

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**



DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**NOMBRE DEL ALUMNO
CARLOS ADRIAN DIAZ CERVANTES**

**TITULO
“MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO EN BOVINOS”**

MONOGRAFÍA

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TITULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE 2007

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

MONOGRAFÍA

**“MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO EN
BOVINOS”**

APROBADO POR EL COMITÉ

PRESIDENTE DEL JURADO

MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL
DE CIENCIA ANIMAL**

MC. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS

TORREON, COAHUILA

NOVIEMBRE 2007

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

MONOGRAFÍA

“MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO EN BOVINOS”

MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO
PRESIDENTE

M.C JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS
PRIMER VOCAL

I.Z JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS
SEGUNDO VOCAL

M.C JOSÉ DE JESÚS QUEZADA AGUIRRE
VOCAL SUPLENTE

TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE 2007

INDICE

1. OBJETIVO	3
2. INTRODUCCIÓN	4
3. REVISION DE LITERATURA.....	6
3.1. ENDOCRINOLOGIA REPRODUCTIVA.....	6
3.2. Mecanismos neuroendocrinos de regulación de la reproducción en mamíferos domésticos.....	6
3.3. Hipotálamo y su relación con la actividad sexual	7
3.4. Formación y activación del cuerpo lúteo.	13
3.5. Las inhibinas y activinas.....	14
3.6. Folistatina.....	15
4. CICLO ESTRAL	18
4.1. Proestro.....	20
4.2. Estro.....	20
4.3. Metaestro	21
4.4. Diestro.....	22
5. SINRONIZACION DEL ESTRO Y OVULACIONES	23
6. CONCLUSION	36
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	37

INDICE DE IUSTRACIONES

Ilustración 1 Origen y función principal y estructura química de las hormonas involucradas en la reproducción bovina.	16
Ilustración 2 Comportamiento ovárico durante el ciclo estral Bovino.	19
Ilustración 3. Sincronización estral con prostaglandina F2alfa.	24
Ilustración 4 Sincronización estral con progestágenos vía subcutánea y vaginal.	25
Ilustración 5 Sincronización de celos con MGA y prostaglandina.	26
Ilustración 6. Protocolos de Presincronización y Sincronización de Ovulación	28
Ilustración 7 Sincronización coordinada de ovulación e inseminación artificial .	28
Ilustración 8. Sincronización Selectiva de Estros y Ovulaciones.....	29
Ilustración 9 Resultados obtenidos con diversas opciones de selectsynch.....	29
Ilustración 10 Servicio Programado Modificado.	30
Ilustración 11 Sincronización Estral con MGA a Largo Plazo y Selectsynch....	31
Ilustración 12 Sincronización estral con MGA a corto plazo con selectsynch ..	32
Ilustración 13 Método Heatsynch precedido de Presynch.....	32
Ilustración 14 Uso conjunto de Sincronización Estral Hormonal (Ovsynch) y una práctica de Manejo de la Lactancia (Destete Temporal).	33
Ilustración 15 Comparación de métodos hormonales de sincronización de ovulación y sin destete temporal	34

1. OBJETIVO

En el siguiente trabajo se pretende recopilar la información sobre los métodos y sistemas de sincronización de celo en bovinos con la finalidad de hacer una revisión y así poder recomendar el mejor sistema o método para cada caso en especial dentro de la ganadería bovina.

2. INTRODUCCIÓN

El conocimiento y funcionamiento de la reproducción son decisivos para la economía del productor, eso es importante para la reproducción animal obtener una excelente eficiencia reproductiva, teniendo como objetivo que cada animal en edad de reproducirse produzca el mayor número de crías al año, si en una explotación se obtiene un bajo porcentaje de pariciones, es probable que existan problemas reproductivos en el manejo del hato, y estos problemas puedan provocar una baja capacidad reproductiva.(18,21)

Para lograr una buena eficiencia reproductiva se han utilizado los métodos de inducción y sincronización del estro por medio de productos hormonales y sus análogos, las acciones de las hormonas involucradas y la interacción que entre ellas existe, por lo cual es necesario conocer la fisiología de las distintas especies de interés en la reproducción de animales domésticos para la producción de alimentos importantes dentro de la nutrición humana. (19)

La manipulación del estro en los animales domésticos ha avanzado buscando métodos que intentan optimizar los costos, tiempo y porcentaje de fertilidad.

La sincronización ofrece ventajas:

- 1) El tiempo requerido para la detección de estros se reduce disminuyendo los costos asociados a ellos.
- 2) Los animales presentan celo dentro de un tiempo predecible, lo que facilita la inseminación artificial y la transferencia de embriones.
- 3) Las hembras ciclando conciben más temprano en el postparto o época de empadre.
- 4) Facilita el uso de la inseminación artificial en ganado productor de carne y leche.

5) Se puede agrupar los nacimientos de las crías para que nazcan en una época de mayor abundancia de alimento.

Los métodos de sincronización de estro han evolucionado basado en los conocimientos presentes de la endocrinología del ciclo estral y, recíprocamente, estos protocolos han servido como herramienta para ampliar el conocimiento sobre las hormonas reproductivas. (18)

Los esquemas que han desarrollado para sincronizar el estro no solo buscan una concentración del estro, sino aumentar la fertilidad por medio de la sincronización del desarrollo folicular. (10,28,9-18)

3. REVISION DE LITERATURA

3.1. ENDOCRINOLOGIA REPRODUCTIVA

Dentro del tema de hormonas que intervienen en la reproducción se cuenta con dos diferentes tipos de estas hormonas hipofisiarias y hormonas no hipofisiarias.

Hormonas no hipofisiarias

Estrógenos: Son hormonas producidas por la Teca interna del ovario, responsable de la aparición de manifestaciones sexuales en la hembra durante el Proestro y el estro.

Progesterona: Son hormonas producidas por la Teca externa del ovario esta aumenta durante el período de gestación la placenta igual la produce pero en menor cantidad.

Hormonas hipofisiarias

L. H. Hormona Luteinizante: Se encuentra en niveles máximos al final del estro, esta produce en el lóbulo anterior de la hipófisis.

FSH: Hormona folículo estimulante: Su función es el crecimiento folicular, esta se produce en el lóbulo anterior de la hipófisis.

Oxitocina: Hormona que tiene como función el de provocar contracciones uterinas así cómo la bajada de la leche, esta es producida en el lóbulo posterior de la hipófisis y en menor cantidad en CL. (1,10,18)

3.2. Mecanismos neuroendocrinos de regulación de la reproducción en mamíferos domésticos.

La regulación de la actividad sexual está representada en el organismo por el sistema hipotálamo-hipófisis-ovárico. La interrelación entre estos componentes dirigentes se realiza a través de la vía neurohormonal, donde la mayor importancia se encuentra en el proceso hormonal. El conocimiento de esos procesos e interacciones, representa un punto focal mediante el cual el hombre puede influir sobre su entorno económico y social. Por ejemplo, puede regular

la fertilidad de los mamíferos de los que depende para obtener comida y vestido ó sobre aquellos con los que compete haciendo uso de los recursos naturales.

Los mecanismos y procesos que regulan la actividad sexual de la vaca, así como en otros mamíferos domésticos, no están completamente aclarados, sin embargo, los resultados alcanzados en los trabajos experimentales endocrinológicos, morfológicos, histomorfológicos y clínicos, brindan una valiosa información que posibilita una concreta imaginación teórica sobre el dinamismo y mecanismo de los procesos de regulación durante el ciclo sexual.

En la ganadería contemporánea es necesario entender la teoría de la regulación de las funciones sexuales sobre la base de los conocimientos científicos, porque solo desde este punto de vista es posible dirigir y organizar concretamente la crianza, así como valorar y resolver con éxito las perturbaciones reproductoras del ganado, desde el punto de vista etiológico, terapéutico y profiláctico. En esta revisión se presenta una descripción detallada de los mecanismos que regulan la actividad sexual en mamíferos, haciendo énfasis en la vaca en los climas templados.(9,17,18)

3.3. Hipotálamo y su relación con la actividad sexual

El hipotálamo y la hipófisis anterior en conjunto con los órganos reproductivos aseguran el ritmo de la reproducción. Es a través del hipotálamo, que forma parte integrante del sistema nervioso central, el animal entra en relación funcional con el medio ambiente, formándose a la vez una integración entre el sistema reproductivo y otros sistemas corporales.

Desde el punto de vista anatómico, el hipotálamo representa una parte del mesencéfalo constituido de numerosos grupos celulares que difieren tanto desde el punto de vista de sus estructuras como en sus funciones. A este sistema pertenecen: la comisura anterior, amígdala, eminencia media, núcleo arquato, hipocampo dorsal, cuerpos mamilares, núcleo supraóptico, región

preóptica, núcleo paraventricular, núcleo supraquiasmático, estría terminal, hipocampo ventral y núcleo ventromedial del hipotálamo. (28).

Se considera que en cuanto a la regulación de las funciones sexuales las formaciones más importantes las representa la eminencia media y el núcleo arquato, las designó como hipotálamo mediobasal.(21,22)

El hipotálamo representa el centro de la actividad sexual, analizando y regulando todos los estímulos de los sentidos, del sistema nervioso central, sistema vegetativo, hipófisis, ovario, glándulas suprarrenales, glándula tiroidea y otras, regulando la actividad sexual según la intensidad y variabilidad de estos estímulos, Los estímulos de todos los tipos se concentran probablemente en la región preóptica, designándose dicha área también como centro de la ciclicidad sexual (21).

Entre el sistema nerviosos central y el sistema endocrino existen tres tipos de comunicación celular: las neuronas, las células neuroendocrinas y las células endocrinas. Los centros sexuales hipotalámicos, recibiendo las informaciones nerviosas centrales en forma de secreción neurohumoral.

Las neurohormonas, penetrando en la circulación influyen en las células endocrinas cambiándose cualitativamente en la secreción hormonal. La secreción neurohumoral se contacta solo con un número limitado de células, liberándose de la neurona presináptica, mientras que las neurohormonas se distribuyen a través del sistema circular, influyendo en varias células corporales. (32)

Las neurosecreciones son de tipo colinérgico, representadas por la acetilcolina y de tipo adrenérgico, representadas por la noradrenalina, dopamina, norepinefrina (27).

Es de esperar que cualquier perturbación en este proceso de síntesis, liberación y función de los transmisores puede influir de manera importante en toda la secreción humoral y en la regulación o transcurso del ciclo estral. Sin

embargo, (21), menciona que ello es también una razón que puede facilitar la modulación en el transcurso de las funciones sexuales, utilizando los medicamentos que estimulan o suprimen la formación o función de los transmisores. Es posible resumir que la estimulación adrenérgica permite la secreción de LH (hormona luteinizante) y FSH (hormona foliculoestimulante), mientras que su depresión restringe la segregación de ambas hormonas gonadotróficas.

En el transcurso de varios estudios del mecanismo de la ovulación (22) en las vacas y novillas, se ha comprobado que la atropina bloquea la ovulación, suprimiendo la segregación del quimiotransmisor correspondiente que es responsable de la formación de la hormona luteinizante en la adenohipófisis. Inyectándose la gonadotrofina coriónica con la atropina, el bloqueo de la ovulación no se realiza, por el contrario se acelera, lo que significa que la hormona luteinizante se sustituye por la gonadotrofina coriónica.

En los núcleos hipotalámicos se forman varios tipos de hormonas llamadas neurohormonas, que se dividen en:

- a) Las hormonas de la neurohipófisis.
- b) Factores de liberación (RH o FH) en un lado y factores de inhibición en otro lado.

Hormonas de la neurohipófisis.

A diferencia de la adenohipófisis esta no es una glándula endócrina, sino solo un reservorio de las secreciones específicas hipotalámicas, de donde ellas parten a la circulación sanguínea. Las hormonas neurohipofisarias, oxitocina y vasopresina se forman en los núcleos paraventricular y supraópticos cuyos neuritos se unifican, constituyendo el trayecto hipotálamo-hipofisario, terminando en el lóbulo posterior de la hipófisis.

Dichas hormonas son transportadas vía de los axones nerviosos en forma de pequeños gránulos hacia la neurohipófisis, donde se acumulan según las necesidades de la circulación sanguínea.

Según Holy 1984, estas dos hormonas se pueden liberar a la circulación sanguínea de manera inmediata solo en pequeñas cantidades, no más del 10% del contenido, existiendo siempre una reserva potencial.

Estas dos hormonas están formadas por ocho aminoácidos y la oxitocina influye sobre la musculatura lisa del útero y luego también sobre las células mioepiteliales de la ubre, relacionadas con la producción de leche. Desde hace ya mucho tiempo, (21-23) comprobaron que la presencia del toro aumenta en la vaca en celo, no únicamente la motilidad del útero, sino que aproxima el momento de la ovulación.

Posteriormente, en diversos estudios, comprobaron que la oxitocina de origen hipotalámico, inyectada en vacas y novillonas tiene una influencia negativa sobre el cuerpo lúteo. Inyectada al inicio del celo, en dosis de 50 U.I. sc acelera la ovulación. Al mismo tiempo se comprobó que estas dosis son inhibidas en su acción, si se inyectan con atropina. Además, la dosis anterior puesta en el día del celo y los primeros seis días del ciclo estral, provocó la aparición del nuevo celo después de dos a ocho días de la última aplicación, como promedio el ciclo duró de 10-11 días. Parece probable que la abreviación de los periodos está provocada por la inhibición de la actividad luteotrófica, disminuyéndose la función morfocinética del cuerpo amarillo. (28,29)

Es posible suponer también que la dosis de oxitocina potencializa el factor luteolítico del endometrio, reduciéndose la vida funcional del cuerpo amarillo con la consecuente disminución de la secreción de progesterona y la aparición precoz del nuevo ciclo estral. En relación con dichos experimentos, se vio que los cuerpos amarillos nunca alcanzan el tamaño normal y la mayoría de ellos se encuentran quísticos. El estudio histológico se demostró que eran muy pobres en células luteínicas.

Hormonas del ovario y su aprovechamiento en la reproducción dirigida hacia los métodos de sincronización de celos.(17,19)

La actividad de los ovarios depende completamente de la función de los órganos superiores, sobre todo de la actividad de la hipófisis y del hipotálamo. El ovario, por un lado cumple su función gametogénica produciendo los óvulos, por otro lado, la función endócrina el cual condiciona el proceso de la función uterina, cumpliendo su función de incubadora biológica garantizando el desarrollo fetal. La función incretoria ovárica esta representada por la producción de tres sustancias hormonales, de las cuales dos son esteroides (estrógenos y progesterona) y la otra es la relaxina, que tiene la estructura de los polipéptidos, además produce otros esteroides, andrógenos y corticosteroides.

Es muy posible que los estrógenos sean segregados por la teca interna y las células de la granulosa, luego por difusión penetran en la sangre y líquido folicular, que es más o menos activo estrogénicamente. En la vaca, así como otros mamíferos, existen varios tipos de estrógenos, los más conocidos son: estradiol, 17 beta-estrón estriol, 16 apiestrol, 16 hidroxiestriol, equilina, equilenina, hipulina. La mayoría de estos compuestos son de muy baja actividad, (21,22).

Estos estrógenos tienen un carácter esteroidal, formado de tres anillos con seis carbonos cada uno (A,B,C) y un pentanillo que se señala como D. Esta molécula se denomina Esterán o Gonán y se deriva del ciclo pentanoperhidrofenantreno. Si se encuentran en el anillo A tres dobles enlaces, se desarrolla el anillo aromático y esta configuración junto con un grupo fenólico es típica para los estrógenos.

Esta es la base de la diferencia con los estrógenos procedentes de las hierbas o fitoestrógenos, representados por la genisteína, genistina y el cumestrol presentes en muchas plantas leguminosas. Los estrógenos, como otros compuestos esteroides, se eliminan a través de la orina, las heces ó se desactivan biológicamente y no se almacenan.(20)

La liberación de los estrógenos del folículo se produce bajo control del hipotálamo y de las gonadotropinas hipofisarias. La influencia de ellos en los órganos periféricos se conoce desde hace tiempo, no solo influyen en los órganos sexuales secundarios, sino que además en los órganos tubulares, que antecede a la fase progestativa necesaria para la nidación del óvulo fecundado, además de los cambios en el parénquima de la ubre, influyen también en la libido aumentándola durante el celo.(20,4,23)

Actúan también en el crecimiento de los huesos intensificando el desarrollo de las apófisis, fomentan la retención del P, Na y Ca en el organismo, estimulan la formación de STH, lo que se aprovecha en forma práctica en la engorda de animales.

El segundo tipo de secreción ovárica son los progestágenos, representados por la progesterona del cuerpo lúteo funcional. Sin embargo, ahora es claro que la función ovárica está regulada no solamente por las hormonas que el mismo produce, sino por la influencia directa del sistema hipotalámico neural, que provee un control muy fino minuto a minuto, pudiendo además participar en la inhibición de la función ovárica. (4,27)

La progesterona actúa de manera sinérgica con los estrógenos en varias funciones reproductivas que incluyen el crecimiento del epitelio glandular del útero y glándula mamaria. Inhibe las contracciones uterinas y estimula las glándulas endometriales para la producción de leche uterina o histrofe, sustancia que permite la nutrición del embrión antes de su implantación, es también determinante para la manutención de la gestación, cuando se requieren de niveles altos. Esta última condición es utilizada como prueba precoz de diagnóstico de gestación.(17)

Debido a que el ovario está inervado tanto por nervios adrenérgicos como por peptidérgicos, entonces desarrolla un control de ambos tipos de sustancias, siendo sumamente sensible a cantidades pequeñas de norepinefrina, conteniendo una población bien definida de receptores adrenérgicos del tipo 2.

La norepinefrina (NE), la dopamina (DA), la serotonina (también conocida como 5- hidroxitriptamina 5-HT) y recientemente el NPY, un péptido de 36 aminoácidos, son los cuatro neurotransmisores que se relacionan con la ovulación. (30)

En los últimos ocho años la evidencia experimental indica que el NPY está ampliamente distribuido en el tejido neural y está involucrado en funciones del hipotálamo. Las infusiones exógenas de NPY también conducen a que se libere GnRH, al menos en la coneja, sin que se mencionen razones importantes por las que no pueda suceder de esa manera en la vaca (34,23).

3.4. Formación y activación del cuerpo lúteo.

Durante el ciclo estral de la vaca solo una generación de cuerpos lúteos (CL) está presente en el ovario inmediatamente después de un ciclo precedente, sin embargo, menciona que pueden existir uno o más generaciones de cuerpos lúteos. (17,12),

Además, parece ser que las células del CL tienen dos orígenes, basados sobre observaciones anatómicas e histoquímicas, (19), describió que el CL se origina de la granulosa y de células tecales del folículo preovulatorio. En el diestro el CL alcanza su máximo tamaño, el cual se mantiene a través del metaestro del siguiente ciclo estrual.

Es en el diestro de este segundo ciclo en que el cuerpo lúteo (CL) regresa abruptamente (12). La regresión coincide con una estrechez de los vasos sanguíneos, dando una apariencia de infiltración leucocitaria, incrementando el contenido de 20 -hidroxiesteroide deshidrogenasa (12). Cada CL si está presente en un animal que no se ha apareado es referido como CL no funcional, es decir no secreta suficiente progesterona para provocar una reacción química inducida por un mecanismo traumático del endometrio uterino.

Sin embargo, estos CL no son completamente “no funcionales”, desde que la progesterona se secreta el CL del metaestro hasta el diestro; secretando además, cantidades representativas de otro progestágeno, 20 - hidroxiprogesterona.

Por el contrario, si el animal es apareado (aún con machos infértiles) el útero se estimula para secretar cantidades suficientes de luteotropina para permitir que el CL se mantenga y persista por un número de días para dar paso a una fase lútea típica de los mamíferos (12). Si el apareamiento es fértil, esta fase lútea permanece por todo el periodo de la preñez.

3.5. Las inhibinas y activinas.

Las secreciones ováricas de inhibinas y activinas durante el ciclo estral han recibido considerable atención en los últimos cinco años. Primero se aislaron a partir de los fluidos gonadales debido a sus efectos sobre la producción de la hormona folículo estimulante (FSH) por la pituitaria. El término inhibina fue usado hace 60 años (24). para describir un extracto gonadal, no esteroide y soluble en agua, que sería capaz de inhibir la respuesta de la pituitaria a la castración. Aunque fue McCullagh quien en los años 30's capitaneó este concepto, sus seguidores no comprobaron su existencia (36).

Con el desarrollo de las técnicas de estudios in vivo e in vitro por radioinmunoensayo, es que se han estudiado los extractos gonadotrópicos y el fluido folicular, quizá son quienes más han trabajado para aislar estos compuestos a partir de los fluidos foliculares y han realizado revisiones exhaustivas al respecto.(36,18)

En 1985 cuatro grupos de investigadores reportaron el aislamiento, estructura y análisis de secuencias parciales a partir de fluidos de granulosa procedentes de bovinos y porcinos. Estos compuestos, primero se identificaron como dos subunidades, unidas por un enlace doble de “disulfide”. Robertson,(33), aisló

de fluido folicular de bovinos una proteína 58-kDa que representa un complejo de 44-kD subunidades y una subunidad 14-kD.

Los otros tres grupos, (Miyamoto et al 1985 (25) purificaron proteínas de aproximadamente 32 kDa, compuestas de 18-kD subunidades y 14- kD subunidades procedentes de líquido folicular de porcinos. De estas cadenas se han realizado copias de cDNA y elaborado bibliotecas con las cuales se ha podido aislar a partir de folículos de bovinos una proteína 44-kDa formada de manera muy similar a la definida en porcinos. Ahora se conoce (Vale, et al 1994), que el ovario y otros tejidos producen una variedad de formas de subunidades.

Hay dos tipos de subunidades precursoras que generan A y B proteínas de 116 y 115 aminoácidos, llamadas inhibinas A y las inhibinas B respectivamente. Todas las activinas son biológicamente activas para estimular la secreción de hormona folículo estimulante (FSH) por la pituitaria.

Las relaciones estructurales entre inhibinas y activinas han demostrado un poderoso mecanismo para la generación de una diversidad de signos de genes con efectos epistáticos en muchos tejidos. Las inhibinas y activinas, están relacionadas con la superfamilia de factores de crecimiento (TGF) localizados en la mayoría de los mamíferos.(17,18)

3.6. Folistatina

Se han purificado y caracterizado otras fracciones que podrían modular la secreción de hormona folículo estimulante (FSH) de los líquidos foliculares y se encontró que tienen una proteína de 315 aminoácidos, con peso molecular que varía de 32 kDa a 43 kDa, dependiendo del grado de glicosilación. (33)

Estas proteínas reciben el nombre de folistatinas, pueden inhibir la secreción de la hormona folículo estimulante (FSH). Ha propuesto que las moléculas de folistatina poseen dos subunidades de activinas. (36)

Ilustración 1 Origen y función principal y estructura química de las hormonas involucradas en la reproducción bovina. (34)

Nombre	Origen	Función Principal	Estructura química
Melatonina	Glándula Pineal	Indicador de la duración del día y de la noche	Indolamina
GnRH	Hipotálamo	Estimula la liberación de FSH y LH por la Hipófisis	Péptido 10 aminoácidos
FSH	Hipófisis anterior	Hembra : Estimula el desarrollo y maduración de los folículos Macho: Estimula la espermatogénesis	Glicoproteína > 200 aminoácidos
LH	Hipófisis anterior	Hembra : Estimula la maduración de los folículos, induce la ovulación y formación y mantenimiento del cuerpo lúteo en el ovario Macho : Estimula la producción de testosterona	Glicoproteína > 200 aminoácidos
Oxitocina	Hipófisis posterior Cuerpo Lúteo	Bajada leche , Aumento peristaltismo musculatura lisa reproductiva generadora de Prostaglandina	Polipéptido de nueve aminoácidos
Estrógenos 17 b Estradiol	Ovario : granulosa del folículo	Induce el comportamiento de celo estimula la descarga pre ovulatoria de LH	Esteroides
Inhibina	Hembra : Ovario Granulosa Macho : Testículo Células de Sertoli	Inhibe la descarga hipofisiaria de FSH Efecto de retro alimentación	Péptido
Progesterona	Ovario Cuerpo Lúteo	Prepara al Endometrio para la anidación de un embrión, mantiene la gestación, disminuye la liberación de GnRH y por ello impide nuevas ovulaciones	Esteroides
Prostaglandinas PGF2 α	Útero	Regresión del cuerpo lúteo	Ácido Liposoluble
HCG	Corion de la placenta humana	Imita acción de LH	Sincitiotrofoblasto
PMSG	Capas endometrio en yeguas de 40 a 150 días de preñez	Imita acción GnRH, LH y FSH	Sincitiotrofoblasto

Prolactina PRL	Adenohipofisis	Estimula lactancia, mantiene cuerpo lúteo	Polipéptido
-------------------	----------------	--	-------------

4. CICLO ESTRAL

El ciclo estral de una hembra se suele definir como el intervalo entre dos ovulaciones y este varía entre de los 14 a 25 días para las hembras domésticas utilizadas en la producción animal tradicional como lo son: ovinos, porcinos y bovinos de carne y leche.

Este periodo de tiempo se suele subdividir en cuatro etapas proestro, estro metaestro y diestro. Sin embargo, si uno se limita a observar el comportamiento de las hembras solo podremos determinar dos etapas:

DIESTRO: Esta etapa de silencio sexual también llamada fase lutea, se caracteriza porque no hay manifestación particulares de comportamiento sexual, presencia de cuerpo lúteo activo en el ovario y altos tenores de progesterona (p4) plasmática circulante.

CELO O ESTRO: También llamada fase folicular, es la etapa de aceptación del macho y viene acompañada de una serie de características de comportamiento típicas para cada especie e incluso para cada raza. Presencia de folículos preovulatorios en el ovario y altos tenores de estrógenos (E2) en plasma.

Un factor importante a tener en cuenta es la variabilidad en la duración de estas etapas del ciclo estral ya que por ejemplo se dice tradicionalmente que el ciclo de la hembra bovina dura 21 días, pero en realidad existen vacas que ovulan cada 19 o 20 días y otras que ovulan cada 22 o 23 días lo que en promedio nos dan los 21 días. Esta variabilidad se debe principalmente al número de ondas foliculares que presenta cada hembra y suele variar con la raza o las distintas líneas familiares.

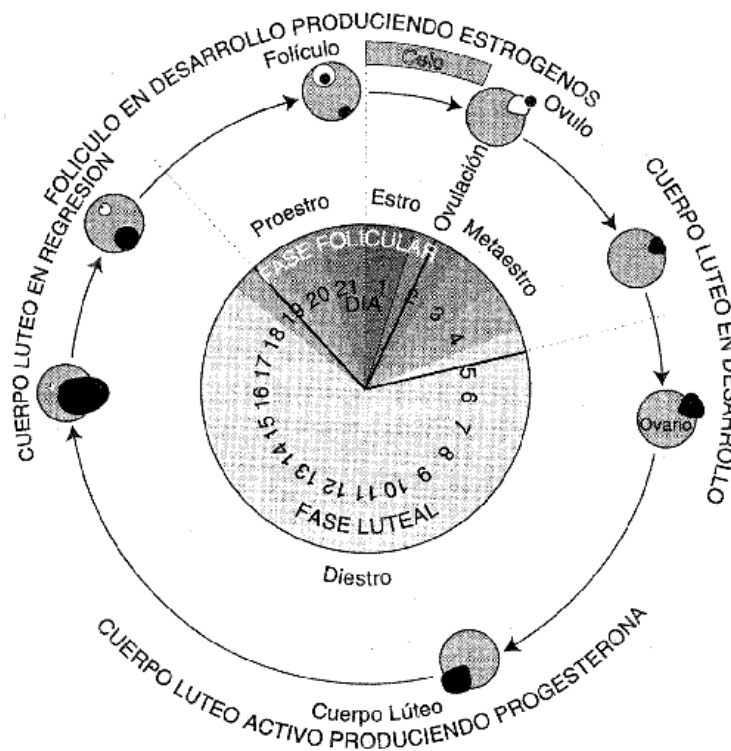
El estro o el celo suele estar asociado también con el fenómeno de la ovulación es de fundamental importancia para conocer o detectar a la hembra en celo de

manera eficiente y para ello a servicios y/o entrar en un programa de sincronización y así se podrá llevar acabo la monta o la inseminación artificial.

La hembra reproductora bovina se le considera como un animal poliestríco anual y presenta el celo regularmente cada 21 días, siempre y cuando no se encuentre gestante, los períodos del ciclo estral en la hembra son los siguientes: Proestro, Estro, Metaestro y Diestro

El ciclo estral puede dividirse en dos fases, la fase folicular y la fase lútea, la fase folicular del ciclo esta asociada con la secreción de FSH, LH y Prolactina de la glándula pituitaria, la FSH estimula el crecimiento del folículo la LH actúa sinérgicamente con la FSH, estimulando la secreción de estrógenos por el folículo los máximos niveles de LH y FSH secretadas en un estro son responsables de la ovulación, después de que la ovulación ocurre. (34,2,18,17,16)

Ilustración 2 Comportamiento ovárico durante el ciclo estral Bovino.



Las células granulares localizadas en la cavidad en la que el folículo creció, son transformadas en células lúteas las cuales producen progesterona, estas células se multiplican y agrandan y forman este cuerpo llamado cuerpo lúteo, la Prolactina y la LH actúan sinérgicamente para producir progesterona, el cuerpo lúteo crece y produce progesterona por aproximadamente 17 días, al finalizar este tiempo se detiene la producción de progesterona estos 17 días componen la fase lútea del ciclo.(34)

El ciclo reproductivo de la vaca consta de una serie de eventos que ocurren en un orden definitivo. La duración promedio del ciclo es de 21 días (rango de 17 a 24 días) y la finalidad es preparar el aparato reproductor para el estro y la ovulación.

4.1. Proestro

Este período es cuando el cuerpo lúteo entra en franca regresión y empieza a formarse un nuevo folículo, este dura de 2 a 3 días y se repite cada 21 días en ciclos regulares.

Este periodo es tras la regresión del CL de la fase anterior y anterior al estro, durante esta fase el folículo ovulatorio se va a desarrollar mas rápidamente, a causa de la disminución de concentración de progesterona (P4) y un aumento en la concentración de Gonadotropina, culminando en el crecimiento acelerado del folículo ovulatorio, con un incremento en las concentraciones de estrógenos (E2), durante esta fase varios folículos pueden desarrollarse, pero solo uno será el seleccionado para ovular (Folículo Primordial) este folículo estimulado por FSH y LH producirá E2.

4.2. Estro

Período en cual la hembra es receptiva al macho y acepta la copula, el período de celo es decir, el tiempo durante el cual la vaca acepta al toro es muy corto y por lo común no excede de + / - 16 a 36 horas, esto depender de la raza con la

que sé esta trabajando en las razas cebuinas dura + / - 12 a 14 horas, en la Holstein dura + / - de 30 a 36 horas.

Lo importante de determinar e identificar un celo radica en localizar el momento óptimo para llevar a cabo la monta o la I. A., la ovulación esta asociada con el estro y ocurre de 12 a 18 horas de iniciado y con un 85 % de fertilidad, se ha comprobado que aproximadamente el 60 % de las ovulaciones tienen lugar en el ovario derecho de la vaca

Esta fase dura tan sólo de 8 a 30 horas e incluye el periodo de receptividad sexual, así como el final de la duración del óvulo y del folículo, la producción continua de E2 por parte del folículo ocasiona un aumento en la secreción de LH y FSH de la glándula pituitaria (pulso pre ovulatorio), que a su vez estimulan la liberación máxima de E2 por parte del folículo, la alta concentración de E2 desencadena los cambios físicos y de comportamiento asociados con el estro, adicionalmente el E2 incrementa las condiciones del estro reproductivo que facilitan el transporte del espermatozoos hacia el óvulo, por lo tanto, durante el Proestro y el estro se completa el crecimiento y la maduración del folículo, el óvulo está listo para la ovulación y se completa el crecimiento y la maduración del folículo, el óvulo está listo para la ovulación y se presentan las condiciones de estro que la vaca sea inseminada

Trimenberg, investigador en reproducción, encontró que el estro duro como promedio 17.8 hrs en vacas lecheras y 15.3 en novillas, con distribución idéntica en el día y la noche, los animales cuyo primer estro aparece en la tarde, permanecían en celo dos a cuatro horas mas que aquellos en que se presentaron por la mañana (Estudio realizado en Europa). .(39,34)

4.3. Metaestro

Esta fase cubre los 3 y 4 días inmediatamente después del estro, el pulso en los niveles de hormona leutinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH) que se presentan durante el estro ocasiona la ruptura del folículo y la liberación del óvulo aproximadamente 30 hrs a partir del momento en que la vaca se deja montar, o 10 a 14 horas después de terminado el estro.

Inmediatamente después de la ovulación se produce una hemorragia, lo cual forma un coágulo que llena el espacio que ocupaba el líquido folicular, la estructura formada como consecuencia de estos cambios recibe el nombre de cuerpo hemorrágico, las células foliculares (granulosa y teca) cambian para formar el Cuerpo Lúteo e iniciar la biosíntesis de P4, durante este período se forma el cuerpo cicatrizal o cuerpo hemorrágico.

Una de las características más frecuentes de esta en el ganado bovino, es la presencia de un sangrado que ocurre en el útero un día después de la ovulación (50 a 70 horas después del inicio del estro) algo de esta sangre alcanza el exterior y puede verse en el moco que cuelga de la vulva, en la raíz de la cola o alrededor de los cuartos traseros en aproximadamente un 50 % de las hembras

4.4. Diestro

Después de 4 días se forma el cuerpo lúteo o amarillo, el cual en caso de que la vaca quedara gestante se mantiene durante la gestación y se le denomina cuerpo lúteo de gestación, en el caso de que no se llevara a cabo la gestación se le denomina cuerpo albicans o amarillo, la duración de esta fase puede durar un rango de 11 a 14 días.

El cuerpo lúteo es la estructura dominante durante esta fase, la cual es la más larga del ciclo estral. En los bovinos dura del día 5 al día 18 del ciclo, y en general no se observa ningún signo externo, esta es considerada la fase de recuperación de los órganos reproductivos, el cuerpo lúteo (CL) alcanza su tamaño máximo a los 8 y 10 días después de la ovulación tal crecimiento es paralelo a los aumentos en la concentración de P4 en la sangre, la concentración alcanza su punto máximo el día 10 y se mantiene elevada hasta los días 16 y 18 del ciclo, el crecimiento de folículos continúa durante esta fase, un folículo grande se desarrolla aproximadamente el día 12 después del estro, sin embargo este no ovula y gradualmente sufre una regresión.

Los días 16 y 18 del ciclo estral son críticos para el mantenimiento del cuerpo lúteo (CL), si la vaca no resulta gestante después del estro, el cuerpo lúteo (CL) sufre una regresión provocada por la secreción de prostaglandinas (Pgf2 α), interfiere en la síntesis de P4 y disminuye su concentración en la sangre, esto

permite que la FSH estimule el desarrollo del nuevo folículo en los próximos 3 a 4 días, conforme se madura el folículo, aumenta la concentración de estrógenos E2 y se repite el ciclo.

En cambio si la vaca resulta gestante, el cuerpo lúteo (CL) se mantiene y el nivel de P4 permanece elevado, inhibiendo la actividad cíclica, el cuerpo lúteo (CL) se mantiene y el nivel de P4 permanece elevado, inhibiendo la actividad cíclica, el cuerpo lúteo (CL) se mantiene debido a la retroalimentación positiva proveniente del feto, vía la secreción de Trofoblastina. (34,39,18)

NOTA: Varios autores mencionan que la duración promedio del ciclo es de 21 días, tomando un rango de (17 a 24 días).

5. SINRONIZACION DEL ESTRO Y OVULACIONES

Gran variedad de protocolos de sincronización a tiempo fijo nuevos han llegado a la industria lechera desde la aparición de Ovsynch a mediados de los 90s. La variedad de modificaciones al protocolo original de Ovsynch ha llevado a mucha confusión entre los productores y sus consultores reproductivos a cerca del “mejor” protocolo de inseminación a tiempo fijo para implementar tanto en bovinos de leche y carne. Ovsynch y Presynch, son protocolos de sincronización ampliamente difundidos. Los beneficios de cada uno de ellos se describen a continuación. (10,39,18).

La sincronización de la conducta del estro también ha sido usada para mejorar y eficientizar la reproducción y la inseminación artificial. Para ello se encuentran la sincronización de celos y la sincronización de ovulaciones. Los métodos hormonales de sincronización se basan en el efecto luteolítico de la prostaglandina F2 alfa (PGF2 α), el efecto lúteo de los progestágenos o el control folicular y lúteo con hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y prostaglandina F2 alfa (PGF2 α). Se pueden usar en conjunto con prácticas de manejo de la lactancia como el destete temporal o definitivo y la lactancia controlada. La sincronización estral con prostaglandina F2 alfa se basa en que esta destruye el cuerpo lúteo (CL). En el protocolo de 2 inyecciones, se inyectan todos los animales y se aplica una segunda dosis 11 - 14 días

después, procediendo a detectar celos e inseminar (am-pm). Este método supone el uso de dos dosis de prostaglandina F2 alfa (PGF2 α) por cada animal tratado.(18,39,1,8)

Una de la alternativa es la inyección de todos los animales inseminando los que se detecten en celo (am-pm) tras la inyección. Las hembras no detectadas en celo reciben una segunda inyección en 11 - 14 días y se someten a detección de celos e inseminación artificial (I. A.) reduciendo el número de dosis a 1.5. Una opción similar consiste en detectar celos durante 6 días e I. A., aplicando una dosis de prostaglandina F2 alfa (PGF2 α) a las vacas no vistas en celo en ese periodo. En este caso se requieren 0.7 dosis por animal. En la Figura 2 se muestran estas opciones.(39,1,37,38)

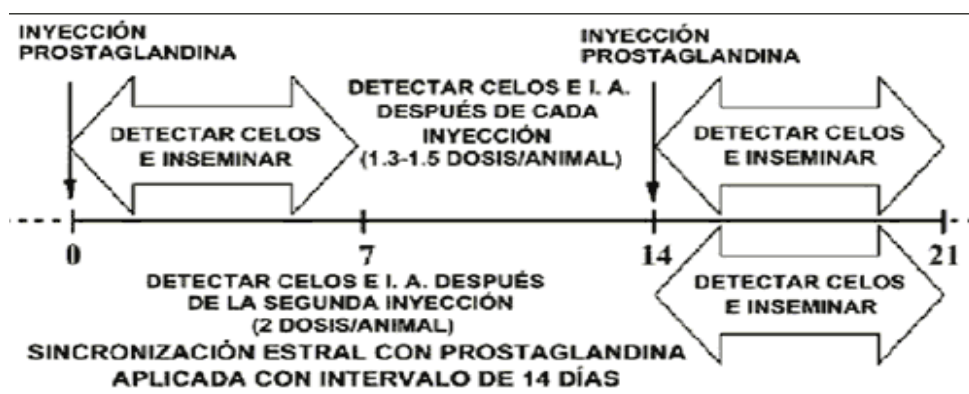


Ilustración 3. Sincronización estral con prostaglandina F2alfa.

Esta hormona esta disponible comercialmente y muchos estudios han demostrado que el uso de PGF2 α puede reducir el intervalo entre los ciclos estrales detectado y mejorar la eficiencia de detección de del estro. Sin embargo, la PGF2 α no regresa el cuerpo lúteo temprano (menos de 6 días después del estro); por lo tanto, dos inyecciones de PGF2 α administradas con diferencia de 14 días se requiere para sincronizar en forma efectiva el estro de vacas en lactancia.(9-15)

Se ha llegado a recomendar la inseminación artificial (I.A.) a tiempo fijo después de la última inyección de prostaglandina, pero generalmente se

obtiene baja fertilidad. La prostaglandina solo funciona en animales ciclando y con cuerpo lúteo (CL) y son abortivas en animales gestantes.

El empleo de progestágenos (progesterona o sus análogos) se fundamenta en la acción inhibitoria de la progesterona para la manifestación del celo. Al administrarlos en dispositivos vaginales (durante 7 días), implantes subcutáneos (9 días) o por vía oral (14 días) actúan como un cuerpo lúteo (CL) artificial y mientras ejercen su acción la vaca no manifiesta estro. Al retirarlos permiten la presentación del celo. En animales que están en anestro logran inducir el estro y en animales ciclando funcionan en cualquier etapa del ciclo estral. Se puede emplear la inseminación artificial (I.A.) a tiempo fijo después de terminar la administración del progestágeno, pero se obtiene mejor fertilidad si se insemina a celo detectado (am-pm).

En animales que probablemente estén en anestro y en vacas lecheras en producción se recomienda aplicar gonadotropina coriónica equina (eCG o PMSG) al momento de retirar el progestágeno para estimular una mejor respuesta al tratamiento. En las vacas lecheras se han observado mejores resultados si se aplica una dosis de prostaglandina 1 ó 2 días antes de suspender el progestágeno (ver Cuadro 2 y Figura 3).

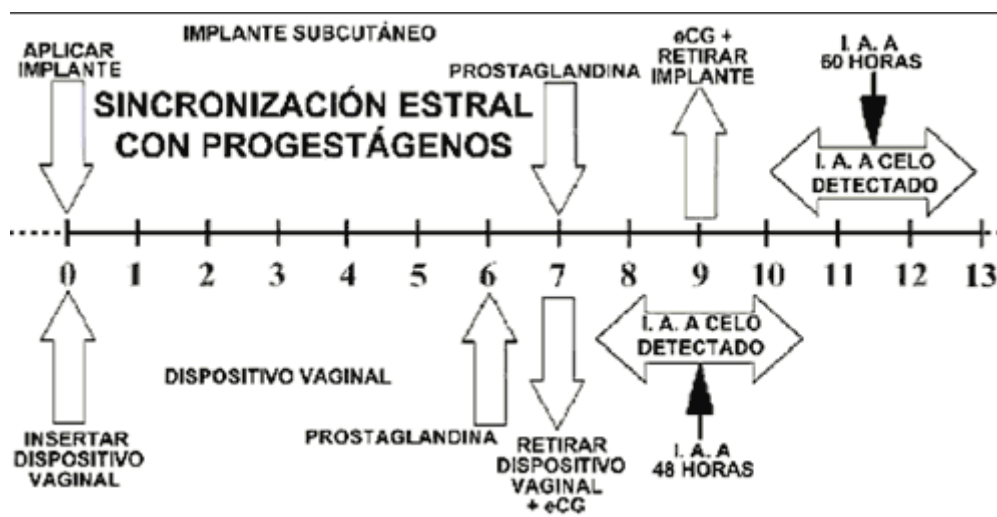


Ilustración 4 Sincronización estral con progestágenos vía subcutánea y vaginal.

El progestágeno aplicado vía oral es el acetato de melengestrol (MGA) usado en esponjas vaginales para sincronizar ovejas. En bovinos su uso original vía oral es para suprimir el estro durante la engorda de hembras destinadas al sacrificio. Para sincronizar celos se da con 2 kg de concentrado en dosis de 0.5 mg/cabeza/día por 14 días. El celo se presenta 3 - 5 días después de suspenderlo, pero no se recomienda inseminar pues hay muy baja fertilidad en este calor. Se aplica prostaglandina F2 alfa 17 - 19 días después de la supresión del MGA, habiendo celo 5 - 7 días después y se insemina a calor detectado (am-pm). El éxito depende del consumo apropiado de la dosis, detección de celos, manejo y condición corporal, pudiendo tener 50 - 70% de gestación. (9-15,39,40,1)



Ilustración 5 Sincronización de celos con MGA y prostaglandina.

Los esquemas de sincronización de ovulaciones han sido desarrollados para resolver el problema de escasa manifestación del celo en época de estrés calórico y han dado buenos resultados en hatos con mala detección de calores. El protocolo básico, del que se han desprendido muchas variantes, consiste en la aplicación de GnRH, seguida 7 días después por prostaglandina F2 alfa y 2 - 3 días después se realiza la I.A. a tiempo fijo o a celo detectado (am-pm), con o sin una nueva inyección de GnRH.(40,39)

El fundamento fisiológico de estos tratamientos son las olas de crecimiento de grupos foliculares a lo largo del ciclo estral, en las que crecen rápido muchos

folículos chicos y uno de ellos crece más (hasta 12 - 15 mm de diámetro) y secreta estrógenos e inhibina, los cuales provocan la reducción de secreción hipofisiaria de FSH y la consecuente atresia de los otros folículos que venían creciendo, por lo cual a este se le llama "folículo dominante". Si este folículo alcanza la dominancia en presencia de un CL activo sufre también atresia y da paso a una nueva ola, cuyo folículo dominante llegará a ovular si el CL ya no es funcional. Por lo general se presentan 2 ó 3 olas foliculares en cada ciclo estral.

Al destruir el CL con la prostaglandina el folículo dominante que esté presente en ese momento puede ovular. Al usar únicamente prostaglandina para sincronizar celos el estadio de desarrollo folicular al momento de aplicarla afecta el intervalo al estro. Si el folículo dominante está en crecimiento el celo se presentará en 2 - 3 días, pero si ya terminó su maduración o está en proceso de atresia el calor tardará 4 - 6 días en manifestarse.(3,7,8,11)

La inyección de GnRH al inicio del tratamiento provoca un "pico" de LH que hace que el folículo dominante ovule o se luteinize y en 2 - 3 días inicia el crecimiento de una nueva ola folicular "sincronizada". El CL o el folículo luteinizado podrá ser destruido en 7 días al aplicar la prostaglandina y el resultado es una mejor sincronización del celo y de la ovulación, con lo que resulta factible la I.A. a tiempo fijo con mejor fertilidad. A veces la GnRH no luteiniza suficientemente el folículo (5 - 10% de las vacas) y se presenta el estro antes del día 6 ó 7, en cuyo caso se hace la I.A. (am-pm) y se suspende el tratamiento. Estos tratamientos son menos efectivos en vaquillas, aunque funcionan bien si se sustituye la GnRH con gonadotropina coriónica humana (hCG).(40)

Existen varios protocolos de sincronización de estros y ovulaciones con GnRH y prostaglandina. Uno de ellos es el Ovsynch (abreviatura de Ovulation Synchronization), que es muy usado en bovinos lecheros para inseminar a tiempo fijo sin detectar celos. El esquema es: GnRH - (7 días) - PGF2 alfa - (2 días) - GnRH - (8 - 18 horas) - I.A. (ver Figura 5). La segunda GnRH provocará la ovulación del folículo dominante sincronizado. En general se obtiene 30 - 40% de gestación contra 25% si hay 50% de detección de celos y 50% de

fertilidad. Con este método hay 100% de vacas inseminadas, que con 40% de fertilidad nos da 40% de gestación sin detección de estros. La fertilidad mejora si se hace una "presincronización" (Presynch) para tener a las vacas en fase lútea temprana al iniciar el Ovsynch: PGF2 alfa - (14 días) - PGF2 alfa - (12 - 14 días) - Ovsynch (ver Figura 12). Hasta un 20% de las vacas puede presentar celo los días 6 - 9 del Ovsynch, se inseminan (am-pm) y se suspende el tratamiento.(40,14)

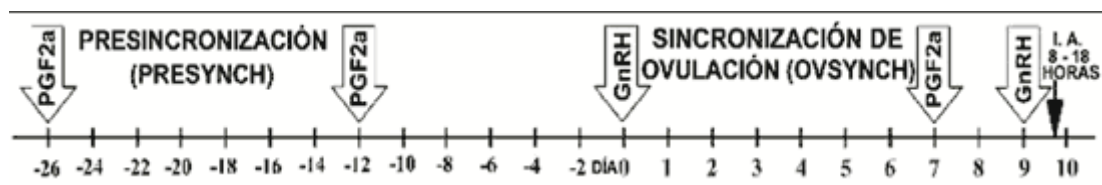


Ilustración 6. Protocolos de Presincronización y Sincronización de Ovulación

A fin de simplificar un poco el Ovsynch se desarrolló el protocolo Cosynch (Coordinated Synchronization), en el que se reduce de 4 a 3 el número de veces que se maneja el ganado al realizar la inseminación al mismo tiempo que se aplica la segunda GnRH: GnRH - (7 días) - PGF2 alfa - (2 días) - GnRH + I.A. (ver Figura 6). Se usa más en ganado productor de carne, aunque se puede emplear en ganado lechero, con o sin presincronización. Los resultados son similares al Ovsynch, siendo posible obtener 40 - 45% de gestación en ganado de carne. En Ovsynch y Cosynch la fertilidad es mejor con I.A. a calor detectado (am-pm).(39,14,5)

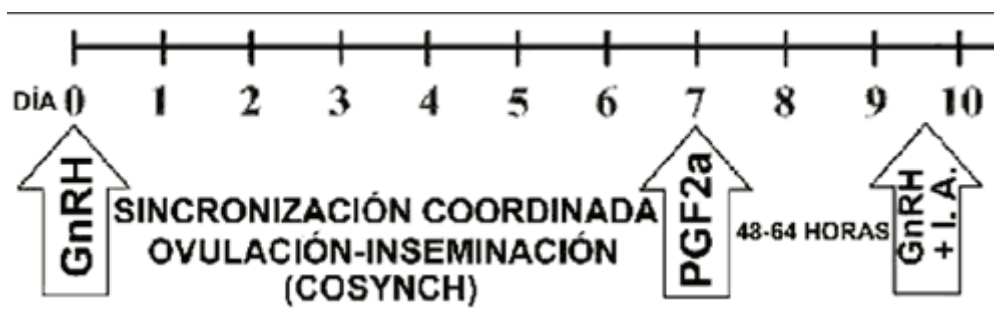


Ilustración 7 Sincronización coordinada de ovulación e inseminación artificial

El método Selectsynch (Selective Synchronization) se desarrolló con base en los resultados obtenidos al inseminar a calor detectado las vacas sometidas a los tratamientos anteriores. El protocolo es: GnRH - (7 días) - PGF2 alfa - I.A. al calor detectado (am-pm). La observación para detección de celos se hace desde 24 - 48 horas antes de la prostaglandina y se continúa por 5 - 7 días. Si hay estro antes de la prostaglandina se debe suspender el tratamiento e inseminar (am-pm). Como algunas hembras no manifiestan el celo después del tratamiento la alternativa para estos casos es la de detectar celos hasta 48 - 60 horas después de la PGF2 alfa, inseminar las que manifiesten celo y las que no lo hicieron se inseminan a las 60 - 72 horas aplicándoles GnRH al momento de la I. A., convirtiendo el tratamiento en un Cosynch con unas horas más entre la prostaglandina y el servicio. En la Figura 7 se presentan las dos alternativas de este método.

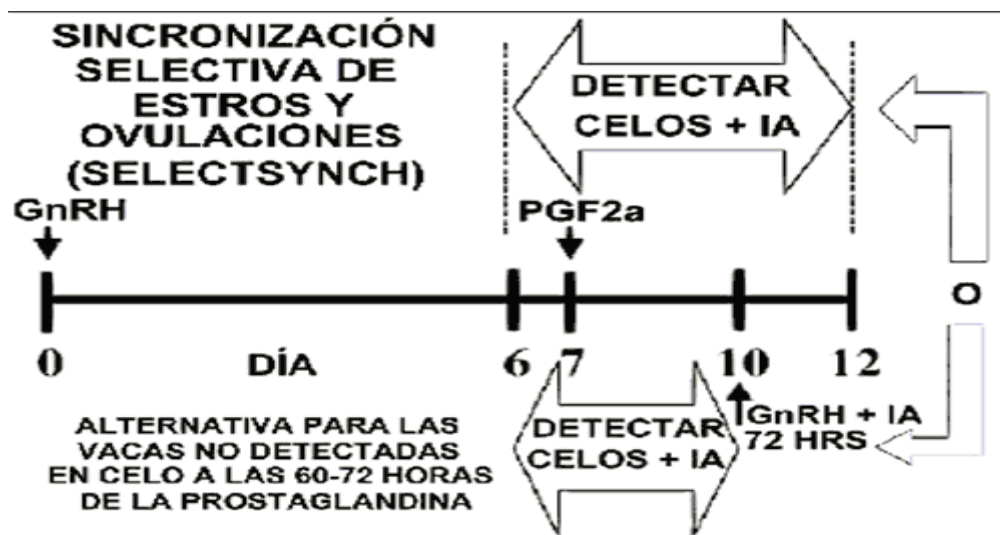


Ilustración 8. Sincronización Selectiva de Estros y Ovulaciones.

En el Cuadro nos muestran resultados obtenidos con las dos opciones de Selectsynch inseminando a celo detectado o con inseminación a tiempo fijo con o sin la aplicación de GnRH a la inseminación artificial (I.A). Los mejores resultados se obtuvieron con calor observado y después cuando se inseminó en forma fija a 72 horas.

Ilustración 9 Resultados obtenidos con diversas opciones de selectsynch

Opción de inseminación	Gestación
A celo detectado (am-pm)	61%
Fija a 72 horas con GnRH	54%
Fija a 72 horas sin GnRH	55%
Fija a 80 horas con GnRH	39%
Fija a 80 horas sin GnRH	47%

El Selectsynch es más sencillo y barato que Ovsynch y Cosynch, pues solo 30 - 40% de las vacas reciben la segunda inyección de GnRH, pero requiere detección de celos. La mayoría de las vacas muestran calor 2 - 4 días después de la prostaglandina. Con presentación de celos de 70 - 75% y fertilidad de 60 - 70% (mayor que en los otros métodos por el hecho de inseminar en un mejor momento) se obtiene 45 - 50% de gestación.

El Servicio Programado Modificado (Figura 8) es una variante de Presynch (solo se aplica una prostaglandina) combinado con Selectsynch (o Cosynch u Ovsynch). El protocolo consiste en: PGF2 alfa - (14 días) - Selectsynch, Ovsynch o Cosynch.(5,7,18,3)

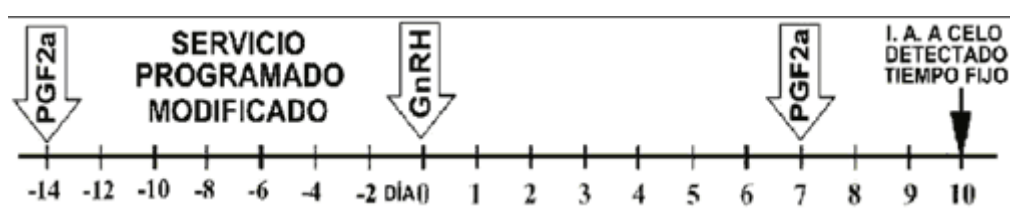


Ilustración 10 Servicio Programado Modificado.

Es factible el empleo de otros métodos combinados, como el uso de progestágenos con Ovsynch, Cosynch o Selectsynch. El protocolo en estos casos sería: Insertar dispositivo vaginal e inyección de GnRH - (7 días) - remover dispositivo e inyectar prostaglandina, continuando con el método respectivo de sincronización de ovulaciones.(40)

En el ganado bovino productor de carne se tienen los esquemas de MGA-Selectsynch, con el progestágeno a largo o corto plazo. El método de MGA largo plazo - Selectsynch (ver Figura 9) está recomendado para vacas con poco tiempo de paridas y consiste en: MGA por 14 días - (12 días) - selectsynch – inseminación artificial (I.A.) al calor, detectando celos durante 5 - 7 días después de la prostaglandina (opción 1) o I.A. a 72 - 80 horas a las no detectadas (opción 2). Con este tratamiento se resuelve el anestro y se induce el estro subfétil antes de iniciar el empadre. El MGA hace una presincronización para optimizar el Selectsynch. Con este método y buen manejo se obtiene 50 - 65% de gestación; con I.A. a tiempo fijo los resultados bajan un poco. No se recomienda inseminar si hay calor en los 10 días siguientes al retiro del acetato de melengestrol (MGA).(39,26,18)

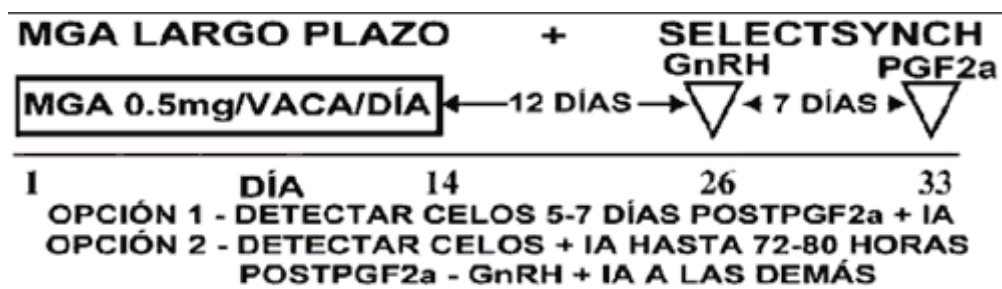


Ilustración 11 Sincronización Estral con MGA a Largo Plazo y Selectsynch

Una excelente opción para las vacas que parieron al final de la época de partos y no encajan en el protocolo de largo plazo es el MGA corto plazo - Selectsynch (ver Figura 10), que consiste en: Selectsynch (GnRH el día 0 y PGF2 alfa el día 7) y la aplicación simultánea de MGA desde el día 1 (día siguiente a la GnRH) hasta el día 6 (día anterior a la prostaglandina). Se resuelve el anestro y se evitan celos tempranos. Solo se detectan calores de las 24 a las 60 horas posteriores a la PGF2 alfa (PGF2α) y se inseminan (am-pm) las vacas detectadas. A las 60 - 72 horas se inseminan las no vistas en celo y se inyectan con GnRH. Puede bajar el porcentaje de vacas en celo pero el porcentaje total de gestación tiende a mejorar al aumentar la fertilidad de la Inseminación artificial (I.A.) fija a 60 - 72 horas. Se obtiene igual o mejor fertilidad que con solo Selectsynch pero con menos tiempo de detección de celos.(39, 5,1,40)



Ilustración 12 Sincronización estral con MGA a corto plazo con selectsynch

Otra buena opción para vacas que parieron tarde y no se adaptan al MGA a largo plazo o cuando no se puede dar MGA por alguna razón, es el Selectsynch Plus que consiste en: GnRH - (7 días) - selectsynch (ver Figura 11). El GnRH inicial da oportunidad de resolver el anestro y mejora la sincronía del desarrollo folicular, no evita los celos tempranos pero mejora hasta 15% la gestación al aumentar la fertilidad de las vacas inseminadas a 72 horas. (39,40,14)

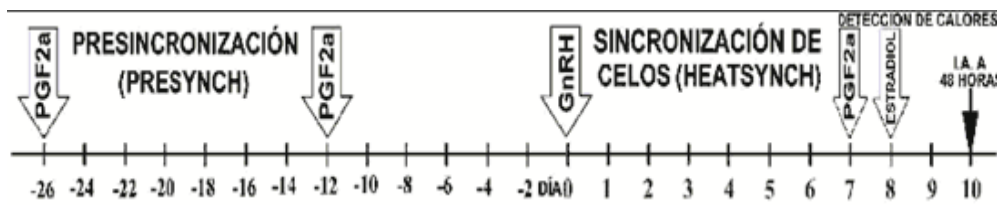


Ilustración 13 Método Heatsynch precedido de Presynch

Recientemente se ha desarrollado un nuevo esquema llamado Heatsynch (abreviatura de "sincronización de calores"), que es similar al Ovsynch pero se utiliza estradiol (1 mg) en vez de la segunda aplicación de GnRH. El esquema es: GnRH - (7 días) - PGF2 alfa - (1 día) - estradiol - (2 días) - I.A. (ver Figura 12). En el método Ovsynch la segunda GnRH estimula el pico de LH que provoca la ovulación; en condiciones fisiológicas la secreción de GnRH que va a causar el pico ovulatorio de LH se produce por retroalimentación del estradiol producido en el folículo dominante. La razón para utilizar el estradiol es que es mucho más barato que la GnRH, pero su efecto es más lento. Mientras que la GnRH provoca el pico de LH una hora después de su aplicación, el estradiol

tarda 40 horas en ejercer el mismo efecto, por lo cual se aplica solo 24 horas después de la prostaglandina y la inseminación se hace hasta 48 horas después de inyectarlo.(39,40, 8)



Ilustración 14 Uso conjunto de Sincronización Estral Hormonal (Ovsynch) y una práctica de Manejo de la Lactancia (Destete Temporal).

Como el estradiol por si mismo provoca la conducta de receptividad sexual hay mayor proporción de vacas que manifiestan celo que con Ovsynch. Si el celo se presenta antes de las 48 horas de aplicado el estradiol se procede a inseminar (am-pm). Se han logrado mejores porcentajes de gestación cuando el Heatsynch es precedido de Presynch. El Ovsynch es más efectivo en vacas con quistes y el Heatsynch en vacas con celo unos días antes del tratamiento.

La combinación de los métodos hormonales con el manejo de la lactancia en vacas productoras de carne que entran a empadre con cría mejora los resultados en los programas de sincronización de celos y ovulaciones. El anestro lactacional es de duración variable y depende de varios factores aparte del amamantamiento. El destete suprime este factor inhibitor de la ciclicidad estral y termina el anestro en caso de no haber otra causa.(8,11,3,1,5)

La causa del anestro lactacional es que el amamantamiento de la cría, además de estimular la liberación de oxitocina por la hipófisis posterior para la "bajada" de la leche y de prolactina por la hipófisis anterior, induce la secreción de endorfinas en el hipotálamo, las cuales inhiben la liberación de GnRH. Al no haber GnRH no se van a producir y liberar en cantidades suficientes y en el momento oportuno la FSH y la LH y por lo tanto no habrá en ovarios un efecto estimulante del crecimiento, diferenciación, maduración y ovulación del folículo.

Conforme crece el becerro empieza a ingerir otros alimentos aparte de la leche y ya no se amamanta tan frecuentemente. La disminución de la frecuencia de amamantamiento hace que se liberen menos endorfinas y paulatinamente se quita la inhibición que ejercen sobre el hipotálamo y se va liberando GnRH en pulsos cada vez más amplios y frecuentes, lo que hace que se liberen FSH y LH, que viajan al ovario y estimulan el proceso completo de foliculogénesis culminando con la ovulación, con lo que se reinicia la actividad ovárica posparto. Como el amamantamiento de la cría no es el único factor involucrado en el anestro lactacional, a veces el reinicio de actividad ovárica se da hasta el destete o después del mismo, en ocasiones bastante después debido principalmente a mala condición física de la vaca por deficiencias nutricionales, infestaciones parasitarias o enfermedades infecciosas o metabólicas. (8,1,3,2)

Existen varias prácticas de Manejo de la Lactancia que pueden usarse para sincronizar o inducir celos. El Destete Definitivo se hace tradicionalmente a los 7 - 8 meses de edad de la cría, lo cual resulta muy tardío para lograr la meta del intervalo entre partos de un año. Se ha usado el Destete Precoz a los 2 meses, que resulta muy efectivo para terminar con el anestro y gestar pronto a las vacas, pero es impráctico pues los becerros deben criarse artificialmente.

El Destete Temporal, que consiste en retirar la cría (con edad de por lo menos un mes) durante 2 - 4 días tras los cuales se regresa con la madre, es bastante efectivo y solo requiere atender a los becerros durante unos días. En la Figura se muestra la combinación del Ovsynch con Destete Temporal.(39,40,9,1)

Cuadro 3 se muestran los resultados comparativos de dos métodos hormonales y su combinación con Destete Temporal durante 48 horas.(39)

Ilustración 15 Comparación de métodos hormonales de sincronización de ovulación y sin destete temporal

Tratamiento	Gestación
Ovsynch	52%
Ovsynch+ destete 48 horas	62%
Cosynch	55%
Cosynch + destete 48 horas	63%

Los mejores resultados se obtienen cuando se usa la Lactancia Controlada, que es la restricción, desde el momento del nacimiento, del amamantamiento a solo unas horas diarias en vez de que la cría esté las 24 horas con su madre. La disminución consecuente de la frecuencia de amamantamiento es el factor determinante para que se reinicie pronto la actividad ovárica posparto y prácticamente no se presenta el anestro lactacional (siempre y cuando la vaca esté sana y en buena condición física).

La elección del método de sincronización de estros o de ovulaciones dependerá de las condiciones climáticas, de manejo, económicas y sanitarias particulares de cada explotación, a fin de aprovechar al máximo los beneficios de la sincronización estral y las múltiples ventajas que ofrece la inseminación artificial.(3,10)

Muchos estudios han mostrado que Ovsynch es una estrategia efectiva y económica para mejorar el desempeño reproductivo de vacas de alta producción. Los primeros estudios mostraron tasas de concepción similares para vacas en lactancia manejadas en confinamiento recibiendo Ovsynch ó vacas servidas a estro detectado. Sin embargo, varios estudios posteriores han reportado que Ovsynch resulta en menores tasas de concepción comparado con IA a estro detectado. (13,16,5).

6. CONCLUSION

En la revisión de literatura llevada a cabo en este trabajo se observó que en ganado lechero el sistema de sincronización de celo utilizado con mayor frecuencia es el Ovsynch y alguna de sus variables y el sistema de sincronización de celo que se va a utilizar va a ser definido por el criterio del Médico Veterinario de acuerdo a los resultados que se busque obtener.

La sincronización de celo en bovinos de carne se maneja de distinta manera existiendo para tal sincronización de otros sistemas con otro formato, como es el Selectsynch pudiendo ser utilizado también el programa Ovsynch y sus variables.

La utilización de uno u otro formato de sincronización de celos será el que el Médico Veterinario con base a su criterio seleccione.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. **Abad Zavaleta J** 2006 Benzoato de Estradiol en Vaquillas Sincronizadas con Prostaglandinas F2 α Arch. Zootec. 55 209 15-20.
2. **Alberio H, Ricardo**, 2003 Nuevas Biotecnologías Reproductivas. Aspectos Biológicos y Económicos Dpto., Prod Anim.
3. **Añez Gutiérrez Juan Carlos** 2005 Uso del Protocolo Ovsynch en el Control del Anestro Postparto en Vacas Mestizas de Doble Propósito. Revista Científica, vol. 15 (1), 7-13.
4. **Aguado, LI. Petrovic, SL. Ojeda, SR.**1982. Ovarian b-adrenergic receptors during the onset of puberty. Endocrinology, 110:1124-1132.
5. **Baez Cervantes Maria** 2005 Evaluación del Protocolo de Sincronización de Celo Presynch-Ovsynch para Disminuir variabilidad de Días en Leche a Primer Servicio en Vacas Holstein del Establo UAAAN.
6. **Ben-Jonathan, N. Porter, JC.** 1984. A sensitive radioenzymatic assay for dopamine and norepinephrine, epinephrine in plasma and tissues. Endocrinology, 98:1497-1507.
7. **Calleja Santiago** 2004 Control Farmacológico del Ciclo Estral Bovino: Bases Fisiológicas Protocolo y Resultados Med Vet 6 (24) 22-34

8. **Cesario G**, Butter H, 2005 Resincronización del Estro en Vaquillonas Después de un Tratamiento de Sincronización de Celo Con Prostaglandina F2 α , vol. 7 (27); 35-38.
9. **Fricke**, P.M. 2001. Entendiendo la Clave para una Reproducción Exitosa. Institute Babcock, Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison.
10. **Fricke**, P.M. 2001. Estrategias Agresivas de Manejo para Mejorar la Eficiencia Reproductiva. Institute Babcock, Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison.
11. **Fricke**, P.M. 2001. Manipulación de la Función Ovárica. Institute Babcock, Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison.
12. **Freeman**, ME. 1994. The Neuroendocrine Control of the Ovarian Cycle of the Rat. In: The Physiology of Reproduction. Sec. Ed. Raven Press. Vol 2 pp 613-658.
13. **Fricke**, P.M. 2003. Monitoreando la Reproducción. Institute Babcock, Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison.
14. **Fricke**, P.M. 2003. Presynch, Ovsynch: Protocolos Hormonales para Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (ITF). Institute Babcock, Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison.
15. **Fricke**, P.M., and Randy, D. 2001. Manejando Trastornos Reproductivos en Vacas Lecheras. Institute Babcock, Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison.

16. **Fricke**, P.M., and Randy, D. 2003. Nuevas Herramientas Para el Manejo Reproductivo de las Vaquillas Lecheras. Institute Babcock, Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison.
17. **Galina**, C. A.Saltiel, J. Valencia, J. Becerril, A. Calderon et al 1988. Reproducción de los Animales Domésticos. Ed. Limusa- México.
18. **Galina carlos**, Javier valencia, 2006 Reproducción de los animalesdomesticos, Segunda Edición, México,Editorial Limusa, 578 p.
19. **Greenwald**, GS. Rotchild, I.1968. Formation and mantenation of corpora lutea in laboratory animals. J of Anim Sci. 27: 139-162.
20. **Hafez**, ESE. 1974. Reproducción de los Animales de Granja. Ed. Acribia, España. Pp120
21. **Holy**, L.1983. Biología de la Reproducción Bovina. Ed. Diana, México.
22. **Knobil y Neill**. 1994. The Physiology of Reproduction. Second Edition, Raven Press. E.U. Vol 1 y 2,
23. **Levine, JE**. Ramirez, VD. 1982. Luteinizing hormone-releasing hormone release during the rat estrous cycle and after ovariectomy. Endocrinology 111:1439-1448.
24. **Martins**, T. Rocha, A.1930. Regulation of the hypothysis by the testicle and some problems of sexual dimanics. Endocrinology, 15:421-434.

25. **Miyamoto**, K. Hasegawa, Y. Fukuda, M. et al 1985. Isolation of porcine follicular fluid inhibin of 32K daltons. *Biochem Res* 126:220-226.
26. **Moriera**, F. 2001. Monitoreando la Reproducción desde la puerta de Entrada. Institute Babcock, Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison.
27. **Ojeda**, R. F. Heryk, F. Urbanski. 1994. Puberty in the rat. In: *The physiology of Reproduction*. Knobil y Neill, Raven Press. Pp 363-409.
28. **Pau**, **KYF**. Spiess, HG. 1986. Estrogen dependent effects on norepinephrine on hypothalamic gonadotropin releasing hormone. *Biol Repr.* 35:1009-1023.
29. **Ramirez**, VD. Feder, HH. Sawyer, CH. 1986. The role of brain catecholamines in regulation of LH secretion: in *Frontiers in Neuroendocrinology*, vol 8 Raven Press.
30. **Ramirez**, VD. Ramirez, AD. Slamet, W. Nduka, E. 1984. Functional characteristics of the LHRH pulse generator in conscious, unrestrained female rabbits: activation by norepinephrine (NE). *Endocrinology*: 118: 2331-2339.
31. **Ramirez**, Victor D. Lin SW. 1994. The Neuroendocrine Control of Rabbit Ovarian Cycle. In: *The Physiology of Reproduction*, Raven Press. Vol 2. Pp 585-612.
32. **Reeves**, JJ. 1980. Neuroendocrinology of reproduction. In: *Reproduction in farm animals*. ESE. Hafez, Ed. Lea, Philadelphia. 1980.

33. **Robertson**, DM. Foulds, LM. et al 1985. Isolation of inhibin from bovine follicular fluid, *Biochem Res* 133:120-127.

34. **Simón, Rodrigo M.V.Z** 2005 Curso de Inseminación Artificial Evaluado por la Academia de Reproducción Animal. UAAAN-UL

35. **Vale**, W. Hsueh, A. Rivier, C. Yu, J. 1990. The inhibin/activin family of hormones and growth factors. In: *Peptide growth factors and receptors*. New York, Springer-Verlag, 211-248.

36. **Vale**, W. Bilezikjian LM. Rivier, C. 1994. Reproductive and others roles of activins and inhibins. In: *The Physiology of Reproduction*. Sec Ed. Raven Press. Vol 2 pp 1861-1878.

37. **Walter La Torre** 2001 Metodos de Reproducción de los Dias Abiertos en bovinos lecheros *rev. inc. vet. Perú* 12 (2)179-184

38. **Wilfredo Huanca L.** 2001 Inseminacion Artificial a Tiempo Fijo en Vacas .*Lecheras Rev. Inv Perú* 12 (2)161-163

39. www.ivis.org/continuing-education/short-courses-reproduccion-bovine/aspron-es/references.asp

40. www.absmexico.com.mx