



**Universidad Michoacana de San Nicolás de
Hidalgo**
**Facultad de Medicina Veterinaria y
Zootecnia**



**PRINCIPALES PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE
ESTRO UTILIZADOS EN VACAS LACTANTES Y SU
RELACIÓN COSTO - BENEFICIO EN LA ACTUALIDAD**

TRABAJO RECEPCIONAL EN LA MODALIDAD DE:

TESINA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

GUADALUPE LÓPEZ RENDÓN

ASESOR:

DR. MANUEL JAIME TENA MARTÍNEZ

Morelia, Michoacán. Octubre del 2019



**Universidad Michoacana de San Nicolás de
Hidalgo**
**Facultad de Medicina Veterinaria y
Zootecnia**



**PRINCIPALES PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE
ESTRO UTILIZADOS EN VACAS LACTANTES Y SU
RELACIÓN COSTO - BENEFICIO EN LA ACTUALIDAD**

TRABAJO RECEPCIONAL EN LA MODALIDAD DE:
TESINA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERIONARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:
GUADALUPE LÓPEZ RENDÓN

Morelia, Michoacán, octubre del 2019

Contenido

ÍNDICE DE TABLAS	4
DEDICATORIA	5
CURRICULUM VITAE	6
RESUMEN	9
ABSTRAC.....	10
I. INTRODUCCIÓN	11
II. ANTECEDENTES	13
III. JUSTIFICACIÓN.....	14
IV. OBJETIVOS	15
4.1 OBJETIVO GENERAL	15
4.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS	15
V. METODOLOGÍA.....	16
VI. MARCO TEÓRICO.....	17
6.1 ENDOCRINOLOGÍA REPRODUCTIVA.....	17
6.1.1 EJE HIPOTÁLAMO-HIPÓFISIS-OVARIO	17
6.2 CICLO ESTRUAL DE LA VACA.....	21
6.2.1 Duración del ciclo estral bovino.....	21
6.2.2 FASES DEL CICLO ESTRAL.....	22
6.2.3 ETAPAS DEL CICLO ESTRUAL	22
6.3 SINCRONIZACION DE CELO.....	24
6.4 IMPORTANCIA DE LA SINCRONIZACIÓN	25
6.5 OBJETIVOS DE LA SINCRONIZACIÓN	26
6.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN.....	26
6.6.1 Ventajas	26
6.6.2 Desventajas.....	27
6.7 FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA DE LA SINCRONIZACIÓN DE CELOS.....	27
6. 7. 1 Nutrición.....	27
6.7.2 Condición corporal	27
6.7.3 Vacas con alta producción láctea (bajos niveles de hormonas esteroideas en sangre circulante).	28

6.7.4 Efectos del clima en el comportamiento reproductivo	29
6.8 PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN.....	30
6.8.1 Los tres componentes de un programa completo de sincronización	30
6.8.2 Pre-Sincronización	30
6.8.3 PRESYNCH.....	30
6.8.4 DOBLE OVSYNCH	31
6.8.5 OvSynch.....	33
6.8.6 CoSynch.....	33
6.9 PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN PARA VACAS LECHERAS	36
6.9.1 PGF2 α + CIDR® Synch.....	36
6.9.2 Sincronización mediante protocolo G6G	38
6.9.3 ReSynch.....	39
VII.- COSTO / BENEFICIO	42
VIII.- CONCLUSIÓN.....	44
IX.- BIBLIOGRAFÍA.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Comparación costo/beneficio de los diferentes métodos de sincronización, utilizando diferentes productos.....40

Tabla 2.- Listado de precios de hormonas con su nombre comercial y laboratorio...41

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado con mucho cariño, a mis padres y hermanos quienes me brindaron su apoyo incondicional para así poder cumplir uno de mis sueños.

A mis maestros los que me impartieron sus conocimientos y me brindaron su amistad de una manera desinteresada.

Y a todas las personas que de una u otra manera me apoyaron para poder culminar con esta meta en mi vida.

RESUMEN

En las ganaderías de leche, la fertilidad de las vacas en lactancia es particularmente baja debido a la escasa eficiencia en la detección de celos y a la baja fertilidad de los mismos. Posterior al parto las vacas lecheras tienen un periodo en el cual no se presentan ciclos estrales. Por lo tanto, la duración de este periodo es variable y depende de diversos factores tales como condición corporal, balance energético y producción de leche.

La regulación de la actividad sexual está representada en el organismo por el sistema hipotálamo-hipófisis-ovárico. El hipotálamo y la hipófisis anterior en conjunto con los órganos reproductivos aseguran el ritmo de reproducción. Por lo cual se han diseñado nuevos protocolos para controlar la ovulación y/o las oleadas de desarrollo folicular que ocurren normalmente en el ovario durante el ciclo estrual, y que permiten inducir estros fértiles y/u ovulaciones en vacas anéstricas, así como sincronizar el estro en vacas cíclicas. Muchos protocolos de sincronización para ganado vacuno han sido desarrollados usando hormonas exógenas como progestágenos, prostaglandinas (PG) $F2_{\alpha}$ (o análogos de la $PGF2_{\alpha}$), y estrógenos solos o en varias combinaciones para controlar la fisiología del ciclo reproductivo y sincronizar la conducta del estro.

El advenimiento comercial de muchas hormonas ha abierto un campo a la manipulación del ciclo estral para la transferencia de embriones y la sincronización de celos, pero es fundamental hacer hincapié en que las hormonas no corrigen la infertilidad causada por deficiencias alimentarias, de manejo o por enfermedades sistémicas; el funcionamiento normal del sistema reproductivo depende del estado nutricional, manejo, así como propias estructuras.

Palabras clave: Ciclo reproductivo, Hormonas, fertilidad, ovulaciones, estrógenos.

ABSTRAC

In dairy farms, the fertility of lactating cows is particularly low due to poor efficiency in the detection of jealousy and their low fertility. After delivery, dairy cows have a period in which no estrous cycles occur. Therefore the duration of this period is variable and depends on various factors such as body condition, energy balance and milk production.

The regulation of sexual activity is represented in the organism by the hypothalamic-pituitary-ovarian system. The hypothalamus and the anterior pituitary gland in conjunction with the reproductive organs ensure the rhythm of reproduction. Therefore, new protocols have been designed to control ovulation and / or waves of follicular development that normally occur in the ovary during the estrus cycle, and that allow to induce fertile estros and / or ovulations in anéstric cows, as well as synchronize estrous. in cyclic cows. Many synchronization protocols for cattle have been developed using exogenous hormones such as progestogens, prostaglandins (PG) F2 α (or analogues of PGF2 α), and estrogens alone or in various combinations to control the physiology of the reproductive cycle and synchronize estrus behavior. The commercial advent of many hormones has opened a field to the manipulation of the estrous cycle for embryo transfer and the synchronization of jealousy, but it is essential to emphasize that hormones do not correct infertility caused by food, management or disease deficiencies systemic; The normal functioning of the reproductive system depends on the nutritional status, management as well as own structures.

Keywords: Reproductive cycle, Hormones, fertility, ovulations, estrogen

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas productivos pecuarios día a día se basan en la producción eficiente de derivados de origen animal, con el objeto de satisfacer las necesidades nutricionales de la población mundial. Para que esto ocurra es necesario que las prácticas ganaderas sean más eficientes, optimizando la utilización del suelo y adaptando las explotaciones ya existentes a las exigencias de la sociedad. Por este motivo, el desarrollo de la mejora genética cumple un papel fundamental como eje de la producción pecuaria que ayuda a una realización y un uso eficiente de estos productos de origen animal, así como del entorno. Para este propósito es importante la aplicación de la tecnología en cada uno de los eslabones que componen la cadena de producción (Duica *et al.*, 2007).

En las ganaderías de leche, la fertilidad de las vacas en lactancia es particularmente baja debido a la escasa eficiencia en la detección de celos y a la baja fertilidad de los mismos. A los efectos de mejorar la eficiencia de detección de celos, muchos productores lecheros utilizan programas de sincronización (Cutaia *et al.*, Universidad Católica de Córdoba).

Desde su inicio, la sincronización del estro ha evolucionado como una herramienta de ahorro de trabajo y mano de obra para los productores, con el principal objetivo de obtener una mejora genética a través del uso de la inseminación artificial (IA), la cual se ha vuelto esencial para el mejoramiento reproductivo de los hatos ganaderos (DeJanette, 2018).

El desenvolvimiento de métodos de sincronización de celos en bovinos con la manipulación del ciclo estral, ha constituido un desafío para la Medicina Veterinaria (Becaluba. 2006). El avance en el conocimiento de la fisiología del ciclo estral ha permitido en los últimos años encarar la sincronización de celos trabajando no sólo sobre la funcionalidad del CL, sino también sobre la dinámica folicular (Macmillan, 1991).

La sincronización del estro en el ganado tiene como finalidad la manipulación del ciclo estrual. Existen diferentes protocolos empleados para la sincronización del estro en las vacas, diseñados para imitar o controlar el ciclo estrual. Se han diseñado nuevos protocolos para controlar la ovulación y/o las oleadas de desarrollo folicular que ocurren normalmente en el ovario durante el ciclo estrual, y que permiten inducir estros fértiles y/u ovulaciones en vacas anéstricas, así como sincronizar el estro en vacas cíclicas. Los principales productos usados en los diferentes protocolos son: prostaglandinas, progesterona, progestágenos y gonadotropinas.

Para que los métodos de sincronización de celos en bovinos sean utilizados se debe tener en cuenta el costo de las hormonas utilizadas y el porcentaje de preñez, en definitiva tener en cuenta la relación costo/beneficio de los animales tratados (Becaluba. 2006).

Son muchos los factores que se deben tomar en cuenta para poder elegir un protocolo de sincronización; tiempo, trabajo, facilidad y costos así como el entendimiento de la función del mismo, el cual si se posee, se vuelve una garantía para su correcta relación (Wilson, 2003).

II. ANTECEDENTES

La primera propuesta referente a un método capaz de manipular al ciclo estral de la vaca partió de Christian y Casida en 1948 que surgieron con la utilización de la progesterona con el fin de bloquear la función reproductiva. A partir de la suspensión de la medicación buena parte de los animales presentaron síntomas de celo. Más tarde en 1968 Wiltbank y Kasson verificaron que la adición de un estrógeno (Valerato de estradiol) al inicio del tratamiento a través de su efecto luteolítico, aumentaba la incidencia de celos en los animales tratados y permitía la reducción del periodo de bloqueo con progesterona (Facundo, 2007).

En 1972 Rowson *et al.* Propusieron un protocolo para sincronización de celo en bovinos utilizando Prostaglandina F2 α como agente luteolítico.

Los estudios de las sincronizaciones de celo en bovinos fueron conducidas en dos direcciones principales, ambas fueron interfiriendo en la duración del ciclo estral. Los métodos que comprenden la utilización de agentes luteolíticos que lleva a una anticipación a la regresión del cuerpo lúteo y el consecuente acortamiento del ciclo, y el proceso de alargamiento del ciclo con una simulación de diestro a través de la administración de progestágenos (Facundo, 2007).

Independientemente de la vía de administración Boyd *et al* (1973) verificaron que tratamientos con progestágenos por periodos largos (16 días) resultaban en mejor sincronización de celos pero con índices de concepción peores a la inseminación. Cuando el período de tratamiento es de aprox. (9 días) se obtiene peor sincronía pero con mejores índices de concepción. Pursley *et al.* (1997) demostró que el momento de ovulación en ciclos inducidos con prostaglandinas presenta grandes variaciones. Por este motivo la detección de celo se hace imprescindible cuando se pretende adoptar la inducción de ciclos con ovulación e inseminación artificial. Para programas de inseminación artificial en momentos pre- determinados debe darse la preferencia a la hormonoterapia que promueven ovulaciones con mejor uniformidad de tiempo (Becaluba, 2006).

III. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación tiene como finalidad aportar información detallada de los principales protocolos de sincronización, así como aprovechar de mejor manera las ventajas que ofrece la sincronización de celo en la ganadería bovina, teniendo un enfoque en su relación costo - beneficio.

La mayoría de la información actual, ha demostrado importantes diferencias, mejora en costos, metodología, diferentes dosis hormonales, mayores protocolos, así como el manejo de las distintas hormonas.

La importancia del presente estudios es dar a conocer al público lector, nuevos horizontes en relación de la sincronización del ganado bovino, debido a que con la recopilación del presente estudio, el estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia podrá implementar nuevas técnicas para mejorar sus sistemas de producción.

IV. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Dar a conocer los principales protocolos de sincronización de celo utilizados en la ganadería bovina

4.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

Proporcionar al estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia, así como productores una fuente de información confiable y actualizada de los principales protocolos de sincronización.

Evaluar la relación costo – beneficio en la actualidad, de los protocolos de sincronización.

V. METODOLOGÍA

Para poder desarrollar el presente estudio se procedió a la revisión de artículos publicados de arbitraje nacional e internacional relacionados con el tema de sincronización del estro de bovinos, publicados en los últimos 5 años o años anteriores cuando se consideró pertinente. Así mismo, se realizaron búsquedas en medios electrónicos disponibles y/o centros de investigación. Se revisaron libros de referencia así como revistas referentes al tema.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1 ENDOCRINOLOGÍA REPRODUCTIVA

Los procesos reproductivos de los mamíferos son regulados por una compleja y solo parcialmente conocida, cascada de actividades combinadas del sistema nervioso central (SNC), cierto número de tejidos secretores, tejidos diana u órgano blanco y diversas hormonas. El SNC recibe información del medio ambiente y del propio animal (señales externas; visuales, auditivas, olfativas y táctiles) y las transmite, en la medida que es importante para la reproducción, a las gónadas a través del eje hipotálamo – hipófisis – gónadas. (Sarmiento, 2014).

Las hormonas se definen clásicamente como sustancias producidas por las glándulas endocrinas en una parte del cuerpo, para luego ser transportadas por la sangre o la linfa a otra parte del cuerpo donde modifican la actividad de órganos blancos específicos. Las hormonas son de muchos tipos y tienen una amplia gama de actividades. Las que regulan los procesos reproductivos se derivan primordialmente del hipotálamo, hipófisis, gónadas y placenta. Aunque todas las hormonas son altamente específicas y selectivas en su acción, a menudo la respuesta particular de una hormona en un momento dado se modifica por la presencia o ausencia de otras hormonas (Hafez, 1984).

6.1.1 EJE HIPOTÁLAMO-HIPÓFISIS-OVARIO

El hipotálamo se encuentra en la base del cerebro, está formado por núcleos pares de neuronas y se comunica con la hipófisis mediante un sistema circulatorio especializado conocido como sistema porta-hipotálamo-hipofisiario. Las neuronas del área ventromedial y del área preóptica del hipotálamo secretan la hormona

liberadora de las gonadotropinas (GnRH), la cual a su vez llega a la hipófisis a través del sistema porta-hipotálamo-hipofisiario y estimula la secreción de la hormona luteinizante (LH) y de la hormona folículo estimulante (FSH). La LH mantiene un patrón de secreción paralelo a la secreción de la GnRH; es decir, un episodio de GnRH corresponde con un episodio de LH, en contraste la FSH tiene una producción basal alta inhibida por el estradiol y la inhibina, por tal motivo su secreción no muestra un patrón pulsátil similar a la LH.

La GnRH tiene dos formas de secreción: la primera es pulsátil o tónica, regulada por estímulos externos (fotoperiodo, bioestimulación, amamantamiento) y por estímulos internos (metabolitos, hormonas metabólicas, hormonas sexuales). La segunda forma es la preovulatoria o cíclica y es estimulada por los estrógenos durante el estro. La secreción de algunas hormonas, así como también diversos procesos fisiológicos, se sincronizan con la duración del día y de la noche (ritmos endógenos). La luz se percibe por los fotorreceptores de la retina y la señal luminosa llega a la glándula pineal a través de conexiones neuronales (tracto retino-hipotalámico). En la glándula pineal, el estímulo producido por la luz inhibe la síntesis de la melatonina. De esta forma, la duración del día y la noche (fotoperiodo) es registrada por las variaciones en las concentraciones de la melatonina. En la vaca se sabe que el fotoperiodo influye sobre algunos procesos reproductivos, aunque, no es en sentido estricto una especie con un patrón reproductivo estacional. Las feromonas sexuales son excretadas a través de orina, heces y fluidos corporales; se perciben por el epitelio olfatorio y el órgano vomeronasal. Posteriormente, vía nerviosa, estimulan en el hipotálamo la frecuencia de los pulsos de secreción de la GnRH. La exposición a feromonas de hembra provoca en el macho un aumento en la frecuencia de secreción de LH y esto a su vez incrementa las concentraciones de testosterona. Las feromonas de macho inducen en la hembra un aumento en la frecuencia de secreción de la LH estimulando el crecimiento folicular y la secreción de estradiol. A la estimulación sexual provocada por el macho o la hembra, se le denomina bioestimulación.

Los cambios en la condición corporal están correlacionados positivamente con las concentraciones séricas de insulina, factor de crecimiento similar a la insulina tipo I (IGF-I) y leptina. Así, a mayor calificación de la condición corporal es mayor la concentración sérica de dichas hormonas, las cuales actúan como señales que llegan al hipotálamo y modifican la frecuencia de secreción de la GnRH. Por ejemplo, la transición del anestro a la ciclicidad coincide con un incremento en la condición corporal y en las concentraciones de insulina, IGF-I y leptina (figura I-1).

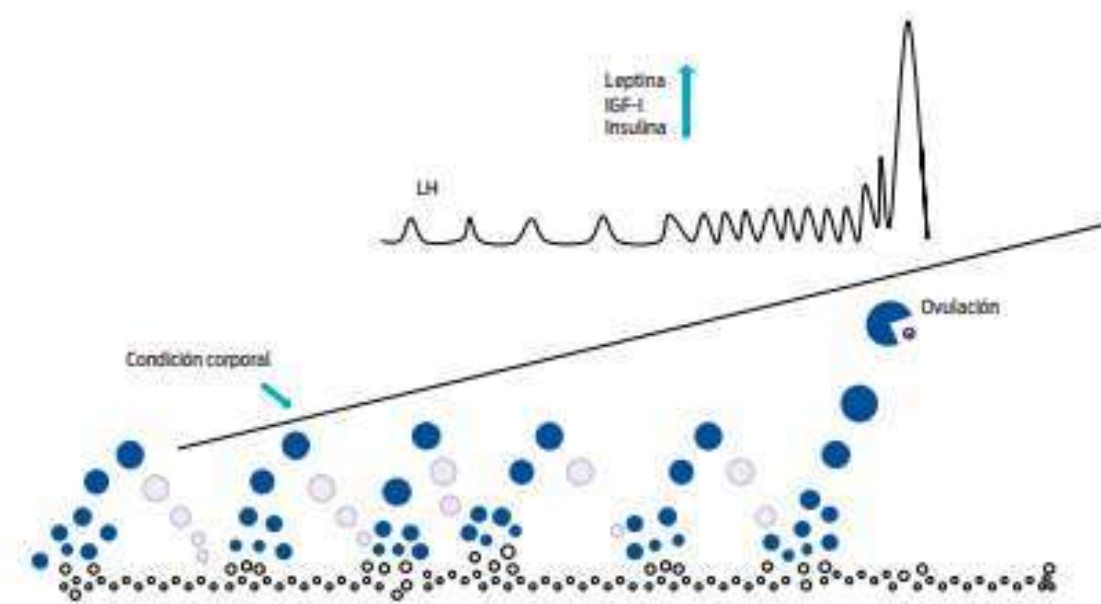


FIGURA I-1. La transición del anestro a la ciclicidad coincide con un incremento en la condición corporal y en las concentraciones de insulina, IGF-I y leptina. Estas hormonas actúan como señales que llegan al hipotálamo y aumentan la frecuencia de secreción de la GnRH.

FUENTE: (Hernández, 2016)

Los estrógenos pueden ejercer retroalimentación positiva o negativa sobre la secreción de la GnRH, lo cual depende de la etapa del ciclo reproductivo. En animales prepúberes y en anestro posparto, los estrógenos inhiben la secreción de GnRH, pero durante el proestro y el estro estimulan la secreción de GnRH. La progesterona disminuye la secreción de la GnRH, así como la respuesta de la hipófisis a la GnRH; de esta forma, inhibe la maduración folicular y la ovulación. Por esta razón, la progesterona se ha utilizado con éxito como anticonceptivo en

humanos y para el control artificial de la reproducción en los animales domésticos (figura I-2). Las neuronas secretoras de GnRH no tienen receptores para estrógenos ni progesterona, por lo que estas hormonas no tienen manera de regular directamente la secreción de GnRH. Existe un grupo de neuronas hipotalámicas en las que se expresa el gen Kiss-1 que codifica el péptido Kisspeptina. Las neuronas secretoras de GnRH tienen receptores para este péptido, de modo que la Kisspeptina provee la información a las neuronas secretoras de GnRH respecto de las concentraciones de las hormonas sexuales. La Kisspeptina es un potente estimulador (secretagogo) de la secreción de GnRH y es muy probable que en los próximos años llegue a formar parte de los recursos hormonales para el control artificial de la reproducción, no solamente en los bovinos sino en todas las especies domésticas (Hernández, 2016).

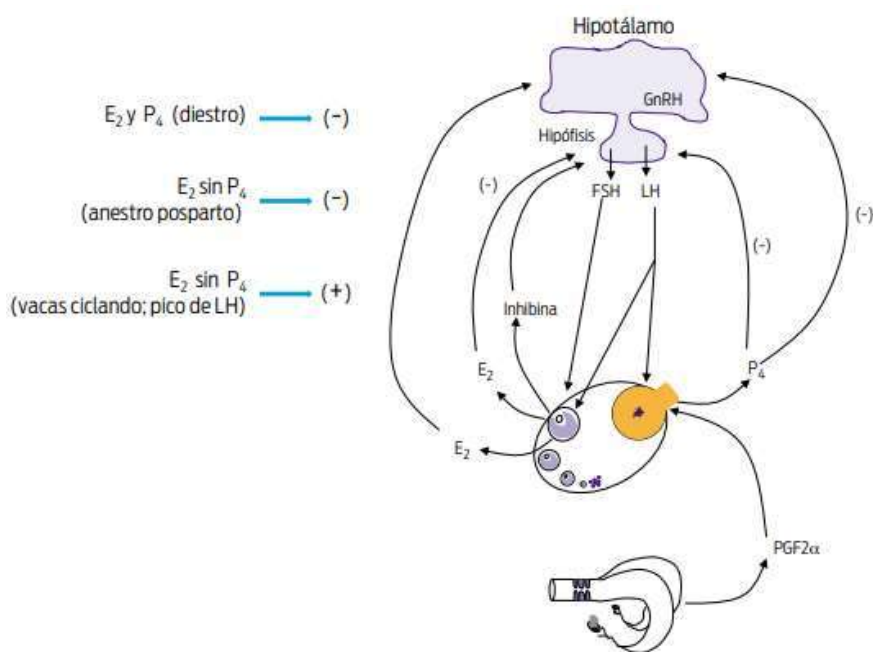


FIGURA I-2. Retroalimentación entre el hipotálamo, hipófisis y el ovario. La GnRH estimula en la hipófisis la síntesis y secreción de LH y FSH. En la etapa prepuberal y en el anestro posparto los estrógenos inhiben la secreción de GnRH mientras que en el proestro y estró, la estimulan. La progesterona inhibe la secreción de la GnRH y disminuye la respuesta de la hipófisis a la GnRH. Los estrógenos y la inhibina suprimen la secreción de FSH directamente en la hipófisis.

FUENTE: (Hernández, 2016)

6.2 CICLO ESTRUAL DE LA VACA

En las vacas el ciclo estral es el lapso comprendido entre dos periodos de estro o calor consecutivos y es el conjunto de acontecimientos fisiológicos que se producen en el ovario de la vaca, como consecuencia de las variaciones en los niveles hormonales y que regula la receptividad de la hembra. El ciclo estral tiene una duración normal entre los 18 a 24 días los cuales sólo son interrumpidos por la gestación o debido a alguna patología (Gonzales, 2018).

6.2.1 Duración del ciclo estral bovino

El ciclo estral de la vaca es un ciclo que se repite cada 21 días en promedio, pero su duración real depende del número de oleadas foliculares que se presenten en él. Así, los ciclos de 3 oleadas tienen una duración entre 22 y 23 días, y los ciclos de 2 oleadas una duración entre 19 y 20 días; de allí el promedio de 21.

Una oleada folicular es el inicio del desarrollo de un nuevo grupo de folículos dentro de los ovarios (nueva cohorte folicular). A diferencia de otras especies, en el bovino pueden presentarse estas oleadas (de crecimiento de grupos de folículos) en la mitad del ciclo (específicamente en el Diestro) cuando las condiciones hormonales no son aptas para que se dé la ovulación, por lo que estos folículos no terminan de desarrollarse, ninguno de ellos llega a ser ovulado, y por lo tanto se atresian (Atresia o muerte folicular). Sólo la oleada de folículos crecientes que coincida con las condiciones hormonales que se dan durante el Proestro, será la última oleada del ciclo, que es la que finalmente consiga que uno de estos folículos se desarrolle lo suficiente como para terminar en ovulación (Alzate, 2017).

6.2.2 FASES DEL CICLO ESTRAL

- FASE ESTROGÉNICA, FOLICULAR O PROLIFERATIVA: Comprende el Proestro y el Estro.
- FASE PROGESTACIONAL, LÚTEA O SECRETORA: Comprende al Metaestro y al Diestro. (Alzate, 2017)

6.2.3 ETAPAS DEL CICLO ESTRUAL

PROESTRO

Es la etapa del ciclo estral donde los folículos (ovocitos) del ovario comienzan a crecer por estímulo de la FSH. Estos folículos comienzan a producir Estradiol (E2).

Comprende los días 17, 20 y 21 del ciclo.

- Hormonas predominantes: FSH
- Hormonas que estás bajas: La Progesterona (P4) comienza a disminuir.

ESTRO

Es la fase del ciclo que se caracteriza por los niveles más altos de estradiol (que se vienen incrementando desde el Proestro), y que ahora son secretados en mayor cantidad por el Folículo que se ha hecho Dominante. Esta hormona se encarga de la aparición de los signos del celo o calor: como aparición de moco, receptividad sexual del macho, inquietud, vulva hiperémica, monta y se deja montar, entre otros.

El Estradiol también estimula la liberación de la LH; y el aumento creciente de esta hormona hasta alcanzar un pico que desencadena la ovulación (del folículo dominante), se ve favorecido por las bajas concentraciones existentes de Progesterona (P4) en esta fase del ciclo, a causa de un cuerpo lúteo que se ha

destruido (luteólisis) en la fase anterior (Diestro) con lo que dejó de producirla. Al estar disminuida la Progesterona (P4), ésta no ejerce una inhibición sobre la GnRh (que es lo que normalmente haría) y así el Estradiol (E2) puede estimular libremente su producción, pero especialmente de la LH, ya que la FSH comienza a ser inhibida por la Inhibina (con el fin de que no crezcan más folículos).

Tiene una duración de 12 a 24 horas.

- Hormonas predominantes: Estradiol y LH.
- Hormonas que están bajas: Progesterona (P4).

METAESTRO

El día 0 del ciclo marca el comienzo del metaestro. Se caracteriza porque todas las circunstancias hormonales de la fase anterior (Estro) comienzan a cambiar. Por lo tanto, la Progesterona (P4) empieza a aumentar y las gonadotropinas a disminuir. Esto sucede porque el Pico de LH acaba de causar la ovulación, con lo que el folículo no producirá más Estrógeno (que tampoco estimule más a la LH). De igual forma, al darse la ovulación, queda un cuerpo hemorrágico que se convertirá en cuerpo lúteo y comenzará con la producción creciente de Progesterona (P4), hasta ser máxima al día 7.

Comprende los días 2 y 3.

- Hormonas predominantes: Comienza a aumentar la Progesterona (P4).
- Hormonas que están bajas: Comienzan a disminuir la gonadotropina LH.

DIESTRO

Es la fase del ciclo donde el cuerpo lúteo ha ya terminado de desarrollarse al máximo desde que ocurrió la ovulación, por lo tanto los niveles de Progesterona son los más altos. El aumento de esta hormona provoca una disminución de las gonadotropinas FSH y LH, al inhibir a la GnRh en el hipotálamo.

Va del día 4 al día 16 del ciclo.

- Hormonas predominantes: Progesterona.
- Hormonas que están bajas: FSH, LH y Estradiol.

Después de esta fase, el ciclo se puede seguir dos caminos:

- Continuar con el Proestro para repetir el ciclo.
- Entrar en Anestro.

ANESTRO

Es un período de inactividad ovárica, en el que no hay manifestación de celo. Puede deberse a condiciones fisiológicas (como la pre-pubertad, la gestación y la lactancia) o a factores externos (factores ambientales, nutricionales y de manejo o patologías específicas) que afectan la ciclicidad. (Alzate, 2017)

6.3 SINCRONIZACION DE CELO

La sincronización de celos a través de la utilización de fármacos, ha sido utilizada para mejorar la eficiencia reproductiva del ganado bovino; los tratamientos para la sincronización del celo deben producir un estro fértil y un alta repuesta de sincronización.

Lograr la eficiencia reproductiva puede ser difícil, sin embargo puede usarse nuevas herramientas en el manejo de la producción para mejorar esta eficiencia, y de esta manera alcanzar índices productivos rentables en el hato lechero. El manejo reproductivo comprende dos estrategias:

- Mejorar la tasa de preñez mejorando la tasa de servicio, y
- Identificando tempranamente las vacas vacías post- servicio e implementando una estrategia para retornarlas rápidamente al servicio (Vázquez, 2009).

6.4 IMPORTANCIA DE LA SINCRONIZACIÓN

En la mayoría de las explotaciones extensivas de nuestro país, se observa una baja producción, debido entre otros factores a la baja calidad genética del ganado, que puede deberse a la nula adopción de técnicas tan importantes como la selección de sementales y hembras de reemplazo, programas de sincronización e inseminación artificial y/o trasplantes de embriones.

Uno de los principales problemas en las explotaciones de tipo extensivo es lograr la sincronía en los estros; esto consiste en la agrupación de hembras en estro durante un período corto. En los últimos años se ha generalizado el uso de algunos productos hormonales como: prostaglandinas, progesterona, progestágenos y gonadotropinas que suelen ser una herramienta para solucionar en parte este problema (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias).

En los bovinos de leche, el momento de la ovulación y concepción se predice a partir de la presentación del celo. Sin embargo, la eficiencia en su detección de celo resulta ser una de las actuales problemáticas del sector productivo lechero, debido a una gran variación individual y a la disminución de la duración del celo (Van Vliet y van Eerdenburgh, 1996; Friggens y Labouriau, 2010), así como una menor intensidad en la expresión de los signos del celo (López-Gatius *et al.*, 2005). El uso de protocolos hormonales para la inducción de la ovulación sincronizada está siendo cuestionado con más frecuencia por los consumidores.

La sincronización de estro es una técnica con la cual el manejo reproductivo se puede mejorar, esta sincronización tiene como meta principal tanto la presentación de estro como la ovulación en un tiempo corto, ya que la primera medida de producción en un hato es tener una alta cosecha de becerros. (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias).

La sincronización del estro puede ser una herramienta útil para La mayoría de los productores lácteos.

La sincronización permite:

- 1) Mayor uso de la inseminación artificial (AI) con el uso de toros con capacidad genética para una alta producción de leche y facilidad de parto;
- 2) Introducción planificada de novillas de primera cría a la cadena de ordeño, preferiblemente a los 24 meses de edad; y
- 3) Se necesita ayuda con las vacas reproductoras con problemas, con frecuencia las vacas con mayor producción en el hato.

6.5 OBJETIVOS DE LA SINCRONIZACIÓN

El objetivo principal de la sincronización del estro es agrupar al inicio del empadre el mayor número de hembras en estro fértil, para ser preñadas en ese lapso. Existen diversos productos farmacéuticos y sistemas de sincronización que permiten el control del ciclo estral, alargándolo mediante el uso de progestágenos, o acortándolo mediante el uso de análogos sintéticos de las prostaglandinas, para seleccionar alguno de ellos es necesario evaluarlos en cuanto a costo del programa, tiempo y requerimientos de mano de obra.

Con la aplicación de estas prácticas tecnológicas es posible inseminar a un grupo selecto de vacas con semen de toros probados en un período corto de tiempo, lográndose buenos porcentajes de gestación (65%) y un avance genético considerable de las explotaciones extensivas dedicadas a la producción (INIFAP, 2018).

6.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN

6.6.1 Ventajas

- Facilita el uso de la I.A
- La I.A. se puede realizar en tiempo o época prefijada
- Elimina la necesidad de la detección de celo
- Época de y destetes homogéneos
- Mejora eficiencia reproductiva.

6.6.2 Desventajas

- Aplicar mal la técnica
- Capacitación de personal
- Mal resultado si hay mala nutrición
- El comportamiento reproductivo del hato es variable

6.7 FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA DE LA SINCRONIZACIÓN DE CELOS

6. 7. 1 Nutrición

En los bovinos, los nutrientes son divididos por prioridades; primero la del mantenimiento de la propia vida, y en segundo la de preservación de la especie. El orden aproximado de tal división es la siguiente: metabolismo basal, actividad, crecimiento, reservas básicas de energía, preñez, lactación, reservas adicionales de energía, ciclos estruales e iniciación de la preñez y exceso de reservas (Short y Adams, 1988). En condiciones de alimentación adecuada y sin fluctuaciones en la disponibilidad de la misma antes y después del parto, el intervalo comprendido entre este y el primer estro no difiere en las distintas épocas de parición del año (Lozano *et al.*, 1987).

6.7.2 Condición corporal

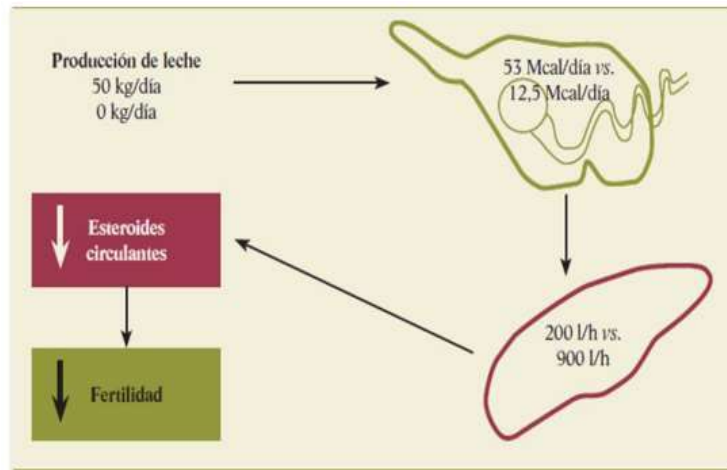
La condición corporal es una evaluación subjetiva de la grasa que cubre la región lumbar o la pelvis (Ruegg, 1991). Se ha encontrado que un balance energético positivo, una mayor ganancia de peso y una mejor condición corporal han

demostrado ser correlacionadas positivamente con las concentraciones de progesterona en plasma en lactación temprana (Macmillan *et al.*, 1996), teniendo en cuenta que valores iguales o mayores a 1 ng/ml son indicadores de ciclicidad (Beal *et al.*, 1984).

El conocimiento de cómo la CC afecta a bovinos de leche, la vaca idealmente debe llegar al parto entre 3 y 3.5 cc (escala 1- 5) para reiniciar lo antes posible su ciclicidad. La mala nutrición y pobre condición corporal están relacionadas con el bloqueo de la actividad ovárica y el alargamiento del anestro posparto de las vacas de cría. La deficiencia energética tiene efectos negativos en la liberación de GnRH y por lo tanto en los pulsos de LH. En vacas de cría la mayor demanda de energía es debida a la lactancia. La mala nutrición y pobre condición corporal incrementan los efectos negativos del amamantamiento prolongando el periodo de anestro posparto (Vásquez, 2017).

6.7.3 Vacas con alta producción láctea (bajos niveles de hormonas esteroideas en sangre circulante).

La intensificación productiva conlleva una caída en la expresión del celo y la fertilidad de las vacas; la causa es la siguiente: Las vacas con alta producción láctea deben consumir grandes cantidades de materia seca para poder producir grandes cantidades de leche. (Pursley y Martins 2014) mencionan que Wiltbank *et al.* (2006), de la Universidad de Wisconsin-Madison, descubrieron que el consumo de materia seca había tenido un gran impacto en las concentraciones circulantes de hormonas esteroideas (estrógenos y progesterona). Cuando el consumo de materia seca se incrementó, también lo hizo el flujo de sangre a través del hígado. Estas hormonas se metabolizan principalmente en el hígado, por lo que cuanto mayor es el flujo sanguíneo a través de este órgano, mayor es su metabolismo, lo que resulta en menores concentraciones en la circulación. (Ver Cuadro N° 6).



CUADRO 6. Efecto del aumento del consumo de materia seca durante altas producciones lácteas en el flujo sanguíneo en el hígado.

FUENTE: (Wiltbank et al. 2006).

Una buena práctica consiste en diagnosticar mediante palpación rectal el grado de actividad de los ovarios y determinar la presencia o ausencia de Cuerpo Lúteo (CL), para luego implementar algún protocolo de sincronización adecuado. Es importante indicar que, al realizar la palpación rectal, se produce un masaje que estimula las estructuras útero-ováricas que provocan la secreción de prostaglandina por parte del útero, gracias a un mecanismo de flujo contracorriente entre la vena uterina y la arteria ovárica; de esta manera, se evita su paso a la circulación general, donde sería inmediatamente metabolizada por los pulmones (Casey, M., Veteglan, 2014), razón por la cual entre un 20 y un 30 % de las vacas entran en celo de forma natural a los 2 a 5 días posteriores.

6.7.4 Efectos del clima en el comportamiento reproductivo

Las temperaturas elevadas también se han asociado con un descenso de la eficiencia reproductiva en las especies domésticas, tal es el caso del ganado lechero

que habita en regiones tropicales, donde está sujeto a tensión térmica en forma crónica durante todo el año (Hernández *et al.*, 1984).

El estrés por el calor tiene dos consecuencias importantes para la fisiología de las vacas que reducen sus probabilidades de quedar preñadas. En primer lugar, los cambios en el comportamiento de las vacas (por ejemplo, reducen el tiempo de caminata; López-Gatius *et al.*, 2005.) y hay una reducción de las concentraciones circulantes de estradiol-17 β (Gilad *et al.*, 1993).

6.8 PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN

Muchos protocolos de sincronización para ganado vacuno han sido desarrollados usando hormonas exógenas como progestágenos, prostaglandinas (PG) F2 $_{\alpha}$ (o análogos de la PGF2 $_{\alpha}$), y estrógenos solos o en varias combinaciones para controlar la fisiología del ciclo reproductivo y sincronizar la conducta del estro (Odde, 1990). La principal razón para sincronizar vacas en producción es la de facilitar el uso de la IA (Xu y Burton, 1999).

6.8.1 Los tres componentes de un programa completo de sincronización

Los tres componentes de un programa total son:

- Pre-Sincronización – sincronización de celos antes de sincronizar para IA.
- Sincronización para IA.
- Re-Sincronización – Previo a o a la fecha de palpación para una rápida re-inseminación.

6.8.2 Pre-Sincronización

6.8.3 PRESYNCH

Desarrollado por Moreira *et al.* (2001), consiste en la aplicación de dos inyecciones de PGF2 α , con un intervalo de 14 días, 11-12 días antes del comienzo del protocolo Ovsynch.

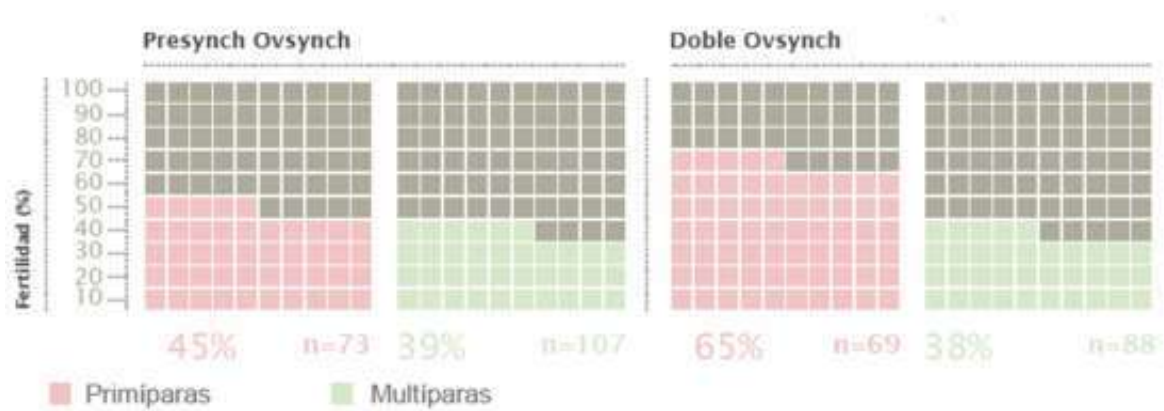
- Si se aplica una primera inyección de PGF2 α al azar, se induce el celo en el 60-70% de las vacas que estén ciclando.
- Al aplicar una segunda dosis a los 10-14 días, responderá el 90% de las vacas que esté ciclando.
- En la práctica, cuando se aplican dos dosis en los 50 días posparto, el 50-60% de las vacas se detectará en celo tras la segunda inyección.
- A partir de los 11- 12 días de la última dosis de prostaglandina comienza el protocolo Ovsynch. Aunque no parece haber diferencias entre el comienzo los días 11 y 12, sí hay un estudio que demuestra diferencias entre el día 11 y el día 14 ().

El objetivo es tener a las vacas en un estado similar del celo al iniciar el protocolo de sincronización para IA (DeJarnette *etal.*, 2018).

6.8.4 DOBLE OVSYNCH

Desarrollado por Souza *et al.* (2008) para intentar paliar los problemas del Presynch respecto a las vacas anovulatorias, ya que este protocolo sólo emplea PGF2 α . Su duración es menor (27 días frente a 37), pero requiere una inyección más. Según las investigaciones de Souza, el doble Ovsynch mejora la fertilidad conseguida con el Presynch en primíparas (65,2% frente a 45.2%), pero no en multíparas (37,5 frente a 39,3%). Esto podría deberse a que el doble Ovsynch es efectivo para el tratamiento de vacas anovulatorias, especialmente si son primíparas, y por ello la mejora se observa sólo en ése grupo (1).

Efecto del tratamiento sobre la fertilidad 39 a 45 días después de la inseminación artificial programada (Souza *et al.* 2008)



FUENTE: (Souza *et al.*, 2008)

Doble Ovsynch (1)

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
				GnRH		
				PGF2 α		
GnRH						
GnRH						
PGF2 α (am)		GnRH (pm)	IATF (am)			

6.8.5 OvSynch

El protocolo original de “IA a Tiempo Fijo” (IATF) sin tener que detectar celos.

- La IATF debe ocurrir entre 8 a 18 horas después de la segunda inyección de GnRH.
- El intervalo entre PGF2 α y la segunda GnRH normalmente es de 48 horas, pero a 56 horas se podría obtener mayor tasa de concepción (DeJarnette et al., 2018).

6.8.6 CoSynch

Similar al OvSynch pero con una sesión menos de manejo.

- IATF a la misma vez que la segunda inyección de GnRH.
- Una sesión menos de manejo de las vacas ahorra mano de obra y podría aumentar el cumplimiento del protocolo.
- Se requiere detección de celo entre la PGF2 α y el GnRH para maximizar la concepción (DeJarnette et al., 2018).

Opción 1 – PreSynch (14/14) + OvSynch

D	L PGF _{2α}	M	M	J	V	S
D	L	M	M	J	V	S
D	L PGF _{2α}	M	M	J	V	S
D	L	M	M	J	V	S
D	L GnRH	M	M	J	V	S
D	L PGF _{2α}	M	M GnRH (pm)	J IATF (am)	V	S

Opción 2 – PreSynch (14/14) + CoSynch72

D	L PGF _{2α}	M	M	J	V	S
D	L	M	M	J	V	S
D	L PGF _{2α}	M	M	J	V	S
D	L	M	M	J	V	S
D	L GnRH	M	M	J	V	S
D	L PGF _{2α}	M	M	J GnRH + IATF	V	S

Opción 3 – PreSynch (14/11) + OvSynch56

D	L	M	M	J PGF _{2α}	V	S
D	L	M	M	J	V	S
D	L	M	M	J PGF _{2α}	V	S
D	L	M	M	J	V	S
D	L GnRH	M	M	J	V	S
D	L PGF _{2α} (am)	M	M GnRH (pm)	J IATF (am)	V	S

6.9 PROTOCOLOS DE SINCRONIZACION PARA VACAS LECHERAS

6.9.1 PGF_{2α} + CIDR® Synch

Usa una serie de inyecciones de PGF_{2α} combinados con detección de celos para IA la mayoría de las vacas a celo natural. Las vacas no detectadas en celo reciben un CIDR + el protocolo OvSynch para IATF.

- Una semana después de la última PGF_{2α}, las vacas que no han sido inseminadas reciben un CIDR y se inicia el OvSynch.
- El protocolo OvSynch puede ser OvSynch, CoSynch72 u OvSynch 56.
- Permite inseminar vacas en celo antes del OvSynch.
- Usa un CIDR en vacas que probablemente necesiten de Progesterona antes de IA (DeJarnette et al., 2018).

Opción 4 –PGF_{2α}+ CIDR® Synch

D	L	M	M	J	V	S
	PGF _{2α}	Marcar la cola (gis/crayón) y IA al estro				
D	L	M	M	J	V	S
D	L	M	M	J	V	S
	PGF _{2α}	Marcar la cola (gis/crayón) y IA al estro				
D	L	M	M	J	V	S
D	L	M	M	J	V	S
	PGF _{2α}	Marcador la cola (gis/crayón) y IA al estro				
D	L	M	M	J	V	S
	Poner-CIDR®					

	+ GnRH					
D	L	M	M	J	V	S
	CIDR®		GnRH	IATF		
	Quitar + PGF _{2α}		(pm)	(am)		

6.9.2 Sincronización mediante protocolo G6G

Este protocolo mejora la tasa de fertilidad del protocolo OVSYNCH en un 10 a 15 %. Pursley y Martins (2013) en dos estudios encontraron que cuando se aplica la primera dosis de GnRH de OVSYNCH el “día 6” del ciclo estral (referido como G6G); el 97% de las vacas ovularon, indujeron un CL accesorio, presentaron significativamente mayores concentraciones de P4 y por tanto una mayor probabilidad de gestación (Delgado et al., 2014).

El protocolo es el siguiente:

DÍA 0: Inyectar GnRH.

DÍA 2: Inyectar PGF_{2α}.

DÍA 8: Inyectar GnRH.

DÍA 15: Inyectar PGF_{2α}.

DÍA 17: Inyectar GnRH por la tarde. (A las 56 horas).

DÍA 19: IATF a todas las vacas (16 horas de la inyección de GnRH) (Delgado et al., 2014).

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
PGF2 α		GnRH				
	GnRH					
	PGF2 α (am)		GnRH (PM)	IATF (AM)		

6.9.3 ReSynch

Las vacas reciben IATF después de ser diagnosticadas “abiertas”.

- Hatos con excelente detección de celos pueden optar por iniciar ReSynch a la palpación. (Recomendado para hatos que marcan cola).
- Siete días antes de la palpación, se inyectan todas las vacas con GnRH.
- Vacas gestantes no reciben más inyecciones.
- Las diagnosticadas “abiertas” son inyectadas con PGF2 α , a las 48 horas reciben GnRH, y son IA 8 a 18 horas después (DeJarnette et al., 2018).

Tabla 1.- Comparación costo/beneficio de los diferentes métodos de sincronización, utilizando diferentes productos.

Protocolo	Hormona utilizada	cantidad	Costo de hormona por protocolo	Costo por vaca por protocolo	% de concepción
Una dosis de PGF2	PGF2 α	5 ml	\$38.6	\$28.6	86.5%
Presynch	PGF2 α	10 ml	\$77.2	\$77.2	56%
OvSynch	GnRH	4 ml	\$142.8	\$181.4	45 – 50%
	PGF2 α	5 ml	\$38.6		
CoSynch	GnRH	4ml	142.8	\$181.4	40 – 50%
	PGF2 α	5 ml	38.5		
Doble Ovsynch	GnRH	(4 aplicaciones) 8 ml	\$285.6	\$362.6	
	PGF2 α	(2 aplicaciones) 10 ml	\$77		
PGF2 α + CIDR® Synch	CIDR		\$138.5	\$309.75	75%
	GnRH	(2aplicaciones de 2 ml) total 4ml	\$142.8		

	PGF2 α	(1 aplicación) 5ml	\$38.6		
Sincronización mediante protocolo G6G	PGF2 α	(2aplicaciones) 10 ml	\$77	\$291.2	¿?
	GnRH	(3 aplicaciones) 6 ml	\$214.2		
ReSynch	GnRH	(2 aplicaciones)	\$142.8	\$181.4	55 -75%
	PGF2 α	1 aplicación, 5ml	\$38.6		

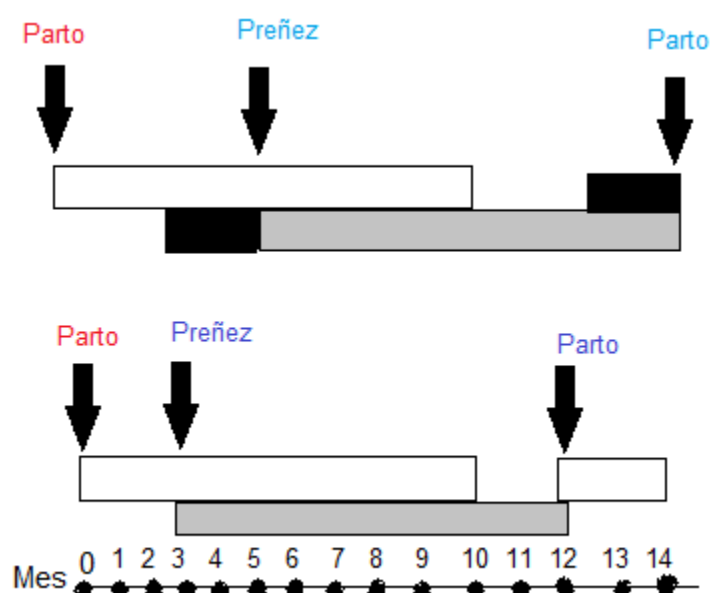
Tabla 2.- Listado de precios de hormonas con su nombre comercial y laboratorio

Hormona	Nombre comercial	Laboratorio	Precio
PGF2 α	Lutalyse®	Zoetis	\$275
	Reprodin	Bayer	\$907
	Inducel	VirBac	\$421
	conceptal	Intervet	\$843
GnRH	Cystorelin®	CEVA Salud Animal	\$584
	Factrel ®	zoetis	\$ 953
	Gonavet Veyx	Bayer	\$1,211

	Gonasyng Gdr*	VirBac	\$714
Progesterona	CIDR	Zoetis	\$2 767
		VirBac	\$2 458

VII.- COSTO / BENEFICIO

Una vaca produce leche en promedio 305 días después del parto (equivalente a 10 meses), lo cual implica que mientras más amplio sea el intervalo entre partos, más tiempo pasará la vaca sin producir leche, adicionalmente del alimento que tendría que consumir en el mismo período de tiempo (La Torre, 2001).



FUENTE: (La Torre, 2001)

En el gráfico la barra blanca representa el período de tiempo que pasa la vaca en ordeño, mientras que la barra gris representa el tiempo que pasa la vaca en gestación. Como podemos apreciar el intervalo entre partos de ambos gráficos es diferente, lo que implicaría tener dos puntos críticos en nuestra producción (barras negras):

- La vaca queda preñada más tarde (2 meses) y por ende tendría que seguirsele alimentando sin conseguir preñarla.
- La vaca deja de producir leche por un intervalo de tiempo (2 meses) después de su segundo parto (La Torre, 2001).

Por ejemplo:

Se tiene un intervalo entre partos de 14 meses y promedio de las vacas en producción de 18 L de leche/día y sabiendo que el precio de venta de la leche es de \$6.90/L. En vista de que una vaca produce solamente 10 meses del año, tenemos que al año produciría:

$18 \text{ L} \times 30 \text{ días} \times 10 \text{ meses} = 5,400 \text{ L}$ de leche de donde tenemos que la producción real/mes:

$$5,400 \text{ L} / 12 \text{ meses} = 450 \text{ L/mes}$$

Leche:

Se estima que con el tratamiento de sincronización se reduciría el intervalo entre partos a 12 meses de allí que, se ahorraría 2 meses. Por lo que tenemos:
Producción de leche/vaca/día = 18 L

$$\text{Precio de venta de la leche/L} = \$6.90$$

$$\text{Producción real de leche/mes} = 450 \text{ L}$$

$$\text{Dejaríamos de producir leche} = 2 \text{ meses}$$

Con lo que se ganaría:

$$\$6.90 \times 450 \text{ L} \times 2 \text{ meses} = \$6,210$$

Para lograr el mayor aprovechamiento del potencial productivo y genético de la hembra lechera es necesario que las vacas queden preñadas lo más pronto posible y que tengan un ternero por año; para esto debe estar preñada en los primeros tres meses luego del parto. Por lo tanto reducir el intervalo entre partos significa

incrementar los ingresos por vaca y por año justificando la aplicación de técnicas de manejo reproductivo para llegar a ese fin.

La incidencia de anestro posparto prolongado ha ido en aumento a nivel mundial de 7% hasta un 38% (Morales & Cavestany, 2012).

VIII.- CONCLUSIÓN

Se ha observado que el control efectivo del ciclo estrual requiere la sincronización de las funciones luteales y foliculares. Por esta razón se han desarrollado protocolos que estén enfocados en la sincronización de oleadas foliculares para sincronizar la ovulación más que el estro. La sincronización de la ovulación ofrece una manera efectiva de manejar la reproducción en vacas, ya que puede mejorar dramáticamente las tasas de servicios y eficiencia reproductiva en la mayoría de los hatos, así como disminuir el intervalo entre partos. Existen diferentes métodos de inducción y sincronización del estro en ganado bovino con buenos resultados. La decisión de cual método usar dependerá de cada hato y de las necesidades, así como la preferencia del productor.

IX.- BIBLIOGRAFÍA

Alzate Diana. 2017. Ciclo estral. Tomado de la siguiente fuente:
<https://medvetsite.com/ciclo-estral-de-la-vaca/>

(1) Asís Formación, Protocolos de Sincronización Para Inseminar a Tiempo Fijo. Mod III. Alternativas a la inseminación a celo visto. Obtenido de la siguiente fuente:
http://grupoasis.com/portfolio/recursos/pildoras_conocimiento/Vetpill_Protocolos_inseminacion_vacuno_ESP/images/tools/resumen.pdf

Becaluba Facundo. 2006. MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELOS EN BOVINOS. Sitio Argentino de Producción. Tomado de la siguiente fuente:
<http://www.produccion-animal.com.ar>

Casey, M., Veteglan (Doc.).2014; Laboratorios Calier. Argentina.

Cutaia Lucas E., Bó Gabriel A. USO DE LA TECNOLOGÍA DE IATF EN RODEOS LECHEROS. Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC), Universidad Católica de Córdoba, Syntex SA. Tomado de la siguiente fuente:

http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/101-iatf_en_rodeos_lecheros.pdf

DeJarnette Mel., Nebel Ray.2018. PROTOCOLOS DE SINCRONIZACION PARA VACAS LECHERAS. Select reproductive Solutions. Producto de los E.E.U.U. tomado de la siguiente fuente:

http://www.selectsires.com/dairy/spanresources/0708_spanish_dairycow.pdf?version=20180803

Delgado Bermejo Juan Vicente, Miró Arias María. 2014. MEJORA DE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DEL GANADO VACUNO LECHERO A TRAVÉS DEL MANEJO. Universidad de Córdoba. Departamento de Genética. Córdoba – España.

Duica A., Tovío L. Néstor, Grajales L. Henry. 2007. Factores que afectan la eficiencia reproductiva de la hembra receptora en un programa de transplante de embriones bovinos. Revista de Medicina Veterinaria. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

Facundo Becaluba V. 2007. Metodos de sincronización de celo en bovinos. Obtenido el 08/10/18. De la siguiente fuente: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/metodos-sincronizacion-celos-bovinos-t27252.htm>

Friggens, N.C., Labouriau, R. 2010. Probability of pregnancy as affected by oestrus number and days to first oestrus in dairy cows of three breeds and parities. Anim. Reprod. Sci.118, 155–162

Gilad E, Meidan R, Berman A, Graber Y, Wolfenson D. Effect of tonic and GnRHinduced gonadotrophin secretion in relation to concentration of oestradiol in plasma of cyclic cows. J Reprod Fertil 1993; 99: 315-321pp.

Gonzales Kevin. 2018. El ciclo estral de la vaca. Tomado de la siguiente fuente: <https://zoovetespasion.com/ganaderia/reproduccion-bovina/el-ciclo-estral-de-la-vaca/>

Hafez E.S.E. 1984. Reproducción e inseminación artificial en animales. 4ª Ed.; ED INTERAMERICANA. México.

Hernández Cerón Joel. 2016. Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros. México. Obtenido de la siguiente fuente: http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/publicaciones/archivos/Fisiologia_Clinica.pdf

Hernández, L. J.J, Román, P.H. y Gonzales P.E. 1984. Comportamiento reproductivo del ganado bovino lechero en clima tropical. Efecto de temperatura y humedad relativa sobre el porcentaje de concepción en vacas Holstein y suizo Pardo. Tec. Pec. Mex. Pág. 9-18.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (inifap). 2018. Estrategias de sincronización del estro en ganado productor de carne.

López-Gatius, F., P. Santolaria, I. Munder, and J. L. Yániz. 2005. Walking activity at estrus and subsequent fertility in dairy cows. *Theriogenology* 63, 1419–1429

La Torre Walter. 2001. Métodos de reducción de los días abiertos en bovinos lecheros. *Rev. Inv. Vet. Perú*.

Macmillan, K.L. Lean, I. J. and Westwood, C.T.1996. The effects of lactation on fertility of dairy cows, *Aust. Vet. J*, 73.4.141.147.

Macmillan KL, Thatcher WW. 1991. Effects of an agonist of gonadotropin-releasing hormone on ovarian follicles in cattle. *Biol Reprod*.

Morales JT. & Cavestany D. 2012. Anestro posparto en vacas lecheras: tratamientos hormonales. Unidad de Lechería, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Departamento de Reproducción, Facultad de Veterinaria. Uruguay.

Odde KG. 1990. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J Anim Sci* 68:817- 830.

Pursley, J. y Martins, P. 2014. Mejora de la Fertilidad de Vacas en Lactación. Albeitar, Zaragoza - España.

Ruegg, P. F. 1991. Body condition scoring in dairy cows; Relationship with production, reproduction, nutrition and health. *Comp. Cont. Ed.* 13; 1309 – 1313.

Sarmiento G. María A. 2014. Evaluación de la tasa de preñez con protocolos de sincronización E2P4PGF2 α con tres tiempos de retiro de dispositivo intravaginal, en vacas Holstein (Tesis Licenciatura). Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador. Consultado de la siguiente página: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7923/1/UPS-CT004764.pdf>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Unión Ganadera de Jalisco. Estrategias de sincronización del estro en ganado productor de carne. Obtenido de la siguiente fuente: http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=368

Van Vliet, J. H., and F. J. C. M. van Eerdenburg. 1996. Sexual activities and oestrus detection in lactating Holstein cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 50, 57–69

Vásquez Chaigneau Yiana. 2017. Evaluación de los diferentes factores que afectan la reproducción bovina con relación a bienestar animal. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela para graduados Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC). Córdoba. Pág. 5-8

Vázquez Edgar. 2009. Salud Reproductiva en Ganadería Lechera de Lactación temprana y Estrategias de Manejo. Vol. Cajamarca.

Xu ZZ, Burton LJ. 1999. Reproductive performance of dairy heifers and estrus synchronization and fixed-time artificial insemination. *J Dairy Sci* 82:910-917.