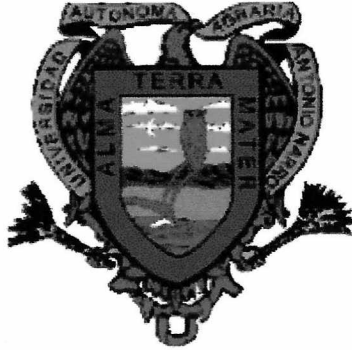


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

UNIDAD LAGUNA



DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO EN VACAS
LECHERAS**

POR:

ALEJANDRO LOPEZ FARIAS

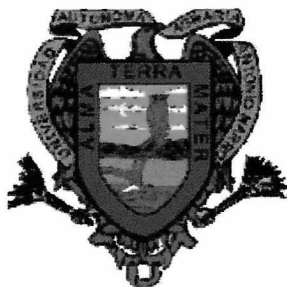
MONOGRAFIA

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO, MARZO, 2006

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**



**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
METODOS DE SINCRONIZACION DEL ESTRO EN VACAS
LECHERAS**

POR:

ALEJANDRO LOPEZ FARIAS

MONOGRAFIA

**MONOGRAFIA DEL C. ALEJANDRO LOPEZ FARIAS QUE SE
SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DE LOS ASESORES COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADO POR:

**MVZ. SILVESTRE MORENO ÁVALOS
ASESOR PRINCIPAL**

**MC. DAVID VILLARREAL REYES
VOCAL**

**MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO
VOCAL**

**MVZ. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA
COORDINACIÓN DE DIVISIÓN
DE CIENCIA ANIMAL**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**METODOS DE SINCRONIZACION DEL ESTRO EN VACAS
LECHERAS**

POR:

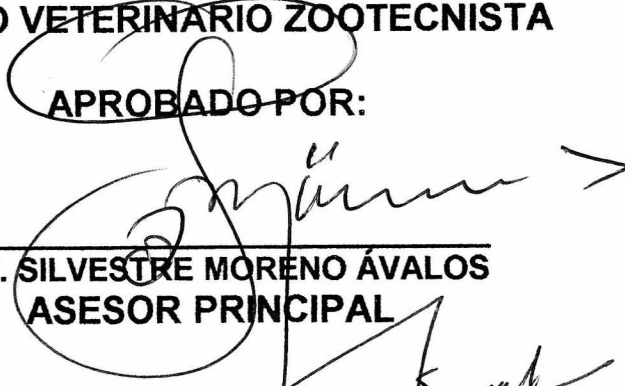
ALEJANDRO LOPEZ FARIAS

MONOGRAFIA

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADO POR:



MVZ. SILVESTRE MORENO ÁVALOS
ASESOR PRINCIPAL



MC. DAVID VILLARREAL REYES
VOCAL




MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO
VOCAL



MC. JORGE ITURBIDE RAMIREZ
VOCAL SUPLENTE



MVZ. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA
COORDINACIÓN DE DIVISIÓN
DE CIENCIA ANIMAL


Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal
UASAN - UE

AGRADECIMIENTOS

A DIOS. Por darme la dicha de vivir, estudiar, aprender y por sus bendiciones que me permitieron lograr lo que yo siempre anhele con esta hermosa carrera.

A MI ALMA TERRA MATER. Por haberme brindado la oportunidad de ser parte ella y por darme todas herramientas para ser un Medico Veterinario Zootecnista.

A MI ASESOR. El M. V. Z. Silvestre Moreno. Por su amistad y apoyo durante la elaboración de este trabajo por su tiempo y paciencia, gracias.

A TODOS LOS MAESTROS. Que influyeron en mi aprendizaje y me formaron como profesionista.

A MIS PADRES. Por depositar toda su confianza en mí, por apoyarme en los momentos mas importantes, gracias por su amor.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES.

Irma Farias, por darme la vida, por ser una excelente madre, por darme su amor y ternura todos los días, y por que estoy orgulloso de ser tu hijo. Mama, que Dios te bendiga.

Rafael López, por tu apoyo incondicional en las buenas y en las malas, por escucharme y darme tus valiosos consejos siempre que estuve lejos de casa. Eres el mejor padre, gracias por tu apoyo, comprensión y ayuda.

A MIS HERMANOS.

Ma. Luisa López, y Daniel A. López, por darme sus consejos y aliento para salir adelante cada día, gracias por su cariño y apoyo.

Y MUY ESPECIALMENTE.

Para **Eric Rafael López**, por haber tenido la dicha de tenerte como mi hermano, como mi gran amigo y mi confidente. Te tendré toda la vida en mi corazón. Gracias Fallo, por siempre estar a mi lado. Que Díos te bendiga y te tenga en su Santa Gloria.

A MIS TIOS.

Evaristo, Malena, Susana, Lourdes, y Ángel. Gracias por su apoyo y sus palabras que me impulsaron a salir adelante.

Y PRIMOS.

Irais, Ileana, Dante, Niza, Betza, y Luis A. Por apoyarme gracias.

A MI ABUELA.

Soledad, por todo su cariño y afecto gracias.

INDICE

Agradecimientos	I
Dedicatorias	II
Índice	III
Índice de figuras y cuadros	V
Introducción	1
Objetivo	2
Anatomía: Aparato reproductor de la hembra	3
Ovarios	3
Cuerpo lúteo	4
Oviductos	5
Útero	6
Cervix	8
Vagina	8
Vulva y Genitales externos	9
Endocrinología	9
GnRH	9
Hormona luteinizante (LH)	11
Hormona folículo estimulante (FSH)	12
Prostaglandina Pgf2 α	13
Progesterona P4	14
17 Beta Estradiol	15
Inhibina y Activitas	16
Oxitocina y Vasopresina	18
Ciclo Estral	19
Fase folicular	19
Fase Lútea	20
Proestro	22
Estro	23

Metaestro	25
Diestro	25
Técnicas para sincronizar el estro	27
Ovsynch	27
Presynch	28
Cosynch	30
Prostaglandina Pgf _{2α}	31
Acetato de Melengestrol (MGA) y Pgf _{2α}	33
Synchro Mate-B	34
CIRD-B Dispositiva Intravaginal	35
Conclusiones	37
Glosario	37
Bibliografía	39

FIGURAS

PÁGINAS

1. Ovario	3
2. Aparato Reproductor de la vaca	6
3. Disección. Aparato Reproductor	7

CUADROS

1. Hormonas reguladoras de la reproducción	10
2. Otras hormonas reguladoras de la reproducción	16
3. Cambios hormonales durante el ciclo estral	22
4. Fases de ciclo estral	24
5. Esquema del protocolo Ovsynch	27
6. Esquema del Protocolo Presynch	29
7. Esquema del protocolo Cosynch	30
8. Grupo hora 0 es equivalente a Cosynch	31
9. Esquema del protocolo con Prostaglandina ($\text{Pgf}_{2\alpha}$)	32
10. Esquema del protocolo con (MGA) y $\text{Pgf}_{2\alpha}$	33
11. Esquema del protocolo Synchro-Mate-B	34
12. Esquema de tratamiento con dispositivo intravaginal CIDR-B	35

INTRODUCCIÓN

El ciclo estral del ganado frecuentemente es modificado por las hormonas, lo que produce una variación en la sincronización, esto puede incrementar la posibilidad de que los animales sean inseminados artificialmente durante un periodo determinado lo que ayuda a mejorar la eficiencia reproductiva. Los tratamientos pueden relacionar el control de la enfermedad ya sea con el mejoramiento genético a través del uso de Inseminación Artificial (*I. A.*) o con la reducción del intervalo entre la parición y la concepción (Alberio, 1998).

La detección del estro en grandes o pequeñas hatos de vacas es posible con el control del ciclo estral, especialmente si hay vacas en anestro y si existen vacas paridas o amamantando. Cuando la conducta de monta es menos obvia e intermitente es difícil detectar el estro especialmente en grandes establos lecheros (Catalano, 2001).

Los objetivos de los métodos del control del ciclo estral variaran con relación al manejo de la crianza, debiera tomarse en cuenta que los tratamientos van en avance con respecto a este punto y han diseñado métodos para reducir el control del ciclo estral e identificar á esas áreas que requieren más estudio sobre todo en lo que respecta a las limitaciones de la efectividad y en la aplicación de los manejos de crianza (Alberio, 1998).

OBJETIVO:

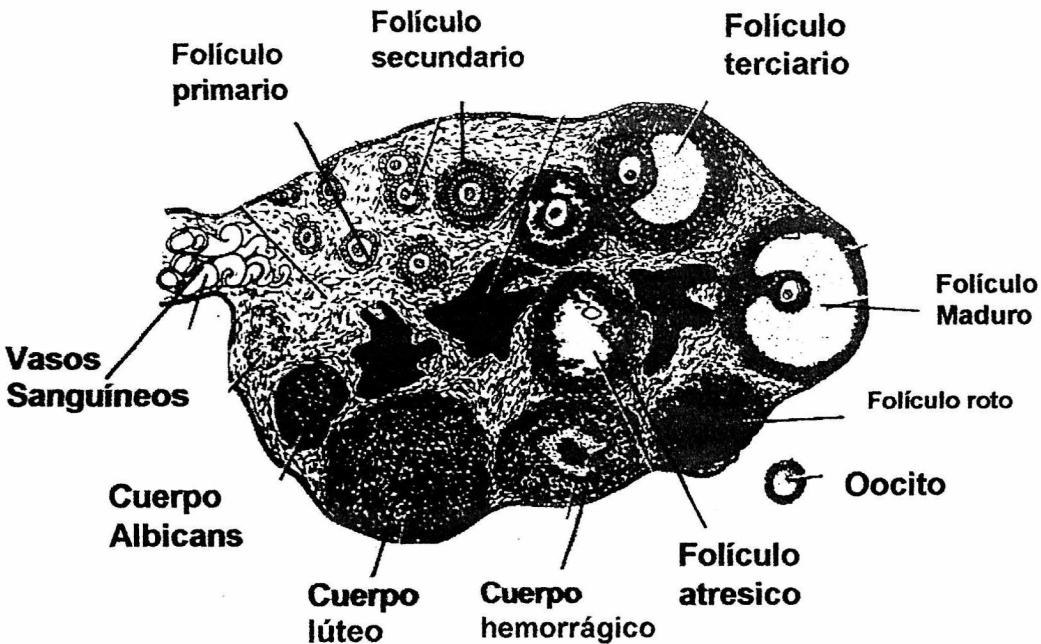
El objetivo de este trabajo es aportar información relacionada a la sincronización del estro en bovinos lecheros, esta revisión expone de un modo accesible una visión general de la regulación del ciclo estral, precisando los aspectos mas importantes de la sincronización, de modo tal que pueda comprenderse, con relativa facilidad, las variaciones que frecuentemente se observan en el comportamiento del ciclo de las hembras bovinas.

ANATOMÍA: APARATO REPRODUCTOR DE LA HEMBRA.

OVARIOS:

Los ovarios al igual que en otras especies, son los órganos esenciales en la reproducción de la hembra (figura 1) y puede decirse que son de doble naturaleza, endocrina y citógena, ya que a la vez elabora hormonas y produce óvulos de aproximadamente 2.5 cm. de diámetro y de 11 a 28 gr. de peso. En la vaca los ovarios son gónadas pares que están situadas respectivamente detrás del riñón de cada lado (figura 2) y están sueltos en la cavidad corporal a lo largo del cuerpo del útero, son de forma oval y de tamaño variable dependiendo del momento del ciclo estral en que se encuentre la vaca (J. Derivaux, 1982).

Figura 1. Ovario, mostrando la secuencia desde el origen, crecimiento y ovulación de folículos y formación y regresión del cuerpo lúteo.



Los ovarios (figura 2) se localizan generalmente en la pared lateral de la entrada de la pelvis a 40 a 45 cm. de la vulva esto varia con él numero de partos, al ser palpados, a través de la pared del recto, el ovario presenta una consistencia maciza por la gran cantidad de tejido conectivo que forma el estroma de la glándula, cada uno consiste en un racimo de pequeños folículos, dentro de cada folículo se encuentra una gran célula que es denominada óvulo u oocito rodeada de una simple capa de células foliculares, cada folículo contiene un óvulo que en teoría después de un tiempo podrá fecundar y se desarrollara hasta constituir un becerro. En cada período de celo (*ciclo estral*) un folículo se desarrolla con mas rapidez que otros, de modo que a su rotura únicamente sea expedido un óvulo, en tanto que el resto de los folículos involucionan y forman los llamados folículos atrésicos, es probable que no se liberen más de 100 folículos mediante la ovulación durante la vida reproductiva de una vaca. (Rodolfo, 2001).

CUERPO LÚTEO

El cuerpo lúteo (CL) es un tejido secretor de progesterona y oxitocina (figura 1) se desarrolla a partir de la cavidad folicular después de la ovulación. La progesterona (P4) es fundamental para el mantenimiento de la gestación después de la concepción y para la ciclicidad normal de la vaca (cada 21 días, aprox.). La progesterona actúa por retroalimentación negativa sobre el hipotálamo, inhibiendo la producción de GnRH, lo que evita que se produzcan nuevos ciclos de ovulación (González, 1998b).

El cuerpo lúteo está constituido por las células de la teca interna (pequeña y activa en la primera etapa de su desarrollo) son las encargadas en la producción de P4. Las células pequeñas son más sensibles a la acción de la LH pues posee una cantidad mayor de receptores biológicamente activos para esta hormona y la respuesta es mediada por el sistema (*adelinato ciclasa*) (Mateos, 2002).

Además por las células de la granulosa (grandes y activas en la segunda mitad de su desarrollo). Las células de la granulosa tienen menos receptores para la LH (la mayor cantidad de receptores son para la prostaglandina $F2\alpha$ ($PgF2\alpha$) y la prostaglandina E2 ($PgE2$), son las encargadas en la producción de la oxitocina lútea (Duchens, 1995).

Cuando el óvulo de la vaca no es fecundado, el endometrio (pared interna del útero) hacia el día 16 después de la ovulación, libera $PgF2\alpha$. Esta sustancia y la oxitocina son luteolíticas (rompen el cuerpo lúteo). De esta manera, disminuye la cantidad de progesterona en sangre, lo que permite que se desbloquee la producción de GnRH, a nivel hipotalámico, la GnRH, a su vez, estimula la producción de FSH, iniciándose de esta forma, el crecimiento del siguiente folículo ovárico, del que, al final, saldrá el óvulo (Stock, 1993).

OVIDUCTOS:

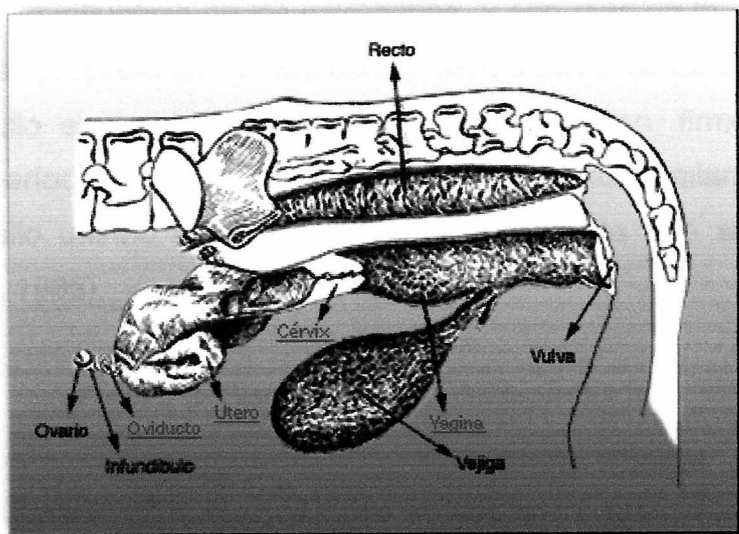
Los Oviductos o (trompas de falopio o salpinx) (figura 2) son dos, al igual que los ovarios y los cuernos, los oviductos son tan irregulares que cada uno mide de 10 a 12 cm. en su parte externa el oviducto se ensancha para formar una abertura en forma de túnel, la que se conoce con el nombre de infundíbulo. Los oviductos (figura 2) forman unos conductos sinuosos que, a cada lado conducen el óvulo desde el ovario respectivo al cuerno del útero, a la vez sirven como lugar natural donde será fecundado por el espermatozoide, las paredes del oviducto están cubiertas por una capa de revestimiento de un epitelio cilíndrico simple (*cilios*) que sirve para encausar el óvulo a la abertura abdominal de la trompa uterina, los cilios colaboran en hacer avanzar los óvulos y probablemente también a los espermatozoides (Donald, 1985).

Los oviductos constan de tres partes:

- 1.- Infundíbulo (figura 2): Su función es la captación del óvulo.
- 2.- Ampula: En esta parte es donde se lleva a cabo la fecundación.
- 3.- Istmo: Aquí se dan las primeras divisiones del óvulo fecundado (Donald, 1985).

La parte media del oviducto tiene gran importancia en la fertilidad, pues es ahí donde se efectúa la fecundación, en un corte transversal del oviducto presenta tres envolturas: una mucosa interior, una capa muscular formada por células ciliadas y finalmente una conjuntiva de la serosa externa, el epitelio de los oviductos sufre cambios asociados con la actividad de los ovarios (Johan, 1990).

Figura 2. Aparato reproductor de la vaca.



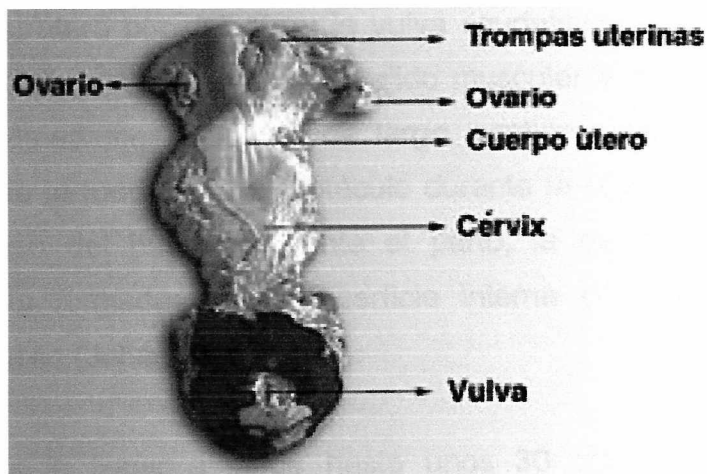
ÚTERO:

El útero consiste en dos cuernos donde desembocan los oviductos, de un cuerpo o corpus y de un cuello o cervix (figura 3), es la porción del conducto genital que retiene y nutre al embrión desde la fecundación hasta el parto, el útero consta de una parte principal o cuerpo, que se localiza después del cervix y de dos ramas o cuernos en su extremo anterior, en la vaca, el cuerpo del útero es relativamente

pequeño, de menos de cinco centímetros de largo, mientras que los cuernos son largos y grandes, a primera vista el cuerpo uterino de la vaca aparece relativamente mayor de lo que es en realidad, debido a que las partes caudales de los cuernos están unidas por el ligamento íntercornal. Los cuernos durante un corto tramo se extienden hacia adelante casi paralelos entre sí, después se abren en espiral hacia afuera, permanecen en su lugar gracias a una membrana fuerte y elástica que se conoce como ligamento ancho, que los conecta a las partes abdominales (Frandsen, 1995).

La pared del útero consta de tres capas, una capa serosa exterior, una capa muscular o miometrio y en el interior una capa epitelial o endometrio, durante el ciclo estrual en la vaca, se ha demostrado que las células musculares aumentan de tamaño bajo la influencia de los estrógenos y aún más de la progesterona, el cuello uterino, se proyecta en sentido caudal dentro de la cavidad de la vagina, en realidad el cuello es un robusto esfínter de músculo liso, firmemente cerrado excepto en el período de celo y en el acto del parto, en los rumiantes la superficie interna del cuello uterino esta estructurada por pliegues que se dibujan como anillos (Donald, 1985).

Figura 3. Disección. Aparato reproductor.



CERVIX:

También recibe el nombre de cuello de la matriz o cervix úteri (figura 3) y es la contracción del canal genital formado por un esfínter fibro - muscular que marca la separación o división de la matriz y la vagina, su anatomía es variada generalmente su interior esta dividido en anillos irregulares semi duros y con profundos dobleces. Durante el celo o estro y en el momento del parto, el cervix esta dilatado, pero por lo común se contrae para cerrar el útero, las secreciones producidas en el cuello son muy importantes durante la vida sexual de las vacas ya que son abundantes y fluidas durante el celo, y más gruesas y duras en medio del ciclo, es una estructura en forma de cono, el cual se proyecta hacia atrás en el extremo anterior de la vagina durante la gestación, en el cuello se forma un tapón cervical de secreción de moco muy grueso y duro, el cual evita la entrada de agentes infecciosos, cerrando por completo el lumen del cuello (figura 3) (Rodolfo, 2001).

VAGINA:

La vagina (figura 2) es la porción del conducto del parto situada en la cavidad de la pelvis entre el útero por delante y la vulva caudalmente, es un órgano tubular sumamente elástico con muy escaso tejido muscular y rico en tejido conjuntivo laxo, de aproximadamente 30 cm. de largo, contiene numerosas terminaciones nerviosas, tiene la función de receptáculo durante la cópula (monta o servicio) y permite el paso del becerro durante el parto, la mucosa vaginal carece de glándulas, esta formada en su superficie interna por unas células mucosas próximas al cuello (Johan, 1990).

La vagina puede llegar a medir hasta unos 30 cm. de largo y se localiza exactamente abajo del colon, en el bovino el saco vaginal no se presenta tan marcado como en la yegua. En la vaca existe un esfínter de anillos (*flor radiada*) cerca del cuello de la matriz y en la inseminación artificial, con él especulo se

distinguen con facilidad, y dificultan el paso del instrumento y en vaquillas se requiera el uso de instrumentos de muy poco diámetro, (Frandsen, 1995).

VULVA Y GENITALES EXTERNOS:

La vulva es la porción externa (figura 3) de los genitales de la hembra, extendidos desde la vagina hacia el exterior consta de dos labios que cierran el orificio, y una cámara interna localizada dentro de ellos que se conoce como la cavidad vulvar en esta se abre la uretra, conducto que proviene de la vejiga, la comisura ventral de la vulva abriga el clítoris, del mismo origen embrionario que el pene del macho, el clítoris esta provisto de dos raíces, un cuerpo y un glande formado por tejido eréctil cubierto de epitelio escamoso su desarrollo puede ser excesivo en vacas que nacen gemelas con un macho, las glándulas de Bartholino descargan una secreción líquida en el vestíbulo de la vulva (J. Derivaux, 1982).

ENDOCRINOLOGÍA:

GnRH:

Se le conoce como Gonadotropin Releasing Hormon. Factor de liberación de las Gonadotropinas hormona luteinizante (LH) y hormona folículo estimulante (FSH). (cuadro 1) por lo cual se le conoce como GnRH (Nalbandov. 1969).

La GnRH es un decapeptido (péptido de 10 aminoácidos), con un peso molecular de 1138 Daltons. (D`Occhio. 1989). Es producida en el hipotálamo (en la base del encéfalo) y transportada hasta la glándula pituitaria anterior (*Adenohipófisis*) (Ruckebusch. 1991), para modular la síntesis y secreción de LH y FSH por las células secretoras de la Adenohipófisis (D` Occhio. 1989).

La GnRH es secretada en pulsos discretos por la vía Sistema Porta-Hipofisiario, alcanza la Adenohipófisis y estos pulsos determinan la secreción típica de los

pulsos de gonadotropinas (LH y FSH) (Rivera.1993). Cuando los niveles de Estradiol son altos, el GnRH favorece la producción de la LH en lugar de la FSH. En contraste, altas concentraciones de progesterona y bajas de estrógenos apoyan una producción hipotalámica de GnRH dando prioridad a producir FSH (Ruckebusch. 1991).

Dosis de 100 g. de GnRH sintética producen en la vaca una respuesta equivalente a la descarga de LH que precede a la ovulación. Mientras que la LH liberada aumenta de forma lineal hasta una dosis de 1500 g. de GnRH, la descarga de FSH es creciente hasta 500g. de GnRH, dosis a la cual se obtiene la respuesta máxima. La vida media de GnRH es aproximadamente de 7 minutos (Shams, 1987).

La liberación tónica pulsátil, esta controlada por un mecanismo de retroalimentación (*feed-back*) negativa que ejercen las Hormonas FSH y LH que permiten el desarrollo total del o los folículos o la atresia de los mismos (Sumano. 1997).

Cuadro 1. Hormonas reguladoras de la reproducción

GLANDULA	HORMONA	FUNCION
Hipotálamo	GnRH.	Liberación de FSH y LH
Hipófisis anterior	FSH	Crecimiento del folículo ovárico Liberación de estrógenos
Hipófisis anterior	LH	Ovulación o Lúteolisis
Hipófisis posterior	Oxitocina	Parto / contracciones uterinas,
Ovario	Estrógenos	Características secundarias Mantención aparato reproductor

HORMONA LUTEINIZANTE (LH):

La LH se detecta en las células de la teca. Es una glucoproteína > 200 aminoácidos, sintetizada por las células basófilas de la hipófisis, su actividad biológica esta representada por la fracción proteica, y su vida media es de 35 minutos aproximadamente, es considerada la responsable de la maduración y la ovulación del folículo de Graaf y de la formación y el mantenimiento del cuerpo luteo (Cuadro.2) (Padrón, 1990).

Las concentraciones de LH son relativamente bajas durante la fase lútea del ciclo, pero una descarga de LH en forma de un gran pico preovulatorio se produce de 24 a 30 Hrs., antes de la ovulación y esta coincide aproximadamente con el comienzo del celo (Britt, 1988).

Cuando los pulsos de GnRH y LH son bajos provocan que los folículos no crezcan lo suficiente como para alcanzar el tamaño preovulatorio y que puedan producir concentraciones necesarias de estradiol para provocar un pico de LH y la ovulación (Cuadro 1) (Wiltbank, 2002).

La descarga preovulatoria de esta hormona está provocada por los niveles máximos de prostaglandina E₂ (PgE₂) un día antes del celo lo que da lugar a que en su inicio, inicie también la descarga de LH, la cual alcanza su valor máximo de 6-10 horas más tarde. Después de la onda preovulatoria, no se detectan pulsos de LH durante 6-12 horas (Duchens, 1995).

La atresia del folículo dominante que se desarrolla en presencia de un cuerpo lúteo (CL) es debida a la falta de LH suficiente para estimular la maduración final y la ovulación (Roche y Boland, 1991).

El folículo dominante presente en el momento de la luteólisis se ve influido por el aumento en la pulsatilidad de LH que se produce con la caída de los niveles de progesterona, con lo que llegará a ovular (Sunderland, 1994).

HORMONA FOLICULO ESTIMULANTE (FSH):

La hormona foliculo estimulante (FSH). Su función es el crecimiento folicular (Cuadro. 1), esta se produce en el lóbulo anterior de la hipófisis (Ling, 1990). Es una glicoproteína sintetizada por las células basófilas de la hipófisis anterior y su vida media en la sangre es aproximadamente de 5 horas (Walter, 1984).

La FSH desempeña un papel fundamental en el proceso de reclutamiento folicular, en tanto que niveles basales de esta hormona son suficientes para permitir el crecimiento de un grupo de folículos de 4-8 mm y luego el desarrollo de un folículo dominante. Este suprime el crecimiento (atresia) de los otros folículos medianos y grandes que lo acompañan. Un sistema de feed-back negativo clásico se establece entre el folículo dominante y la hipófisis, a través de la cual disminuyen los niveles periféricos de FSH, lo que bloquea el reclutamiento de nuevos folículos (Rivera, 1993).

En sentido general la FSH es el principal regulador de la Inhibina ya que estimula su producción en las células de la granulosa de folículos no atrésicos. Esta estimulación establece un mecanismo de feed-back negativo sobre la síntesis y liberación de FSH tanto en la hipófisis como en el hipotálamo (Ling, 1990).

La FSH se combina con los estrógenos para ejercer una acción mitogénica en las células granulosas y para estimular la proliferación de éstas, instaurándose un mecanismo de feed-back positivo. Los receptores de FSH se detectan en las células de la granulosa (Padrón, 1990).

La FSH es indispensable para la secreción de estrógenos (Cuadro 1) foliculares (Findlay, 1993), ya que estimula el crecimiento la mitosis y la completa diferenciación de las células de la granulosa de los folículos preovulatorios grandes. Cerca del 90 % del estradiol secretado por los ovarios se deriva de estos folículos estimulados con FSH (Denis y Gil, 1997).

La FSH es fundamental para el reclutamiento folicular, en tanto que los niveles basales de esta hormona son suficientes para permitir folículos de 4-8 mm y luego el desarrollo de un folículo dominante. Este suprime el crecimiento (atresia) de los otros folículos medianos y grandes que lo acompañan (Ireland, 1987).

PROSTAGLANDINA PgF₂ α:

La Prostaglandinas (PgF₂α) se origina en el útero su función principal es la regresión del CL (cuadro. 2) es un ácido liposoluble. Poco antes de la ovulación los niveles de PgF₂α y de PgE₂ aumentan notablemente, participando en la contracción ovárica y folicular por lo que se produce la expulsión del ovocito. En este momento participan también las enzimas que destruyen la cohesión de las fibras colágenas (Duchens, 1995).

Las prostaglandinas han revolucionado la reproducción desde que están disponibles en el mercado. Provocan la regresión del CL del ovario y también tienen acción directa sobre el músculo uterino. Es el sistema de sincronizar luteólisis más efectivo y económico que se encuentra en el mercado, permitiendo la inseminación artificial a celo detectado en un periodo de tiempo reducido (Duchens, 1995).

Se ha comprobado por varios investigadores que los bloqueadores de la producción de PgF₂α (indometacina y el ácido acetil salicílico) retardan o impiden la ovulación en este mismo sentido se ha citado a la adrenalina. Contrariamente, la cópula adelanta la ovulación varias horas, quizás esto se produzca por la descarga de oxitocina provocada por el reflejo cruzado de Ferguson, de modo que la oxitocina estimularía la producción de la cascada de la PgF₂α la cual aceleraría el proceso a causa de la contracción de la pared folicular (Duchens, 1995).

El progresivo incremento de la síntesis de $\text{PgF}_2\alpha$ origina así mismo una progresiva retracción del útero cuyas tracciones, fijándose en el cuello, desencadenan el parto (Lindell, 1980).

PROGESTERONA P4:

La progesterona P4 es producida por el CL los altos niveles circulantes de P4, disminuyen la frecuencias de pulsos de LH y causan la detención de las funciones metabólicas del folículo dominante (Stock, 1993).

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 (cuadro 2). Inhibe las contracciones uterinas y estimula las glándulas endometriales para la producción de leche uterina o histotrofe, 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 (Galina, 1988).

La secreción de la P4 por el CL suprime la acción de la LH y como consecuencia que el folículo dominante cese en sus funciones metabólicas y regresiones; sin embargo cuando ocurre la regresión del CL, permite un incremento de la frecuencia de pulsos de LH y unido a altas concentraciones de estradiol se sucede la ovulación (Adams, 1992), y tiene un efecto importante retardando la ovulación a través de la inhibición de LH y FSH (Sumano, 1997).

La mayor parte de progesterona se encuentra en el CL durante la fase lútea (26 mgr el día 7 del ciclo, 65 mgr el día 12, 45 mgr el día 15, 7 mgr el día 17 del ciclo en 1gr. de tejido lútea). Los niveles de P4 sanguínea aumentan durante los

días 4 al 13 del ciclo de los 4 ng / ml y disminuye rápidamente desde el día 16 a los niveles normales de 1 ng / ml de P4 durante el celo (Mateos, 2002).

La P4 inhibe las contracciones uterinas y estimula a las glándulas endometriales a secretar productos llamados leche uterina o histotrofe sustancia que permite la nutrición del embrión antes de implantarse (Martínez, 1999). Los niveles óptimos de P4 provenientes del CL recién formados son esenciales para proveer de un ambiente al embrión en el oviducto y el útero (Gutiérrez, 1997). Durante la gestación se puede secretar de 100 – 300 mg diarios de P4 para mantener la gestación (cuadro 2) (Rivera, 1993).

17 BETA ESTRADIOL:

El estradiol es responsable de la aparición de los síntomas típicos del celo (vaca que se deja montar, comportamiento nervioso, moco vaginal viscoso, más denso, cristalino y en cantidad, etc.) (cuadro 1). La FSH estimula el crecimiento de los folículos ováricos e, indirectamente, la formación de 17 β -estradiol, regida por la acción directa de la LH. El estradiol ejerce un efecto de retroalimentación positiva sobre el hipotálamo y la hipófisis, es decir aumenta la producción de GnRH, y ésta, a su vez, la de LH, que inicia la ovulación (celo) (Knoppel, 1994).

Un factor importante durante el posparto bovino es la recuperación del eje hipotálamo-hipofisario de los elevados niveles de esteroides presentes durante la preñez. El 17 β estradiol, juega un papel muy importante en esta supresión, a pesar de que la P4 por sí sola es capaz de disminuir la frecuencia de los pulsos de GnRH. Con la expulsión del feto y la placenta, se produce una caída abrupta de los niveles circulantes de P4 y estradiol. Las concentraciones de 17 β estradiol permanecen bajas y comienzan a subir alrededor del día 15 posparto (Griffith, y Williams, 1996).

Cuadro 2. OTRAS HORMONAS REGULADORAS DE LA REPRODUCCION

GLANDULA	HORMONA	FUNCION
Hipófisis anterior	LH	Formación del cuerpo lúteo
Hipófisis anterior	Prolactina	Bajada de la leche
Hipófisis posterior	Oxitocina	Bajada de la leche
Ovario	Estrógenos	Crecimiento glándula mamaria
Ovario	Progesterona	Mantención de la gestación Crecimiento glándula mamaria
Ovario	Inhibina y activina	Inhibir y activar la FSH Hipofisiaria
Placenta	Estrógenos	Crecimiento glándula mamaria
Placenta	Progesterona	Mantención de la gestación Crecimiento glándula mamaria
Útero	Prostaglandina	Parto Regresión del cuerpo lúteo

INHIBINAS Y ACTIVITAS:

Son 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 FSH por la pituitaria (Vale, 1994).

Las inhibinas y las activinas son sustancias solubles en agua, miembros de la superfamilia del factor de transformación del crecimiento (Chen y Johnson, 1996b).

Las inhibinas son glicoproteínas diméricas compuestas de dos subunidades diferentes (A o B), dando origen así, a la Inhibina A e Inhibina B respectivamente. Las activinas son proteínas que están relacionadas estructuralmente con las

inhibinas, y compuestas por dos subunidades, formando así, la Activina A (A + A), Activina AB (A + B) o la Activina B (B + B) (Chen y Johnson, 1996b).

Tanto las inhibinas como las activinas ejercen un efecto autocrino y/o paracrino sobre la función gonadal (Findlay, 1993) y se caracterizan funcionalmente por sus acciones sobre el crecimiento, diferenciación y función celular (Rombauts, 1996). También se ha demostrado que la inhibina determina la inhibición de la liberación de FSH por la hipófisis y un efecto totalmente opuesto a este determinado por la activina (cuadro 2) (Chen y Johnson, 1996^a).

La inhibina está presente en el fluido folicular y que es producida predominantemente por las células de la granulosa. Además la producción de Inhibina es influenciada por el tamaño y la ausencia de atresia de los folículos. Las células de la granulosa, de folículos atrésicos y pequeños no atrésicos (5 mm) producen cantidades similares de inhibina *In Vitro*. Como el aumento del diámetro folicular también se incrementa la capacidad de las células de la granulosa de folículos no atrésicos para producir inhibina (Henderson, 1984).

En sentido general la FSH es el principal regulador de la inhibina ya que estimula su producción en las células de la granulosa de folículos no atrésicos. Esta estimulación establece un mecanismo de feed-back negativo sobre la síntesis y liberación de FSH tanto en la hipófisis como en el hipotálamo. La activina aumenta los receptores para la LH inducidos por la FSH, e incrementa el número de receptores para FSH en las células de la granulosa (Ling, 1990).

Las subunidades de inhibina pueden actuar intragonadalmente y extragonadalmente como hormonas y como factores de diferenciación y/o crecimiento. Se ha demostrado que la subunidad inhibina bloquea la unión de la FSH a sus receptores en las células de la granulosa ovárica (Chen y Johnson, 1996a).

En resumen tanto la inhibina como la activina son expresadas en las células de la granulosa del ovario. Su presencia varía en dependencia del estado de desarrollo folicular en que se encuentren y por ende su acción (Arai, 1996).

OXITÓCINA Y VASOPRESINA:

La oxitocina tiene como función el de provocar contracciones uterinas así como la bajada de la leche, es producida en el lóbulo posterior de la hipófisis y también se produce en el cuerpo amarillo; por lo tanto, tiene dos lugares de origen, el ovario y el hipotálamo (Holy, 1983).

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 (cuadro 2). Las hormonas neurohipofisarias, oxitocina y vasopresina se forman en los núcleos paraventricular y supraópticos cuyos neuritos (axones) se unifican, constituyendo el trayecto hipotálamo-hipofisario, terminando en el lóbulo posterior de la hipófisis. Según Holy (1983). 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, 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 (Holy, 1983).

La oxitocina también tiene un efecto muy importante en los procesos reproductivos. Durante la fase folicular del ciclo estrual y durante las últimas etapas de la gestación, la oxitocina estimula las contracciones uterinas (cuadro 1) (Ramírez, 1986).

El estiramiento del cuerpo uterino durante el parto que es causado por el paso del feto estimula una liberación refleja de oxitocina (reflejo de Ferguson). Sin embargo,

la acción de la oxitocina más conocida es la liberación refleja de la leche. La oxitocina ovárica está involucrada en la función lútea. Esta actúa en el endometrio para inducir la liberación de PgF2_α , que tiene una acción lúteolítica (regresión del cuerpo amarillo) (Duchens, 1995).

CICLO ESTRAL:

FASE FOLICULAR:

Los procesos de desarrollo y regresión o selección de los folículos ováricos en los rumiantes se producen durante toda la vida reproductiva del animal, al igual que en el resto de las especies. A pesar de la gran cantidad de folículos presentes en el ovario en el momento del nacimiento, sólo un 0,1 % de ellos alcanzará la ovulación, es decir uno o dos en cada ciclo de acuerdo con la tasa de ovulación propia de cada especie o raza. El número de folículos susceptibles de ser seleccionado para ovular viene determinado a su vez por la integración de las etapas de desarrollo folicular individual, del conjunto de relaciones entre los folículos y del control endocrino ejercido sobre ellos por el eje hipotálamo- hipófisis- ovario (González, 1998a).

La foliculogénesis o desarrollo individual de los folículos ováricos, es un proceso que comprende la evolución desde el folículo primario hasta la ovulación o la atresia y que se produce de forma continua desde la vida fetal hasta el agotamiento de la reserva de folículos primarios, no sólo durante el ciclo sexual, sino incluso en el período prepuberal, la gestación y los anestros posparto y estacional. El estudio de los cambios morfológicos y endocrinos que acontecen durante la foliculogénesis ha llevado a la descripción de dos etapas de desarrollo folicular, según la influencia de las gonadotropinas hipofisarias, una primera denominada fase de crecimiento folicular basal, en la que no se ha demostrado la intervención de las gonadotropinas, y una segunda fase de crecimiento folicular

tónico, que desde que los folículos son seleccionados para alcanzar la ovulación y dar lugar a un CL (González, 1998b).

La concentración de P4 en sangre decae abruptamente a niveles de 1 ng/ml entre 24-36 horas de iniciada la luteolisis (Dileman, 1986).

La caída de la P4 por debajo de un determinado umbral en presencia de concentraciones bajas de estrógenos (E2) elimina la retroalimentación negativa sobre la secreción de gonadotropinas. Consecuentemente aumenta la frecuencia de la descarga de LH y en menor grado la de FSH. En esta fase la hipófisis secreta aproximadamente 1 pulso de LH/FSH cada 60 minutos. El incremento en la frecuencia de pulsos de LH/FSH estimula el desarrollo de un folículo grande que secreta cantidades crecientes de E2. El E2 se secreta en forma de pulsos que son detectados en la vena cava inmediatamente después de los pulsos de LH (Schams, 1987).

El grado de desarrollo folicular al momento de la luteolisis determina el tiempo que transcurre hasta que el folículo completa su desarrollo y es capaz de producir cantidades suficientes de E2 como para iniciar el celo y la onda pre-ovulatoria de LH (Ireland y Roche, 1987). Un folículo con un diámetro de < 8 mm alcanza un tamaño pre-ovulatorio (20 mm) durante los 2,5 días previos a la onda de LH (Dileman, 1986).

FASE LUTEAL:

El CL se desarrolla durante la primera semana pos-ovulación, la P4 aumenta hasta alcanzar un pico el día 10 del ciclo (Hansel, 1973).

Un segundo pico de E2 se produce en este momento, cuyo origen es la presencia de folículos estrógenos activos en el ovario. La secreción de LH continúa en forma de pulsos que son menos frecuentes a medida que avanza la fase lútea. Durante la fase lútea media la frecuencia de secreción de pulsos de FSH es mayor que la de LH, y aquellos son seguidos por pulsos de P4. Esto indicaría que la FSH es

también un importante estímulo para la secreción de P4 en la vaca y que los esteroides ováricos modulan la secreción de FSH en menor extensión que la LH (Ireland y Roche, 1987).

Si después de la ovulación no se establece la gestación, el CL sufre una regresión y comienza un nuevo ciclo, esta regresión del CL, caracterizada por vacuolización y degeneración de las células luteales, se producirá por la acción de la $PgF2_{\alpha}$. En la producción de la $PgF2_{\alpha}$ intervienen el 17 β estradiol, la progesterona y la oxitocina (Homanics y Silvia, 1988).

Principalmente la oxitocina, que es producida por las células luteales grandes (Silvia, 1992). Se ha encontrado en el CL receptores para la oxitocina, lo que podría indicar que no sólo estimularía a la $PgF2_{\alpha}$ (Ligth, 1994), sino que además actuaría directamente de forma autocrina. Parece probable la existencia de una interacción entre la oxitocina y la $PgF2_{\alpha}$, ya que los metabolitos de esta última, que no tienen acción luteolítica por sí mismas favorecen la producción de más oxitocina (Watkins y Moore, 1987).

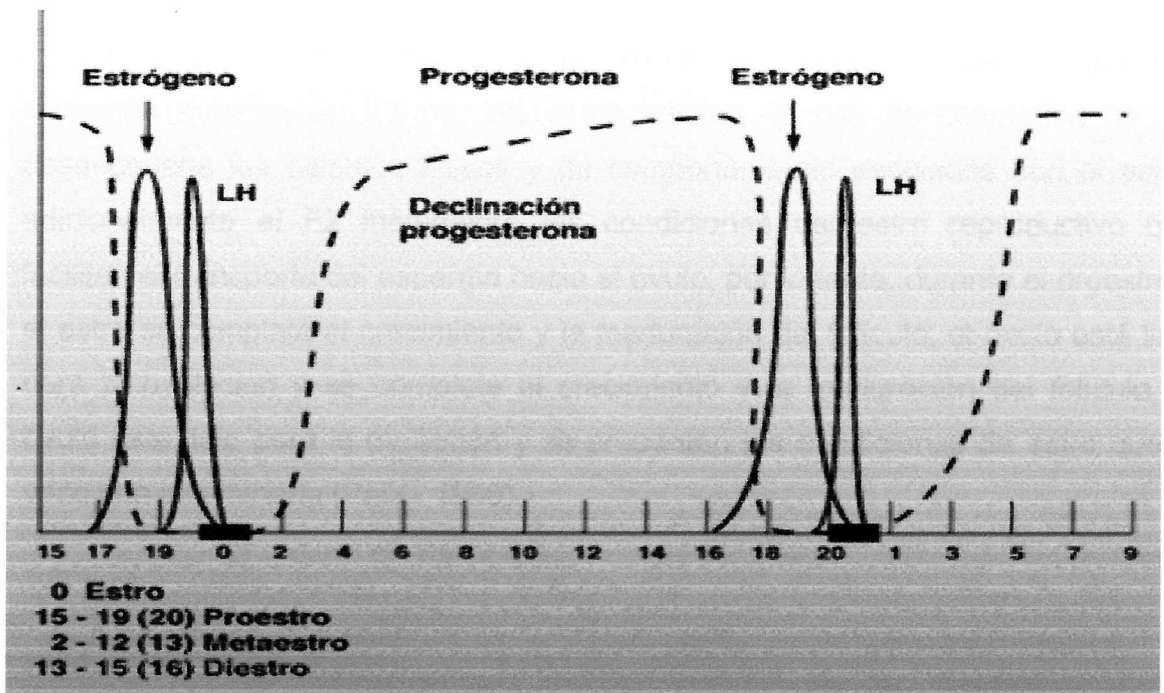
La actuación de la $PgF2_{\alpha}$ a se realiza, pasando a contracorriente desde la vena útero-ovárica a la arteria ovárica que la rodea, llegando al ovario sin pasar por la circulación general (de forma paracrina). En la oveja, la $PgF2_{\alpha}$ a comienza a incrementar sus niveles plasmáticos a partir del día 12 del ciclo sexual, siendo máximos los días 14 y 15 del mismo, con al menos cinco liberaciones episódicas en 24 horas, mientras que en la vaca y cabra la regresión del CL se produce alrededor del día 19 (Zarco, 1988). La regresión del CL se produce al actuar de forma directa sobre sus células disminuyendo la capacidad de sus receptores hacia la LH (Swanson, 1977).

PROESTRO:

Este período es cuando el CL entra en franca regresión y empieza a formarse un nuevo folículo, este dura de 2 a 3 días (Cuadro 4) y se repite cada 21 días en ciclos regulares (William, 1978).

Este periodo es tras la regresión del CL de la fase anterior y posterior al estro, durante esta fase el folículo ovulatorio se va a desarrollar mas rápidamente, a causa de la disminución de concentración de 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 (Cuadro 3), durante esta fase varios folículo pueden desarrollarse, pero solo uno será el seleccionado para ovular (*folículo primario*) este folículo estimulado por FSH y LH producirá E2 (Linda, 2000).

Cuadro 3. : Cambios hormonales durante el ciclo estral.



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 se está trabajando en las razas cebuinas dura 12 a 14 horas (Frandsen. 1995).

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 24 horas (cuadro. 4) 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 (Ramón. 1993).

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 (Paúl, 1969).

Cuadro 4. Fases de ciclo estral

Fase	Duración	Hormonas Asociadas	Eventos
Proestro	3 días	FSH e incremento de las cantidades de Estradiol	Desarrollo de los folículos Incremento en la vascularización en la mucosa del útero
Estro	12- 24 horas	Estradiol	Deseo sexual y aceptación del macho Incrementa el suministro de sangre al útero Moco puede ser visible sobre la vulva Ovulación de 12 a14 horas después del final del estro, 3 horas mas temprano en vaquillas.
Metaestro	3-4 días	Progesterona (Inhibe la liberación de FSH de pituitaria) secretada por cuerpo lúteo	Rápido crecimiento del cuerpo lúteo Ligero sangrado pos-estral puede ocurrir
Diestro	11 - 13 días	Progesterona	Maduración del cuerpo lúteo Engrosamiento del endometrio del útero y relajación del músculo Escaso y pegajoso moco vaginal. La regresión del cuerpo lúteo se lleva a cabo mas tarde en esta fase.

METAESTRO:

Esta fase cubre los 3 y 4 días inmediatamente después del estro (cuadro 4), el pulso en los niveles de LH y 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, 10 a 14 horas después de terminado el estro (J. Derivaux, 1982).

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 (figura 1), las células foliculares (granulosa y teca) cambian para formar el CL e iniciar la biosíntesis de P4, durante este período se forma el cuerpo cicatrizal o cuerpo hemorrágico (Linda, 2000).

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 en un 50 % de las hembras (William, 1978).

DIESTRO:

Después de 4 días se forma el CL o cuerpo 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 (figura 1), la duración de esta fase puede durar un rango de 11 a 13 días (Cuadro 4) (Ramón. 1993).

El CL es la estructura dominante durante esta fase, la cual es la más larga del ciclo estral. En los bovinos dura del 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 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 (Paúl, 1969).

Los días 16 y 18 del ciclo estral son críticos para el mantenimiento del CL, si la vaca no resulta gestante después del estro, el CL sufre una regresión provocada por la secreción de $\text{PgF}_2\alpha$ 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 E2 y se repite el ciclo (Linda, 2000).

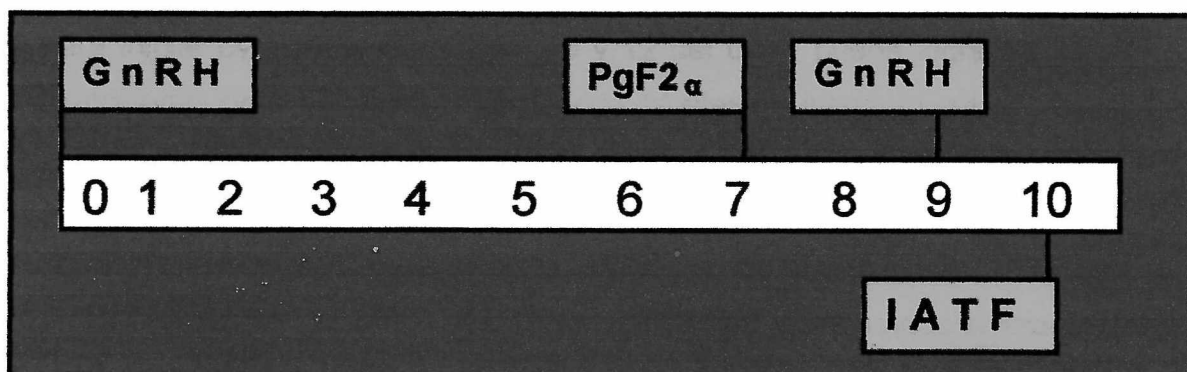
En cambio si la vaca resulta gestante, el CL se mantiene y el nivel de P4 permanece elevado, inhibiendo la actividad cíclica, el CL se mantiene debido a la retroalimentación positiva proveniente del feto (William, 1978).

TÉCNICAS PARA SINCRONIZACION DEL ESTRO

OVSYNCH:

Ovsynch es el primer protocolo desarrollado para sincronizar con éxito la concepción en vacas en producción (Pursley, 1995). Con ovsynch, los productores no necesitan depender de la detección de calores para determinar el tiempo de la inseminación artificial (I. A.) En lugar de ello, las vacas reciben una I. A. a tiempo fijo en relación con una ovulación sincronizada, que resulta en tasas de concepción similares a las de las vacas que reciben I. A. después de la detección del celo. El uso de la I. A. a tiempo fijo es benéfico para los productores que luchan por lograr una adecuada detección de estros y puede aumentar dramáticamente la eficiencia reproductiva de las vacas en producción en hatos que tienen bajas tasas de servicio (Pursley, 1997^a). Por desgracia, las vaquillas tienen una pobre respuesta a ovsynch e I. A. a tiempo fijo, exhibiendo tasas de concepción del 20% al 40% mas bajas que las vaquillas inseminadas a celo detectado Siendo así, no se recomienda el uso de ovsynch e inseminación artificial a tiempo fijo (I. A. T. F.) en vaquillas de leche (Pursley, 1997b).

Cuadro 5. Esquema del protocolo Ovsynch.

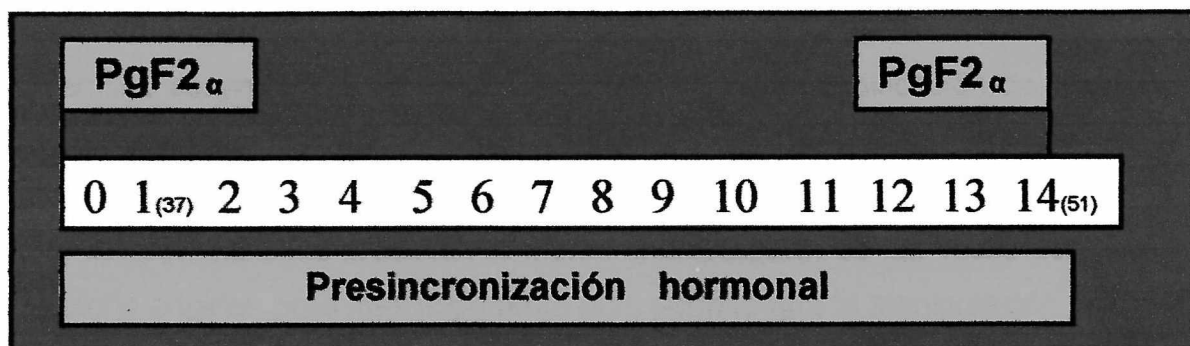


El protocolo ovsynch consiste (cuadro 5) en la aplicación de una inyección de GnRH 7 días antes de la PgF2 α . Cuarenta y ocho horas después de la PgF2 α se aplica otra dosis de GnRH y se realiza I. A. a tiempo fijo 0 - 24 horas más tarde (Bó, 1998). La primera GnRH induce el desarrollo de un folículo dominante en condiciones de ovular o regresa resultando en una nueva onda de crecimiento folicular dentro de los 2 o 3 días (Bó, Mapletoft, 1999). Tras la segunda GnRH, a falta de altas concentraciones de P4 luego de que la PgF2 α lisa el CL, se induce un pico preovulatorio de LH y el folículo ovula en las siguientes 24 - 36 horas. Si se detectan vacas en celo en cualquier momento de la sincronización, estas deberán ser inseminadas y las inyecciones de PgF2 α y GnRH o ambas deberán ser suprimidas. Cuando se aplicó este programa en vacas sometidas a stress por calor se incrementó la tasa de gestación al inseminar mayor número de animales (Stevenson, 2000).

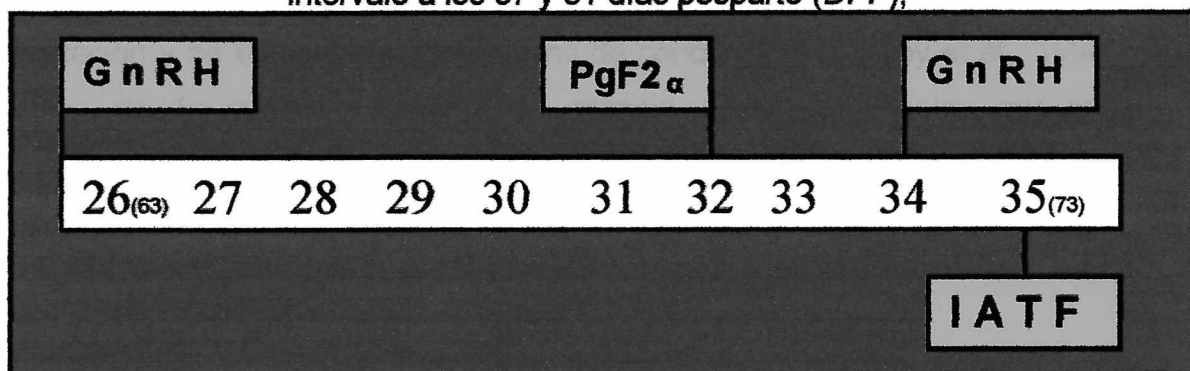
PRESYNCH:

Resultados obtenidos por Vasconcelos (1999), en vacas lecheras lactantes, y por Moreira (2000a), en vaquillas lecheras sugieren que la iniciación de ovsynch entre el día 5 y 12 del ciclo estral puede mejorar la tasa de concepción de ovsynch. La presincronización hormonal de un grupo de vacas en fase aleatoria del ciclo estral para iniciar ovsynch entre los días 5 y 12 del ciclo, puede lograrse usando dos inyecciones de PgF2 α administradas con 14 días de intervalo antes de la primera inyección de GnRH. La presincronización con dos inyecciones de PgF2 α que se administran a 14 días de intervalo (cuadro 6) precediendo la iniciación de ovsynch en 12 días ha demostrado mejorar la tasa de concepción en vacas lecheras lactantes comparado con ovsynch. Las vacas fueron asignadas al azar a ovsynch (n=262) o presynch (n=264) para su primera I. A. posparto, la cual se condujo 16 horas después de la segunda inyección de GnRH (Moreira, 2000b).

Cuadro 6. Esquema del Protocolo Presynch.



La primera y segunda inyecciones de Pgf2_α se administraron con 14 días de intervalo a los 37 y 51 días posparto (DPP),

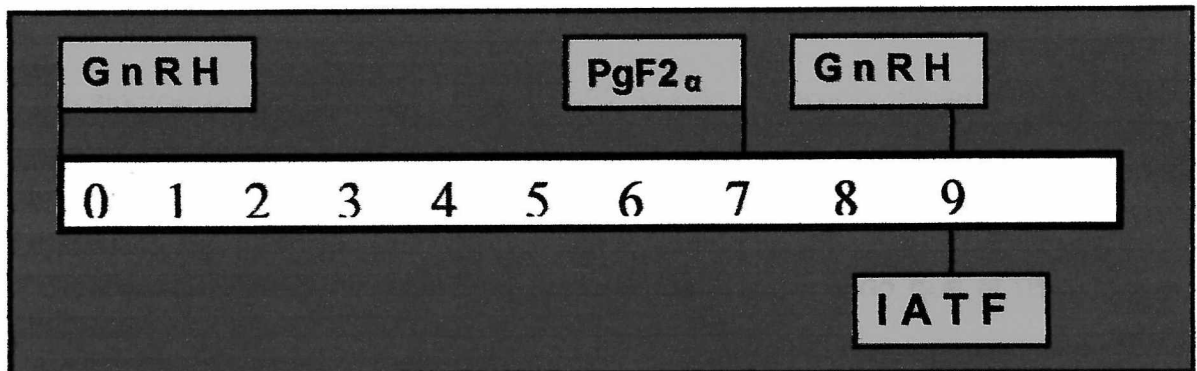


La primera y segunda inyecciones de Pgf2_α se administraron a los 37 y 51 días posparto (DPP), respectivamente, y todas las vacas recibieron I. A. a tiempo fijo al día 73 posparto. Las tasas de concepción aumentaron de 29% en las vacas de ovsynch al 43% en las de presynch. De esta manera, el uso de presynch para programar vacas lecheras a su primera I. A. a tiempo fijo posparto puede mejorar la tasa de concepción al primer servicio en el hato. Y tiene que ver con la importancia del intervalo de 12 días entre la segunda inyección de Pgf2_α día 51 posparto y la primera inyección de GnRH, día 63 pos-parto. Si este intervalo se extendiera a 14 días en lugar de 12, las primeras cuatro inyecciones podrían ser programadas para ocurrir en el mismo día de cada semana. Esto es importante para la implementación en establos lecheros que asignan grupos de vacas a iniciar el protocolo semanalmente de modo que el día programado de inyecciones no se presta a confusiones entre grupos (Moreira, 2000b).

COSYNCH:

El término cosynch ha sido usado para una específica modificación de ovsynch o presynch en la cual las vacas reciben la I. A. a tiempo fijo inmediatamente después de la administración de la segunda inyección de GnRH. El uso de cosynch permite a los productores menos manipulación de las vacas comparado al diseño original, pero más importante aún, permite que la manipulación de todas las vacas ocurra a la misma hora cada día. A pesar de que esto es ventajoso desde el punto de vista manejo, con cosynch se tiene un porcentaje del 37% de gestación y no se logran óptimas tasas de concepción (Pursley et al., 1998). Así, antes de tomar una decisión de manejo para implementar cosynch, los productores deben saber que hay trabajos que han medido la tasa de concepción al inseminar a diferentes horas respecto a la segunda inyección de GnRH. Esta información es presentada en el cuadro 8 (Pursley, 1998).

Cuadro 7. Esquema del protocolo Cosynch.



Resultados obtenidos por Pursley (1998), en establos lecheros de Wisconsin, donde fueron asignadas al azar a cinco grupos por fase de lactancia y número de partos. Para medir el tiempo óptimo de la I. A. respecto a la ovulación sincronizada. La ovulación se sincronizó usando ovsynch, y las vacas recibieron IA en la hora 0, 8, 16, 24, o 32 después de la segunda inyección de GnRH. En este estudio, el grupo hora (h) 0 es equivalente a cosynch (cuadro 7). Todas las vacas

ovulan de 24 a 32 hrs. después de la segunda inyección de GnRH. El estado de gestación fue determinado de 25 a 35 días después en todos los grupos por medio de ultrasonografía transrectal. La tasa de medidas reproductivas (cuadro 8). En vacas lecheras en lactancia inseminadas a varias horas en relación a la ovulación sincronizada con una inyección de GnRH (Purley, 1998).

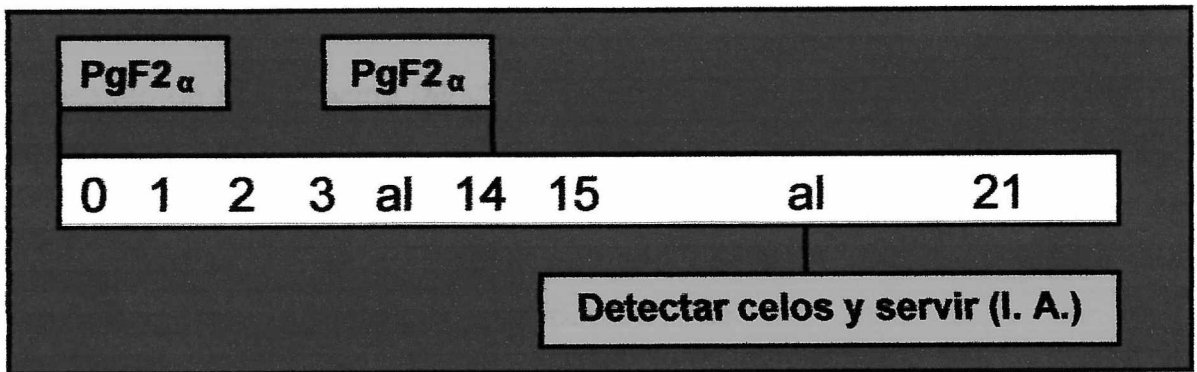
Cuadro 8. Grupo hora 0 es equivalente a Cosynch.

Horas desde la segunda inyección de GnRH a la ITF						
Hora	0	8	16	24	32	Total
N	149	148	149	143	143	732
Tasa de concepción (%)	37	41	45	41	32	39
Pérdida de preñez (%)	9	21	21	21	12	22
Tasa de parición (%)	31	31	33	29	20	29

PROSTAGLANDINA $PgF_{2\alpha}$:

La sincronización del estro usando $PgF_{2\alpha}$ puede mejorar la eficiencia reproductiva. Dos productos prostaglandínicos están actualmente aprobados por la FDA (administración de drogas y alimentos) para su uso en vaquillas de leche: Lutalyse[®] y Estrumate[®]. Muchos estudios han demostrado que el uso de $PgF_{2\alpha}$ puede reducir el intervalo entre los ciclos estrales y mejorar la eficiencia en la detección del estro (Stevenson, 1987). Sin embargo, la $PgF_{2\alpha}$ no es efectiva para regresar el cuerpo lúteo de los días 1 al 6 después del estro; de modo que, dos inyecciones de $PgF_{2\alpha}$, administradas con 14 días de intervalo, son necesarias para sincronizar efectivamente el estro en vaquillas de leche (cuadro 9). Además, la $PgF_{2\alpha}$ no inducirá la ciclicidad en vaquillas pre-púberes por que estas no tienen cuerpo lúteo. La sincronización del estro con $PgF_{2\alpha}$ ha sido exitosa si las vaquillas se sirven a estro detectado (Lucy, 1986).

Cuadro 9. Esquema del protocolo con Prostaglandina ($\text{PgF}_2\alpha$).

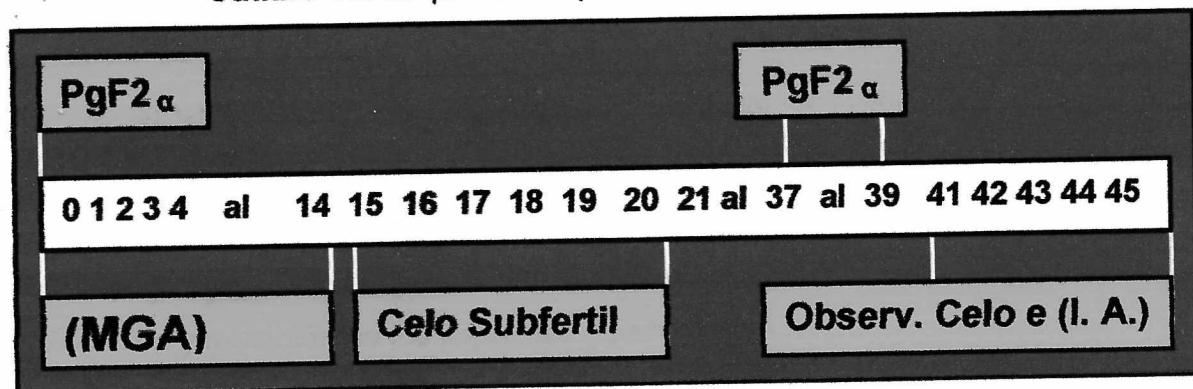


Porque la tasa de detección de estro aumenta y el manejo de la I. A. es mas eficiente comparado con la detección del celo diaria. Sin embargo, la $\text{PgF}_2\alpha$ no sincroniza el estro con precisión entre las vaquillas que responden a la $\text{PgF}_2\alpha$ porque este tratamiento solo regula la duración del cuerpo lúteo activo y no sincroniza el crecimiento folicular. De tal suerte, que las vaquillas con un cuerpo lúteo funcional exhibirán estro desde uno hasta seis días después del tratamiento con $\text{PgF}_2\alpha$. La sincronización del estro usando $\text{PgF}_2\alpha$ puede mejorar la eficiencia reproductiva, pero es limitada por la eficiencia en la detección de calores de la granja. La administración de $\text{PgF}_2\alpha$ a una vaquilla que tiene una pobre conducta de celo en un estro espontáneo, no mejorara su conducta estral. Más aun, la administración de $\text{PgF}_2\alpha$ en ausencia de un efectivo programa de detección visual de calores dará pobres resultados. El uso de ayudas para la detección de calores y un correcto protocolo para su detección, unido a la sincronización de celos usando $\text{PgF}_2\alpha$ es recomendable para sacar el máximo beneficio de un programa de sincronización (Larson y Ball, 1992).

ACETATO DE MELENGESTROL (MGA) Y PgF_{2α}:

El acetato de melengestrol (MGA) es un progestógeno activo oral que suprime el estro en el ganado de leche cuando se administra con un vehículo proteico o en grano, bien sea esparcido sobre el alimento o mezclado con el mismo (Randel, 1972). Algunas de las principales ventajas del MGA son, su actividad oral, eliminando así la excesiva manipulación de los animales, y su costo (US.dlls.\$0.02/cabeza/d). Una desventaja del MGA es que la capacidad de suprimir el estro está directamente relacionada con la ingestión. De modo que, una mezcla inadecuada de MGA o una baja ingesta del animal tienen gran efecto en su efectividad. Un método para controlar el ciclo estral es el uso combinado de MGA con PgF_{2α} (Randel, 1972). En este sistema, el MGA se administra por 14 días y luego se retira. Las vaquillas entrarán en celo entre 2 y 6 después de suspender al MGA, sin embargo, este calor es subfértil y ninguna vaquilla debe inseminarse en esta oportunidad. En lugar de eso, se administra otra inyección de PgF_{2α} a todas las vaquillas de 17 a 19 días después del retiro del MGA. Este tratamiento ubica el animal en el estado lúteo tardío del ciclo estral al recibir la inyección de PgF_{2α}, la cual debe acortar el período de sincronización y aumentar las tasas de concepción (Cuadro 10). Las vaquillas deben ser observadas en estro e inseminadas entre 2 y 5 días después de la inyección de PgF_{2α} (Roussel y Beatty, 1969).

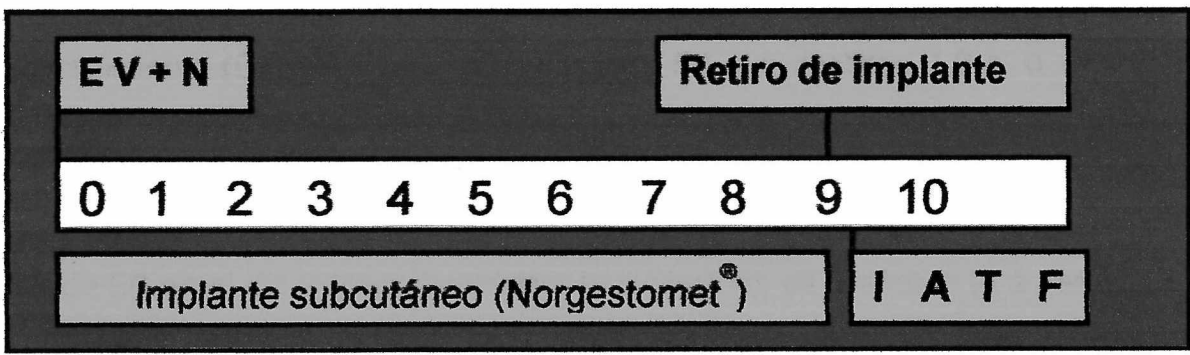
Cuadro 10. Esquema del protocolo con MGA y PgF_{2α}.



SYNCHRO-MATE B[®] :

El sistema Synchro-Mate B[®] (Merial Inc.) usa una combinación de un estrógeno valerato de estradiol (EV) y un implante en la oreja de un progestógeno sintético Norgestomet[®] para sincronizar el estro. El implante contiene 6 mg de Norgestomet[®], que se aplica por nueve días, mas una inyección de 5 mg de valerato de estradiol y 3 mg de Norgestomet[®] (cuadro 11) administrados al momento de la colocación del implante sincronizan con éxito el celo en vaquillas de carne y leche acíclicas (Wiltbank y González-Padilla, 1975).

Cuadro 11. Esquema del protocolo Synchro-Mate-B[®] .



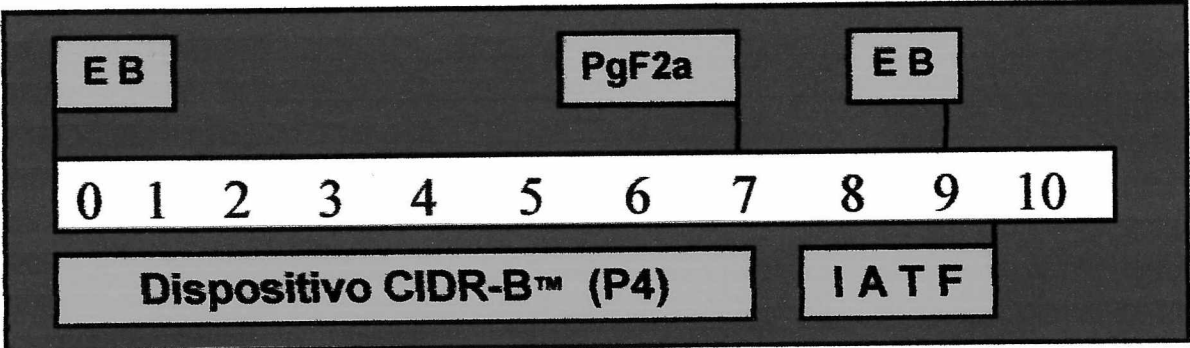
Este tratamiento está aprobado por la FDA para la sincronización del estro en vaquillas de carne y leche, y vacas de carne posparto. El tratamiento con Synchro-Mate B[®] resulta en una alta proporción del ganado en calor al poco tiempo después del tratamiento. El rango de las hembras en calor después del tratamiento es 77 al 100%, con valores por encima del 90% para la mayoría de los estudios. La fertilidad de este celo es variable, con tasas de concepción al primer servicio el 33 y 68% (Odde, 1990). Una ventaja del Synchro-Mate B[®] es que la I. A. a tiempo fijo después del retiro del implante resulta en tasas de concepción aceptables en la mayoría de los estudios. Una desventaja en la práctica, es que muchas granjas no tienen las instalaciones para inmovilizar las vaquillas para la colocación y remoción de los implantes (Odde, 1990).

(Hafs citado por Macmillan, 1993) Los insertos liberadores de progesterona intravaginales (IPI) están programados y aprobados desde el año 2001. Cada IPI se fabrica cubriendo un eje de nylon con un elastómero basado en silicona que contiene 1.9g de progesterona. Cuando se inserta en la vagina, el IPI libera una definida cantidad de progesterona que inhibe la expresión del estro en el ganado (Macmillan y Peterson, 1993). Algunas ventajas del IPI son la fácil inserción, y retiro (comparado a los implantes de la oreja) y altas tasas de retención. Una desventaja en la práctica es que muchas granjas no tienen instalaciones para inmovilizar las vaquillas para la inserción y retiro de los IPI (Macmillan, 1991).

CIDR-B™ DISPOSITIVO INTRAVAGINAL:

El tratamiento (CIDR-B™) con progestágeno P4 que contiene 1,9 g. o 1,38 g. y consiste en administrar 2mg. de benzoato de estradiol (EB) al momento de la inserción del dispositivo (cuadro 12) (día 0; para sincronizar el desarrollo folicular), remover el dispositivo y administrar PgF2α en el día 7 (para inducir la leutolisis) y 1 mg de EB en el día 9 (para sincronizar la ovulación), se realiza la IA a tiempo fijo entre las 50 y 56 hrs. Pos-remoción del dispositivo (Caccia, 1998). La sincronización es efectiva cuando se administra el EB un día después de la inserción del dispositivo de progestágeno, o combinado con P4 inyectable en el mismo momento de la inserción (Butler, 2000).

Cuadro12. Esquema de tratamiento con dispositivo intravaginal CIDR-B™



Cuando la involución uterina fue normal, las vacas pueden ser tratadas a los 21 días del parto, aunque la preferencia es tratar las vacas a partir del día 28, mayores tasas de preñez pueden obtenerse con intervalos postparto mayores (Nebel, 1998). El tratamiento temprano iniciado una semana antes de la finalización del periodo de espera voluntario (PEV) que puede variar de 45 a 60 días, puede resultar en que las vacas tratadas tengan similar fecha promedio de preñez que sus compañeras (Beal, 1998). Se prefiere el uso de tratamiento con resincronización sobre el standard. La resincronización debe comenzar el día 13 (\pm 1 día) posterior al pico de inseminación junto con la inyección de EB para estimular el recambio de la onda folicular y para actuar como gatillo del inicio sincronizado del folículo ovulatorio (Caccia. Cutaia, 1998). Es importante que el CIDR-B™ quede colocado durante 7 días y sea retirado antes del día 22 post pico de IA para lograr la máxima fertilidad. La inyección de EB a las 24 horas de retirado el CIDR-B™ incrementa la tasa de celo y concentra los retornos. El uso del CIDR-B™ sin administrar EB puede no ser efectiva y resultar en menor fertilidad, por lo tanto no es recomendable (Macmillan, 1999).

CONCLUSIONES

Controlando el CL, el desarrollo folicular y la ovulación podemos obtener máxima fertilidad y realizar programas de IA tiempo fijo. Los trabajos presentados demuestran que es posible sincronizar el celo y la ovulación en vaquillonas y vacas en rodeos lecheros o de carne. Todos estos programas y tratamientos son herramientas muy útiles en los programas que buscan eficientizar la reproducción en rodeos de carne y leche.

GLOSARIO:

Anestro: Intervalo de actividad sexuales entre dos ciclos estruales en mamíferos, o incapacidad prolongada para mostrar estro en animales maduros.

Autocrino: Proceso en que algunas sustancias (hormonas, factores de crecimiento y neurotrofinas) producidos por la célula actúan a su vez sobre la célula misma para modular (ampliar o atenuar) el crecimiento y la diferenciación.

Cuerpo Luteo: Tejido amarillo que se desarrolla apartir de un folículo ovárico después de que se a liberado un óvulo maduro.

Feed Back negativo:

Es característico de la fase lúteal del ciclo estral y de algunos estados de anestro. En estos casos la combinación de acción de bajos niveles de estrógenos y los elevados de progesterona ejercen su efecto inhibitorio sobre la secreción de gonadotropinas, en consecuencia por una parte, los estrógenos reducen la amplitud de los pulsos de LH y por la otra, la progesterona disminuye su frecuencia. Este hecho depende de la sensibilidad que tenga el hipotálamo de responder a la acción de los esteroides ováricos.

Feed Back positivo: Este período es continuación del anterior y durante él ocurre un aumento significativo de la concentración de la LH liberándose en pocas horas cerca del 90% de la reservas hipofisiarias. El efecto producido es el resultado de la acción combinada de altos niveles de estrógenos y bajos de progesterona (de origen ovárico) sobre el hipotálamo y de éste (mediante los factores de liberación hormonal) sobre la hipófisis constituyendo el evento endocrino que caracteriza el período preovulatorio.

Folículo de Graaf: Folículo dominante que ha completado su proceso de crecimiento.

Luteólisis: Proceso de regresión del cuerpo lúteo.

Paracrino: Producido por una clase de célula que actúa en las células adyacentes para modificar o modular su proliferación.

BIBLIOGRAFIA

- Adams G. P. Matteri, R. L. Kastelic, J. P. KO, J. C. H. Ginther, O. J. 1992. Association between surges of follicle stimulating hormone and the emergence of follicular waves in heifers. *J. Reprod. Fert.* 94: 177
- Alberio R. y Callejas, S. 1998. Control farmacológico del ciclo estral: uso de la prostaglandina F2 α natural o sus análogos sintéticos sola o combinada con estrógenos o GnRH. *CABIA*, 11: 10-21.
- Arai K. Watanabe, G. Toya, K. and Sasamoto, S. 1996. Roles of inhibin and estradiol in the regulation of follicle stimulating hormone and luteinizing hormone secretion during the estrous cycle of the rat. *Biol. of Reprod.* 55: 127-133
- Beal W. E. 1998; Current estrus synchronizations and artificial insemination programs for cattle. *J. Anim. Sci.* 76 (suppl.3): 30-38.
- Bó G. A. Adams, G. P. Caccia, M. Martínez, M. Colazo M. Mapletoft, R. J. 1998. Actualización del control del ciclo estral bovino. Bases y métodos para la IA a tiempo fijo. *CABIA*.
- Bó G. A. Mapletoft, R. J. 1999. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en ganado de carne. *Proc. II Workshop Reprod. Bov. Tandil*.
- Britt J. H., 1988: Current concepts of folliculogenesis and endocrinology. *Embryo. Transf.*

Butler H. Cesaron, G. Mc Dermontt, E. Cano, A. 2000. Preñez de vaquillonas inseminadas a tiempo fijo después de un tratamiento con CIDR asociado con GnRH a con benzoato de estradiol aplicado 0 o 24 hs. postratamiento. Proc. IV Workshop de Reprod. Bov. Pergamino.

Caccia M. Bó G. A. 1998. Follicle wave emergence following treatment of CIDR-B implanted beef cows with estradiol benzoate and progesterone. *Theriogenology*; 49:341

Caccia M. Cutaia, L. Moreno, D. Bó, G. A. 1998. Sincronización del momento de la ovulación en vacas tratadas con CIDR-B, benzoato de estradiol, progesterona y GnRH. CABIA.

Catalano R. y Callejas, S. 2001. Detección de celos en bovinos. Factores que la afectan y métodos de ayuda. *Rev. Med. Vet.*, 82: 17- 22.

Chen C. C. And Johnson, Patricia, A. 1996a. Expression of Inhibin and Inhibin/Activin A Subunit in the Granulosa Layer of the Large Preovulatory Follicles of the Hen. *Biol. of Reprod.* 55: 450-454.

Chen C. C. And Johnson, Patricia, A. 1996b. Molecular Cloning of Inhibin/Activin A-Subunit Complementary Deoxyribonucleic Acid and Expression of Inhibin/Activin -and A-Subunits in the Domestic Hen. *Biol. of Reprod.* 54: 429-435.

D' Occhio M. J. Gifford, D. R. Earl, C. R. 1989. Weatherly, T. Rechenberg, W. Pituitary and ovarian responses of postpartum acyclic beef cow to continuous long-term GnRH – agonist treatment. *J reprod. Fert.*

Dénis G. y Gil, A. 1997. Aplicaciones prácticas de la ultrasonografía en los programas de transferencia de embriones. Informe Técnico. CIMA. La Habana.

Dileman S. J. Bevers, M. M. Van, Tol, H. T. y Willense, A. H. 1986. Peripheral plasma concentration of estradiol, progesterone, cortisol, LH and prolactin during the oestrus cycle in the cows, with emphasis on the peri-oestrous period. *Anim. Reprod. Sci.* 10: 275-292.

Donald L. Bath, y Frank, N. Dickinson. 1985. Ganado lechero. Principios, prácticas, problemas y beneficios. 2da. Edición. Nueva Editorial Interamericana.

Duchens M. 1995. Influence of suprabasal progesterone on preovulatory follicle development in heifers. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.

Findlay J. K. 1993. An update on the roles of inhibin, activin, and follistatin as local regulators of folliculogenesis. *Biol. of Reprod.* 48: 15-23.

Franson B. S. Spurgeon, T. L. 1995. Anatomía y fisiología de los animales domésticos. 5ta. Edición. MC Gran-Hill interamericana.

Galina C. A. Saltiel, J. Valencia, J. Becerril, A. Calderón. 1988. Reproducción de los Animales Domésticos. Ed. Limusa- México.

González A. B. Santiago, J. López, S. 1998a. Crecimiento y desarrollo folicular individual en el ovario de los rumiantes. *Rev. ARA.* 5: 48-59.

Griffith M. K. y Williams, G. L. (1996) Roles of maternal vision and olfaction in suckling-mediated inhibition of luteinizing hormone secretion, expression of maternal selectivity, and lactational performance in beef cows. *Biology of Reproduction*

Gutiérrez C. G. 1997. Influencia de la nutrición en los procesos productivos. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia de la UNAM

Hansel W. Concannon, P. W. y Lukaszeska, J. H. 1973. Corpora lutea of the large domestic animals. *Biol. Reprod.* 8: 222.

Henderson K. M. Franchimont, P. Charlet-Renard, Ch. and McNatty, K. P. 1984. Effect of follicular atresia on inhibin production by bovine granulosa cells in vitro and inhibin concentrations in the follicular fluid. *J. Reprod. Fertil.* 72: 1-8.

Holy L. 1983. *Biología de la Reproducción Bovina*. Ed. Diana, México.

Homanics G. E. Silva, W. J. 1988. Effects of progesterone and estradiol 17 beta on uterine secretion of prostaglandin F2 a in response to oxytocin in ovariectomized ewe. *Biol. Reprod.* 34: 804-811.

Ireland J. J. Roche, J. F. 1987. Hypothesis regarding development of dominant follicles during a bovine estrous cycle. En: Roche, J.F; O' Callaghan, D. (Eds.). *Follicular growth and ovulation rate in farm animals*. Martinus Nijhoff. The Hague. pp. 1- 18.

J Derivaux. 1982. *Reproducción de los Animales domésticos*. 2da. Edición. Editorial Acribia.

Johan H. Koeslag. 1990. Manual para educación agropecuaria. Bovinos de leche. 2da. Edición. Editorial Trillas.

Knoppel E. L. Stevenson, J. S. Minton, J. E. Salfen, B. E. y Garverick, H. A. (1994). Estrus, ovulation, luteinizing hormonem and suckling-induced hormones in mastectomized cows with and without unrestricted presence of the calf. *Journal of Animal Science*.

Larson L. L. and P. J. H. Ball. 1992. Regulation of estrous cycles in dairy cattle: a review. *Theriogenology* 38:255.

Light J. E. Silva, W. J. Reid, R. C. 1994. Luteolytic effect of prostaglandin F2a and two metabolits in ewes. *J. Anim. Sci.* 72: 2718-2721.

Linda S. Costanzo. PhD. 2000. Fisiología. 1ra. Edición. Mc Gran-hill interamericana.

Lindell L. O. Kindhal, H. y Edquist, L. E. 1980. Uterine involution in relation to postpartum release of Pgf2a. *Cong. Int. Reprod. Anim. and Artificial Insemination. Madrid. Vol. IV .p. 481.*

Ling N. De Paolo, L. V. Bicsak, T. A. and Shimasaki, S. 1990. Novel Ovarian Regulatory Peptides: Inhibin, Activin and Follistatin. *Clin. Obst. And Gynec.* 33: 690-702.

Lucy M. C. J. S. Stevenson, and E. P. Call. 1986. Controlling first service and calving interval by prostaglandin F2a, gonadotropin-releasing hormone, and timed insemination. *J. Dairy Sci.* 69:2186.

Macmillan K. L. Peterson, A. J. 1993. A new intravaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR-B) for oestrous synchronization, increasing pregnancy rates and the treatment of postpartum anoestrus. *Anim Reprod Sci* 33:1-25.

Macmillan K. L. Taufa, V. K. Barnes, D. R. Day AM. 1991. Plasma progesterone concentrations in heifers and cows treated with a new intravaginal device. *Anim Reprod Sci* 26:25-40.

Macmillan K. L. 1999. Proc. II Workshop Reprod. Bov. Tandil.

Martinez A. L., Sanchez, J. C. 1999. Alimentación y reproducción en vacas lecheras. El mensual mundo ganadero. Edit. Eumedia. Madrid

Mateos R. A. Hernández, J. C. Morales, J. R. y Rodríguez, G. T. 2002. Tamaño folicular, progesterona y estradiol plasmáticos en los días 12 – 14 post-inseminación y porcentaje de concepción de vacas Holstein. Departamento de medicina veterinaria de la UNAM. *Arch. Zoot.*

Moreira F. R. L. de la Sota, T. Diaz, and W. W. Thatcher. 2000a. Effect of day of the estrous cycle at the initiation of a timed artificial insemination protocol on reproductive responses in dairy heifers. *J. Anim. Sci.* 78:1568-1576.

Moreira F. C. Orlandi, C. Risco, F. Lopes, R. Mattos, and W. W. Thatcher. 2000b. Pregnancy rates to a timed insemination in lactating dairy cows pre-synchronized and treated with bovine somatotropin: cyclic versus anestrus cows. *J. Dairy Sci.* 83(Suppl 1):134 (Abstr.).

Nalbandov A. V. 1969. Fisiología de la reproducción. Ed Acribia, Zaragoza.

Nebel R. L. Jobst, S. M. 1998. Evaluation of systematic breeding programs for lactating dairy cows: a review. *J. Dairy Sci.*; 81: 1169-1174.

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

Padrón D. R. S. 1990. Temas de reproducción femenina. Editorial Científico Técnica. Ciudad de la Habana.

Paúl M. Riaves. y H. O. Henderson. 1969. Reproducción y crianza. 2da Edicion. Editorial Hispano-Americana.

Pursley J. R. Kosorok, M. R. Wiltbank, M. C. 1997a. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *J Dairy Sci* 80:301-306.

Pursley J. R. Mee, M. O. Wiltbank, M. C. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2a and GnRH. *Theriogenology* 44:915-923.

Pursley J. R. Wiltbank, M. C. Stevenson, J. S. Ottobre, J. S. Garverick, H. A. Anderson, L. L. 1997b. Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J Dairy Sci* 80:295-300.

Pursley J. R. R. W. Silcox, and M. C. Wiltbank. 1998. Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81:2139-2144.

Ramirez V. D. Feder, H. H. Sawyer, C. H. 1986. The role of brain catecholamines in regulation of LH secretion: in *Frontiers in Neuroendocrinology*, vol 8 Raven Press.

Ramón G. Gómez. 1993. Enciclopedia del Ganado Bovino. 1ra. Edición. UNAM. Ciudad Universitaria, 04510. México D.F.

Randel R. D. Callahan, C. J. Erb, R. E. Garverick, H. A. Brown, B. L. 1972. Effect of melengestrol acetate on plasma progesterone, luteinizing hormone and total corticoids in dairy heifers. *J Anim Sci* 35:389-397.

Rivera G. 1993. Regulación neuroendocrina de la función ovárica. En: Palma, G. y Brem, G. Transferencia de embriones y biotecnología de la reproducción en la especie bovina. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina. p. 43-63.

Roche J. F. y Boland, M. P. 1991. Turnover of dominant follicles in cattle of different reproductive status. *Theriogenology*. 35 : 81-90.

Rodolfo Cuellar Salas. 2001. Anatomía Comparada de los Animales Domésticos. 1ra. Edición. Impreso en México. Universidad Autónoma de Aguas Calientes. Av. Universidad 940. CP. 20100.

Rombauts L. Vanmontfort, D. Decuypere, E. Verhoeven, G. 1996. Inhibin and Activin have antagonistic paracrine effects on gonadal steroidogenesis during the development of the chicken embryo. *Biol of Reprod*. 54: 1229-1237.

Roussel J. D. Beatty, J. F. 1969. Effect of melengestrol acetate on synchronization of estrus, subsequent fertility, and milk constituents of lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 52:2020-2023.

Ruckebush Y. L. P. Phaneuf, y R. Dunlop. 1991. Fisiología de pequeñas y grandes especies. Mexico D.F. Edit. El manual moderno.

Shams D. F. Hofert, E. Shllemberger, M. Hartl. and H. Karg. 1987: "Pattern of luteinizing hormone (LH) and follicle stimulating hormone (FSH) in bovine blood plasma after injection of a synthetic gonadotropin releasing hormone (GnRH)" *Theriogenology*. 1:137-151.

Silvia W. J. Raw, R. E. Aldrich, S. L. y Hayes, S. H. 1992. Uterine secretion of prostaglandin E2 a in response to oxytocin in ewes. Changes during the oestrous cycle and early pregnancy. *Biol. Reprod.* 46: 1007-1015.

Stevenson J. 2000. Sincronización de celos y de ovulaciones en bovinos de leche y carne. *Proc. V Cong. Arg. Reprod. Anim. CABIA y EGP.*

Stevenson J. S. M. C. Lucy, and E. P. Call. 1987. Failure of timed inseminations and associated luteal function in dairy cattle after two injections of prostaglandin F2a. *Theriogenology* 28:937.

Stock, A. T., Fortune, J. E., 1993, Ovarian follicular dominance in cattle; Relationship between prolonged growth of the ovulatory follicle and endocrine parameters. *Endocrinology*.

Sumano H. S. L. L. Ocampo, C. 1997. *Farmacología Veterinaria*, 2da Ed., Mc Graw-hill Interamericana

Sunderland S. J. Roche, J. F. Boland, M.P. 1994. Immunomodulation of ovulation rate in ruminants. 8th. Scientific Meeting European Embryo Transfer Association. Lyon. pp. 51-66.

Swanson I. A. Mc Natty, K. P. y Band, D.T. 1977. Concentration of prostaglandin F2 a and steroids in the human corpus luteum. *J. Endocrin.* 73: 115.

Vale W. Bilezikjian, L. M. 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.

Vasconcelos J. L. M., R. W. Silcox, G. J. Rosa, J. R. Pursley, and M. C. Wiltbank. 1999. Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrous cycle in lactating dairy cows. *Theriogenology* 52:1067-1078.

Walters D. L., D. Shams and E. Shalleberg. 1984. Pulsatile secretion of gonadotrophins, ovarian steroids and oxytocin during the luteal phase of the oestrus cycle in the cow.

Watkins W. B. y Moore, L. G. 1987. Effect of system intravenous infusion of PGF₂ a and 13-14 dihydro-15-keto PGF₂ a on the release of oxytocin associated neurophysin from the ovary in the ewe. *J. Reprod. Fert.* 80: 105.

William J. Hoar. *Fisiología General y Comparada*. 1978. 2da. Editorial Omega

Wiltbank J. N. Gonzalez-Padilla E. 1975. Synchronization and induction of estrus in heifers with a progestagen and estrogen. *Ann Biol Anim Biochem Biophys* 15:255.

Wiltbank M. C. Gumen. A. Sartori, R. 2002 Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology*.

Zarco L. Stabendfelt, G. H. Quirke, J. F. Kindhal, M. y Bredford, G. E. 1988. Release of prostaglandin F_{2a} and the time of events associated with luteolysis in ewes with oestrous cycles of different lengths. *J. Reprod. Fert.* 83: 517-526.