

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

Informe de Trabajo final presentado para optar al

Grado de médico veterinario

Modalidad: Monografía

**REVISION Y ANALISIS DE LOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACION DE
CELO PARA INSEMINACION ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN VACAS Y
VAQUILLONAS DE CRIA**

Alumno: Ronchi, Alma Sabrina

DNI: 34475086

Director: M.V. García, Fernando

Rio Cuarto – Córdoba

Diciembre/2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: REVISION Y ANALISIS DE LOS PROTOCOLOS DE
SINCRONIZACION DE CELO PARA INSEMINACION ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO
EN VACAS Y VAQUILLONAS DE CRIA

Autor: Ronchi, Alma Sabrina

DNI: 34475086

Director: M.V Fernando García

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión Evaluadora:

María Isabel Vázquez _____

María Belén Rabaglino _____

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Secretario Académico

INDICE DE TEXTO

Resumen.....	7
Summary.....	8
Introducción.....	9
Objetivos.....	10
Capítulo I : fisiología del ciclo estral.....	11
1. Control neurológico y endocrinológico del ciclo estral.....	11
1.1. Hipotálamo.....	11
1.2. Hipófisis.....	11
1.3. Ovarios.....	12
1.4. Útero.....	12
2. fases del ciclo estral.....	15
2.1. Proestro.....	15
2.2. Estro.....	16
2.3. Metaestro.....	16
2.4. Diestro.....	17
3. dinámica folicular y ciclo estral	18
Capítulo II : Protocolos para la sincronización de celos.....	23
1. Protocolos a base de prostaglandinas y GnRH.....	25
1.1. Única dosis de prostaglandina F2 α	25
1.2. Doble dosis de prostaglandina F2 α	25
1.3. Ovsynch.....	26
Variaciones del protocolo Ovsynch.....	27
1.3.1. Co-synch.....	27
1.3.2. Presynch-Ovsynch.....	27
1.4. Protocolos a base de GnRH y prostaglandinas que agregan progesterona.....	28
1.4.1. Programa 7 días Co-synch	
progesterona.....	28
1.4.2. Programa 7 días Ovsynch + progesterona.....	29
1.4.3. Programa 5 días Co- synch + CIDR.....	29
1.4.4. Programa MGA.....	31
2. protocolos a base de progesterona, estradiol y prostaglandina F2 α	34
Capítulo III: Ventajas de la sincronización de celos e IATF	46
Conclusión.....	47
Bibliografía.....	48

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación esquemática de las variaciones en la concentración de las principales hormonas que regulan el ciclo estral en bovinos.....	15
Figura 2. Fases del ciclo estral en la hembra bovina y su regulación hormonal.....	18
Figura 3. Dinámica del desarrollo folicular ovárico y secreción de gonadotropina durante ciclos estrales de dos y tres ondas en el ganado.....	20
Figura 4. Porcentaje de preñez en función de la condición corporal.....	23
Figura 5. Dinámica folicular y respuesta hormonal al protocolo Ovsynch.....	27
Figura 6. Esquema del protocolo Co-synch.....	27
Figura 7. Esquema del protocolo Presynch-Ovsynch.....	28
Figura 8. Esquema del protocolo 7 días Co-synch + progesterona.....	28
Figura 9. Esquema del protocolo 7 días Ovsynch + progesterona.....	29
Figura 10. Esquema del protocolo 5 días Co synch + CIDR.....	30
Figura 11. Esquema del programa MGA.....	32
Figura 12. Imagen esquemática del experimento de Martínez et al.....	33
Figura 13. Gráfico de la distribución del estro después de la administración de PGF2 α en vaquillas que recibieron un dispositivo CIDR-B(A) o fueron alimentadas MGA (B) y tratadas con GnRH o pLH o benzoato de estradiol para sincronizar la aparición de ondas foliculares y ovulación para IA a tiempo fijo.....	33
Figura 14. Gráfico de porcentaje de preñez en función del estadio fisiológico de los animales.....	34
Figura 15. Protocolo clásico a base de progesterona, prostaglandina y estradiol.....	35
Figura 16. Distribución de la ovulación (porcentaje de ovulación en cada periodo) en vacas Bos Indicus, sometidas a un protocolo de sincronización basada en progesterona más estradiol.....	39
Figura 17. Porcentaje de preñez.....	41
Figura 18. Porcentaje de preñez en relación a la condición corporal en hembras y tratadas con eCG.....	42
Figura 19. Protocolo aplicado al grupo 1.....	44
Figura 20. Protocolo aplicado al grupo 2 y 3.....	44
Figura 21. Porcentaje de preñez obtenido por grupo.....	45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de las hormonas reproductivas.....	13
Tabla 2. Fases del ciclo estral bovino.....	18
Tabla 3. Aspectos morfológicos, fisiológicos y bioquímicos de folículos ováricos.....	21
Tabla 4. Formas de control del ciclo estral.....	24
Tabla 5. Porcentaje de preñez según el tratamiento.....	31
Tabla 6. Porcentaje de preñez según la estructura ovárica predominante al momento de colocar los dispositivos intravaginales y el tratamiento utilizado para controlar el ciclo estral.....	31
Tabla 7. Tasas de celo, intervalo de PG a celo y tasas de preñez en vaquillonas de carne	33
Tabla 8. Porcentaje de preñez en vacas y vaquillonas que recibieron un tratamiento de control del ciclo estral basado en progesterona en dos años de trabajo, según tratamiento.....	37
Tabla 9. Porcentaje de preñez en vaquillonas Angus que recibieron un dispositivo intravaginal con progesterona combinado con dos dosis de cipionato de estradiol para sincronizar la ovulación y que fueron IATF en dos rangos horarios post dispositivos.....	38
Tabla 10. Porcentaje de preñez en vaquillonas Angus tratadas con un dispositivo intravaginal con progesterona según estructura ovárica y hormona usada para sincronizar la ovulación.....	40
Tabla 11. Porcentaje de preñez en vacas Holando Argentino que recibieron un DISP combinado con BE o GnRH para sincronizar la ovulación post tratamiento según si tuvieron CL o no al inicio de la sincronización.....	41
Tabla 12. Porcentaje de preñez en relación a la categoría y a la estructura ovárica predominante en hembras control y tratados con eCG.....	43

INDICE DE ABREVIATURAS

AM/PM: anterior al meridiano/ posterior al meridiano
BE : benzoato de etradiol
CIDR: dispositivo controlado de liberación interna de medicamentos
CL: cuerpo lúteo
D o d: día
DC: detección de celo
DIB: dispositivo intravaginal bovino
DISP: dispositivo intravaginal con progesterona
DPG: doble dosis de prostaglandina
E2: estradiol
eCG: gondotrofina corionica equina
FSH: hormona folículo estimulante
GnRH: hormona liberadora de gonadorofinas
h: horas
IA: inseminación artificial
LH: hormona luteinizante
MGA: acetato de melengestrol
OTR: receptores de oxitocina
P4: progesterona
PGF2 α : prostaglandina f 2 alfa
PGH2: prostaglandina H 2
pLH: hormona luteinante porcina
PRID: dispositivo intravaginal liberador de progesterona
RE α : receptores de estrógeno alfa
TE: transferencia de embriones

RESUMEN

Esta monografía describe y analiza algunas de las técnicas disponibles más importantes para sincronizar el celo e inseminar a tiempo fijo en hembras bovinas de cría. Se desarrollan los principios de la fisiología del ciclo estral: control neuroendocrino del mismo, el papel de las hormonas hipotalámicas (GnRH), hipofisarias (LH y FSH), así como las hormonas producidas por las estructuras ováricas, folículos y cuerpo lúteo (estrógenos y progesterona), y uterinas (PGF2 α); las fases del ciclo estral las cuales son: proestro, estro, metaestro y diestro; se mencionan los protocolos de sincronización de celos para IATF y sus fundamentos: protocolos a base de prostaglandina y GnRH y por otra parte métodos combinados con progesterona, prostaglandina y estradiol. Se hizo una revisión de trabajos y experimentos sobre estos para comparar resultados. Por último se enumeran los beneficios de la sincronización de celos para IATF.

Palabras claves: sincronización de celo, IATF, progesterona, estradiol, prostaglandina, GnRH, eCG, vacas de cría, vaquillonas de cría, ovulación, fase folicular, fase lútea, folículo, cuerpo lúteo

SUMMARY

This monograph describes and analyzes some of the most important available techniques to synchronize estrus and inseminate at fixed time in bovine breeding females. The principles of the physiology of the estrous cycle are developed: neuroendocrine control of the same, the role of the hypothalamic hormones (GnRH), pituitary hormones (LH and FSH), as well as the hormones produced by the ovarian structures, follicles and corpus luteum (estrogens and progesterone), and uterine (PGF2 α); the phases of the estral cycle which are: proestrus, estrus, metaestrus and diestrus; the protocols of jealousy synchronization for IATF and its foundations are mentioned: protocols based on prostaglandin and GnRH and on the other hand combined methods with progesterone, prostaglandin and estradiol. A review of the works and experiments on these was made to compare results. Finally, the benefits of jealousy synchronization for IATF are listed.

Keywords: estrus synchronization, IATF, progesterone, estradiol, prostaglandin, GnRH, eCG, breeding cows, breeding heifers, ovulation, follicular phase, luteal phase, follicle, corpus luteum

INTRODUCCION

Lograr un ternero por vaca por año es uno de los objetivos principales en un planteo de cría, cumplir con ese objetivo implica que debemos preñar a las vacas entre 40 a 60 días posparto, para ello disponemos de uno o dos ciclos estrales (Sintex, 2005). En orden de importancia los factores que contribuyen al retorno económico de un establecimiento de cría se encuentran: la eficiencia reproductiva del rodeo que es diez veces más importante que el crecimiento y la carcasa del animal que vamos a producir (Brogliatti, 2006a) En cuanto a estos dos últimos, el uso de genética superior es importante para maximizar la calidad de la crías producidas (Phill, 2005).

El desarrollo de programas de control del ciclo estral que posibilitan la inseminación artificial a tiempo fijo ha sido uno de los aportes más importantes realizados por la ciencia para la difusión de esta biotecnología en la especie bovina (Marcantonio,2007) .No obstante la adopción de la inseminación artificial en los rodeos de cría no ha estado acorde a las ventajas que ofrece, ya que se estima que el porcentaje de vientres bajo inseminación ronda el 3 al 5% (Peralta,2000).Entre los mayores problemas para la implementación de IA figuran: el costo de los tratamientos, su implementación (mano de obra y manejo) y la detección de celo (Brogliatti,2003^a).La no detección de celos es la llave de este sistema. Esto no solo permite hacerlo en forma sencilla sino también en forma eficiente al no perder celos como sucede en las inseminaciones clásicas debido a factores humanos (falta de tiempo, detección errónea, etc.) o por factores propios de la vaca (celos nocturnos, celos cortos, etc.)(Witt,2001).Para mejorar este último punto, surge la sincronización de celo, una herramienta practica y económica utilizada en programas de IA (Brogliatti,2003b).Los nuevos programas de sincronización de las ovulaciones nos permiten manipular la función ovárica de manera tal que el 90% de los animales este ovulando en un lapso de 24 horas (Brogliatti,2003c). La inseminación a tiempo fijo es una herramienta importante porque no tenemos que detectar celo y podemos tener un 50 % o 60 % de preñez (Brogliatti, 2006b).Pero no debemos olvidarnos que en la sincronización de celos para ser fecundadas mediante IA ninguno de estos dos sistemas (sincronización de celo e IA) reemplaza un correcto manejo nutricional y sanitario ni mejoran por si mismos el porcentaje de celo diario ni la fertilidad del rodeo. Qué no tiene ningún efecto en hembras sin actividad sexual cíclica normal (anestro, impúberes,etc.), la única función de la sincronización de celos es agrupar los celos de las hembras que se encuentran en condiciones de producirlos (Bavera, 2005).Dado que el ciclo estral bovino tiene una duración que oscila entre 18 y 24 días, si todas las hembras estuvieran ciclando y las detectásemos en su totalidad, deberíamos observar una tasa de celo diaria de entre 4- 5 %. Una reducción en este índice puede significar que el rodeo no se encuentra ciclando en su totalidad o que la detección de celos posee algunas deficiencias (Arias Mañotti, 2006).

La sincronización de los celos en un rodeo mejora la eficiencia del sistema, porque permite concentrar el esfuerzo en unos pocos días y acortar los periodos de servicio, optimizando de esta manera el trabajo del personal y el uso del semen congelado. El éxito de los programas de sincronización de celos se sustenta en el conocimiento de tres áreas fundamentales: 1) Fisiología del ciclo estral; 2) productos farmacológicos y sus efectos sobre el ciclo estral de la vaca; 3) factores de manejo del rodeo que reducen el anestro e incrementan las tasas de preñez (Bo, 2005).

OBJETIVOS

Objetivo general

Realizar una revisión y análisis de los protocolos de sincronización de celos para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos de carne para optimizar el manejo reproductivo.

Objetivos específicos

1. Hacer un repaso del ciclo estral bovino, para comprender los eventos fisiológicos que ocurren durante este, y por consiguiente su manejo artificial.
2. Describir los diferentes protocolos de sincronización de celo para inseminación artificial a tiempo fijo.
3. Hacer un análisis de los datos y resultados obtenidos de las últimas investigaciones.
4. Nombrar las ventajas en la implementación de esta biotecnología.

CAPITULO I: FISIOLOGIA DEL CICLO ESTRAL BOVNO

La hembra bovina se caracteriza por tener ciclos durante todo el año, por lo que se la clasifica como poliestrica anual (Mayer, *sf*).

1. CONTROL NEUROLOGICO Y ENDOCRINOLOGICO DEL CICLO ESTRAL

El ciclo estral de la vaca es una sucesión de eventos de origen endocrino que comienzan cuando se inicia la primera ovulación en la pubertad y se continúan durante toda su vida útil, excepto en condiciones de preñez, anestro posparto u otros tipos de anestros. Entonces podemos definir al ciclo estral como el período de tiempo que existe entre dos estros consecutivo o dos ovulaciones. El ciclo estral de la vaca es un ciclo que se repite cada 21 días en promedio, pero su duración real depende del número de ondas foliculares que se presenten en él. Así los ciclos de 3 ondas tienen una duración entre 22 y 23 días, y los ciclos de 2 ondas una duración entre 19 y 20 días; de allí el promedio de 21.

El ciclo estral está regulado por las hormonas del hipotálamo (hormona liberadora de gonadotropina, GnRH), la pituitaria anterior (hormona folículo estimulante, FSH y hormona luteinizante, LH), los ovarios (progesterona, P4; estradiol, E2 e inhibinas) y el útero (prostaglandina F2 α , PGF2 α). Estas hormonas actúan a través de un sistema de retroalimentación positiva y negativa para gobernar el ciclo estral del bovino (Stevenson, 2007).

1.1 Hipotálamo

El hipotálamo forma parte del diencefalo y está situado en la base del mismo, caudal al quiasma óptico. Su cara anterior esta sobre el diafragma hipofisario (Eli, 2005), éste es el encargado de producir y secretar la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), que es secretada de dos formas: una secreción pulsátil o tónica desde el centro tónico del hipotálamo y una secreción preovulatoria o en pico, anteriormente se creía que esta respuesta era estimulada por el E2, sin embargo ahora se conoce que las neuronas secretoras de GnRH no tienen receptores para E2, por lo tanto no hay una acción directa, si no que existe un grupo de neuronas hipotalámicas que expresan el gen Kiss-1 que codifica el péptido kisspeptina, el mismo proveería información a las neuronas del hipotálamo, secretoras de GnRH, de los niveles de hormonas esteroides (Colazo y Mapletoft, 2014).

La GnRH difunde a través de los capilares al sistema hipofisario y de allí a las células de la hipófisis anterior (adenohipofis), donde su función es estimular la producción y secreción de las hormonas hipofisarias FSH y LH (Rippe, 2015).

1.2 Hipófisis

La hipófisis es una pequeña glándula ovoide situada a la altura de la silla turca en la base del cerebro y adyacente al hipotálamo (Eli, 2005), se compone de tres lóbulos, uno anterior llamado adenohipófisis, uno intermedio y uno posterior o neurohipofisis (Cunningham, 1999).

En la hipófisis anterior las células basófilas o gonadotropas sintetizan las gonadotropinas FSH y LH (Eli, 2005).

La FSH es la responsable del proceso de esteroidogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular. La LH interviene en el proceso de esteroidogénesis ovárica, ovulación formación del cuerpo lúteo y mantenimiento del mismo. Tanto la FSH como la LH son secretadas a la circulación en forma de pulsos y son regulados por dos sistemas, el tónico o generador de pulsos de la GnRH y el cíclico o generador del pico preovulatorio de la GnRH. El primero produce el nivel basal circulante, siempre presente, de hormonas hipofisarias, las cuales promueven el desarrollo de los elementos germinales y endocrinos de las gónadas. El segundo, opera más agudamente, siendo evidente por solo 12 a 24 horas en cada uno de los ciclos reproductivos de la hembra. El modo cíclico tiene por función desencadenar el pico preovulatorio de LH y en consecuencia la ovulación. (Callejas, *sf*).

1.3 Ovarios

Las hormonas ováricas son producidas por dos estructuras cíclicas, folículo y cuerpo lúteo, responsables de todas las modificaciones del aparato genital femenino que se producen durante el ciclo estral. Estos elementos cíclicos tienen una vida breve, contenida complejamente en el arco del ciclo estral (Eli, 2005).

La secreción de hormonas foliculares (E2) comienza con la maduración del folículo y cesa con su rotura (dehiscencia) (Eli, 2005).

Los estrógenos ejercen una retroalimentación negativa sobre el centro tónico y positiva sobre el centro cíclico; así el estrógeno en ausencia de progesterona, estimula la síntesis para receptores de GnRH en la hipófisis que la vuelve más sensible a la GnRH, estimulando la liberación del pico de LH que permite la ovulación del folículo maduro o de graff (Motta Delgado, 2011).

El cuerpo lúteo produce progesterona, hormona esteroidea que bloquea la liberación de GnRH hipotalámico, tranquiliza sexualmente a la hembra y pone en reposo el aparato genital (Eli, 2005).

1.4 Utero

El útero se encarga de producir la prostaglandina $F2\alpha$, que regula el ciclo estral a partir de su efecto luteolítico, además interviene en el mecanismo de la ovulación y del parto (Motta Delgado, 2011).

En la tabla 1 se muestra un resumen de las hormonas que intervienen en la reproducción.

Tabla 1. Resumen de las hormonas reproductivas

NOMBRE DE LA HORMONA (ABREV.)	CLASIFICACIÓN QUÍMICA	FUENTE	ÓRGANO BLANCO (TEJIDO DIANA)	ACTIVIDADES PRINCIPALES
Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH)	Neuropéptido (decapéptido)	Centros hipotalámicos de control de secreción pre-ovulatoria y tónica de GnRH	Lóbulo anterior de la hipófisis (gonado-trofos)	Activa la secreción de FSH y LH por lóbulo anterior de la hipófisis
Oxitocina (OT)	Neuropéptido (octapéptido)	Sintetizada en el hipotálamo, almacenada en el lóbulo posterior de la hipófisis; sintetizada por el cuerpo lúteo	Miometrio y endometrio, células mio-epiteliales de la glándula mamaria	Motilidad uterina, promueve la síntesis uterina de PGF2a, secreción láctea
Hormona Luteinizante (LH)	Glicoproteína	Lóbulo anterior de la hipófisis (gonadotrofos)	Ovario (células de la teca interna y células lúteas)	Estimula la ovulación, formación del cuerpo lúteo y secreción de progesterona
Hormona Folículo Estimulante (FSH)	Glicoproteína	Lóbulo anterior de la hipófisis (gonadotrofos)	Ovario (células de la granulosa)	Desarrollo folicular y síntesis de estradiol por las células de la granulosa
Estradiol (E2)	Esteroides	Células de la granulosa del folículo, placenta, células de Sertoli	Hipotalamo, aparato reproductor y glándula mamaria	Comportamiento sexual, estimula el centro preovulatorio de GnRH, actividad secretora elevada del aparato reproductor, intensifica la motilidad uterina

Progesterona (P4)	Esteroides	Cuerpo lúteo y placenta	Edometrio y miometrio, glándula mamaria, hipotálamo	Secreción edometrial, inhibe la activación de GnRH, inhibe el comportamiento reproductivo promueve y mantiene la gestación
Testosterona (T)	Esteroides	Células intersticiales de Leyding, células de la teca interna del folículo ovárico	Cerebro, músculo esquelético, células de la granulosa	Sustrato para la síntesis de E2 masculinización anormal
Inhibina	Glucoproteína	Células de la granulosa (hembra) y células de Sertoli (macho)	Gonadotrofos del lóbulo anterior de la hipófisis	Inhibe la secreción de FSH
Activina	Glucoproteína	Células placentarias (mujer), células de la granulosa (hembra), células de Sertoli (macho)	Gonadotrofos del lóbulo anterior de la hipófisis	Estimula la secreción de FSH
Prostaglandina F2a (PGF2a)	Prostaglandina (C-20 ácido graso)	Endometrio uterino, glándulas vesiculares	Cuerpo lúteo, miometrio, folículos	Luteolisis, promueve el tono y las contracciones uterinas, ovulación

Tomado de: Jiménez (2016)

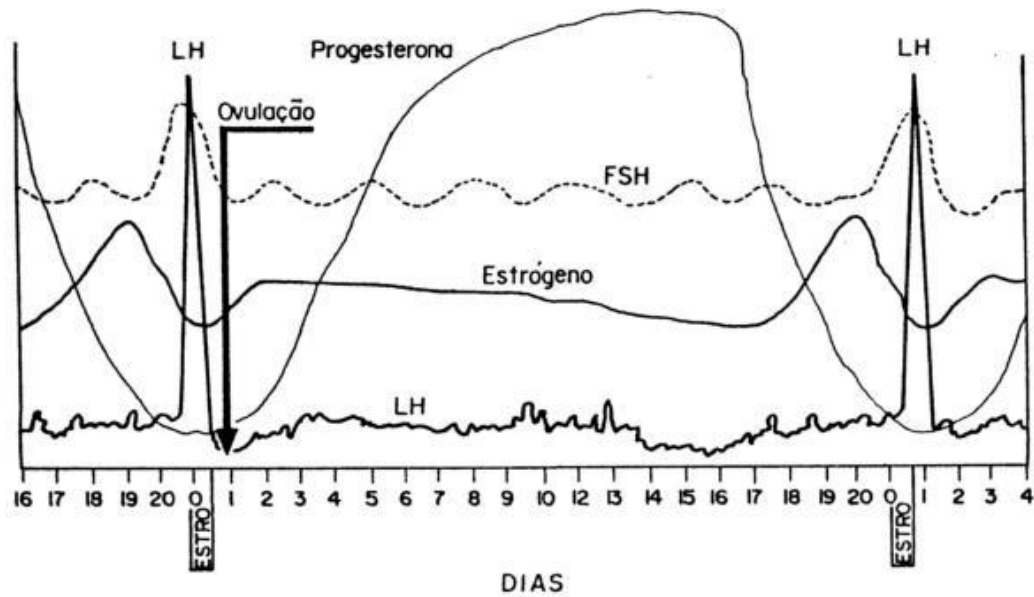


Figura 1. Representación esquemática de las variaciones en la concentración de las principales hormonas que regulan el ciclo estral en bovinos Tomada de: Rodríguez do Valle (1991)

2. FASES DEL CICLO ESTRAL

Podemos dividir el ciclo estral en tres fases:

1. Fase folicular o de regresión del cuerpo lúteo (proestro).
2. Fase Periovulatoria (Estro y Metaestro).
3. fase luteal (Diestro)

2.1. Proestro

La fase del proestro se inicia con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior o luteolisis y termina con el inicio del estro o celo; dura alrededor de dos o tres días. La lisis del cuerpo luteo ocurre gracias a la acción de la PGF2 α de origen uterino. Con la caída de los niveles de P4, el efecto de retroalimentación negativa que ejercía a nivel hipotalámico desaparece y comienza a aumentar la frecuencia pulsátil de las hormonas FSH y LH las cuales estimulan el crecimiento folicular (Figura 1). Durante el proestro o fase folicular ya existe un folículo dominante que llegara a ser una estructura de 2 a 2,5 centímetros de grande y con la aparición de una ampolla llena de líquido folicular y el ovocito que será ovulado (Rippe, 2018).

Este folículo dominante se diferencia de los demás en que es estimulado coordinadamente por las hormonas FSH y LH para producir estrógenos. (Lamb et al., 2009). La pared del folículo consta de dos filas de células: una interna que está en contacto con el ovocito llamada células de la granulosa y otra más externa llamada células de la teca; entre las dos hay una membrana llamada membrana basal. Estos dos tipos de células trabajan coordinadamente durante el desarrollo del folículo para producir E2. El incremento en los niveles de E2 del folículo preovulatorio alcanzan los centros nerviosos del hipotálamo que

controlan las manifestaciones externas de celo. Aquí se inicia la fase de celo o estro (Rippe, 2018).

El aumento de los niveles de estrógeno causa un aumento de suministro de sangre al sistema reproductivo que resulta en edematización de todo el tracto. Las glándulas del cuello uterino y la vagina son estimuladas a aumentar la actividad secretora produciendo una delgada descarga vaginal (Shearer, 2003).

2.2. Estro

El estro se define como un periodo de actividad y receptividad sexual en donde el signo principal es que el animal se mantiene en pie y quieto al ser montado por otro. También se observa, entre otros signos, inquietud, inflamación de la vulva, secreción de moco claro y transparente que sale por la vulva (Shearer, 2003): el olor del moco atrae y excita al toro debido a la presencia de feromonas. La duración de celo es muy variable entre grupos de animales variando entre 30 minutos a más de 30 horas (Lucy, 2006), pero se considera que 16 ± 4 horas es el tiempo promedio.

Los signos de estro ocurren gracias a la presencia de los estrógenos provenientes del folículo. En cierto momento los niveles de estrógenos son lo suficientemente altos en concentración y duración como para inducir los síntomas de celo o calor (Wiltbank et al., 2002), así como para incrementar las contracciones del tracto reproductivo facilitando el transporte del esperma y del ovulo; estos altos niveles de estrógenos afectan también a centros endocrinos en el hipotálamo que controlan la liberación de GnRH del hipotálamo y esta a su vez la liberación de FSH y LH de la adeno-hipófisis. El incremento de LH se inicia después de que se hayan iniciado los signos de celo e inicia el proceso de ovulación. (Lucy, 2006). La LH es generalmente considerada como la gonotropina primaria responsable de la ovulación, sin embargo, la FSH también ha sido observada como causante de ovulación y de formación de tejido luteal (Lamb et al., 2009). Los niveles de FSH se incrementan en amplitud unas horas después del pico de LH, relacionándose con el inicio de la primera oleada folicular que describiremos más adelante en la dinámica folicular.

2.3. Metaestro

Inmediatamente después de finalizado el celo se inicia el metaestro que puede durar de 3 a 5 días. Durante esta etapa tiene lugar la ovulación, que ocurre entre 28 a 32 horas después de haberse iniciado el celo, o entre 10 a 15 horas de haber cesado los signos de celo en respuesta al pico preovulatorio de LH (Rippe, 2018).

Después de la ovulación se observa una depresión en el lugar ocupado por el folículo ovulatorio (depresión ovulatoria) y posteriormente se desarrolla el cuerpo hemorrágico (cuerpo lúteo en proceso de formación). Durante el metaestro, las concentraciones de progesterona comienzan a incrementarse hasta alcanzar niveles mayores a 1ng/ml , momento a partir del cual se considera que el cuerpo lúteo llega a la madurez. El momento óptimo en que las concentraciones de progesterona son superiores a 1ng/ml se toma como criterio fisiológico para determinar el final del metaestro y el inicio del diestro. Después de la ovulación las diferentes células que componen el folículo ovulatorio cambian la función y se convierten en células lúteas que forman el corpus luteum, esta es la estructura principal de los ovarios durante el diestro (Perry, 2004).

Algunas vacas presentan un sangrado conocido como sangrado metaestral (Hernández Cerón, 2012).

Durante el metaestro la tasa sanguínea de todas las hormonas sexuales es mínima (estrógenos $\leq 5\text{pg/ml}$, progesterona, FSH, LH $\leq 2\text{ ng/ml}$) (Eli, 2005).

2.4. Diestro

Esta fase se caracteriza por la presencia y dominio del cuerpo lúteo en el ovario y la producción de progesterona, y está regulada por las secreciones de la glándula pituitaria anterior, útero, ovario y la presencia de un embrión (Lamb et al., 2009), y va desde el día 5 del ciclo estral hasta el día 18.

La regulación de la secreción de progesterona esta probablemente controlada por un equilibrio de estímulos: uno luteotropico o que estimula la progesterona y otro luteolitico o que inhibe la progesterona; ambos estímulos son secretados al mismo tiempo durante el ciclo estral (Lamb et al., 2009). La hormona LH que es considerada primariamente luteotropica y la concentración de receptores luteales a la LH están directamente relacionados con los cambios en los niveles de progesterona y el crecimiento del cuerpo luteo en el ovario (Lamb et al., 2009) La hormona FSH también interviene uniéndose a receptores en el cuerpo lúteo y provocaría un aumento en la secreción de progesterona.

Los niveles de progesterona más altos se alcanzan en torno al día 10 del ciclo estral y se mantienen hasta el día 16 o 18 del ciclo dependiendo de la presencia o no de un embrión.

Si la vaca está preñada, el cuerpo lúteo se mantiene, los niveles de progesterona son altos y se bloquea la reaparición de celos. El embrión alcanza el útero entre los días 3 a 4 del ciclo estral; durante los siguientes 10 a 12 días el embrión crece rápidamente y comenzara la formación de la placenta. La presencia de estas células embrionarias son las responsables de producir una señal probablemente química, que bloquea la producción de PGF2 α por parte del útero, bloqueando la regresión del cuerpo lúteo en torno al día 16 del ciclo estral; este proceso se conoce como reconocimiento materno de la preñez (Rippe, 2009).

Si no hay fecundación, el siguiente acontecimiento es la lisis del cuerpo lúteo. La expresión de receptores de oxitócina (OTR) es el paso previo para que se dé el mecanismo luteolitico. Los estrógenos provenientes de los folículos en crecimiento actúan sobre los receptores de estrógenos α en el útero; el complejo hormona-receptor se comporta como un factor de transcripción a nivel de núcleo, para la síntesis de OTR que se instalan en la membrana citoplasmática basal a la espera del estímulo de la oxitocina. La oxitocina es producida por el hipotálamo o en las células grandes luteales, es liberada al torrente sanguíneo y llega hasta el útero, donde se acopla al OTR en la célula endometrial, activando la fosfolipasa A2 cuya función es clivar el ácido araquidónico de los fosfolípidos de membrana. Sobre el ácido araquidónico actúa un complejo bifuncional compuesto por la ciclooxigenasa 2(COX-2) y una peroxidasa que lo convierte en PGH2, precursor de prostaglandina. Sobre el PGH2 ejerce su acción la enzima PGF-sintasa, convirtiéndolo en PGF2 α , esta llega hasta el cuerpo lúteo mediante un mecanismo de contracorriente entre la vena uterina y la arteria ovárica, causando pérdida de función y apoptosis de las células luteales. La luteolisis permite la continuidad de la ciclicidad ovárica del animal, ya que sin la presencia de progesterona se retira el bloqueo a nivel hipotalámico y el pico preovulatorio de LH puede darse de nuevo (Lopez et al, 2008).

Se ha establecido que son necesarios cerca de 5 pulsos de PGf2 α para que ocurra la luteolisis completa. Los mecanismos de luteolisis no están totalmente claros pero hay evidencia de que la involución estructural del cuerpo lúteo es mediada por apoptosis (Gaytan et al, 1998).

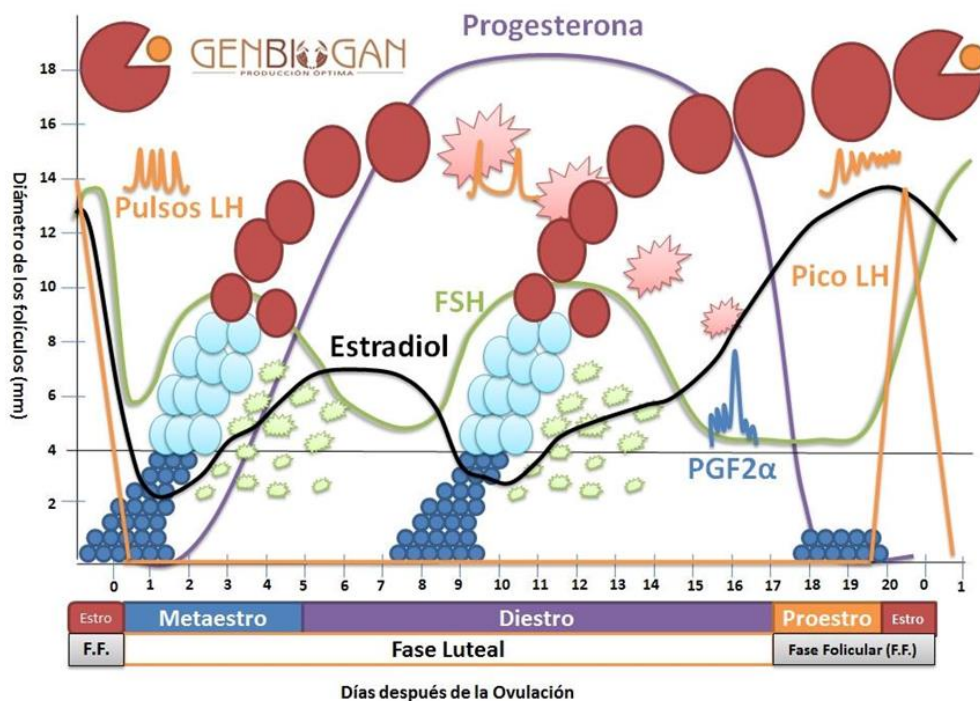


Figura 2. Fases del ciclo estral en la hembra bovina y su regulación hormonal. Tomada de: Ruiz (2016)

En la siguiente tabla se resumen los acontecimientos relevantes de cada fase

Tabla 2 .Fases del ciclo estral bovino

	FASE	DIAS DEL CICLO	DURACION	EVENTOS
FASE FOLICULAR	PROESTRO	19-0	3 Días	Regresión del CL
	ESTRO	0	10 a 12 h	Maduración folicular Aumento de estrógenos Pico de LH-estrógenos
FASE LUTEAL	METAESTRO	1-3	5-7 días	Ovulación
	DIESTRO	4-18	10-12 días	CL maduro Respuesta a la PGF

Tomado de AGROCOR (2005^a).

3. DINAMICA FOLICULAR Y CICLO ESTRAL

En el segundo tercio de gestación el ovario bovino ya está repleto de oogoniass, que van a formar parte de los folículos (Motta Delgado, 2011).El periodo de diferenciación de

los folículos primordiales comienza aproximadamente a los 90 días de la vida fetal y continua por otros 50 o más días (Murph, 2011).

El folículo es la unidad estructural y funcional de los ovarios y según el estadio de desarrollo en la que se encuentren se clasifican en: folículos primordiales, primarios, secundarios, terciarios o antrales y preovulatorio u ovulatorio (Jiménez, 2017).

Se conoce como dinámica folicular al proceso de crecimiento y regresión de folículos antrales que conducen al desarrollo de un folículo ovulatorio. Durante un ciclo estral ocurren entre 1 y 4 ondas de crecimiento y desarrollo folicular, el folículo ovulatorio deriva de la última onda (infogranja, 2005). En la mayoría de los bovinos (es decir, > 95%) el ciclo estral se compone de dos o tres ondas foliculares (Adams, 2008 a).

En las vacas con dos ondas foliculares el periodo de dominancia folicular es mayor que en la de tres ondas. El tiempo de dominancia influye en el potencial de los ovocitos para desarrollar un embrión viable; así, el porcentaje de concepción es menor cuando ovulan folículos que tuvieron más días de dominancia que cuando ovulan folículos con menor tiempo de dominancia (Hernández Cerón, 2012).

El ganado Bos Indicus frecuentemente tiene cuatro ondas foliculares durante los ciclos estrales, pero en el ganado Bos Taurus cuatro o más ondas foliculares por ciclo generalmente se asocian con luteolisis retrasada o falta de ovulación, ciclos estrales cortos han sido reportados al momento de la pubertad y el post parto después de la primera ovulación (Evans, 2003), Satheskumar y col(2012) observaron en 18 ciclos en vacas Bos Indicus 14 ciclos (77.8%), tres ciclos (16,7%) y un ciclo(5.6%) exhibieron ondas foliculares de tres, dos y cuatro ondas por ciclo respectivamente. La prevalencia de patrones de cuatro ondas en Bos Indicus en comparación con Bos taurus puede ser consecuente con el tamaño más pequeño y más corto periodo de dominancia del folículo dominante (Jaiswal et al, 2009).

Cada una de estas ondas tiene tres fases: 1) **reclutamiento**, en la que un grupo de folículos o cohorte adquiere la capacidad de responder a las gonadotropinas y comienza un rápido crecimiento; 2) **selección**, en la que un grupo de folículos es escogido para escapar del proceso de atresia y continuar creciendo (Espinosa-Villavicencio et al, 2007^a). La selección se relaciona con interferencia del folículo más grande sobre la capacidad de los folículos más pequeños de recibir un adecuado soporte gonadotropico. Eso podría ser llevado a cabo mediante dos vías: la vía pasiva, por la cual el folículo de mayor tamaño inhibe indirectamente el crecimiento de los folículos menos maduros reduciendo las concentraciones de FSH por debajo del umbral necesario para mantener los otros folículos, y la vía activa, en la que el folículo mayor secreta inhibinas impidiendo de esta manera, directamente, el crecimiento de los demás folículos(Tovío y Duica, 2012); 3) **dominancia**, en la que un folículo se desarrolla más rápidamente que el resto, suprimiendo el crecimiento de los subordinados e impidiendo el reclutamiento de un nuevo grupo de folículos (Espinosa-Villavicencio et al,2007).Por un fenómeno de retroalimentación negativa en el eje hipotalámico-hipofisario, debido a las altas concentraciones de estradiol e inhibina producidas por el folículo dominante, provocan la disminución de la concentración plasmática de FSH a niveles basales, bloqueando el crecimiento de los folículos FSH dependientes y provocando su atresia (De Oliveira Vianna, 2009 a). Esta divergencia en la tasa de crecimiento, se denomina desviación y coincide con la disminución plasmática de FSH y adquisición de receptores para LH en el folículo dominante (Evans, 2009).Los factores intrafoliculares que han sido sugeridos como candidatos para la regulación de la desviación son aquellos relacionados con el sistema de los factores de crecimiento similares

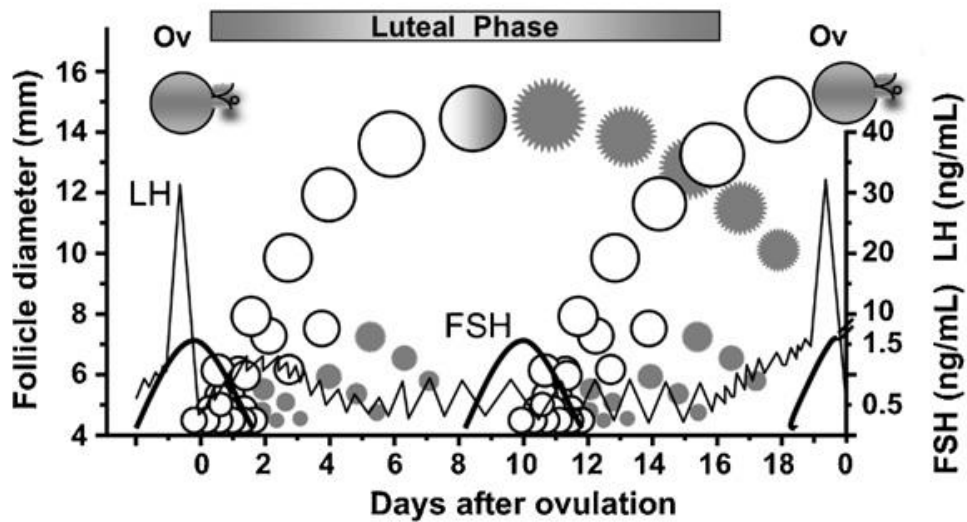
a la insulina (IGF), esteroides, inhibina-A, activina-A, receptores de gonadotropinas (Espinosa-Villavicencio et al, 2007).

La activación folicular se divide en dos etapas diferentes, la primera se denomina activación inicial y la segunda activación de folículos antrales. La inicial abarca la diferenciación de folículos primordiales hasta folículos terciarios. Tanto la activación inicial como el crecimiento hasta la formación del antro es gonadotrofo independiente, es decir que no depende de las concentraciones séricas de FSH y LH (Gigli et al, 2006).

La aparición de ondas foliculares es caracterizado por el crecimiento repentino (dentro de 2 o 3 días) de 8 a 41 folículos pequeños que son detectados inicialmente por ultrasonografía a un diámetro de 3 – 4 mm (Adams, 2008 b).

En la tabla 3 se muestra los aspectos morfológicos, fisiológicos, y bioquímicos de folículos ováricos.

2-wave interovulatory interval



3-wave interovulatory interval

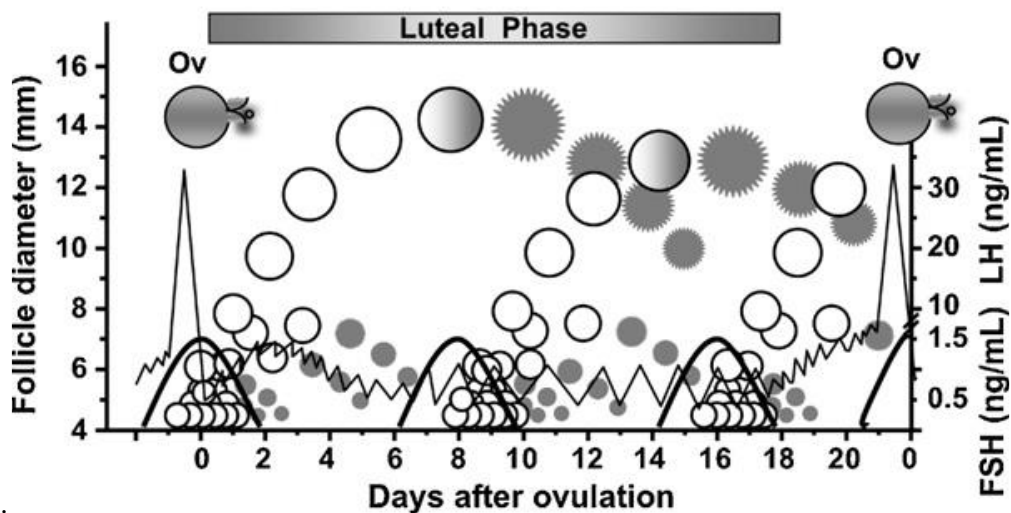


Figura 3 .Dinámica del desarrollo folicular ovárico y secreción de gonadotropina durante ciclos estrales de dos y tres ondas en el ganado. Los folículos dominantes y subordinados se indican como abiertos (viables) o círculos sombreados (atrésicos) .Un

aumento de las concentraciones circulantes de FSH (línea gruesa) precede a la emergencia de cada ola. El aumento de LH esta precedido por un aumento de alta frecuencia de pulsos de LH como resultado de bajas concentraciones de progesterona circulante(es decir periodo de luteolisis) tomado de (Adams, 2008).

Tabla 3: Aspectos morfológicos, fisiológicos y bioquímicos de folículos ováricos

Componentes	característica morfo/fisiológicas
Células de la teca	<p>producen andrógenos en respuesta al incremento de los niveles basales de LH</p> <p>Luego de la ovulación se trasforman en células luteínicas de la teca.</p>
Pared folicular	<p>Formada por granulosa/teca separadas por lamina basal; experimenta cambios en el desarrollo relacionados con la organogénesis de la glándula endocrina/exocrina.</p>
Células de la granulosa	<p>En folículos preovulatorios, hay conexión entre proyecciones de células de la granulosa a través de la lámina basal rota.</p> <p>Después de la ovulación, la capa granulosa es invadida por vasos/material conectivo.</p>
Corona radiada	<p>Antes de la ovulación, el ovulo se encuentra en un extremo del folículo ovárico. Inmerso en la masa sólida de células foliculares, el montículo ovárico (ovigero).</p>
Folículo primordial	<p>Folículos con oocitos localizados en el centro con una sola capa de células planas de la granulosa.</p> <p>Se diferencian a partir de células germinales primordiales (oogonios) y permanecen en una profase meiótica suspendida hasta que reanudan su maduración/ovulación y atresia.</p>
Folículo primario	<p>En esta etapa las células de la granulosa han adquirido una forma cuboide.</p> <p>Entre la membrana plasmática del ovocito y las células de la granulosa, aparece la zona pelucida.</p> <p>No responden a las hormonas gonadotropas.</p>
Folículo secundario	<p>Poseen antro, que es una cavidad llena de líquido denominado “líquido folicular”. El aumento del tamaño del folículo, es debido a la proliferación de las células de la granulosa. Debido al estímulo de las hormonas hipofisarias los folículos secundarios producen importantes cantidades de hormonas esteroideas. Las células de la teca interna poseen receptores para LH, así producen andrógenos que atraviesan la membrana granulosa hasta llegar a las células de la granulosa; la FSH en las células de la granulosa induce la síntesis de la enzima aromatas, que se encarga de convertir los andrógenos procedentes de la teca en estradiol.</p>

Folículo terciario o de Graff	Folículos en los que se acumula líquido folicular en el antro dentro de las células epiteliales.
Líquido folicular	<p>Algunos componentes tienen actividad fisiológica: inhibidor de la maduración de oocitos, inhibidor de la unión de LH, inhibina y diversas enzimas y ácido sulfúrico de condroitina.</p> <p>Contiene, solo en los folículos grandes, un elevado porcentaje de 17 estradiol en la fase folicular/progesterona durante la ovulación.</p> <p>La elevada concentración de progesterona después de la oleada de LH inhibe la actividad de aromatasa localmente en el ovario.</p>

Tomado de: Castañeda Martínez (2009)

CAPITULO II:

PROTOCOLOS PARA LA SINCRONIZACION DE CELOS

Definición de la biotecnología de sincronización de celo:

La sincronización consiste en cortar o prolongar el ciclo estral a través de la utilización de hormonas o asociaciones hormonales que induzcan la luteolisis o prolonguen la vida del cuerpo lúteo, de manera que un grupo de vacas entre en estro y/o ovule en un corto periodo de tiempo o en un mismo día. El objetivo de un buen programa de sincronización es el control preciso del celo, que posibilite la inseminación artificial en tiempo fijo (IATF) sin detección de celo, además debe estar aliado a altos índices de fertilidad con ovulación sincronizadas, las poblaciones blanco son generalmente, los rebaños de bovinos de leche, cuyas tasas de preñez son generalmente pésimas debido al bajo índice de detección de celos y de concepción además de la ocurrencia de anestro, y los de bovinos de carne con alta incidencia de anestro en la época escogida para la reproducción. Las estrategias de programación de la ovulación se han basado en el control de la vida del cuerpo lúteo con prostaglandinas, en la inducción de la ovulación con GnRH o en el impedimento del estro con el uso de tratamientos a base de progesterona (Palomares García, 2009)

Puntos importantes al establecer un programa de sincronización:

Confirmar la actividad cíclica por palpación rectal.

Estado nutricional y condición corporal del rodeo (grafico 1)

Estado de salud y sanitario del rodeo

Registros individuales

Programa de inseminación artificial (AGROCOR, 2005b)

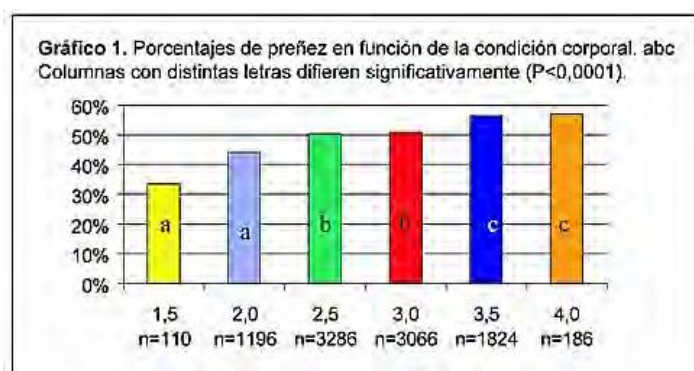


Figura 4. Porcentajes de preñez en función de la condición corporal. abc Columnas con distintas letras difieren significativamente ($P < 0,0001$). Tomado de Cutaia (2005).

La mala alimentación y pobre condición corporal están altamente relacionadas con el bloqueo de la actividad ovárica y el alargamiento del anestro posparto en las vacas de cría. Se sabe que deficiencias nutricionales, principalmente de energía, tienen un efecto negativo en la liberación de GnRH y por lo tanto en los pulsos de LH (Buble, 2014).

Protocolos para controlar las diversas fases del ciclo estral

Diversos trabajos han demostrado que es posible:

Sincronizar la emergencia de una nueva onda folicular, a través de la inducción de la ovulación (GnRH), de la atresia folicular (progesterona + estradiol), o de la ablación folicular. Controlar la duración de la fase luteal, usando luteolíticos análogos como la PGF 2α o los estrógenos, simular una fase luteal, fortaleciendo la progesterona por medio de dispositivos de liberación lenta, o progesterona de administración oral. Inducir la ovulación en la fase folicular con la GnRH, LH, hCG o estrógenos (la sincronización de la ovulación elimina la necesidad de detección de estro (Xu, 2011)). Inducir el crecimiento folicular en animales en anestro, utilizando gonadotropinas (FSH o eCG) (Palomares García, 2009a).

En la tabla 4 se muestra un resumen de las hormonas y su acción.

Tabla 4. Formas de control del ciclo estral.

TIPO DE CONTROL	FORMA DE CONTROL	INDICACION FARMACOLOGICA
Sincronización de la onda folicular	GnRH	Induce el pico de ovulación o luteinización del folículo dominante. Surgimiento de una nueva onda folicular después de 1 día y medio.
Sincronización de la onda folicular	Progesterona + Estradiol	Induce la atresia folicular y el surgimiento de una nueva onda folicular a los 3 o 4 días.
Regresión del cuerpo lúteo	PGF- 2 α	Induce la regresión del cuerpo lúteo en la fase de respuesta (D6 a D17).
Inducción de la ovulación	Estradiol	En ausencia de Progesterona Induce la liberación de GnRH y LH y la ovulación en 41 a 45 horas.
Inducción de la ovulación	GnRH	Induce la liberación de LH y la ovulación en 28 a 30 horas.

Inducción de la ovulación	LH	Provoca un pico exógeno de LH y la Ovulación en 26 a 28 horas.
Inducción de la ovulación	hCG	Simula el efecto de la LH, induciendo la ovulación en 26 a 28 horas.
Inducción del crecimiento folicular	FSH	Estimula el crecimiento folicular en vacas en anestro, usado también en La superovulación (TE).
Inducción del crecimiento folicular	eCG/PMSG	Estimula el crecimiento folicular, Especialmente en vacas en anestro.

Tomado de: Palomares García (2009).

1. Protocolos a base de prostaglandinas y GnRH

La utilización de prostaglandinas (como agente luteolítico), es la más frecuente por su efectividad, bajo costo y facilidad de uso. Se usa generalmente en vaquillonas y vacas sin cría al pie (Lopez, 2005). Al eliminar la retroalimentación negativa en el hipotálamo y la hipófisis debido a la caída en las concentraciones de progesterona, se produce una secuencia de eventos hormonales y ováricos que culminan en celo y ovulación (Peters, 2005a).

El coprostenol es un análogo sintético de la PGF_{2α} (Echeverría, 2006).

Existen periodos durante los cuales la aplicación de un agente luteolítico no produce ningún efecto:

Cuerpo lúteo en desarrollo: dura 4-5 días. No sensible. Animales tratados con un agente luteolítico en este periodo no manifestaran ninguna respuesta.

Cuerpo lúteo funcional: dura aproximadamente 12 días. Sensible. Animales tratados durante este periodo responderán positivamente. En ellos se producirá una ovulación.

Cuerpo lúteo en regresión: dura 4 a 5 días. Es la fase de desarrollo folicular. No sensible. Un tratamiento en este periodo no tendrá efecto, ya que el cuerpo lúteo está regresando naturalmente y el desarrollo folicular está en sus comienzos (Bavera, 2005).

1.1 Única dosis de PGF_{2α}

Este método consiste en detectar celo e inseminar a los animales durante aproximadamente 5 días, tratar con PGF a aquellos animales no detectados en celos y continuar con la detección de celos e IA por 5 o 6 días más. Aunque este método incrementaría el tiempo utilizado en la detección de celos, tendría varias ventajas. La primera es que permite monitorear la actividad sexual del rodeo antes de la administración de PGF. Segundo, permite un uso más efectivo de la PGF porque se evita tratar animales que estarían en el comienzo o final del ciclo estral; este método sincroniza el celo pero no la ovulación por lo tanto no sería efectivo en programas de IATF (Colazo et al, 2007).

1.2 Doble dosis de PGF_{2α}

Esta metodología fue la primera que se implementó al surgir las prostaglandinas y consiste en la inyección de dos dosis de PGF_{2α} separadas por 11 días. Al inyectar la primera

dosis, los animales según el momento del ciclo estral en que se encuentren responderán o no con manifestaciones de celo y ovulación. Once días después todos los animales se encontraran en fase luteal y estarán sensibles al efecto luteolítico de dicha hormona, respondiendo con manifestación de celo y ovulación en forma sincronizada. Luego de administrada la segunda dosis de PGF2 se produce la manifestación sincrónica de los celos que permiten implementar un programa de IATF a las 72 y 96 horas (Callejas, 2004).

Aquí la detección de celos es la clave para el éxito de este programa. Sin embargo la fertilidad en estos casos es baja y se debe a que la PGF2 α no controla el desarrollo folicular ni el momento de la ovulación. Otro problema es que la PGF2 α es efectiva únicamente en animales que están ciclando (vacas secas y vaquillonas) y su eficiencia es muy pobre en vacas con cría, donde puede haber un porcentaje de ellas que todavía están en la última etapa del anestro puerperal (Bó, 2005).

Revisión de trabajos publicados

Rusiñol y Cavestani (2011) evaluaron la eficiencia de sincronización de celos y ovulaciones en vaquillonas de carne cíclicas, comparando tres protocolos diferentes: Los tratamientos fueron:

Ovsynch Modificado (OSYM): Día 0 AM, aplicación de GnRH, día 6

AM aplicación de PG. En los días 5 PM, 6 AM/PM y 7 AM/PM se realizó DC e IA. El día 8 AM aplicación de la segunda dosis de GnRH. El día 8 PM se efectuó la IATF dentro de las 14 y 17 horas de administrada la segunda GnRH. A los 17 días de la primera inseminación se realizó el repaso con IA por 5 días.

Heatsynch Modificado (HSYM) Día 0 AM aplicación de GnRH; en los días 5 PM, 6 AM/PM y 7 AM/PM se realizó DC e IA; día 6 AM aplicación de PG. Los animales que mostraron celo antes, fueron inseminados y no siguieron en el grupo. El día 7 AM aplicación de BE, día 8 PM, a las 36 horas de la aplicación del BE, se realizó la IATF. A los 17 días de la primera inseminación se realizó el repaso con IA por 5 días.

Doble Prostaglandina (DPG) administradas con 14 días de intervalo: Se aplicaron dos dosis de PGF2 α con un intervalo de 14 días entre ellas. A los 18 días de la primera inseminación se realizó el primer repaso con IA a celo visto por 5 días.

Concluyeron que los protocolos de sincronización de celos y ovulación (IATF) permiten obtener un mayor porcentaje de preñez sobre todo cuando se combinan con detección de celos entre los días 5 PM y 7 PM a partir del comienzo de los mismos y son superiores a los obtenidos por DPG.

1.3 Ovsynch

Con el paso del tiempo y la adquisición de nuevos conocimientos surgen nuevos tratamientos de sincronización de celos que tratan de controlar tres aspectos fisiológicos fundamentales que determinan el éxito de un programa de IA: el desarrollo folicular, la regresión del CL y la ovulación. Así es como surge este tratamiento de sincronización de la ovulación Ovsynch, este fue desarrollado principalmente en el ganado lechero en estados unidos, donde no se pueden usar hormonas esteroideas como estrógeno y progesterona en vacas en lactancia (Bó, 2005).

Las bases del protocolo: la primera GnRH se da para inducir la ovulación y promover la formación de un nuevo cuerpo lúteo y una nueva onda folicular; es decir, para devolver a la vaca al comienzo del ciclo estral. La PGF2 α administrada 7 días después se

utiliza para regresar el nuevo CL y la última GnRH se administra 48 horas después, para inducir la ovulación del nuevo folículo. La inseminación a tiempo fijo se lleva a cabo de 16 a 24 horas después; o antes del tiempo esperado de ovulación el cual es aproximadamente 24 a 36 horas después de la segunda GnRH en el protocolo ovsynch clásico (Lopez, sf).

Este protocolo es eficaz en vacas que están ciclando, pero no en vaquillonas debido a la menor duración de las ondas foliculares (Espinosa, 2010a).

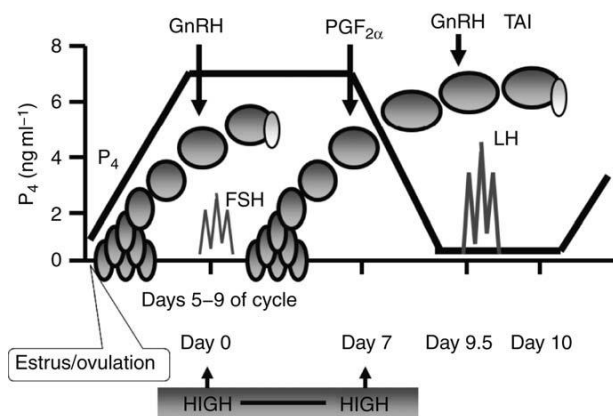


Figura 5. Dinámica folicular y respuestas hormonales al protocolo Ovsynch. Tomado de (Thatcher y Santos, 2011).

Variaciones del protocolo Ovsynch

1.3.1 Co-synch

Si la IATF en el protocolo Ovsynch se realiza al mismo tiempo con la segunda inyección de GnRH, entonces el protocolo es conocido como Co-synch (Teatcher y Santos, 2011).

Existen pocos antecedentes de inseminaciones artificiales a tiempo fijo en rodeos de carne que utilicen protocolos CO-synch en Argentina (Rodríguez Périco, 2015).



Figura 6. Esquema del protocolo CO-synch. Tomado de Harms et al (2014a)

1.3.2 Presynch-Ovsynch

Es el protocolo Ovsynch precedido por una pre sincronización con PGF2α, esta implica dos inyecciones de PGF2α con 14 días de diferencia con el Ovsynch, protocolo que se iniciara 12 días después de la segunda inyección de PGF2α de la pre sincronización (Teatcher y Santos 2011).

La presincronización redujo la proporción de vaquillonas en estro antes de la IATF, lo que sugiere que esto puede ser útil en la aplicación exitosa de los protocolos en base a GnRH en vaquillonas de raza de carne (Mapletoft y Bó, 2013a).

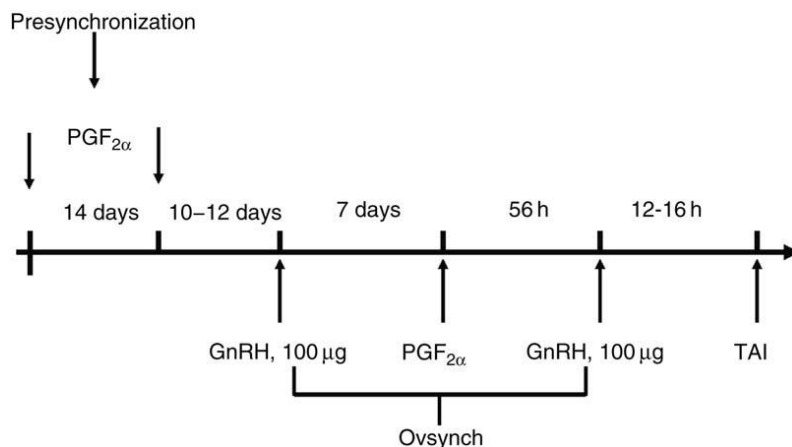


Figura 7. Esquema del protocolo Presynch-Ovsynch. Tomado de Teatcher y Santos (2011).

1.4 Protocolos a base de GnRH y prostaglandinas que agregan progesterona

Varios estudios han demostrado que la GnRH provoca la ovulación en solamente 44 a 54 % de las vacas lecheras, 56 % de las vaquillonas de razas de carne, y 60 % de las vacas de carne. Si la primera GnRH no sincroniza la emergencia de la onda folicular, la ovulación después de la segunda GnRH puede estar mal sincronizada, lo que resulta en tasas de preñez a la IATF muy decepcionantes, además, menos del 20 % de las vaquillonas muestran celo antes de la inyección de PGF, reduciéndose drásticamente la fertilidad a la IATF. La prevención de las ovulaciones tempranas por medio de la adición de un dispositivo que libera p4 en un protocolo de GnRH de 7 días ha mejorado las tasas de preñes después de la IATF en vaquillonas de razas de carne y vacas de razas de carne (Mapletoft y Bó, 2013b).

1.4.1 Programa 7 días co-synch + progesterona

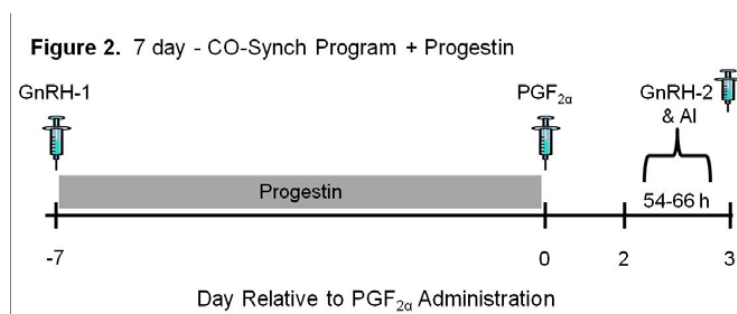


Figura 8. Esquema programa 7 días co-synch + progesterona El programa CO-Synch + CIDR de 7 días se recomienda cuando la proporción de vacas cíclicas en el rebaño no se conoce, o se espera que sea bajo, como cuando el rodeo tiene numerosas vacas de dos años, vacas de baja condición corporal o vacas con menos de 60 días pos parto. Tomado de Bridges et al (2008a).

El protocolo co-synch se comparó con y sin liberación controlada de progesterona con un dispositivo CIDR, la inseminación artificial se realizó a las 60 horas, las tasas de preñez informadas fueron de 43 % y 53 % respectivamente. La adición de progesterona en el protocolo CO-synch+ CIDR previene la aparición prematura de estro antes o después de la PGF_{2α} (Harms et al, 2014a).

Las vacas deben ser inseminadas entre 60 y 66 horas después de la remoción de CIDR en el protocolo CO-Synch + CIDR de 7 días, aunque el tiempo de inseminación para las vaquillas se recomienda de 52 a 56 horas después de la remoción de CIDR (Johnson et al, 2016a).

Revisión de trabajos publicados

Harms y col (2014b) y Rodríguez pérsico (2015b) trabajaron sobre la hipótesis de que adicionar progesterona a un protocolo de IATF, basado en GnRH y PG (CO- synch) mejora el porcentaje de preñes en vacas en anestro, concluyendo que este protocolo mejoraba el porcentaje de preñez en vacas Braford en anestro y sin cría al pie, que son inseminadas a tiempo fijo. Los resultados de tasa de preñez obtenidos a los 33 días, por el segundo autor, luego de realizar la IATF en ambos grupos fueron de 38,2% (52/136) y 23,2% (32/138) para el grupo CO-Synch-DISP y CO-Synch ($P < 0,01$), respectivamente.

Echternkamp y Thallman (2011) en su trabajo determinaron si el uso de un dispositivo controlado de liberación interna de progesterona (CIDR) en un protocolo de sincronización de estro optimizaría las concentraciones de progesterona en sangre para mejorar la sincronización del desarrollo folicular y el estro, y aumentar las tasas de preñez a la IATF. Para vacas con progesterona plasmática ≤ 1 ng/ml la tasa de preñez fue de 34 unidades porcentuales menos para el protocolo CO-synch en comparación con el protocolo CO-synch+ CIDR, mientras que la fertilidad entre los protocolos no fue diferente para las vacas con progesterona plasmática ≥ 1 ng/ml en 7 días.

1.4.2 Programa 7 días ovsynch + progesterona

El uso de CIDR en programas de IATF en vacas de carne, entre la primera inyección de GnRH y la inyección de PGF $_{2\alpha}$ supero el problema de las bajas tasas de preñez en novillas de carne. En dos estudios diferentes el uso de CIDR en un programa de 7 días tipo Ovsynch mejoro las tasas de preñez de 39 % en animales control tratados con GnRH al 69% en novillas tratadas con GnRH y CIDR. En un intervalo de 6 a 7 días desde la GnRH a la PGF $_{2\alpha}$ (Díaz y Galindo, 2010).

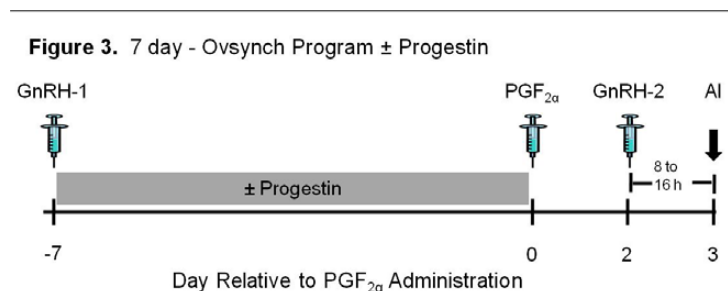


Figura 9. Esquema del programa 7 días ovsynch + progesterona. Tomado de Bridges et al (2008b)

1.4.3 Programa 5 días CO-synch + CIDR

Figure 4. 5 day - CO-Synch Program + CIDR®

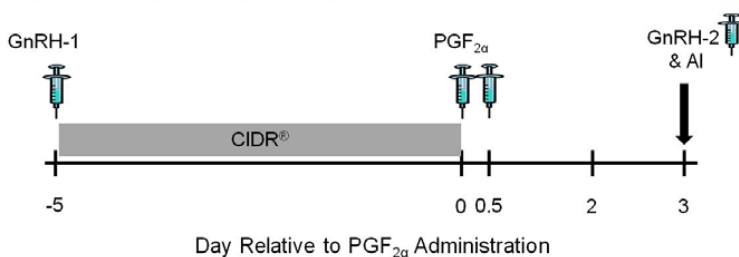


Figura 10. Esquema del programa 5 días CO-synch + CIDR .En cuatro estudios realizados con el programa CO-synch+ CIDR de 5 días en vacas de carne, las tasas de preñez con IATF fueron del 65 hasta el 80 %.una desventaja del programa CO-synch+CIDR de 5 días es la necesidad de administrar dos dosis de PGF con doce horas de diferencia. Este programa es efectivo tanto en vaquillonas como en vacas, así como en hembras en anestro y cíclicas, Tomado de Bridges et al (2008c).

El protocolo CO-synch se recomienda en el ganado de carne porque requiere manipular animales solo tres veces, este protocolo es el más utilizado en América del norte incluido Canadá (de Gaaff y Grimard, 2017).

Un tema que se ha investigado en el protocolo que reduce la permanencia del dispositivo a 5 días y administra GnRH al momento de colocar el mismo, es la dosis del agente luteolítico que se debe administrar al retirar el dispositivo. Se debe tener presente que el CL que se puede generar luego de la administración de la GnRH tendría una vida muy corta al momento de inyectar el agente luteolítico y podría no responder al mismo. En consecuencia, se ha recurrido a la administración de dos inyecciones de dicho agente separadas por 6 a 24 h (HuguenineGómez, 2016) (Wilson et al, 2010a). Sin embargo Rabaglino Y col (2010) compararon en dos grupos de vaquillonas de leche asignadas a al azar para recibir 1 o 2 inyecciones de PGF_{2α} en el protocolo 5-d Co-Synch + CIDR y no detectaron diferencias en el porcentaje de preñes por IATF (P / IATF; 46.1 y 48.6%) o regresión CL (86.9 y 92.8%) para 1 versus 2 inyecciones de PGF_{2α}, respectivamente.

El 5dCO-synch en comparación con el sistema 7dCO-synch disminuye el tiempo que el folículo dominante está bajo la influencia de la progesterona circulante, durante el cual se podría aumentar la esteroidogenesis folicular y, por lo tanto, la preñez a la IA. Los folículos más jóvenes tienen mayor capacidad esteroidogenica en comparación con los más viejos (Ferraz junior et al, 2016a) (Wilson et al, 2010b). El aumento de las concentraciones foliculares de estradiol-17β y el aumento de las concentraciones postovulatorias de progesterona se cree que reflejan una mayor madurez fisiológica del folículo dominante y que van a dar lugar a mayores tasas de preñez a la IA (Wilson et al 2010c).

El intervalo entre la remoción de CIDR y la inseminación debe ser de 70 a 74 horas para las vacas y de 56 a 64 horas para las vaquillas (Johnson et al, 2016b) ya que se informó que las vaquillonas de carne inseminadas a las 56 horas en un protocolo CO-synch de 5 días, tenían, en promedio, una tasa de preñez a la inseminación artificial 10,3% más elevada que las vaquillonas inseminadas las 72 horas (Kasimanickam et al, 2012).

En Argentina ha surgido otro protocolo que sustituye el uso de la GnRH inicial (Co-Synch 5 días) por BE (J-Synch), extendiendo el periodo en que se coloca el dispositivo intravaginal con progesterona a seis días (Huguenine Gomez, 2016).

Revisión de trabajos publicados

Huguenine y col (2013) evaluaron el efecto de agregar eCG al protocolo CO-synch-5 días en vacas con cría en anestro pos parto, se utilizaron para el experimento animales que no presentaban cuerpo luteo .se aplicaron tres protocolos diferentes, en tres grupos de vacas:

Grupo1: Co-Synch5D: el Día 0 se colocó un dispositivo intravaginal con progesterona (DISP, 1 g.) y se inyectó 0,105 mg de Acetato de Buserelina. El Día 5 se retiró el DISP y se inyectó 0,300 mg de D-Cloprostenol. El Día 8 (72 h post DISP) se administró 0,105 mg de Acetato de Buserelina, y se realizó la IATF en el mismo momento.

Grupo 2: Co-Synch5D + eCG: Ídem tratamiento anterior más 400 UI de eCG.

Grupo 3: Testigo: el Día 0 se colocó el DISP y se inyectó 2 mg de Benzoato de Estradiol. El Día 8 se retiró el DISP y se administraron 0,5 mg de Cipionato de Estradiol, 0,150 mg de D-Cloprostenol y 400 UI de eCG. El Día 10 se realizó la IATF, a las 52-56 h post retiro DISP.

En conclusión el grupo CO-synch 5D es el menos eficiente para preñar animales sin cuerpo luteo e IATF, sin embargo la adición de 400 UI de eCG a este tratamiento resulta en porcentaje de preñez similar a los obtenidos con el tratamiento basado en P4, E2 y eCG.

En la tabla 5 se muestra un resumen de los resultados obtenidos en este trabajo.

Tabla 5. Porcentaje de preñez según tratamiento

Tratamientos	Porcentaje de preñez
Co-Synch 5 D	26,8 ^a (71/265)
Co-Synch 5D + eCG	46,3 ^b (120/259)
Testigo	54,5 ^a (151/277)

Tomado de Huguenine et al (2013)

Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Iturralde et al (2013) que compararon los resultados obtenidos a la IATF utilizando el protocolo CO-synch + dispositivo por 5 días versus el protocolo tradicional(a base de P4, DIV por 7 días combinado con CPE e IATF a las 48 horas) los cuales concluyeron que el primer protocolo afecto negativamente el porcentaje de preñez comparado con el protocolo tradicional. En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos en este trabajo.

Tabla 6. Porcentaje de preñez según la estructura ovárica predominante al momento de colocar los dispositivos intravaginales y el tratamiento utilizado para controlar el ciclo estral.

EOp	Tratamientos	Preñez (%)	
Cuerpo lúteo	CoSynch-dispositivo5D	24,3 (9/37)	40,0 (28/70)
	DISPOSITIVO7D	57,6 (19/33)	
Folículo ≥ 10 mm	CoSynch dispositivo5D	27,6 (8/29)	40,0 (24/60)
	DISPOSITIVO7D	51,6 (16/31)	
Foliculos < 10 mm	CoSynch-dispositivo5D	15,4 (6/39)	23,7 (19/80)
	DISPOSITIVO7D	31,7 (13/41)	
Total	CoSynch-dispositivo5D	21,9 (23/105) ^a	33,8 (71/210)
	DISPOSITIVO7D	45,7 (48/105) ^b	

Tomado de Iturralde et al (2013)

1.4.4 Programa MGA

El Acetato de melengestrol (MGA) I es un progestágeno sintético de administración oral; aunque el MGA se comercializa para la supresión del estro en vaquillonas de feedlot, también se ha utilizado en programas de sincronización de celo. La alimentación de MGA por 14 a 17 días sincroniza el celo de manera efectiva, pero da como resultado baja fertilidad. Sin embargo, la alimentación con MGA por periodos más cortos de tiempo (por ejemplo 7 días) ha resultado en una mejor fertilidad cuando el tratamiento se inició en el ciclo estral temprano, pero no cuando se inició al final del ciclo. Esto es debido probablemente al desarrollo de folículos dominantes persistentes, que estaban asociados a fertilidad reducida. Este problema puede ser superado estratégicamente sincronizando la emergencia de la onda folicular al comienzo del tratamiento MGA (Martínez et al, 2002).

Los animales deben ser observados cada día del periodo de alimentación, para ver si hay signos de estro, se puede hacer a medida que los animales se acercan al área de alimentación y antes de distribuir el alimento. Esta práctica asegura que todas las hembras reciban una ingesta adecuada. Las vaquillas exhibirán estro 48 horas después de la extracción de MGA, y esto continuara de 6 a 7 días. En general se recomienda que las hembras que exhiban estro durante este periodo no sean inseminadas o expuestas al servicio natural, debido a la fertilidad reducida experimentada por las hembras en el primer celo después del retiro del MGA (Patterson, 2013a).

Figure 5. MGA-Select Program

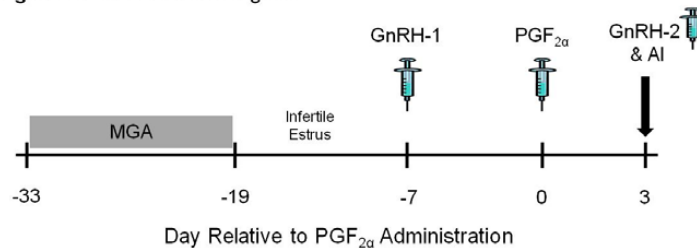


Figura 11. Esquema del Programa MGA. Una desventaja de este programa es la duración del protocolo, dado el tiempo limitado disponible entre el parto y el comienzo de la temporada de servicio después del parto de las vacas, la implementación de este programa puede no ser práctico. En las vacas en parto temprano y las primeras vaquillonas que parieron antes de la manada de vacas, el programa MGA-select es un sistema efectivo. Tomado de Bridges et al (2008d).

Revisión de trabajos publicados

Martínez y col (2002) compararon el uso de dos progestinas (CIDR vs MGA) en tres protocolos de sincronización de celo en vaquillonas Angus y Angus-Simental, aleatoriamente se dividieron en dos grupos, el primero recibió un dispositivo CIDR y el otro comenzó a alimentarse con MGA, cada grupo fue subdividido en tres, los cuales recibieron al azar 100 µg de GnRH, 12,5 mg de LH porcina y el último 2 mg de benzoato de estradiol como inductores de la ovulación.

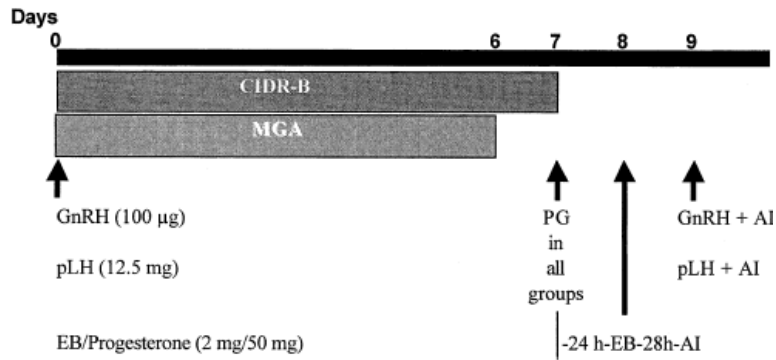


Figura 12. Imagen esquemática del experimento. Tomado de Martinez et al (2002)

Los dispositivos CIDR se eliminaron después de 7 días y MGA fue suministrado una vez al día desde el día 0 al 6. Las vaquillonas fueron tratadas con GnRH, pLH o Benzoato de estradiol y progesterona en el día 0 y todos recibieron PGF2 α en el día 7. Novillas que recibieron GnRH o pLH recibieron una segunda inyección de la misma hormona 48 h después de PGF2 α (d 9) y se inseminaron al mismo tiempo, mientras que aquellas en el grupo EB recibieron EB 24 h después de la PGF2 α (d 8) y fueron inseminadas 28 h después (52 h después de PGF2 α ; d 9).

Resultados obtenidos:

Tabla 7. Tasas de celo, intervalo de PG a celo y tasas de embarazo en vaquillonas de carne

Item	CIDR-B			MGA		
	GnRH	pLH	EB	GnRH	pLH	EB
No. of heifers	103	102	52	101	97	48
Estrus, %	65.0 ^c	60.8 ^c	92.3 ^d	35.6 ^e	33.0 ^e	91.7 ^d
PG to estrus, h						
Mean	47.1	47.8	47.3	48.0	48.8	48.3
SD ^b	8.2 ^x	10.3 ^x	3.8 ^y	2.9 ^y	3.0 ^y	1.8 ^z
Pregnancy rate to AI, %						
Overall	65.0	55.9	61.5	52.5	55.7	60.4
Detected in estrus	67.2	61.3	62.5	61.1	62.5	59.1
Not detected in estrus	61.1	47.5	50.0	47.7	52.3	75.0
Fall pregnancy rate, %	75.7	77.4	78.8	73.3	72.2	77.1

Tomado de Martinez et al (2002)

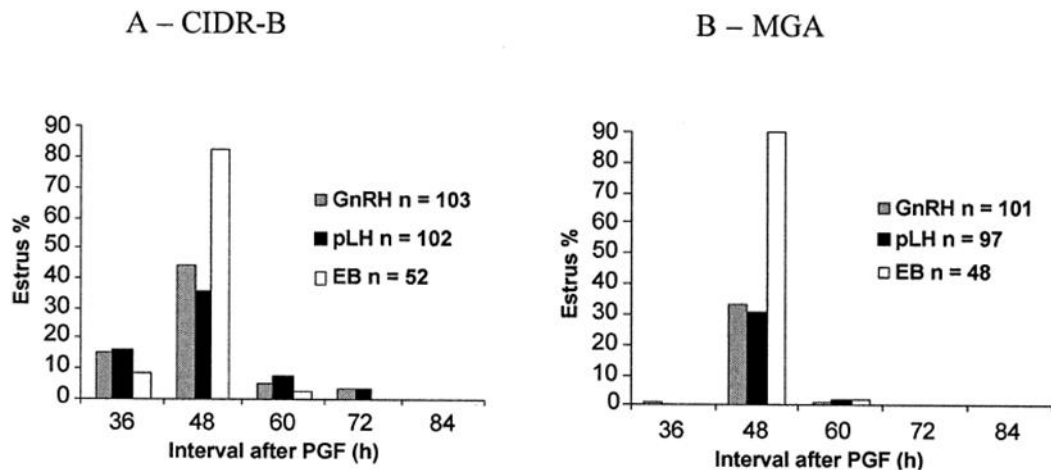


Figura 13. Gráfico de la distribución del estro después de la administración de PG en vaquillas que recibieron un dispositivo CIDR-B (A) o fueron alimentadas MGA (B) y tratado con GnRH, pLH o benzoato de estradiol (EB) para sincronizar la aparición de ondas foliculares y ovulación para IA a tiempo fijo. Tomado de Martínez et al (2002)

Estos autores concluyeron que el uso de GnRH, LH porcina o benzoato de estradiol en combinación con un dispositivo intravaginal con progesterona o la alimentación con acetato de melengestrol, las tasas de preñez a una sola inseminación a tiempo fijo fueron altamente aceptables en todos los grupos (promedio general 58 %). Factores que incluyen el costo y la disponibilidad del producto, confinamiento animal, y la manipulación influirán en el programa que se usara.

2. Protocolos a base de Progesterona, Estradiol y PGF2 α

En América del sur, el sistema más común utilizado en el ganado de carne emplea P4 y BE para sincronizar la emergencia de una nueva onda folicular, y CPE para sincronizar la ovulación al final del tratamiento (Ferraz Junior et al 2016b) (Torres-junior, 2014a).

Si analizamos la conformación de un rodeo de cría vemos que está formado por 20 % de vaquillonas de reposición y un 80 % de vacas adultas. Tradicionalmente en rodeo de cría por cuestiones de manejo y de resultados se insemina a las vaquillonas y vacas secas y no a las vacas con cría. De esta manera estaríamos inseminando entre el 20 y 30 % del rodeo, sin embargo con estos protocolos de IATF es posible obtener resultados similares en vacas con cría y vaquillonas (Cutaiia, 2005), ver figura 14

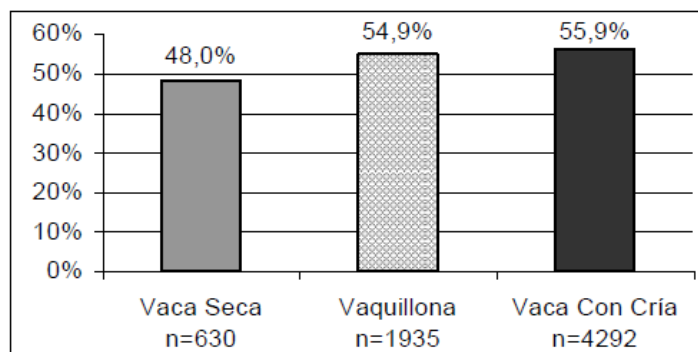


Figura 14. Gráfico porcentaje de preñez en función del estadio fisiológico de los animales. Tomado de Cutaiia (2005).

Al tener la capacidad de inducir ovulación, estos tratamientos con progestágenos pueden ser utilizados tanto en hembras cíclicas como en anestro. Asimismo, por la capacidad que tienen estas hormonas para inducir una ovulación muy sincronizada en el tiempo en todos los vientres tratados, permite realizar la inseminación a tiempo fijado con anterioridad, prescindiendo completamente de la detección de celos (Butler y Cesaroni, 2007). En vacas en anestro, el tratamiento con progestágenos aumenta la secreción de LH que es importante para la reanudación del ciclo estral después del parto, y se reduce la aparición de luteolisis prematura después de la primera ovulación post parto, permitiendo el establecimiento de la preñez (Sáfíliho et al 2010).

El porcentaje de preñes que se obtiene luego de aplicar los protocolos de sincronización que utilizan dispositivos con progesterona se sitúan en el promedio de 52,7 % (Carosso et al, 2016^a).

La progesterona exógena, natural, o sintética, actúa como un cuerpo lúteo artificial que suprime la secreción de LH, el crecimiento folicular y el estro, durante el periodo de aplicación. Al momento o en relación al retiro del implante o dispositivo intravaginal, se inyecta una dosis de estrógeno o GnRH, cuyo fin es estimular la secreción de LH, que incrementara el crecimiento folicular y la producción de estrógenos que inducirán el celo y la descarga ovulatoria de LH-FSH (Basabe, 2016).

Los progestágenos sintéticos pueden ser de uso oral como el acetato de melengestrol(MGA), el 6-metil-17-acetoxy-progesterona(MAP) o 6-cloro-8-dehydro-17-acetoxy-progesterona(CAP) o como implantes subcutáneos .El grupo más importante son los dispositivos intravaginales impregnados en P4, dentro de los cuales podemos nombrar los PRID (1,55g de P4), CIDR (1,9 g de P4), DIB(1 o 0.5g de P4) (Lopez Diago,2013).

El protocolo clásico es

Día 0: Colocar dispositivo intravaginal + Benzoato de estradiol 2 mg (BE).

Día 8: Retirar dispositivo + PGF₂α (Cloprostenolsódico 0,075 mg/ml) vía intramuscular profunda.

Día 9: 24 horas después de retirar el dispositivo se coloca 1 mg de BE.

Día 10: realizar inseminación sistemática (sin detección de celos) a la totalidad de los vientres tratados entre las 53 horas y 55 horas exactas del retiro del dispositivo (Arenzo, 2012).

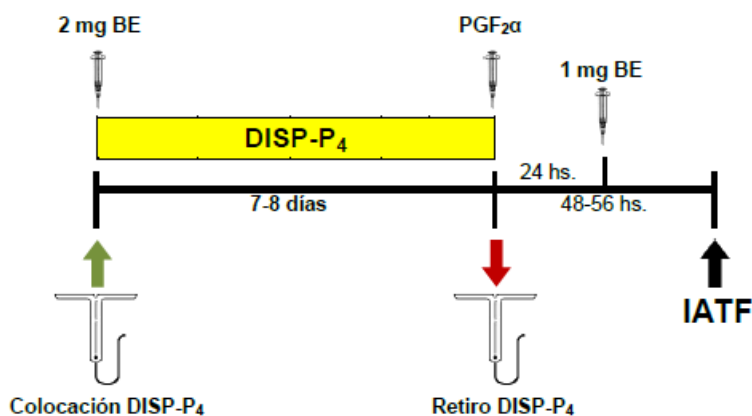


Figura 15.Protocolo clásico a base de progesterona prostaglandina y estradiol. Tomado de machado 2017.

Este tratamiento permite sincronizar la ovulación de los animales que se encuentran ciclando, así como inducir actividad en aquéllos que están en anestro (Paez y Callejas, 2010).

Con este protocolo se detectó 98% de animales en estro, en el período de cuatro días, para las vacas sincronizadas, contra 93% de estro, en el período de tres semanas, para las vacas no sincronizadas, obteniéndose el 62% y el 63% respectivamente en la tasa de preñez (De Oliveira Vianna, 2009 b).

La P4 liberada del dispositivo intravaginal bovino DIB es estructuralmente idéntica a la endógena y tiene un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica. Los niveles supraluteales (≥ 1 ng/ml) obtenidos a los pocos minutos de la introducción del dispositivo provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de ondas foliculares, este cese de la secreción de productos foliculares (estrógenos e inhibina) produce el aumento de FSH que va a ser la responsable del comienzo de la emergencia de la siguiente onda folicular. Por otro lado la extracción del dispositivo provoca la caída de progesterona a niveles subluteales (≤ 1 ng/ml) que inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el crecimiento y la persistencia del folículo dominante con concentraciones muy altas de E2 provocan por un lado el celo y a nivel endocrino inducen finalmente el pico de LH que es seguido por la ovulación (Sintex, 2005).

La función fundamental de la aplicación de estrógenos en el inicio del tratamiento es provocar la atresia de los folículos existentes e impedir de esta manera la formación de folículos persistentes que interfieran negativamente en la fertilidad. Como la atresia es seguida por el comienzo de una nueva onda folicular a los cuatro días se asegura la presencia de un folículo nuevo y un ovocito viable en el momento de retirar el dispositivo de progestágeno (Bó et al, 2007). Ya que los ovocitos de folículos dominantes persistentes puede ser fertilizado, pero los embriones resultantes tienen reducida capacidad de desarrollo (Xu, 2011).

El estradiol administrado luego de retirar el dispositivo es para inducir el celo, la liberación de LH y la ovulación (Martínez et al, 2007).

La ovulación inducida por el tratamiento con P4 conduce a la actividad normal del CL, impidiendo la formación de un CL de vida corta y posibilitando el mantenimiento de la preñez (Castro Amado, 2011).

Según datos de experimentos realizados con exámenes frecuentes con ecografía las vacas tratadas con el protocolo convencional con dispositivo P4 por 7 días y EB ovulan en promedio a las 66 h de retirado el implante. Teniendo en cuenta que los espermatozoides tardan entre 8 a 12 h en llegar al sitio de fertilización, se aconseja IATF entre las 52 y 56 h. Sin embargo hay divergencia en la literatura en cuanto al momento que se recomienda realizar la IATF, que varía entre las 48 h de la remoción del dispositivo hasta las 60 h (Zabala Méndez, 2012).

Machado y col (2017) compararon el porcentaje de preñez pos IATF luego de aplicar este protocolo a dos grupos diferentes: vacas de segundo servicio y vacas adultas. El protocolo de trabajo utilizado para sincronizar las vacas e implementar la IATF fue el mismo en todos los animales, al igual que el toro utilizado y el personal que llevó a cabo las inseminaciones. Además, las vacas se encontraban en un intervalo de posparto y condición corporal semejante. Los resultados después obtenidos en vacas de segundo servicio fueron de 34,1 %. Con respecto a las vacas adultas se obtuvo una preñez de 47,1 %. Concluyeron que los resultados de preñez obtenidos en los lotes de vacas de segundo servicio se encuentran por debajo con respecto a lo referido en la bibliografía. En cambio los valores obtenidos en el lote de vacas adultas coinciden con lo citado por diferentes autores. Las diferencias

observadas no solo podrían deberse al efecto de la categoría sino también al momento en que se realizó la IATF.

Revisión de trabajos publicados

El tratamiento descrito requiere del encierre de los animales en cuatro oportunidades, lo cual dificulta el manejo de los mismos y resulta poco práctico (Veiga et al, 2012a).

1. Estrategias para disminuir el número de encierres necesarios para la IATF

1.1 Con el manejo de la sal de estradiol

1.1.1 Benzoato de Estradiol

Martínez y col.(2007) observaron que el intervalo desde la eliminación del CIDR y la ovulación fue más corta en vaquillas tratadas con BE 12 horas después de la eliminación del CIDR (64 horas), que en vaquillas tratadas con EB 24 horas (82 horas) o 36 horas(78 horas), y concluyeron que como las ovulaciones tempranas disminuirían la fertilidad en los protocolos de IATF , el BE debe administrarse 24 horas después de la eliminación de CIDR; esto debería minimizar la incidencia en el ganado de ovular antes de la IA, y al mismo tiempo proporcionar oportunidades adecuadas para el folículo preovulatorio, crecimiento y desarrollo. Además desde una perspectiva de gestión intervalos de 24 horas entre tratamientos permitiría que se administren en un momento constante del día minimizando errores e interferencia con otras actividades de la granja.

Anderson, (2010a) Una alternativas evaluada para reducir el número de encierres necesarios para una IATF es la administración de EB al remover el dispositivo. La administración de 1 mg de BE al retirar el dispositivo intravaginal con P4 evita un encierre posterior de los animales (comparado con el protocolo tradicional que utiliza EB a las 24 horas pos dispositivo), pero resulta en una ovulación más variable que la administración de BE a las 24 horas. El BE inyectado al retirar el dispositivo produce un adelanto en las ovulaciones y requiere que la IATF se realice a las 48 horas, pues un retraso en la misma (54 h) ha afectado negativamente la preñez (Veiga et al, 2012c).

Venturini y col (2007) evaluaron durante dos años un protocolo de sincronización de celos administrando el BE al retiro del dispositivo e IATF a 36 horas pos retiro del dispositivo intravaginal, comparándolo con el protocolo tradicional, concluyeron que el primero perjudica el porcentaje de preñes comparado con el tratamiento tradicional (BE a las 24 h de retirado el dispositivo e IATF a las 56 horas). En la tabla 8 se muestra un resumen de los resultados obtenidos durante el trabajo

Tabla 8. Porcentaje de preñez en vacas y vaquillonas que recibieron un tratamiento de control del ciclo estral basado en progesterona en dos años de trabajo, según tratamiento.

Años	Categoría	Tratamientos	Preñez (%)	
I	Vacas	BE0	50,0	(25/50)
		BE24	52,6	(30/57)
	Vaquillonas	BE0	36,4	(24/66)
		BE24	37,5	(12/32)
II	Vacas	BE0	40,8	(51/125)
		BE24	54,4	(68/125)
	Vaquillonas	BE0	44,0	(55/125)
		BE24	60,8	(76/125)
I+II	Vacas + vaquillonas	BE0	42,3	(155/366) ^a
		BE24	54,9	(186/339) ^b

* Interacción año x categoría: $P < 0,05$. Valores con superíndices diferentes difieren: $P < 0,05$

Tomado de Venturini et al (2007)

1.1.2 Cipionato de Estradiol

El CE es un ester de estradiol con baja solubilidad en agua y lenta liberación desde el sitio de inyección, lo que prolonga las concentraciones plasmáticas de E2 durante 98-170 horas después de la administración de dosis altas (5-10mg) (Torres-Junior et al, 2014b).

Paez (2010) evaluó el efecto de utilizar un dispositivo intravaginal con 1 g de progesterona más una inyección de BE al momento de colocarlo combinado o no, con la administración de CEI al momento de retirar el dispositivo, sobre la eficiencia reproductiva de un rodeo de vacas con cría al pie. Y concluyo que la aplicación de CE al momento de retirar el dispositivo mejoraba la eficiencia reproductiva en comparación a los otros dos protocolos que no lo habían usado. Estos resultados se correlacionan con los obtenidos por Torquati et al (2011) que concluyo que en vacas con cría multíparas, al momento de retirar el PRID la administración de CE en lugar de BE permite obtener un mayor porcentaje de preñes.

Biondini y col (2011), Veiga et al (2012b), Armendano et al (2014) y Andrada (2015) concluyeron en sus trabajos que el empleo de CE al retiro en lugar del BE 24 h. post-retiro sería una opción viable para reducir el número de encierres sin afectar la fertilidad de esta categoría (vacas con cría). A su vez habría que tener en cuenta que el uso de CE al retiro aportaría una mayor elasticidad en la hora de realización de la IATF en comparación con el uso de BE en ese mismo momento.

Madero y col (2007) evaluaron el efecto de administrar dos dosis de CE (0,5mg y 1 mg) al retirar un DISP y dos intervalos para realizar la IATF post DISP (48-52 h o 53-58h), sobre el porcentaje de preñez que se obtenía luego de realizar una inseminación artificial a tiempo fijo. Concluyeron que la administración de 0,5 mg o 1 mg de CE en el momento de retirar el dispositivo intravaginal con progesterona son igualmente efectivas para preñar vaquillonas luego de realizar una IATF entre las 48 y 58 horas posteriores a su administración. En la tabla 9 se resumen los resultados obtenidos en el trabajo.

Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Butler et al (2011).

Tabla 9. Porcentaje de preñez en vaquillonas Angus que recibieron un dispositivo intravaginal con progesterona combinado con dos dosis de CE para sincronizar la ovulación y que fueron IATF en dos rangos horarios post dispositivo.

Hora IATF	Tratamientos	Preñez (%)
48-52	CPE05	57,3 (47/82)
	CPE1	51,3 (39/76)
53-58	CPE05	45,6 (36/79)
	CPE1	51,7 (46/89)
48-58	CPE05	51,6 (83/161)
	CPE1	51,5 (85/165)

Tomado de Madero et al (2007)

Torres-Junior y col(2014) evaluaron el efecto de dos diferentes esteres de estradiol (BE vs CE) y dos dosis diferentes de CE (0.5 vs 1.0mg CE) como inductores de la ovulación en la sincronía de la ovulación y el porcentaje de preñez a la IA en vacas de carne Bos Indicus y vieron que aunque ni el ester de E2 ni la dosis de CE afectaron la tasa de ovulación, el intervalo entre la eliminación de la progesterona y la ovulación fue más largo en vacas tratadas con CE (1.0 mg CE = 71.1 ± 3.6 y 0.5mg CE = 78.0 ± 3.5) que las vacas tratadas con BE (BE= 66.0 ± 2.3), a su vez la ovulación en vacas tratadas con 0.5 mg de CE fue menos sincrónica que en las vacas tratadas con 1.0 mg CE .En la figura 16 se muestran los resultados obtenidos en este trabajo .

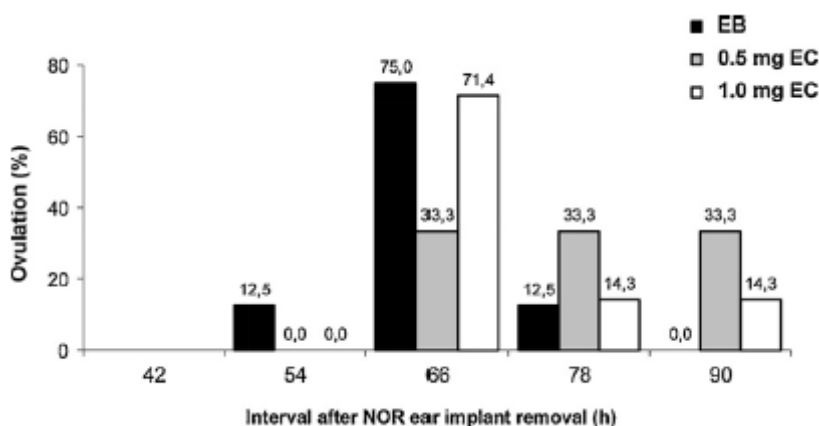


Figura 16. Distribución de la ovulación (porcentaje de ovulación en cada periodo) en vacas Bos Indicus sometidas a un protocolo de sincronización basado en progesterona más estradiol. Las vacas de los grupos de 0,5 mg y 1,0 mg de CE recibieron 0,5 o 1 mg de cipionato de estradiol (EC) en el momento de la extracción del implante de oído. Las vacas del grupo de 1 mg de EB se trataron con 1 mg de EB 24 h después remoción del implante. Tomado de Torres-Junior et al 2014

1.2 GnRH al momento de la IATF

Otra alternativa para disminuir el número de encierres es colocar GnRH/ LH 48 a 54 horas de haber retirado el dispositivo para sincronizar la ovulación (Espinosa, 2010b), al mismo tiempo que la IATF, si bien los resultados son similares a los obtenidos cuando se aplica estradiol, su costo es significativamente mayor (entre 20 y 40 veces más) (Butler et al,*sf*).

Vater y col (2007) evaluaron el efecto de diferentes estructuras ováricas predominantes al momento de colocar un dispositivo intravaginal con progesterona (DISP) y

del uso BE o GnRH para sincronizar la ovulación sobre el porcentaje de preñez a la IATF. Concluyeron que la estructura ovárica predominante al colocar el dispositivo y el tratamiento utilizado para sincronizar la ovulación, no afecta significativamente el porcentaje de preñez a la IATF (grupo EB a las 24 horas e IATF a las 52 horas pos retiro del dispositivo: 37,8% de preñez, n: 111; grupo GnRH a las 48 horas e IATF a las 48 horas: 39 % de preñez, n: 82; grupo GnRH a las 52 horas e IATF a las 52 horas: 45,9% de preñez, n: 74. En la tabla 10 se muestra el resumen de los resultados obtenidos en el trabajo.

Tabla 10. Porcentaje de preñez en vaquillonas angus tratadas con un dispositivo intravaginal con progesterona según estructura ovárica y hormona usada para sincronizar la ovulación

Estructura Ovario	Tratamientos	IATF 1	IATF 2
CL	BE 24	30,9 (17/55)	
	GnRH 48	40,9 (18/44)	39,6 (53/134)
	GnRH 52	51,4 (18/35)	46,5 (60/129)
F ≥ 10 mm	BE 24	45,5 (15/33)	
	GnRH 48	34,6 (9/26)	39,5 (32/81)
	GnRH 52	36,4 (8/22)	60,0 (9/15)
F < 10 mm	BE 24	43,5 (10/23)	
	GnRH 48	41,7 (5/12)	44,2 (23/52)
	GnRH 52	47,1 (8/17)	63,6 (7/11)

Tomado de Vater (2007).

En contraste al trabajo precedente Callejas et al (2007) evaluaron el efecto de administrar GnRH en lugar de BE, para sincronizar la ovulación en vacas tratadas con un dispositivo intravaginal con progesterona sobre el porcentaje de preñez a la IATF, y además evaluar la respuesta reproductiva de vacas que tienen o no un cuerpo luteo al momento de colocar los dispositivos. Concluyeron que esta sustitución tiende a disminuir el porcentaje de preñez que se obtiene luego de realizar una IATF, no obstante los resultados deberían ser confirmados en futuros experimentos. La presencia de un cuerpo luteo al comienzo de la sincronización de celos no afecta dicho porcentaje. En la tabla 11 se muestra un resumen de los resultados obtenidos en este trabajo

Tabla 11. Porcentaje de preñez en vacas Holando-argentino que recibieron un DISP combinado con BE o GnRH para sincronizar la ovulación post tratamiento según si tuvieron o no un cuerpo luteo al inicio de la sincronización.

Tratamientos	Cuerpo lúteo al día 0	Preñez IATF (%)
DISP BE	Presencia	53,8 (7/13)
	Ausencia	40,0 (6/15)
DISP GnRH	Presencia	30,0 (6/20)
	Ausencia	18,2 (2/11)
BE + GnRH	Presencia	39,4 (13/33)
	Ausencia	30,8 (8/26)

Tomado de callejas et al (2007)

Massad y col (2012) evaluaron el efecto de la aplicación de GnRH como segundo inductor de la ovulación al momento de realizar la IATF, sobre los porcentajes de preñez en vacas cruce cebú con cría, en dos horarios de IATF(48 h vs 54 h). Todas las vacas recibieron

en el día 0, un dispositivo intravaginal liberador de progesterona, (Dib 0,5 gramos de P4) y 2 miligramos de BE. En el día 8 se retiraron los Dib y se les aplicaron 500 microgramos de Cloprostenol sódico junto a 400 unidades internacionales de eCG más 0,5 miligramos de CE. posteriormente a la aplicación de este protocolo se separó a las vacas en cuatro grupos al azar: 1: vacas IATF a las 48 h; 2 vacas IATF a las 48 hs + GnRH; 3: vacas IATF a las 54 hs; 4: vacas IATF 54 hs + GnRH.

En la figura 17 se observan los porcentajes de preñes obtenidos

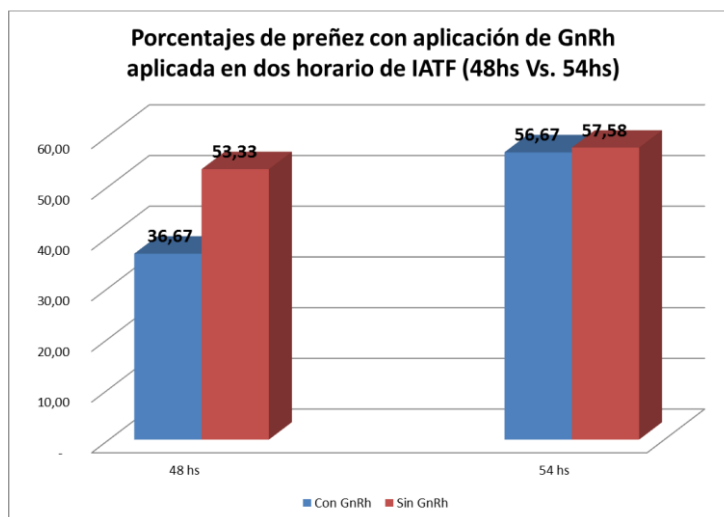


Figura 17. Porcentaje de preñes .Tomado de massad et al 2012.

Concluyeron que la aplicación de GnRH como segundo inductor de ovulación, al momento de la IATF, presenta menores porcentajes de preñez cuando se utiliza a las 48 HS de retirado el dispositivo de progesterona, difiriendo así de los resultados observados en trabajos hechos en razas británicas, y en la cual, el costo adicional que se genera en el protocolo, se justifica en una diferencia significativa, sobre el porcentaje de preñes obtenido, significando un retorno económico al rodeo de cría.

2. Uso de la gonadotrofina coriónica equina (eCG)

La eCG es una hormona que se encuentra en la sangre circulante de la yegua preñada durante el primer tercio de gestación, se trata de una variante de la LH glicosilada por las células trofoblásticas equinas. En la yegua esta induce la formación de cuerpos luteos accesorios para ayudar a soportar mejor la gestación temprana. Tiene la particularidad de producir un efecto similar tanto a la FSH como a la LH en especies diferentes a los equinos (Nuñez Olivera, 2014a).

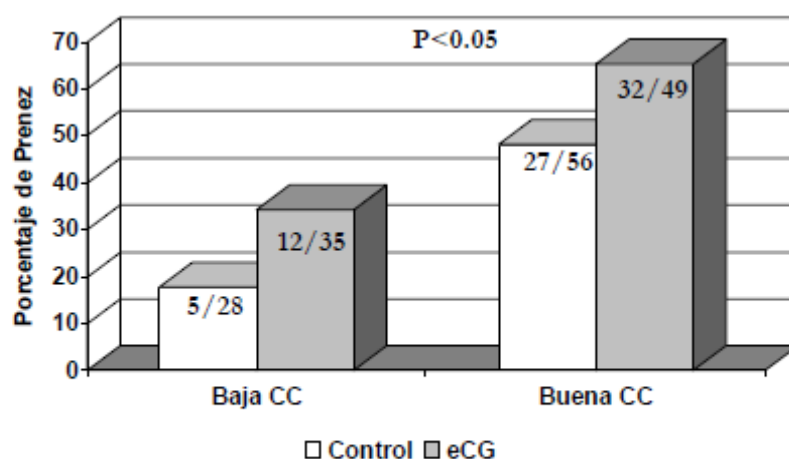
La inclusión de la eCG a los protocolos de IATF que utilizan dispositivos intravaginales con progesterona y BE, permiten la inseminación de vacas con cría al pie y en pobre condición corporal con tasas de preñes de 40% -50% (Carosso, 2016c).

El ganado vacuno de razas de carne tiene un periodo de anestro post parto estrechamente relacionado con la presencia de los terneros y la mala nutrición. Esta condición limita los protocolos de IATF, vacas en anestro posparto presentan insuficiente liberación pulsátil de LH para apoyar las etapas finales del desarrollo folicular ovárico y la ovulación. El tratamiento del ganado con gonadotrofina coriónica equina (eCG) se ha propuesto como herramienta eficaz para aumentar el desarrollo folicular y las tasas de preñes

en los programas de IATF para vacas de razas de carne en lactación que presentan una alta prevalencia de anestro o una condición corporal baja. La eficacia de esta hormona está relacionado con actividades FSH y LH similares, que estimulan la continuación del crecimiento folicular en vacas (Baruselli et al, 2013).

La dosis de eCG varía según el sistema de producción (lecheras vs carne), edad (vaquillonas vs paridas) ciclicidad antes del tratamiento y raza. La Administración de la eCG se asocia con múltiples ovulaciones y embarazos gemelares que no es deseado en las vacas. En vacas lecheras 400 UI de ECG en la eliminación de PRID® no causo ovulaciones múltiples mientras que la dosis de 500 y 750 UI aumentaron significativamente las tasas de embarazo gemelar en comparación con las IA a celo natural (de Graaff y Grimard, 2017).

La aplicación de 400 UI de eCG al retirar un dispositivo con P4 no aumenta los porcentajes de preñez en vacas con cría con buena condición corporal. En las vacas con pobre o moderada condición corporal la aplicación de eCG aumenta los porcentajes de preñez a la IATF. La adición de eCG no mejora la tasa de preñez en las vacas cíclicas, pero si lo hace en las vacas en anestro (De Dominicis et al 2007) (Anderson, 2010b) (Núñez Olivera, 2014b). Sin embargo Zapata et al (2007) en un experimento similar observaron un aumento del porcentaje de preñez a la IATF en ambos grupos (baja CC y alta CC) tratados con eCG. En el grafico 18 se observan los resultados obtenidos.



Porcentaje de preñez total= 45%

Figura 18. Porcentaje de preñez en relación a la condición corporal en hembras control y tratadas con eCG. Tomado de Zapata et al (2007)

Mancheca y col (2013) evaluaron el efecto de la eCG sobre la tasa de preñez administrando 400 UI en vacas con cría al pie con 60 a 90 días posparto y 300 UI en vaquillonas al momento de retirar el dispositivo intravaginal con progesterona. Todas las hembras recibieron 2 mg de EB al colocar el dispositivo y una dosis luteolítica de PGF2α al retirarlo seguido por 1 mg de EB 24 horas más tarde y realizando la IATF a las 52-56 horas luego del retiro del dispositivo, concluyeron que la administración de eCG permitió incrementar la tasa de preñez en vacas y vaquillonas en anestro, no estando tan marcado su efecto en hembras que estaban ciclando. En la tabla 5 se resumen los resultados obtenidos en este experimento. Estos datos son consistentes con datos publicados por Butler et al (2013) y por Errico et al (2016)

Tabla 12. Porcentaje de preñez en relación a la categoría y a la estructura ovárica predominante en hembras control y tratadas con eCG.

	Con cuerpo lúteo	Sin cuerpo lúteo	Total
Múltiparas (n=453)			
Con eCG	67,6% (25/37) ^a	64,9% (124/191) ^a	65,4% (149/228) ^a
Sin eCG	63,6% (28/44) ^a	50,8% (92/181) ^b	53,3% (120/225) ^b
Nulíparas (n=749)			
Con eCG	48,7% (73/150) ^a	32,1% (76/237) ^b	45,9% (175/381) ^a
Sin eCG	41,2% (54/131) ^a	44,2% (102/231) ^a	35,3% (130/368) ^b

Para cada columna en cada categoría, a vs b $P \leq 0.05$. Tomado de Mancheca et al (2013)

Carosso et al (2016b) evaluaron el efecto del uso de eCG administrada en el protocolo J-synch sobre el porcentaje de preñez a la IATF en vaquillonas Aberdeen Angus de 15 meses, las que recibieron un dispositivo intravaginal con 0,5 g de progesterona, junto con una inyección de 1 mg de benzoato de estradiol. Al día 6 se retiraron los dispositivos, se les aplicó una inyección de 150 mcg de Dcloprostenol y se pintó la base de la cola para evaluar la presencia de celo al momento de la IATF. En ese momento, los animales fueron distribuido al azar en dos grupos para recibir (Grupo eCG) o no (Grupo Control) 300 UI de eCG. Se realizó la IATF a las 72 h posteriores al retiro del dispositivo intravaginal, con semen congelado/descongelado proveniente de un toro de fertilidad probada. En el momento de la IATF se administró 10 µg de Acetato de Buserelina, análogo de la GnRH. Concluyeron que la administración de 300UI de eCG, al momento de retiro del dispositivo con P4, no mejora el porcentaje de preñez en vaquillonas tratadas con el protocolo J-Synch, pero si aumenta el porcentaje de vaquillonas que manifiestan celo.

Rodríguez Figueroa et al (2017) Evaluaron el porcentaje de concepción en vacas Bos Indicus de la raza sardo negro, sometidas a un protocolo de sincronización de estro e inseminación artificial a tiempo fijo, se trabajó con vacas múltiparas que se dividieron en dos grupos de animales: el grupo uno, vacas con ternero con un rango de condición corporal entre 2 y 2,5 (1-5), y el grupo dos, vacas sin ternero con condición corporal entre 3 y 3,5 (1-5). En ambos grupos se utilizó el siguiente protocolo de sincronización de celo

Día 0 colocación del dispositivo intravaginal DIV + 2 ml de BE

Día 8 retiro del DIV + 2 ml de prostaglandina $f2\alpha$ + 400 UI de eGC

Día 9 se inyectó 1 ml de BE

Día 10 IATF 54 horas después de retirado el implante

Los resultados obtenidos en el grupo uno fueron de 41 % de concepción y en el grupo dos, fue del 51%, concluyeron que la sincronización de estro utilizando DIV con IATF son herramientas tecnológicas que permiten lograr porcentajes de preñez aceptables incluso en vacas con ternero.

3- Utilización de la $PGF2\alpha$ al inicio del protocolo

Zenobi (2014) evaluó las tasas de preñez en vaquillonas cruce tratada con $PGF2\alpha$ al momento de iniciar un protocolo de IATF. Ya que se propone que los altos niveles de progesterona circulantes durante la sincronización (la producida por el CL + la exógena)

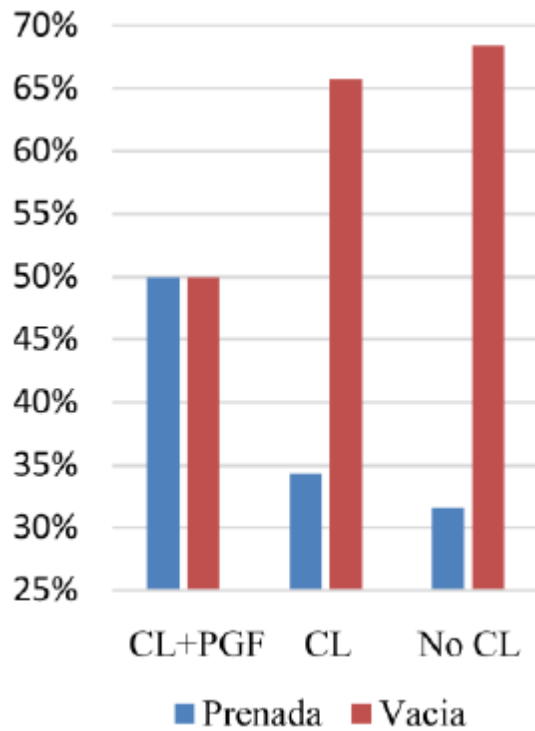


Figura 21. Porcentaje de preñes obtenido por grupo. Tomado de Zenobi 2014

Concluyeron que la utilización de $PGF2\alpha$ al inicio del protocolo demostró ser eficiente para aumentar el número de animales que manifestaron celo y por ende mejorar la tasa de preñez en programas de IATF para vaquillonas *Bosindicus* x *BosTaurus*. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Carvalho et al (2008)

CAPITULO III

VENTAJAS DE LA SINCRONIZACION DE CELOS E INSEMINACION ARTIFICIAL

- Racionalización de la inseminación artificial (Becaluba, 2006b). La inseminación artificial nos permite incorporar genética superior (Perez Wallace y Castelleti, 2016a).
- Acorta el periodo de inseminación (Marcantonio, 2007a).
- Brinda la oportunidad de reproducir vaquillonas con toros seleccionados para progenie de bajo peso al nacer
- Concentración de animales en celo en un corto periodo de tiempo (Becaluba, 2006a).
- Concentración y reducción del periodo de parición (Becaluba, 2006c). Esto nos permite una mejor atención al parto (Marcantonio, 2007b), reduciendo la pérdida de terneros gracias al manejo más eficiente de los nacimientos (Patterson, 2013b).
- Manejo de los alimentos disponibles de acuerdo con la época del año y las categorías de animales (Becaluba, 2006d).
- Registro de los terneros, facilitando las prácticas de manejo y comercialización (Becaluba, 2006e).
- Facilita el destete precoz por disponer de un lote más homogéneo (Marcantonio, 2007c).
- Obtener vacas que tengan cría más temprano tiene algunas ventajas, probablemente la más importante es que el ternero promedio será de mayor edad. Teniendo en cuenta que la edad del ternero es un determinante importante del peso del ternero al destete, la parición temprana produce un ternero promedio más pesado (Lebic, 2007).
- Algunos protocolos permiten preñar vacas en anestro (Perez Wallace y Castelleti, 2016b).
- Disminuye la dotación de toros necesaria para la temporada de servicio, permitiendo también liberar el campo que ellos ocupan (Polito, 2016a).
- Colabora en el manejo de ciertos problemas sanitarios como enfermedades venéreas, tales como trichomoniasis o campilobacteriosis (Polito, 2016 b).

CONCLUSION

A través de esta revisión bibliográfica nos damos cuenta que es posible obtener buenos resultados en la sincronización de estros y ovulaciones para realizar IA a celo detectado o con IATF en rodeos de cría y tambo. La incorporación de protocolos de IATF, pueden reducir el problema de detección de celos. A su vez, los tratamientos con dispositivos de liberación de P4 pueden mejorar el desempeño reproductivo de las vacas, debido a su efecto beneficioso sobre la frecuencia de pulsos de LH, crecimiento folicular y ovulación.

A su vez, el mejoramiento reproductivo NO va a depender solamente de la implementación de un sistema de sincronización, sino que depende en gran medida de un buen manejo nutricional y sanitario del rodeo.

La utilización de programas de sincronización e IA o IATF permite el mejoramiento genético de un rodeo por la utilización de toros con datos genéticos conocidos. Finalmente, la selección del programa más adecuado para un determinado rodeo dependerá también de otros factores como disponibilidad de mano de obra calificada e instalaciones disponibles, pero fundamentalmente de los objetivos del establecimiento.

BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, G.P. R, JAISWAL. J, SINGH. P, MALHI.2008.Progress in understanding ovarian follicular dynamic in cattle. *Theriogenology*69: p 72-80
- AGROCOR.2005. Agrocapacitacion Argentina Curso teórico practico de inseminación artificial en bovinos. Córdoba, Argentina
- ALLRICH, R.D.1994. Endocrine and neural control of estrus in dairy cows. *Simposium: Estrus, new device, and monitoring. J Dairysci 77: 2738-2744..*
- ANDERSON, L.O.2010.Analisis comparativo de resultados obtenidos en programas de inseminación artificial a tiempo fijo y re sincronización de celos en rodeos de carne. Trabajo final Especialidad en reproducción Bovina. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Graduados, Instituto de reproducción Animal Córdoba (IRAC), Argentina p 4(b), p 7 (a)
- ANDRADA, J.S. 2015. Efecto del momento de aplicación del benzoato de estradiol como inductor de la ovulación en un protocolo de IATF sobre la tasa de preñez en vacas de carne. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Graduados, Instituto de reproducción Animal Córdoba (IRAC), Argentina. p 12
- ARENZO, M.T. 2012. Uso de la GnRH en vaquillonas Brangus al momento de la inseminación en un protocolo clásico de IATF.Trabajo final para optar al título de Especialista en Reproduccion Bovina. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Graduados, Instituto de reproducción Animal Córdoba (IRAC), Argentina
- ARIAS MAÑOTTI, A A.2006.Factores que afectan los resultados de un buen programa de inseminación artificial. *Motivar, Bs As .4 (38):14*
- ARMEDANO, J.I.; R. CHAYER; S. CALLEJAS. 2014. Estudio de factores que afectan el porcentaje de preñez a la IATF. Tesina presentada para optar al grado de Veterinario. Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA. Tandil. Buenos Aires, Argentina p 23
- BARUSELLI, P.S.; M.F. SA FILHO; R.M. FERREIRA; J.N.S. SALES; L.U. GIMENES; L.M. VIERA. B.M. GUERREIRO; M.F. MENDANHA; G.A. BO.2013. Manipulación del desarrollo folicular para mejorar la calidad del ovocito y las tasas de concepción en el ganado bovino. X Simposio internacional de Reproducción Bovina. Córdoba. Argentina. p 221-250
- BASABE, L.E. 2016.Sincronizacion de la ovulación con esponjas intravaginales, conteniendo progesterona de lenta liberación, en vacas mestizas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería de Producción Animal, Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo. Venezuela. p 22
- BAVERA, G.A.2005.sincronizacionde celos. Cursos de producción Bovina de Carne .Facultad de Agronomía y Veterinaria, UNRC, Rio cuarto, Córdoba, Argentina .p 2
- BECALUBA, F.2006. Métodos de sincronización de celos en bovinos. En www.produccion-animal.com.ar. Consultado 20/06/2018

BIONDINI, M.; G ZANGRILLI; G. PREISSEGER; S. CALLEJAS. 2011. Efecto de la sal de estradiol y de la duracion del tratamiento con progesterona sobre el porcentaje de preñez a la IATF. Inseminación Artificial. Rev. Vet. 22:(2) 127-130

BO, G A. J C, TEGLI.2005.Sincronizacion de celos e inseminación a tiempo fijo en ganado de carne. Asociación Braford Argentina.p:1

BO, G.A.; L. CUTAIA; P. CHESTA; E. BALLA; D. PICINATO; L. PERES; D. MARAÑA; P.S. BARUSELLI .2007. Inseminacion artificial a tiempo fijo ¿Cómo tener los mejores resultados? Revista Brangus. Buenos Aires, argentina. 29(55):84-90.

BRIDGES , A; S.LAKE; R. LEMENAGER; M. CLAEYS. 2008. Timed- artificial insemination in beef cows: what are the options? Revista Animal Sciences. 3(08):1-8

BRIDGES, G.A. ; L.A. HOLSER; D.E. GRUM; M.L. MUSSARD; C.L. GASER; M.L DAY.2008.Decreasing the interval between GnRH and PGF2 α from 7 to 5 days and length eningproestrus increases timed- AI pregnancy rates in beef cows. Teriogenology 69(2008) 843-851

BRIDGES, G. A.; M.L. MUSSARD; C.R. BURKE; M. L. DAY.2010. Influence of the length of proestrus on fertility and endocrine function in female cattle. Animal Reproduction Science 117(2010) 208-215

BROGLIATTI, G.2003.Inseminacin artificial a tiempo fijo. Rev. Brangus, Bs.As. 25(46):72-74

BROGLIATTI, G M.2006. Manejo eficiente de la inseminación a tiempo fijo. Angus, Bs As. 232:36-40, VI convención anual Angus.

BUBLE, S.D. 2014.determinacion de la ciclicidad y evaluación de la condición corporal en un programa de IATF en vacas de cría en Mercedes-Corrientes. Especialización en Reproducción Bovina. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Graduados, Instituto de reproducción Animal Córdoba (IRAC), Argentina. p 9

BUTLER, H.M Y G. CESARONI.2007. Nuevas técnicas para inseminación artificial a tiempo fijo. Cámara Argentina de Biotecnología e Inseminación Artificial.

BUTLER, A; L. ETCHEVERRY; L. CUTAIA; H. BUTLER. 2013. Efecto del tratamiento con ecg asociado a un protocolo de IATF en vacas británicas primíparas en la provincia de buenos aires sobre los porcentajes de preñez de IATF. X Simposio Internacional de Reproduccion Animal. p 305

BUTLER, H.M.; A, BUTLER; E. ETCHEVERRY; G.C. CESARONI.2011.Efecto de la dosis de cipionato de estradiol al finalizar un tratamiento con progesterona sobre el porcentaje de preñez a la IATF en vaquillonas. Rev. Taurus, Bs. As., 13(52):40-45.

CALLEJAS, S.2004.Control farmacológico del ciclo estral bovino: bases fisiológicas, protocolos y resultados. Buenos Aires. Argentina. Taurus 6(24):22-34

CALLEJAS, S.; P. OCHIONERO; G. CLEDOU; S. GONZALEZ CHAVEZ .2007. Control farmacológico del ciclo estral en vacas Holando Argentino en produccion utilizando

un dispositivo intravaginal con progesterona combinado con benzoato de estradiol o GnRH. VII simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. Córdoba Argentina. P 234

CALLEJAS, S. *sf*. Fisiología del ciclo estral bovino. p 37- 49

CAROSSO, M.S.; L.A. AGUIRRE GABIRIA; J. CABODEVILA; S. CALLEJAS. 2016. Porcentaje de preñez en vaquillonas tratadas con el protocolo J-synch y eCG. Tesina de orientación producción animal para optar al grado de Veterinario. Facultad de ciencias Veterinarias UNCPBA. Tandil, Buenos Aires, Argentina. p 4(a); p 1, p 15(b); p 5(c)

CARVALHO, J.B.P. ; N.A.T. CARVALHO; E.L. REIS. 2008. Effect of early luteolysis in progesterone- based timed AI protocols in Bos Indicus, Bos Indicus x Bos Taurus and Bos Taurus heifers. *Theriogenology*. 69(2008):167-175

CASTAÑEDA MARTINEZ, L. 2009. Fisiología de la reproducción bovina: desde la fecundación hasta la implantación embrionaria. Trabajo de grado para optar al título de Médico Veterinario. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de la Salle. Bogotá, D.C. Colombia p 19; p 35.

CASTRO AMADO, J.L. 2011. Efecto del tipo de dispositivo intravaginal con ovsynch sobre la tasa de concepción en vacas suizo x cebú. Tesis como requisito para obtener el título de médico veterinario zootecnista. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. p 19

COLAZO, M. G; R.J, MAPLETOF; M.F. MARTINEZ; J.P. KASTELIK. 2007. El Uso de Tratamientos Hormonales Para Sincronizar el Celo y La Ovulación en Vaquillonas. *Revista Ciencia Veterinaria* .General Pico la pampa. 9(1):4-19

COLAZO, M.G. R.J, MAPLETOFT. 2014. Fisiología del ciclo estral bovino. *Revista Ciencias Veterinarias* vol. 16(2):31-46

CUNNINGHAM, J.G. 1999. Fisiología Veterinaria. Traducción MVZ Víctor Octavio Fuentes Hernández. 2da Edición. McGraw-Hill Interamericana. Cap. 34, p 502

CUTAIA, L.E. 2005. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo: análisis de cotos e implementación

CUTAIA, L y G, BÓ. 2005. Efectos de la condición corporal de los vientres sobre los porcentajes de preñez obtenidos en programas de inseminación artificial a tiempo fijo. *Marca Liquida Agropecuaria, Separata Rural*. 3ra Ed: Nutrición Animal. P 1-2

DE DOMINICIS, O.; S. MADERO; F. CANTALLOPS Y S. CALLEJAS. 2007. Efecto de la eCG administrada al final de un tratamiento de sincronización de celos con progesterona sobre el porcentaje de preñez a la IATF en vaquillonas de carne. VII Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. Córdoba Argentina. P 227

DE GRAAFF, W y B. GRIMARD. 2017. Progesterone releasing device for cattle estrus induction and synchronization: device optimization to anticipate shorter treatment durations and new device developments. *Theriogenology*, xxx (2017) 1-10

DE LA MATA, J. J. 2011. Eficiencia en la sincronización de celos y ovulaciones de dos protocolos de IATF con un análogo de la hormona liberadora de gonadotropina y

benzoato de estradiol con progesterona en vaquillonas de carne.UNC, Facultad de ciencias Agropecuarias, IRAC, Córdoba, Argentina. p 4

DE OLIVEIRA VIANNA, G. N. 2009. SINCRONIZAÇÃO DO ESTRO MEDIANTE UTILIZAÇÃO DE ACETATO DE MEDROXIPROGESTERONA, GONADOTROFINA CORIÔNICA EQUINA, BENZOATO DE ESTRADIOL E DESMAME INTERROMPIDO NO PUERPÉRIO DE VACAS DA RAÇA NELORE. Dissertação a presentadaao Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Área de Concentração: Patologia Animal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias. Curitiba, Brasil. p 10 (a), p 16 (b).

DIAZ, P.; A GALINDO. 2010. Tasa de preñez en vacas Angus y Brangus en la sabana de Bogota con protocolo de inseminación a tiempo fijo CO-synch mas implante de progesterona. Trabajo Final para obtener el Grado de Especialista en Reproducción Bovina. UNC, Facultad de Ciencias Agropecuarias, IRAC, Córdoba, Argentina. p 3

DICK, P A. 2005. Control del ciclo estral en bovinos de carne. Taurus. Bs As. 7 (26):42-46.

ECHEVERRIA, J. 2006. Endocrinología Reproductiva: prostaglandina F2 α en vacas. Revisión bibliográfica. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®. España . 7 (1):1-12. España.

ECHTERNKAMP, S.E.; Y R.M. THALMAN. 2011. Fators afectin pregnacyrate to estous synchronization and fixed time artificial insemination in beef cattle. J Anim. Sci. 2011. 89:3060-3068

ELI, M . 2005. Manual de reproducción en ganado vacuno. 1ra Edición, Editorial Servet lugar de publicación Zaragoza, España. p.14; p30; p34; p36; p56; p57

ERRICO, S.; J. INSAUGART; R. ARRICO; G. USLENGHI; S.S. CALLEJAS. 2016. Efecto de la gonadotrofina coriónica equina sobre el porcentaje de preñez y pérdidas embrionarias en vacas braford. Rev. Vet. 27(2):121-123

ESPINOSA, M. 2010. Efecto de diferentes protocolos para IATF sobre las tasas de preñez aplicadas en ganado lechero.. Especialización en Reproducción Bovina. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Graduados, Instituto de reproducción Animal Córdoba (IRAC), Argentina

ESPINOSA-VILLAVICENCIO, J.L. R, ORTEGA-PEREZ. A, PALACIOS-ESPINOSA. J, VALENCIA-MENDEZ. C.F ARECHIGA FLORES. 2007. Crecimiento folicular ovárico en animales domésticos: una revisión. Interciencia. mexico. vol32 (2):93-99

EVANS, A. S.W, WALSH. E.J, WILLIAMS. F, MOSSA. 2009. Desarrollo folicular y sus consecuencias en la fertilidad en bovinos. VIII Simposio internacional de reproducción animal. IRAC. Córdoba. Argentina, p 1- 9

FERNANDEZ FIGUEROA, I.A.; R.J. ARIETA-ROMAN; P. TADEO CRUZ; J.F. GONZALEZ AYNES; O RAMIREZ VALENCIA. 2017. Porcentaje de concepción en vacas

Bos Indicus utilizando sincronización de estro e inseminación artificial a tiempo fijo. Red vet. Revista electrónica de veterinaria. 18 (11):1-17. Veterinaria Organización. Malaga España.

FERRAZ JUNIOR MVC; PIRES AV; BIEHL MV; SANTOS MH; BARROSO JPR; GONCALVES JRS; SARTORI R; DAY ML. 2016. Comparison of Two Timed AI System Schemes to Synchronize Estrus and Ovulation in Nellore Cattle, Theriogenology doi: 10.1016/j.theriogenology.2016.06.012.

GAYTAN, F. C, BELLIDO. C, MORALES. J.E, ZANCHEZ-CRIADO. 1998. Both prolactin and progesterone in proestrus are necessary for the induction of apoptosis in the regressing corpus luteum of the rat. Biology of reproduction 59:1200-1206.

GIGLI, I. A, RUSSO. A, AGÜERO. 2006. Consideraciones sobre la dinámica ovárica en el equino, bovino y camélidos sudamericanos. Área de Teriogenología, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires ciudad autónoma, Argentina. In. vet 8(1): 183- 204.

HARMS, I.D.; A.F. SUMERS; R.N. FUSTON. 2014. Effect of 2 ovulation Synchronization protocols on reproductive performance of May-calving cows. The Professional Animal Scientist. 30 (2014): 497-501

HENAO, D. 2004. Comportamiento durante el calor y dinámica folicular inter estral en vacas BON (blanco orejinegro). Rev. Col cienc pec vol 17:1

HERNANDEZ CERÓN, J. 2012. Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros. 1ra Edición. Ciudad Universitaria, col. Copilco universidad, Delegación Coyoacán, México DF. p 29-30; 31

HUGUENINE, E.; S. PERACHIA; R. BENITEZ; H. MARTIN; G. BO Y S. CALLEJAS. 2013. Efecto de la utilización de protocolos CO-synch-5 días combinado o no con eCG en vacas con cría en anestro post parto. X simposio internacional de Reproducción Animal .Córdoba. Argentina. P 313

HUGUENINE GOMEZ, E.E. 2016. Uso de tratamientos hormonales y prácticas de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva en rodeos de cría de la región centro-oeste de Argentina. Tesis para obtener el grado académico de Magister en Reproducción Bovina. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC). Córdoba, Argentina p 13 (a) p 15 (b)

INFOGRANJAS. 2005. Fisiología reproductiva del bovino. En: www.infogranjas.com.ar consultado 20/06/2018

ITURRALDE, M.; S. RODRIGUEZ AGUILAR; A. VATER; J. CABODEVILA y S. CALLEJAS. 2013. Uso de protocolo CO-synch dispositivo de 5 días para implementar una IATF en vacas con cría.

JAISWAL, R.S; J. SINGH; L. MARSHALL; G.P. ADAMS. 2009. Repeatability of 2-wave and 3 wave patterns of ovarian follicular development during the bovine estrous cycle. Theriogenology 72(2009) 81-90

JIMENEZ, A.2016.El ciclo Estral Bovino. Regulación Neuroendocrina. Revista Entorno Ganadero.vol 12(76):1-6.BM Editores. México.

JIMENEZ, A.2017.El ciclo ovárico bovino. Revista Entorno Ganadero. Volumen 13(82):8-18.MB Editores. México.

JOHNSON, S.K.; R.F. COOKE; G.R. DAHLKE; R.N. FUNSTON; J.B. HALL. G.C. LAMB; J.W. LAUDERDALE; D.J.PATTERSON; G.A. PERRY; A.L. VAN EANENNAAM.2016.2017.protocolos for synchronization of estrus and ovulation in beef cows and heifers, Kansas State University. p 5

KASIMANICKAM, R.; M. ASAY; P. FIRTH; W.D WHITTIER ; J.B. HALL.2012. Artificial insemination at 56 h after intravaginal progesterone device removal improved AI pregnancy rate in beef heifers synchronized with five-day co-synch + controlled internal drug release(CIDR) protocol. Theriogenology. 77:1624-1631

LAMB, G.C.; M.F. SMITH; G.A. PERRY; J.A. ATKINS; M.E. RISLEY, D.C. BUSCH, and D.J. PATTERSON. 2009. Reproductive Endocrinology and Hormonal Control of the Estrous Cycle. North Florida Research and Education Center, University of Florida

LAMB, C.G y V.R.G. MERCADANTE.2016. Synchroniation and artificial insemination strategies in beef cattle.

LEBIC, D.2007. Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF): una técnica posible en carne y leche. Producir XXI. Buenos Aires. 15(19):50-52

LOPES, A.P. L.F, GOMES.Z.T, RUIZ CORTES. M, OLIVERA. C.A, GIRALDO.2008. Reconocimiento materno de la preñez e implantación del embrión: modelo bovino. Analecta Veterinaria 28(1):42-47. Medellín, Colombia

LOPEZ, D.2005.Sincronización de celo de celos e inseminación a tiempo fijo en ganado de carne. Asociación Braford Argentina. P 1-4

LOPEZ, H. *sf*. Consideraciones fundamentales para la implementación de programas de inseminación artificial a tiempo fijo. Laboratorio ABS México S.A de CV. Artículos Técnicos.

LUCY, M.C. 2006. Estrus: Basic Biology and Improving Estrous Detection. Proc. Dairy Cattle Reproductive Conference. pp 29-37.

MADERO, S; O. DE DOMINIIS; F. ANTALLOPS; G. SLENGHI Y S. CALLJAS. 2007. Efecto de dos dosis de cipionato de estradiol administradas al finalizar un tratamiento con dispositivo intravaginales con progesterona sobre el porcentaje de preñez a la IATF. VII Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. Córdoba, Argentina. P 226

MACHADO, L.M; R.M.LARSEN; J.CABODEVILA; S.S, CALLEJAS. 2017. Descripción del porcentaje de preñez post IATF en vacas con cría (segundo servicio y adultas). Tesina de orientación Sanidad de Grandes Animales presentada para optar al Grado de médico veterinario. Facultad de ciencias Veterinarias, UNCPBA, Tandil p 4 ; p 12; p 14

MANCHECA, A.; R. NUÑEZ; R. WIJMA; C. GARCIA PINTOS; F. FABINI; T. CASTRO; 2013. Como mejorar la fertilidad de los tratamientos de IATF en vacas Bos Taurus. X Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina. p 103-133

MAPLATOFT, R.J. y G.A. BO. 2013. Avances recientes en inseminación artificial a tiempo fijo en ganado vacuno de razas de carne. X Simposio Internacional de Reproducción Animal. Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC). Cordoba, Argentina. p 91-103

MARCANTONIO, S A. 2007. Inseminación a tiempo fijo. El Molino. Argentina, 1(1):8-13

MARTINEZ, M.F.; J.P. KASTELIC; G.P ADAMS Y R.J. MAPLETOFT. 2002. The use of a progesterone- releasing device (CIDR-B) or melengestrol acetate with GnRH, LH, or estradiol benzoate for fixed-time AI in Beef Heifers. J. Animal sci. 80:1746-1751

MARTINEZ, M.F.; J.P. KASTELIK ; M.G, COLAZO; R.J MAPLETOFT. 2007. Effects of estradiol on gonadotrophin release, estrus and ovulation in CIDR .Treated beef cattle. Domestic Animal Endocrinology. 33 (2007) 77-90.

MAYER, N. G, ASHWORTH. N, RODRIGUEZ. Aportes de la fisiología a la producción animal. Editorial Universidad Nacional de Río Cuarto Río Cuarto, Córdoba, Argentina. cap.3. 58p.

MASSAD, A.; INFANTE, R.; J. MENDOZA. 2012. Efecto de la aplicación de GnRH en diferentes horarios de IATF (48h vs 54h) en vacas cruce cebú con cría al pie sobre los porcentajes de preñez. Tesis de Especialización en Reproducción Bovina. UNC, Facultad de Ciencias Agropecuarias, IRAC. P 5, p 6, p 10, p 12.

MOTA DELDADO, P.A. N, RAMOS CUELLAR. C.M, GONZALEZ ZANCHES. E.C, CASTRO ROJAS. 2011. Dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina. Vet. Zootec 5(2):88-89.

MURPHY, B.D. 2011. La reserva folicular. IX Simposio internacional de producción animal. IRAC. Córdoba .Argentina. p: 31-42

NUÑEZ OLIVERA, R. 2014. Uso de gonadotrofina coriónica equina en la sincronización de la ovulación y el mantenimiento de la gestación en vacas de carne. Tesis para obtener el Grado Académico de Magister en Reproducción Bovina. UNC. Facultad de ciencias Agropecuarias, Instituto Nacional de Reproducción Animal (IRAC), Córdoba, Argentina. p 8(a), p 48(b)

PAEZ, P. 2010. Uso de un dispositivo intravaginal con progesterona combinado con cipionato de estradiol para mejorar la eficiencia reproductiva de un rodeo de cría. Trabajo final para optar al título de especialista en Reproducción Bovina. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Graduados, Instituto de reproducción Animal Córdoba (IRAC), Argentina. p 4; p9

PAEZ, P. y CALLEJAS, S. 2010. Uso de la progesterona y sales de estradiol para mejorar la eficiencia reproductiva de vacas con cría. Reproducción bovina. Rev. Vet. 21(2):140-143

PALOMARES GARCÍA, S.R. 2009. Revisión de los protocolos empleados en la sincronización de celos en bovinos. Trabajo presentado como requisito para optar al título de médico veterinario y zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Bogotá, D.C, Colombia. P 68-69; p 73; p 74 ; p 75.

PATTESON, D.J.; J.M. THOMAS; N.T. MARTIN; J.M. NASH; M.F. SMITH. 2013. Control of estrus and ovulation in beef heifers. Vet clin food anim.

PERALTA, R .C, PENDOLA. E, PARAMIDANI. C, SCENA.2000. La inseminación artificial en los rodeos de cría. Taurus, 2(7):4-18.Reunión técnica de Ciale, 2000.Capitan sarmiento, provincia de Bs As. p: 1

PEREZ WALLAC, S. y A. CASTELLETI. 2016. Rol de los veterinarios en el asesoramiento de inversiones ¿cuál es el beneficio económico de aumentar un 1 % en la preñez de la IATF? Motivar, Buenos Aires 14(165):32-33

PERRY, G.2004. The bovine estrous cycle .South Dakota State University, Cooperative Extension Service-USDA.Pub. FS921A

PETERS A.R. Veterinary clinical application of GnRH-question of efficacy. Animal Reproduction Science. 88 (2005):155-167

PICARD-HAGEN, N; G. LHERMIE; S. FLORENTIN; D. MARLE; P. FREIN; V. GAYRARD.2015.Effect of gonadorelin, leirein, and buserelin on LH surge, ovulation and progesterone in cattle.Theriogenology xxx (2015) 1-7

POLITO, J.E. 2016.Inseminacion a Tiempo Fijo (IATF) ¿Una técnica subestimada? RevistaBrangus. Argentina. 38(73):166-170

RABAGLINO M. B.; C. RISCO; M. J. THATCHER; I. KIM; J. SANTOS; W. THATCHER Application of one injection of prostaglandin F2alfa in the five-day Co-Synch + CIDR protocol for estrous synchronization and resynchronization of dairy heifers JOURNAL OF DAIRY SCIENCE; Lugar: Champaign, Illinois; Año: 2010 vol. 93 p. 1050 - 1058

RIPPE, C.2009. El ciclo estral.Dairycattle reproduction conference.Mineapolis M D. p 111-116

RIPPE, C. 2018. El ciclo estral. En: www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/ciclo-estral-t42271 . Consultado el 28/09/2018

RODRIGUEZ DO VALLE, E .1991.O ciclo estral de bovinos e métodos de controle. Empresa Brasileira de pesquisa agropecuaria- EMBRAPA. Campo Grande .p 12

RODRIGUEZ PERSICO, J.M. 2015. Efecto de la progesterona sobre la tasa de preñez de la inseminación a tiempo fijo con un protocolo co-synch en vacas braford en anestro. Trabajo Final para optar al Grado Académico de Especialista en Reproducción Bovina. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Graduados, Instituto de reproducción Animal Córdoba (IRAC), Argentina. p 3; p 5; p7; p 9

RUIZ, A.F.2016.Las fases del ciclo estral en la hembra bovina y su regulación hormonal. En www.genbiogan.com/single-post/2016/09/19las-fases-del-ciclo-estral-en-la-hembra-bovina-y-su-regulacion-hormonal consultado el 25/06/2018

RUSIÑOL, C. y D CAVESTANY.2011.Comparacion de tres métodos de sincronización de celos y ovulaciones con y sin inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en vaquillonas para carne. Veterinarias (Montevideo) 47(182):23-28

SATHESHKUMOR, S; A, SUBRAMANIAN; T.G. DEVANATHAN; D. KATHIRESAN; VEERAPANDIAN; A. PALANISMY.2012. Follicular and endocrinologil turnover associated with GnRH induced follicular wave synchronization in indian cross bred cows. Theriogenology 77(2012):1144-1150.

SHEARER, J.K.2003.Reproductive Anatomy and Physiology of dairy cattle. Animal science departamento, Florida cooperative Extension Service .University of Florida. EUA# DS 57

SINTEX.2005. Manejo farmacológico del ciclo estral bovino.

SINTEX.2005.Manejo reproductivo en bovinos de carne. Laboratorio especialidades veterinarias .p:1

STEVENSON, JS. 2007. Clinical reproductive physiology. In: Youngquist RS, Threlfall WR editors. Large Animal Theriogenology 2. St. Louis, Missouri: Saunders, 258-270

THATCHER, W.W. y I.E.P. SANTOS.2011. Control of Estrous cycles: synchronization of ovulation and insemination. W.W. Thatcher, El Sevier. LTD volumen 4 p 2178-2184

TORQUATIS; J. CAVODEVILA y S CALLEJAS.2011. Efecto de la administración de dos sales de estradiol al retirar un dispositivo intravaginal con progesterona sobre el porcentaje de preñez a la IATF en vacas con cría. Taurus.Bs. As., 13(50):26-28

TORRES JUNIOR J.R.S.; L. RENTEADO; J.N.S. SALES; M.F. SÁ FILHO; H. AYRES; P.S. BARUSELI. 2014. A comparison of two different esteres of estradiol for the induction of ovulation in on estradiol plus progestin-based timed artificial insemination protocol for suckled Bosindicus beef cows. Animal. Reprod. Sci (2014)

TOVIO-LUNA, N.I. y A. DUICA-AMAYA. 2012. Factores relacionados con la dinámica folicular en la hembra bovina.SpeiDomus. 8(17):38-47

VATER, A; S. RODRIGUEZ AGUILAR; M. OTERO ILIA; J. CABODEVILA Y S. CALLEJAS. 2007. Efecto de la estructura ovárica predominante al comenzar un tratamiento con progesterona y del uso de BE o GnRh en vaquillonas sobre el porcentaje de preñez a la IATF. VII Simposio Internacional de Reproduccion Animal, Córdoba, Argentina . p 237

VEIGA, P.; R. CHAYER; G. USLENGHI; J. MONTIEL; S. CALLEJAS.2012.Efecto de diferentes esteres de estradiol utilizados para sincronizar la ovulación sobre el porcentaje de preñez a la IATF en vacas angus

VENTURINI, M.; G. CLEDOU Y S. CALLEJAS.2007. Uso de benzoato de estradiol al momento de retirar un dispositivo intravaginal con progesterona o 24 horas después en vacas y vaquillonas para cria. VII SimposioInternacional de Reproduccion Animal. Córdoba, argentine p 224

WILSON, D.S.; D.A. MALLORY; D, C. BUSCH; N.R. LEITMAN; J.K HADEN; D.J SCHAFER; M.R. ELLERSIECK; M.F. SMITH; D.J. PATERSON.2010.Comparison of short-term progestine-based protocols to synchronize estrus and ovulation in post partum beef cows. J.Anim.Sci. 2010.88:2045-2054.

WITH, A C. Alternativas farmacológicas para programas de sincronización de celos y/o de ovulación.2001. SIRBO S.R.L. Información de Laboratorio .p:1

WILTBANK, M.C. A GUMEN, and R. SARTORY. 2006. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. Proc. Bovine Reproduction: Education and Discussion. Solutions for the Practicing Veterinarian. Pp 93-125.

XU, Z.Z. 2011. Control of estrous cycles: synchronization of estrus. P 448- 453.

ZABALA MENDEZ, N.A.2012. Efecto del momento de la IATF (48h vs 54h) en vacas cruza cebú con cría al pie tratadas con dispositivos con 0,5 g de progesterona y cipionato de estradiol sobre los porcentajes de preñes. Trabajo de tesis final para optar al grado de Especialización en Reproducción Bovina. UNC. Facultad de ciencias Agropecuarias. Escuela para Graduados. IRAC. Córdoba Argentina. p3

ZAPATA, L.; R PICCO; J. FRANCO; P. SPADA; J. BARTOLOE. 2007. Administración de gonadotrofina corionica equina en un protocolo de inseminación a tiempo fijo en vacas de cría.

ZENOBI, M. 2014.Efecto de la PGF2 α al inicio de un protocolo de sincronización a tiempo fijo sobre el tamaño folicular, manifestación de celo y el porcentaje preñez en vaquillonas Bos Indicus x Bos Taurus. Trabajo Final para optar al Título de Especialista en Reproducción Bovina. UNC, Facultad de Ciencias Agropecuarias, IRAC, Córdoba, Argentina. p 2, p 3, p 5, p 6, p 9, p 13

