de ovulación se utilizaron 42 vacas a las cuales, el día 0 se les colocaron los CIDR y se les aplicó 2mg de Benzoato de estradiol (BE); 8 días después se les retiro el CIDR y se les coloco PGF2 α , a partir de este momento las vacas fueron divididas en 2 grupos para aplicar los tratamientos.

El tratamiento 1 (n=21) consistió en la aplicación de 1 mg de Cipionato de estradiol (ECP) al momento de retirar el dispositivo, para 48-54 hrs después realizar la IATF. Mientras que, para el tratamiento 2 (n=21) se le aplicó 150mg de acetato de Buserelina (análogo sintético de GnRH) y se le realizó la inseminación 48-54 hrs después del retiro del CIDR.

Ambos grupos fueron sometidos 10 días después de la inseminación a un empadre de 90 días, con toro fértil a razón de 1 toro por cada 20 hembras.

En el día 0 se determinó mediante ultrasonografía el estado reproductivo de las vacas, mediante un transductor de 7.5 MHz, posteriormente se les realizo un diagnóstico antes de colocar el dispositivo intravaginal, al momento del retiro, una vez realizada la inseminación y, por último, al finalizar el periodo de empadre.

El segundo grupo será el grupo control, el cual estará conformado por 152 ejemplares, los cuales no recibirán ningún tratamiento y estarán con toro por 90 días.

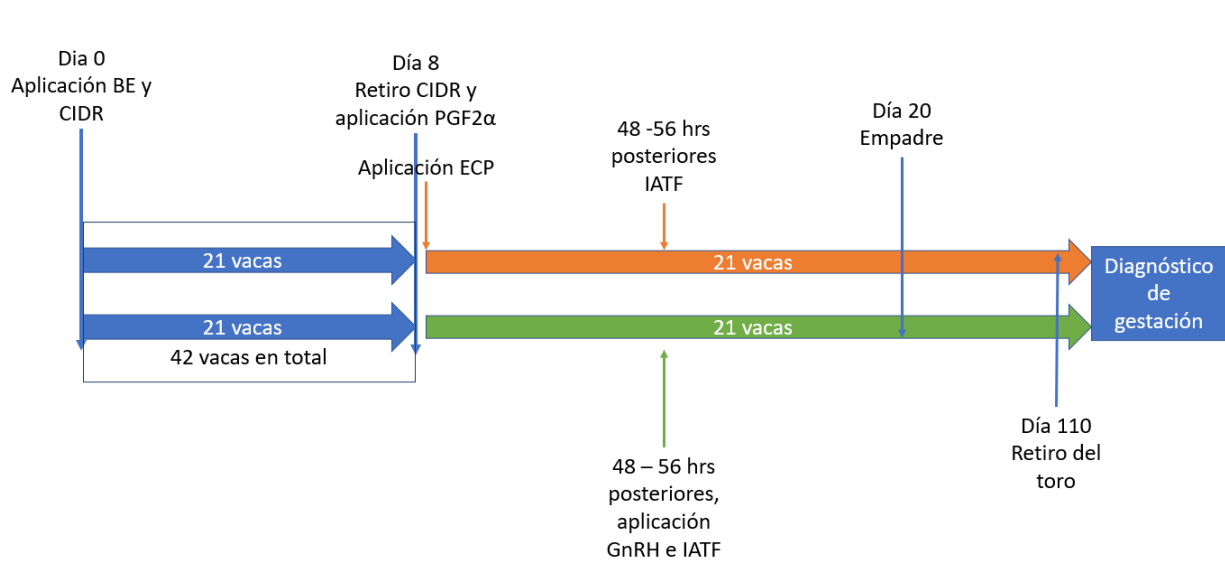


Ilustración 3. Esquema de los protocolos empleados. Elaboración propia.

Diseño estadístico

El método empleado para realizar el análisis de los datos obtenidos de presencia o ausencia de estro, gestación por inseminación o por empadre fue “Chi-cuadrada de variables independientes”, para el diámetro del folículo mayor al momento del retiro del CIDR se utilizó un “análisis de varianza (ANOVA)”, ambos mediante el programa estadístico JMP, con una confianza del 95%.

Resultados

Los resultados del presente experimento muestran que la presentación de estro y el porcentaje de preñez por inseminación artificial fueron similares ($P>0.05$) entre los dos inductores de ovulación usados (Tabla 1). Sin embargo, en el porcentaje de gestación del empadre (Figura. 4), fue mayor ($P<0.05$) en vacas en las que se usó ECP como inductor de ovulación (90%) que en las que se usó GnRH (40%). Así mismo, el porcentaje de gestación del empadre fue mayor en vacas sincronizadas (65%) que en las vacas del grupo control (47.4%; Figura 5). Respecto al diámetro del folículo dominante no se observó diferencia significativa entre los dos inductores de ovulación (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de presentación de estro, preñez por inseminación artificial de los inductores de ovulación usados (ECP: Cipionato de Estradiol; GnRH: Hormona liberadora de gonadotropina), y diámetro del folículo dominante al momento del retiro del CIDR.

	GnRH	ECP	Valor de P
Estro	85	94.4	0.3320
P/IA	15.8	15	0.9456
Diámetro Folículo Dominante	5.11±0.78	5.2±0.85	0.9393

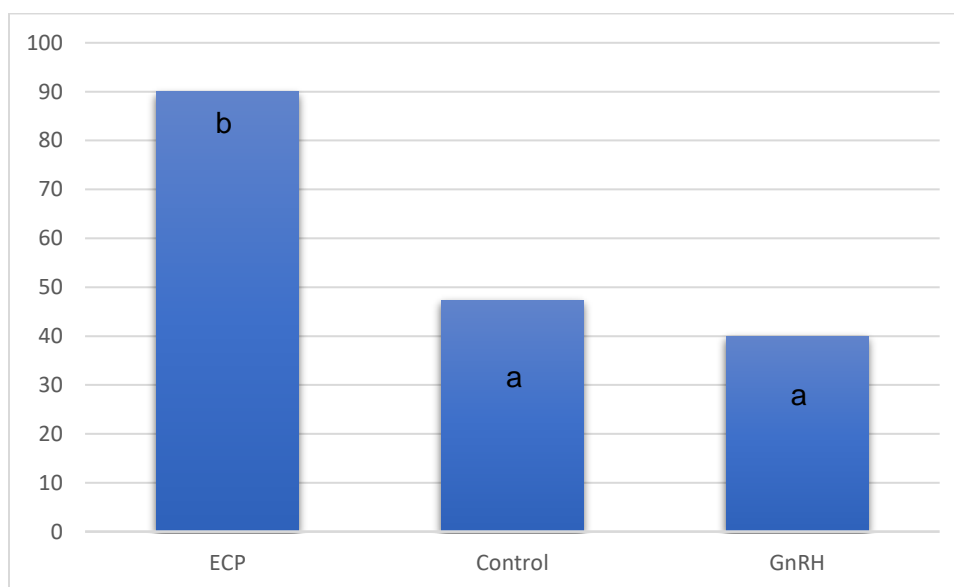


Figura 4. Comparación de los porcentajes de gestación del empadre presentados por los inductores de ovulación en vacas sincronizadas y el grupo control de vacas; destacándose el grupo con ECP obteniendo un porcentaje del 90% de vacas gestantes, seguido del grupo control y finalmente el

grupo con GnRH con un 40%, con un valor de P de 0.05 teniendo como resultado literales diferentes, indicando diferencia significativa.

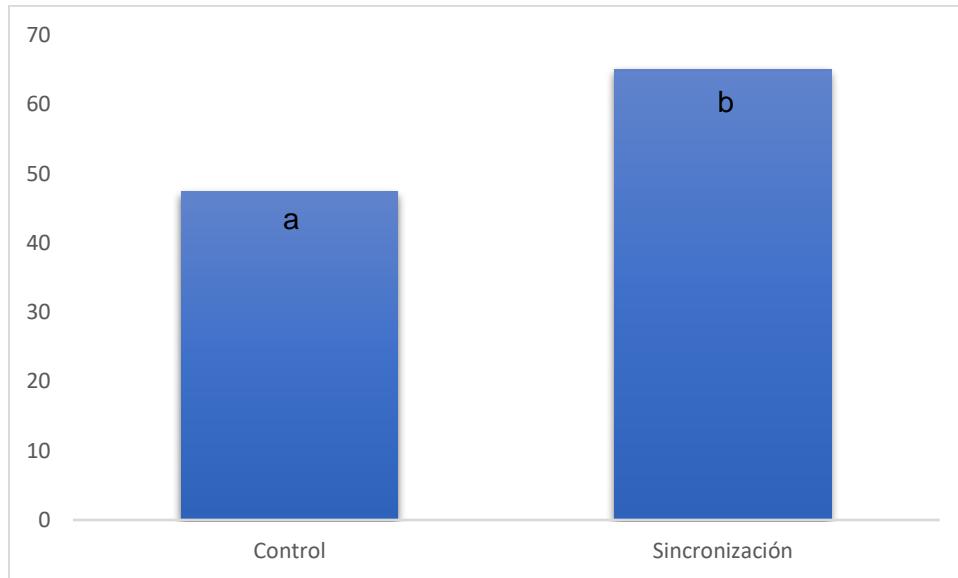


Figura 5. Resultados obtenidos del porcentaje de gestación del empadre para el grupo control de vacas no sincronizadas versus el grupo de sincronización donde se encuentran ambos inductores de ovulación (GnRH y ECP), se puede observar que los inductores tuvieron mejores resultados que el grupo control. Obteniendo 65% para el grupo de sincronización y un 47.37% para el control, con un valor de P de 0.0457, indicando una diferencia significativa.

Discusión

Los resultados de este experimento muestran que en bovinos productores de carne sometidos a un protocolo de sincronización de estro y ovulación basados en estradiol tienen una mejor tasa gestación del empadre cuando se usa ECP como inductor de ovulación que cuando se usa GnRH. Sin embargo, la tasa de preñez a estro sincronizado, la presentación de estro y el diámetro del foliculo preovulatorio no es afectada por el inductor de ovulación.

En el presente trabajo la tasa de preñez a estro sincronizado fue similar en animales en los que se usó ECP o GnRH como inductores de ovulación. De manera similar Uslenghi, et. al. (2016) en un estudio realizado con vacas Nelore mostro que la tasa de preñez a estro sincronizado fue de 51.8% cuando se usó ECP para inducir la ovulación y 50.9% cuando usaron GnRH. Resultados similares fueron reportados

por Sá Filho et. al. (2011) en el cual no se encontraron diferencias entre ECP (48.3%) y GnRH (48.7%) como inductores de ovulación.

La GnRH es la principal hormona encargada de estimular la síntesis y liberación de gonadotropinas especialmente la LH. Cuando se usa GnRH esta estimula el pico preovulatorio de LH. El estradiol o los análogos de estradiol como el ECP pueden inducir una retroalimentación positiva sobre GnRH y también inducir el pico preovulatorio de LH (Franco, et. al.,2011). Por lo tanto, al usar GnRH o ECP en presencia de un folículo preovulatorio sano, inducido por el BE al inicio de la sincronización, se esperaría que ambos induzcan la ovulación de un ovocito viable para ser fertilizado, explicando así que la tasa de preñez a estro sincronizado fuera similar entre los dos inductores de ovulación.

La presentación de estro en animales tratados con ECP (94.4%) para inducir la ovulación, fue mayor que el obtenido por Ventas, et. al. (2012) en vacas Nelore (82.8%), donde además el diámetro del folículo dominante fue 13.4 ± 0.4 , más alto comparado con el nuestro (ECP: 5.2 ± 0.85 ; GnRH : 5.11 ± 0.78). La diferencia respecto a la presentación del estro por tratamiento podría radicar en que, el pico de hormona luteinizante (LH) tiene una duración más prolongada al usar ECP como inductor de ovulación (16.5 ± 1.0 hrs; Ventas, et.al.,2012), que el uso de GnRH (4-6 hrs).

El porcentaje de gestación del empadre fue 37% mayor en vacas sincronizadas en comparación de las vacas que se sometieron a empadre sin sincronización. De manera similar Uzcátegui et. al (2015), reporta una tasa de gestación del 75% a los 30 días de iniciado el empadre en vacas sincronizadas contra solo el 18.75% en vacas que no fueron sincronizadas.

En el presente estudio se obtuvo un porcentaje de gestación del empadre del 65%, en vacas sincronizadas el cual está en el límite superior de los rangos reportados por Espinoza (2012;55-65%). En contraste, en vacas sardo negro se reportó solo un 45% de tasa de gestación del empadre. Estos datos sugieren que el uso de un protocolo de sincronización de estro y ovulación previa al empadre puede mejorar la eficiencia reproductiva en ganado bovino productor de carne.

Finalmente, el porcentaje de gestación del empadre fue mayor en vacas en las que se usó ECP como inductor de ovulación que cuando se usó GnRH. Una de las ventajas del uso de los protocolos de sincronización de estro y ovulación es que pueden inducir la ciclicidad en animales en anestro y con ello mejorar la tasa gestación del empadre. Sin embargo, en el presente estudio el uso de GnRH parece no haber inducido la ciclicidad lo cual explicaría la baja tasa del preñez del empadre.

Conclusión

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede concluir que el ECP es la mejor opción como inductor de la ovulación en protocolos de sincronización de estro y ovulación. A pesar de que no obtiene resultados benéficos en la IATF, se mejora la tasa de gestación en el empadre en comparación con vacas no sincronizadas, o en las que se usa GnRH para inducir la ovulación.

Cronograma.

Objetivo	Actividades que realizar	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
Selección de animales para iniciar con los protocolos hormonales	Observación de la condición corporal	*					
	Observación de ovarios	*					
	Colocación de BE y CIDR	*					
Lograr la gestación en las vacas seleccionadas	Retiro de CIDR		*				
	Colocación PGF2 α		*				
	Aplicación ECP, grupo 1		*				
	Aplicación GnRH, grupo 2		*				
	IATF en ambos grupos		*				
	Empadre		*				
Actualización de servicio social	Búsqueda de información			*			
	Des empadre					*	
Comprobación de objetivos	Diagnóstico de gestación después del empadre						*

Bibliografía.

- Abel, J.M, Bishop B.E., Thomas, J.M., Eilersieck, M.R., Poock, S.E., Smith M.P. & Patterson D.J. (2017) Comparing strategies to synchronize estrus before fixed-time artificial insemination in primiparous 2-year-old beef cows. *Theriogenology*. Vol:87. Pp:306-315. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.09.010>
- Abreu, F.M., Da Silva MAC, Cruppe LH, Mussard ML, Bridges G.A. & Harstine B.R. (2018) Role of progesterone concentrations during early follicular development in beef cattle: I. Characteristics of LH secretion and oocyte quality. *Animal Reproduction Science*. Vol:196. Pp:59-68. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.06.020>
- Adams, G.P, Matteri R.L & Ginther O.J. (1992) Effect of progesterone on ovarian follicles, emergence of follicular waves and circulating follicle-stimulating hormone in heifers. *Journal of Reproduction and Fertility* Vol:96(2) Pp:627-40. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1339842/>
- Aerts, J.M.J, Bols P.E.J. (2010) Ovarian follicular dynamics. A review with emphasis of the bovine species. Part II: antral development, exogenous influence and future prospects. *Reproduction in Domestic Animals* Vol:45. Pp:180–7. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01298.x>
- Albani, O.F., Cámara, A.I., Penitente, F.J.M. & Alves, T.C.A. (2020). Estradiol y GnRH en la inducción de la ovulación en vacas cruzadas sincronizadas en celo. *Rev. Caatinga*. Vol. 33: 3. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n325rc>
- Araujo, G.A.V, Quintero, T.A.L., Quintero, G.A.M. & Rodríguez, P.M.J. (2020) Medición de la condición corporal del ganado Cebú. Documentos de Trabajo ECAPMA, Vol.4:1. Disponible en: <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.3672>
- Bautista, M.Y., Granados, Z.L, Cancino, S.J., Albarrán, R.M., Garay, M.J.R., Infante R.F. & Granados R.L.D. (2021) Factores que determinan la producción de becerros en el sistema vaca-cría del Estado de Tabasco,

México. Nova scientia Vol.12:25. Disponible en: <https://doi.org/10.21640/ns.v12i25.2117>

- Bó, G.A, Adams GP, Pierson RA, Tribulo HE, Caccia M & Mapletoft R.J. (1994) Follicular wave dynamics after estradiol-17 β treatment of heifers with or without a progestogen implant. *Theriogenology*. Vol:41. Pp:1555-1569. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(94\)90821-Y](https://doi.org/10.1016/0093-691X(94)90821-Y)
- Bó, G.A. & Baruselli, P.S. (2014) Synchronization of ovulation and fixed-time artificial insemination in beef cattle. *Animal*. Vol:8. Pp:144-150. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S1751731114000822>.
- Bó, G.A., De La Mata J.J, Baruselli, P.S. & Menchaca, A. (2016) Alternative programs for synchronizing and resynchronizing ovulation in beef cattle. *Theriogenology*. Vol:86. Pp:388-396. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.053>.
- Carneiro, L.C., Campos, C.C. & dos Santos, R.M. (2012) Inseminación artificial cronometrada y diagnóstico precoz de la preñez para reducir la estación reproductiva en vacas de carne Nelore. *Trop. Anim. Health Prod*. Vol. 44. Pp. 623-627. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9945-7>
- Cervantes, B.J.F., Gámez, V.H.G. & Posadas, L.C. (2013) Uso del empadre en ganado bovino de carne. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap). Disponible en: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/970.pdf>
- Colazo, M.G, Kastelic J.P. & Mapletoft, R.J. (2003) Effects of estradiol Cypionate (ECP) on ovarian follicular dynamics, synchrony of ovulation, and fertility in DIP-based, fixed-time AI programs in beef heifers. *Theriogenology*. Vol:60. Pp:855-865. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(03\)00091-8](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(03)00091-8)
- Colazo, M.G. & Mapletoft, R.J. (2014) A review of current timed-AI (TAI) programs for beef and dairy cattle. *Canadian Veterinary Journal*. Vol: 55

Pp:772-780.

Disponible

en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4095965/>

- Consejo Mexicano de la Carne (COMECARNE) (2021) Compendio estadístico 2021. Disponible en: https://comecarne.org/wp-content/uploads/2021/07/Compendio_Estad%C3%ADstico_2021_VF.pdf
- Crowe, M.A. & Williams, E.J. (2014) Del parto a la reanudación de la ciclicidad ovárica: aspectos comparativos de las vacas de carne y leche. *Animal*. Vol. 8:1. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S1751731114000251>
- Días, F.C.F., Colazo, M.G., Kastelic, J.P., Mapletoft, R.J., Adams, G.P. & Singh, J. (2010) Progesterone concentration, estradiol pretreatment, and dose of gonadotropin-releasing hormone affect gonadotropin-releasing hormone-mediated luteinizing hormone release in beef heifers. *Domestic Animal Endocrinology*. Vol. 3:3, pp:155-162. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S073972401000041X?via%3Dihub>
- Díaz L. (2021) Mejoramiento de los parámetros reproductivos y productivos en la finca el secreto mediante la técnica de inseminación artificial bovina. Tesis. Repositorio Institucional UNAD. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/42104>
- Espinoza, E.M.R. (2010) Respuesta al protocolo Ovsynch mediante inseminación artificial en vacas de diferentes números de partos en el fundo La Colombina-Huancayo. Tesis. Repositorio Univ.Nac. del Centro del Perú. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/2897/Espinoza%20Espinoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Estela R. W. G. (2017) Efecto de dos programas de sincronización e inseminación artificial de vacas criollas en sistema extensivo, distrito de Andabamba, Santa Cruz, Cajamarca. Tesis. Repositorio Institucional

Univerisad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Disponible en:
<https://hdl.handle.net/20.500.12893/3157>

- Fernández, F.J.A., Arieta. R. R. J., Tadeo, C.P., González, A.J.F. & Ramírez, V.O. (2017) Porcentaje de Concepción en Vacas Bos Indicus utilizando sincronización de estro e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). REDVET. Vol. 18:11, pp 1-7. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63653574017.pdf>
- Ferreira, F.A.A. & Cariri, C.J.C. (2021) Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) en bovinos de carne en la finca Alfredo Maya en el municipio de Cacimbilhas/AL. Vol. 6:4 pp. 4159 - Diversitas Journal. Disponible en:
https://www.diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1695/1536
- Franco, J. & Uribe, V.L.F. (2011). Hormonas reproductivas de importancia veterinaria en hembras domésticas ruminantes. Biosalud. Vol. 11: 1. Pp: 41-56. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v11n1/v11n1a06.pdf>
- García, A.F., Rabaglio, M.B. & Torreta, M.E. (2017) Re-sincronización de celos utilizando progestágenos y benzoato de estradiol, en vacas de carne (Bos Taurus) con cría al pie, manejadas en sistemas pastoriles de regiones áridas. REDVET. Vol.18:10. Pp.1-12. Disponible en:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63653470028>
- Ginther, O.J. (2016) The theory of follicle selection in cattle. *Domestic Animal Endocrinology*. Vol:57. Pp:85-99. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2016.06.002>
- Gomez, O.C.J. & Lopera, A.S. (2013). Porcentaje de preñez en vacas cebuínas sincronizadas y resincronizadas con dispositivos intravaginales y tratadas con dos fuentes comerciales de eCG a los 14 días post inseminación artificial. Repositorio Esc. Agri. Panamericana, Zamorano. Honduras. Disponible en:
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/4445177b-39ef-4a0b-8bff-bfd466a8fb8c/content>

- Guevara, G.C.A. & Buitrago, T.D.F. (2021) Actualización en los protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en bovinos. Tesis. Universidad Cooperativa de Colombia. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/33692/3/2021_actualizacion_protocolos_inseminacion.pdf
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) (s/f) Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México: Estado de Puebla. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21025a.html#:~:text=Cabecera%20municipal-,Ayotoxco%20de%20Guerrero.,localidades%20entre%20las%20que%20de stacan.>
- 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*. Vol:88(13 Suppl): E. Pp:181-192. Disponible en: <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2349>
- Lamb, G.C. & Mercadante, V.R.G. (2016) Synchronization and Artificial Insemination Strategies in Beef Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. Vol:32. Pp:335-347. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.01.006>
- Magaña, M.M.A., Leyva M.J.F. & Alonzo S.J.F. (2020) Competitividad de la carne bovina en México en el mercado mundial. *Rev. Mex. de Cienc. Pecuarias*. Vol. 11:3. Pp. 669-685. Disponible en: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i3.5798>
- Martínez, J.F., Galina, C.S., Rubio I., Balam, W.L. & Corro, M.D. (2021) Evaluación reproductiva y costos en programas de empadre estacional en *Bos indicus* en trópico mexicano. *Revista MVZ Córdoba*. Vol.26:2. Disponible en: <https://doi.org/10.21897/rmvz.2130>
- Martínez, M.F, Adams, GP, Bergfelt, D.R, Kastelic, J.P. & Mapletoft, R.J. (1999) Effect of LH or GnRH on the dominant follicle of the first follicular wave

in beef heifers. *Animal Reproduction Science*. Vol :57. Pp :23-33. Disponible en : [https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(99\)00057-3](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(99)00057-3)

- Martínez, M.F, Kastelic, J.P, Adams, G.P, Janzen, E., McCartney, D.H. & Mapletoft J. (2000) Estrus synchronization and pregnancy rates in beef Cattle given DIP-B, prostaglandin and estradiol, or GnRH. *Canadian Veterinary Journal*. Vol:41. Pp:786-790. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.09.003>
- Motta, D.P.A, Ramos, C.N, González, S.C.M. & Castro, R.C.E. (2011) Dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina. *Veterinária e Zootecnia*. Vol: 5:2. Pp:88-99. Disponible en: <http://vetzootec.ucaldas.edu.co/downloads/v5n2a08.pdf>
- Ospina R.O.F., Camacho Q.R.E., Jimenez R.A. & Bernal J.L. (2012) Sistema de soporte de decisiones para implementar programas de monta estacional en empresas ganaderas de Colombia. FEDEGAN-FNG. Disponible en: <https://www.fedegan.org.co/sistema-de-soporte-de-decisiones-para-implementar-programas-de-monta-estacional-en-empresas>
- Pérez, R.E., Quezada, C.A., Carrera, C.J.S., Álvarez, H.A., Ochoa, R.J.M., Chávez, R.M.G. & Román, P.S.I. (2022) Función ovárica y respuesta a la sincronización del estro en ganado Criollo en México. *Rev. Mex. de Cien. Pecuarias*. Vol. 13:2, pp: 422-451. Disponible en: https://www.google.com/url?q=https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i2.6032&sa=D&source=editors&ust=1652457150699401&usg=AOvVaw3gi1rwF_PengOhmAxnQbZ6
- Puebla, A.S., Rebollar, R.S., Gómez, T.G. & Guzmán S.E. (2018) Factores determinantes de la oferta regional de carne bovina en México, 1994-2013. *Región y Sociedad*. Vol. 30:72. Disponible en: <https://doi.org/10.22198/rys.2018.72.a895>
- Rathbone, M.J, Kinder, J.E, Fike, K, Kojima. F., Clopton, D. & Ogle, C.R. (2001) Recent advances in bovine reproductive endocrinology and physiology and their impact on drug delivery system design for the control of

the estrous cycle in cattle. *Advanced. Drug Delivery Reviews*. Vol:50. Pp:277-320. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/s0169-409x\(01\)00156-9](https://doi.org/10.1016/s0169-409x(01)00156-9)

- Sá Filho, M.F., Santos, J.P.E., Ferreira, R.M., Sales, J.N.S. & Baruseli, P.S. (2011) Importance of estrus on pregnancy per insemination in suckled *Bos indicus* cows submitted to estradiol/progesterone-based timed insemination protocols. *Theriogenology*. Vol. 76:3, pp: 455-463. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.02.022>
- Sá, F.M.F., Gonella, D.A.M., Esponchiado, M., Ferreira, M.M., Pugliesi, G., dos Santos R.R., da Silva, A.S.C., Gasparín, G., Lehman, C.L., Demarchi, G., Silveira, M.F., Sampaio, B.P. & Binelli, M. (2017) Impacto de la modulación hormonal en el proestro sobre las respuestas ováricas y la expresión génica uterina de vacas de carne en anestro amamantadas. *J. Animal Sci Biotechnol*. Vol. 8:79. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0211-3>
- Salas, R.G. (2008) Manual de Evaluación: Condición corporal. Univ. Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. Disponible en: <http://www.iiaf.umich.mx/files/manuales/ganado1.pdf>
- Sales, J.N.S, Carvalho, J.B.P, Crepaldi, G. A., Cipriano, R.S., Jacomini, J.O., Maio, J.R.G., Souza, J.C., Nogueira, G.P. & Baruselli, P.S. (2012) Effects of two estradiol esters (benzoate and cypionate) on the induction of synchronized ovulations in *Bos indicus* cows submitted to a timed artificial insemination protocol. *Theriogenology*. Vol: 78:3 Pp: 510–516. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.02.031>
- Sartori, R. & Barros, C.M. 2011. Reproductive cycles in *Bos indicus* cattle. *Animal Reproduction Science*. Vol:124. Pp:244-250. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.02.006>
- Scarpa, J.O, O'neil, M.M, Cardoso, R.C., Stanko, R.L. & Williams, G.L. (2019) Ovarian follicular and luteal characteristics in *Bos indicus*-influenced beef cows using prostaglandin F2 α with or without GnRH at the onset of the 5-day CO-Synch + controlled internal drug release (DIP) protocol. *Animal*

Reproduction Science. Vol:204. Pp:1-9. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.02.013>

- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2022). Expectativas agroalimentarias: enero 2022. Disponible en:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/703549/Expectativas_Enero_2022.pdf
- Severino, L.V.H., Montiel P.F., Ahuja, A.C.C., Gómez L.H. & Chay C.A.J. (2020) Efecto del amamantamiento restringido y la complementación alimenticia sobre las ganancias de peso y anestro posparto en vacas cárnicas. *Biotecnia*. Vol.12:1. Disponible en:
<https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i1.1158>
- Titterington, F.M., Animado, F.O., Dawson, S., Gordon, S. & Morrison, S.J. (2017) Los efectos de la raza, el mes del parto y el sexo de la progenie sobre la fertilidad de las vacas de carne utilizando el intervalo entre partos como medida. *Avances en biociencias animales*. Vol.8:1. Disponible en:
<https://doi.org/10.1017/S2040470017001741>
- Uslenghi, G, Cabodevila, J, & Callejas, S.S. (2016). Effect of estradiol cypionate and GnRH on synchronization of ovulation and pregnancy rate at FTAI in non-suckled cows. *InVet*, Vol. 18: 2, pp: 301-306. Disponible en:
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-34982016000200001&lng=es&tlng=en
- Uslenghi, G., Chaves, S.G., Cabodevila, J. & Callejas, S. (2014) Effect of estradiol cypionate and amount of progesterone in the intravaginal device on synchronization of estrus, ovulation and on pregnancy rate in beef cows treated with FTAI based protocols. *Animal Reproduction Science*. Vol:145. Pp:1-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2013.12.009>
- Uzcátegui, A.R., Fajardo, R.H., Bertot, V.J.A., Viamonte, G.M.I., Rojas, G.N. & Curbelo, R.L. (2015). Efectividad de dos esquemas de inducción del celo en hembras bovinas con anestro prolongado. *Rep. Prod. Anim*. Vol. 27: 2. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/268092248.pdf>

- Vásquez, L.M. & Molina, C.R. (2019) Métodos de reproducción y parámetros reproductivos de cebuínos con registro genealógico en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*. Vol.32:1. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/40130#sec-1>
- Ventas, J.N.S., Carvalhob, J.B.P., Crepaldí, G.A., Cipriano, R.S., Jacomini, J.O., Mayo, J.R.G., Souza, J.C., Nogueira, G.P & Barusellia, P.S. (2012). Efectos de dos ésteres de estradiol (benzoato y cipionato) sobre la inducción de ovulaciones sincronizadas en vacas *Bos indicus* sometidas a un protocolo de inseminación artificial cronometrada. *Theriogenolgy*. Vol.78:3, pp:510-516. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.02.031>
- Wenzinger, B. & Bleul, U. (2012) Effect of a prostaglandin F2 α analogue on the cyclic corpus luteum during its refractory period in cows. *BMC Veterinary Research*. Vol.14:8. Pp:220. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/1746-6148-8-220>
- Williams, G.L. & Stanko, R.L. (2020) Pregnancy rates to fixed-time AI in *Bos indicus*-influenced beef cows using PGF2 α with (Bee Synch I) or without (Bee Synch II) GnRH at the onset of the 5-day Co-Synch+DIP protocol. *Theriogenology*. Vol:142. Pp:229-235. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.09.047>