



USO DE TRATAMIENTOS HORMONALES Y PRÁCTICAS DE MANEJO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN RODEOS DE CRÍA DE LA REGIÓN CENTRO – OESTE DE ARGENTINA

Eduardo Emilio Huguenine Gomez

Tesis
Para Obtener el Grado Académico de
Magíster en Reproducción Bovina

Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Escuela para Graduados
Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC)

Córdoba, Octubre 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**

Eduardo Emilio Huguenine Gomez

Comisión Asesora de Tesis

Director: Med. Vet (M.V., MSc. Dr.) Santiago Callejas

Co - director: Med. Vet. (M.V.Sc., Ph.D.) Gabriel A Bó

Tribunal Examinador de Tesis

Med. Vet. (M. Sc., Ph.D) Pablo Bosch

Med. Vet. (Ph.D) Andrés Tríbulo

Med Vet. (M. Sc.) Jorge Carcedo

Presentación formal académica

Córdoba, 4 de Octubre de 2016

**Facultad de Ciencias Agropecuarias
Universidad Nacional de Córdoba**

AGRADECIMIENTOS

Quiero manifestar y expresar mi más sincero y especial agradecimiento al Dr. Santiago Callejas por ser un gran “DIRECTOR”. Primero por la calidad de persona que es y después por aceptar que sea su tesista, por el apoyo constante en cualquier momento, siempre dispuesto y aportando ideas, guiándome y alentándome en los experimentos, con total desinterés. También le quiero agradecer al Dr. Gabriel Bó por su contante buena predisposición, por su humildad, paciencia, siempre dispuesto y colaborando con ideas, un gran CO DIRECTOR. Para mí, es un gran orgullo y honor haber logrado que ambos hayan sido una guía en este trabajo. Me ayudaron a crecer profesionalmente y como persona. “Siento que gane dos amigos” de los cuales nunca me voy a olvidar.

Quiero agradecer al Laboratorio Biogénesis Bagó por proveerme todos los materiales de la maestría y al Med. Vet. Guillermo Cledou por permitir, apoyar e insistir que el laboratorio financie este trabajo.

Quiero manifestar mi agradecimiento a los Srs Federico Esteban y Felipe Tomasevich por permitirme realizar los diferentes experimentos en sus establecimientos, que en años de poca precipitaciones hayamos realizados movimientos extras de su ganado para poder medir los resultados. También a los administradores Sr. Julio Falappa y Sr. Sebastian Peracchia, y especialmente al personal de varias empresas por su paciencia y predisposición ya que trabajamos con vacas de baja condición corporal, con cría y con protocolos de diferentes días.

Agradezco a todo el personal de SAV (Servicios y Asesoramiento Veterinario) al Sr Hector Martini, Tec. Agropecuaria Natalia Sánchez, Tec. Agropecuario Sebastián Peracchia y al Med. Vet. Rodolfo Benitez por ayudarme en los trabajos de manga, tener paciencia con los diferentes protocolos y con las planillas.

También quiero agradecer a mi amigo Med. Vet. Msc Pablo Chesta por su constante ayuda desinteresada y siempre estar dispuesto a colaborar en todo para poder terminar la tesis.

Agradezco a mi familia por el apoyo incondicional e incentivarme a terminar esta tesis.

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mi hermosa Familia, comenzando por agradecer a mi flamante esposa María Itati Zudaire por su disposición, paciencia y comprensión, a mis tres hermosos hijos Ana Luz, Salvador y Candelaria por permitirme lograr un gran sueño para mi desarrollo personal y profesional.

Quiero dedicársela especialmente a mi madre Rita Gomez por inculcarme siempre que con perseverancia, estudio, paciencia, humildad y respeto se pueden lograr los sueños, que nada se logra por casualidad.

También le dedico a mis hermanas Leticia y Andrea, a mi tía Elizabeth y a mi hermano de la vida y cuñado José. También a mis sobrinos Paula, Emilia, Lautaro, Azul, Francisco, Tomas y Valentino.

Le dedico a mi padre Eduardo que ya no está entre nosotros y poco lo pude disfrutar.

RESUMEN

El objetivo de esta tesis fue evaluar la eficacia de diferentes protocolos de sincronización para mejorar los porcentajes de preñez en vacas con cría. Se realizaron en total 3 experimentos (**E**). En el **E1** se utilizaron 801 vacas con cría en anestro nutricional y se evaluó el efecto de tratamientos Co – Synch 5 días combinados o no con eCG, con doble dosis de D-Cloprostenol colocado en el mismo momento del retiro del dispositivo e IATF a las 72 hs. El grupo Testigo recibió un tratamiento convencional con sales de estrógenos, progesterona por 8 días + eCG inyectada al retiro del mismo, e IATF a las 52 – 56 hs posteriores. En este **E** el Co–Synch 5D (26,8 %) preñó menos que los otros dos grupos ($P<0,05$); mientras que entre el grupo Co-Synch 5D + eCG y Testigo no se encontraron diferencias (46,3 % vs 54,5 % respectivamente; $P>0,05$). En el **E2** se utilizaron los mismos protocolos que el experimento anterior, se trabajó con 184 vacas con cría ciclando (CC: $2,4\pm 0,4$). En este **E** no hubo diferencias significativas ($P>0,05$; Co–Synch 5D: 61,7 %, Co-Synch 5D + eCG 65,1 % y Testigo 49,2 %) En el **E3** se utilizaron 203 vacas con cría en anestro nutricional, se trabajó con un grupo Testigo (sin tratamiento), y dos grupos con progesterona, sales de estradiol y un grupo con eCG. El día del retiro de los dispositivos las vacas ingresaron a servicio natural (SN) con un 5 % de toros. El diagnóstico de gestación se realizó en los días 43, 71 y 128. La eCG mejoró ($P<0,05$) la preñez (43,5 %) en los primeros 7 días de SN comparado con DISP (19,4 %) y Testigo (12,2 %). Se concluye que: el uso del Co-Synch 5D utilizado en vacas en anestro nutricional, resulta en una menor preñez comparado con el tratamiento tradicional. Sin embargo esto se subsana al adicionar eCG. En animales cíclicos el Co-Synch 5 D se comporta de la misma manera que el tratamiento tradicional, independientemente de usar o no eCG. La adición de eCG al retiro del DISP mejora el porcentaje de preñez que se obtiene en los primeros días de un SN.

Palabras claves: eCG, Co-Synch5D, Progesterona, IATF, Servicio Natural

ABSTRACT

The aim of this thesis was to evaluate the effectiveness of different synchronization protocols to improve pregnancy rates in cows with calves. A total of 3 experiments (E) were performed. In the E1, 801 cows with calves were used in nutritional anoestrus and the effect of treatments with Co - Synch 5 days, combined or not with eCG, were evaluated, with a double dose of D-cloprostenol injected at the same time of removal of the device (DIV) and TAI 72 hs. later. The control group was treated with a conventional treatment with estrogen salts, progesterone for 8 days + eCG injected at its withdrawal, and TAI 52 - 56 hours later. In this E, Co-Synch 5D (26.8%) made pregnant less than the other two ($P < 0.05$); Co-Synch 5D + eCG: 46.3% and Control (54.5%). These last two did not differ ($P > 0.05$). E2 the same protocols as the previous experiment were used, working with 184 cycling breeding cows (2.4 ± 0.4 body condition). In this E there were no significant differences (Co-Synch 5 D: 61.7%, Co-Synch 5D + eCG 65.1% and Control group (49.2%). In E3, 203 cows with calves were used, in nutritional anoestrus, we worked with a control group (no treatment), and two groups with progesterone, estradiol salts and a group with eCG. The day of the retreat, the cows entered in natural service (NS) with a 5% of bulls. Pregnancy diagnosis was made on days 43, 71 and 128. The eCG improved ($P < 0.05$) pregnancy (43.5%) in the first 7 days of SN compared with DIV (19.4%) and control (12.2%) groups. It is concluded that: the use of Co-Synch 5D used in cows in nutritional anoestrus results in lower pregnancy compared with the traditional treatment. However; this is remedied by adding ECG. In cyclic animals, the Co-Synch, 5 D behaves in the same way as the traditional treatment, whether eCG is used or not. The addition of eCG at the removal of the DIV improves the pregnancy rate obtained in the first days of a natural service.

Keywords: eCG, Co-Synch5D, Progesterone, TAI, Natural Service

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	1
Control del ciclo estral mediante dispositivos con progesterona.....	4
Relación entre condición corporal, estructura ovárica y preñez.....	5
Hormona Liberadora de Gonadotrofinas (GnRH).....	8
Gonadotrofina Coriónica equina.....	9
Nuevos tratamientos para controlar el ciclo estral basados en el alargamiento del proestro....	11
Tratamientos hormonales para inducir la ciclicidad en servicio natural.....	17
HIPÓTESIS GENERAL	19
OBJETIVO GENERAL	19
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
Capítulo 2. MATERIALES Y MÉTODOS	21
Animales e instalaciones.....	21
Experimento 1.....	21
Experimento 2.....	26
Experimento 3.....	27
Ultrasonografía.....	32
Condición corporal.....	32
Análisis estadístico.....	32

Capitulo 3. RESULTADOS	34
Experimento 1.....	34
Experimento 2.....	36
Experimento 3.....	37
Capitulo 4. DISCUSIÓN	38
Capitulo 5. CONCLUSIONES	44
Capitulo 6. IMPLICANCIAS PRÁCTICAS	45
Capitulo7. BIBLIOGRAFÍA	46

LISTA DE TABLAS

- Tabla 3.1. Porcentaje de preñez en vacas con cría, en anestro, según fueron tratadas con el protocolo CoSynch 5 D (GnRH día 0 + dispositivo intravaginal con progesterona; día 5 retiro del dispositivo y día 8 GnRH) con y sin eCG al momento de retirar el dispositivo o el testigo (dispositivo intravaginal por 8 días combinado con estrógenos y un agente luteolítico).....**34**
- Tabla 3.2. Porcentaje de preñez en vacas con cría, en anestro, según Repetición de los tratamientos.....**35**
- Tabla 3.3. Evolución de la CC en diferentes momentos del post parto según el protocolo utilizado para controlar el ciclo estral e implementar una IATF.....**36**
- Tabla 3.4. Evolución de la estructura ovárica predominante (EOp) en diferentes momentos del post parto según el protocolo utilizado para controlar el ciclo estral e implementar una IATF, expresado en número de animales.....**36**
- Tabla 3.5. Porcentaje de preñez en vacas con cría,cíclicas, según fueron tratadas con el protocolo Co-Synch 5 D (GnRH día 0 + dispositivo intravaginal con progesterona; día 5 retiro del dispositivo y día 8 GnRH) con y sin eCG al momento de retirar el dispositivo o el testigo (dispositivo intravaginal por 8 días combinado con estrógenos y un agente luteolítico).....**37**
- Tabla 3.6. Porcentaje de preñez en vacas con cría según tratamiento utilizado para inducir actividad sexual cíclica en diferentes momentos del servicio natural.....**37**

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Representación esquemática del tratamiento CoSynch5D +Progesterona.....	23
Figura 2.2 Representación esquemática del tratamiento CoSynch5D +eCG+ Progesterona.....	24
Figura 2.3. Representación esquemática del tratamiento Testigo.....	25
Figura 2.4. Vacas con cría Brangus, al momento de iniciar protocolo. Sur de San Luis.....	26
Figura 2.5. Vacas con cría Brangus al inicio del protocolo. Sur de San Luis.....	27
Figura 2.6. Ecografía de ovarios de las vacas sincronizadas en el momento del inicio de protocolo.....	28
Figura 2.7. Representación esquemática del Grupo DISP. Colocación de un dispositivo intravaginal con progesterona el día 0.....	29
Figura 2.8. Representación esquemática del Grupo DISP + eCG.....	30
Figura 2.9Representación esquemática del tratamiento Testigo.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS

BE.....	Benzoato de Estradiol
CC.....	Condición corporal
CL.....	Cuerpo lúteo
DISP.....	Dispositivo
E.....	Experimento
eCG.....	Gonadotrofina Coriónica equina
EOp.....	Estructura ovárica predominante
EV.....	Equivalente Vaca
FSH.....	Hormona Folículo Estimulante
GH.....	Hormona de Crecimiento
GnRH.....	Hormona Liberadora de Gondatrofinas
h.....	Horas
ha.....	hectáreas
i.m.....	Intramuscular
IATF.....	Inseminación Artificial a Tiempo Fijo
IGF-1.....	Factor de crecimiento similar a la insulina 1
LH.....	Hormona Luteinizante
mg.....	miligramos

mm.....Milímetros

PMSG.....Gonadotrofina de Suero de Yegua Preñada

UI.....Unidades Internacionales

INTRODUCCION

La incorporación de Genética en los rodeos para cría bovina mediante el uso de la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) ha logrado un incremento en la rentabilidad al permitir obtener mayor kg de carne / ha (Cutaia *et al.*,2003).

El desarrollo de tratamientos hormonales que controlan el momento en que ocurre la ovulación ha permitido que se haya propagado la técnica difundida de la IATF; siendo el tratamiento más difundido aquel que se basa en la utilización de dispositivos intravaginales con progesterona combinados con sales de estrógenos y un agente luteolítico (Callejas, 2005). No obstante, teniendo en cuenta que los estrógenos han sido prohibidos en la mayor parte del mundo, no es ilógico plantear que dicha situación llegaría en poco tiempo a la Argentina, por lo que surge interés en evaluar tratamientos alternativos que eviten el uso de dicha hormona.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que un número importante de los rodeos para cría solo realiza servicio natural; en estos, se observa en muchos casos un porcentaje importante de vacas en anestro al inicio del servicio, lo que provoca un retraso en la concepción de las mismas. En función de esto, Callejas *et al.* (2007) evaluaron el uso de dispositivos intravaginales con progesterona combinado con sales de estrógenos con la finalidad de mejorar la eficiencia reproductiva de estos animales; en consecuencia, surge de interés continuar con esta línea de trabajo.

Se debe tener en cuenta que los trabajos mencionados precedentemente (control del ciclo estral para IATF o para inducir actividad sexual en animales en anestro) se realizaron en la provincia de San Luis, ubicada en el centro – oeste de la República Argentina.

La provincia de San Luis se caracteriza por tener lluvias estivales (noviembre a marzo), con regímenes promedios/año que van desde 250 mm (oeste) a 800 mm (este y noreste). Sobre la región sur de la capital los regímenes van desde 400 mm a 500 mm. En la región sur la alimentación de los bovinos es a base de pastizales naturales con bastante invasión de paja (*Paspalum quadrifarium*) y monte, con una receptividad de 10 ha/equivalente vaca (EV). En algunos establecimientos se ha realizado desmonte y se ha sembrado pasturas perennes como digitaria (*Digitaria eriantha*) y pasto llorón (*Eragrostis curvula*), lo que permitió el aumento de la receptividad a 5 ha/EV. No obstante, en los últimos años ha habido un crecimiento de la agricultura. En la región noreste (Sierras) el régimen de lluvias permite sembrar en los valles: pasturas, verdeos de verano y de invierno, siendo la receptividad promedio de 5 ha/EV. En la región norte hay buena calidad de pastizales naturales, con una receptividad 10 ha/EV; en la región oeste la receptividad es menor, 12 ha/EV. En ambas zonas se incorporó en algunos establecimientos la implantación de Buffel grass permitiendo mejorar la receptividad a 6 - 8 has/vaca. En la región este la alimentación es a base de pasto llorón, alfalfa, silo de sorgo o de maíz y verdeos de invierno. En esta región la superficie ganadera disminuyó dejando lugar a la agricultura.

Por otro lado, Frasinelli *et al.* (2002) del INTA EEA San Luis realizaron una caracterización de la ganadería en la provincia, dividiéndola en 4 regiones. La región I abarca la porción oriental de San Luis, ocupando el 29,6 % del territorio. Las principales características son: vegetación natural y la mayor parte ha sido reemplazada por cultivos para forraje y grano. La región II se encuentra situada al sudoeste de la provincia y comprende un tercio del territorio provincia, la vegetación es con bosque bajo de algarrobo, chañar y caldén, con pastizal natural principalmente, forrajes y granos. La región III abarca el 31,3 % de la superficie de la provincia, la vegetación es predominantemente natural, las gramíneas son invernales y estivales. La región IV abarca algo más del 5 % del territorio, se encuentran allí

las Sierras de San Luis y Comechingones, con un gradiente de altitud de 800 a 2000 msnm y no menos de 600. La receptividad provincial promedio en los últimos años es de 6,0 ha. / EV año (INTA - Villa Mercedes, 2013).

Con respecto al stock ganadero, en el año 2011 era de 1.489.436 cabezas, siendo la cantidad de vacas de 675.524 (45 % del stock ganadero provincial); en el mismo periodo la cantidad de terneros/as destetados fue de 324.251 (48 %). Esto indica una disminución del stock del 17 % con respecto al año 2009 (Rossanigo *et al.*, 2011). También se observó una disminución de aproximadamente un 7 % de terneros destetados comparado con el promedio de los últimos 10 años.

En el año 2012, de acuerdo a los datos aportados durante la 1º campaña de vacunación antiaftosa la cantidad de cabezas vacunadas en la provincia de San Luis fue de 1.593.222, lo que significa un incremento del 7 % (103.786 cabezas) en relación a la misma campaña del año 2011.

En Marzo de 2013, según datos de SENASA, el porcentaje de destete fue de 50,3 % (358.620/712.492), lo cual no varió en comparación con el año 2011. El número de cabezas disminuyó un 5,5 % (- 80.765 cabezas) en comparación al año 2012.

Durante el año 2014, el porcentaje de destete fue de 56,8 % (411.512/723.939), volviendo a los índices promedios de la Provincia San Luis y en el promedio Nacional. La cantidad de cabezas vacunadas en el primer periodo 2014 fue de 1.584.124. En el año 2016 se vacunaron contra fiebre aftosa 1.581.433 cabezas, con una relación ternero/vaca de 49 % (362.771/738932).

Los bajos porcentajes de destete mencionados precedentemente provocan consecuencias directas y negativas en la rentabilidad del sector. Si se tiene en cuenta que los ejes sobre los que se sustenta la cría bovina son: **el manejo, la sanidad, la alimentación, la genética y la reproducción**; el desarrollo de estrategias de manejo y de tratamientos

hormonales que permitan hacer más eficiente la reproducción permitirían aumentar el porcentaje de destete a alrededor del 75%, con la consecuente mejora en el sistema productivo de la región centro oeste de Argentina.

Control del ciclo estral mediante dispositivos con progesterona

El uso de progesterona en determinadas dosis, inhiben la manifestación de celo y ovulación; en consecuencia, este tratamiento, sólo o combinado con estrógenos y/o gonadotrofinas no hipofisarias se ha utilizado para sincronizar celos en vacas cíclicas, y para inducir y sincronizar celo en animales en anestro (Revisado por Callejas, 2005; y Bó y Callejas, 2008).

El protocolo que se ha utilizado tradicionalmente consiste en la colocación de un dispositivo intravaginal con progesterona (Día 0) y la inyección de 2 mg de benzoato de estradiol (BE). En el Día 7 u 8 se retira el dispositivo y se administra un agente luteolítico; 24 h posteriores se inyecta 1 mg de BE (Bó *et al.*, 2002a; Callejas, 2005). La primera inyección de BE tiene por objetivo generar las condiciones para el surgimiento de una nueva onda de crecimiento folicular, la cual ocurre en promedio 4 días después, con un rango de 2 a 5 días (Moreno *et al.*, 2001). El BE inyectado luego de retirado el dispositivo intravaginal tiene por finalidad sincronizar el pico de LH y la ovulación (Martínez *et al.*, 2005).

En los últimos años se ha simplificado el tratamiento sustituyéndose la administración de BE 24 h post retiro de los dispositivos por cipionato de estradiol que se inyecta en el mismo momento de retirarlos (Bó *et al.*, 2005, 2013; Uslenghi *et al.*, 2010; 2014; Veiga *et al.*, 2011a,b; Callejas *et al.*, 2012; Armendano *et al.*, 2015). Esta metodología no ha afectado la respuesta reproductiva, por lo que se constituye en un protocolo práctico a la hora de implementar una IATF, ya que permite reducir de 4 a 3 el número en que deben encerrarse los

animales en la manga.

Relación entre condición corporal, estructura ovárica y preñez

La condición corporal (CC), utilizada como una medida subjetiva para evaluar el estado nutricional del animal, se encuentra relacionada con la eficiencia reproductiva (Callejas y Alberio, 1988; Donzelli *et al.*, 2010). Así, en trabajos realizados para controlar el ciclo estral se ha observado que cuando las vacas tienen una CC de 3 o más (escala 1 a 5, 1: emaciada y 5: obesa) el porcentaje de preñez obtenido luego de realizar una IATF es mayor en comparación con los que tienen una CC menor (Callejas, 2007).

Se debe considerar que para determinar la CC, existen diversas escalas siendo las más utilizadas la escala de 1 a 5 (Lowman *et al.*, 1976 y Van Niekerl y Louw, 1980; citados por Bavera y Peñafor, 2005) o la de 1 a 9 (Herd y Sprott, 1986; citado por Babera y Peñafor, 2005). En ambos casos el menor puntaje se corresponde con el animal emaciado y el mayor al obeso.

Desde el punto de vista endocrino, se ha observado que el IGF-1 promueve el crecimiento y desarrollo folicular (Walters *et al.*, 2006; Kawashima *et al.*, 2012) constituyendo este un factor metabólico que es influenciado por la nutrición y que está relacionado con la reproducción (Lackey *et al.*, 2000; Webb *et al.*, 2007). Por otro lado, un péptido que ha sido investigado por ser un eslabón que permitiría unir los cambios que ocurren a nivel nutricional con la actividad reproductiva es la leptina (Smith *et al.*, 2002; Castañeda *et al.*, 2013). Esta es una hormona proteica que tiene 167 aminoácidos y es producida principalmente en el tejido adiposo. La parte terminal de esta proteína (41 aminoácidos) es separada durante su secreción y pasa a circulación sanguínea con 146 aminoácidos (Al-Jumaily and Zgaer, 2014).

El sitio central de acción de la leptina es el eje hipotálamo-hipófisis-gónada-tejido adiposo. A este nivel, la leptina acelera la pulsatilidad de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), actuando indirectamente sobre las neuronas secretoras de GnRH (Cobos Villavicencio, 2011). Además, tiene acción directa sobre la hipófisis estimulando la liberación de las hormonas luteinizante (LH) y folículo estimulante (FSH) Moschos *et al.*, 2002). Se ha visto que la leptina es la señal más temprana de comienzo de la pubertad, estimulando la activación del eje hipotálamo-hipófisis-gónada, lo que resulta en un aumento de la producción de esteroides sexuales y la subsecuente activación del eje GH/IGF-I y de otros factores hormonales.

Durante desarrollo folicular, la leptina actúa sinérgicamente con la GH y la IGF-1, promoviendo la secreción de estradiol. Pero cuando el folículo alcanza la fase preovulatoria, se observa un efecto inhibitorio en la secreción de estradiol relacionado con un efecto estimulante en la secreción de progesterona, que señala la participación de la leptina en el proceso de luteinización, el cual comienza antes de la ovulación (Ruiz-Cortes *et al.*, 2003). Además, tendría importancia en la implantación y desarrollo embrionario temprano (Moschos *et al.*, 2002).

Se debe considerar que tanto un déficit de leptina como un exceso afectan la eficiencia reproductiva. Así, una disminución de dicha hormona (ej: déficit nutricional) puede llevar a una disfunción del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas; y un exceso de leptina (obesas) producirá una inhibición gonadal (Moschos *et al.*, 2002).

Por otro lado, Samadi *et al.* (2013) han observado que vacas con cría alimentadas sobre la base de pasturas subtropicales mejoradas, comenzando el esquema de alimentación a los 6-7 meses de gestación, generaron cambios en el peso corporal y la CC en el momento del parto, siendo mayor en los que recibieron esta alimentación comparada con las que se encontraban en pasturas tradicionales (tropicales). Los animales mejor alimentados tuvieron una mayor concentración de insulina, glucosa, IGF-1 y leptinas, y ovularon anticipadamente indicando la relación que hay entre las hormonas metabólicas, el estado nutricional y la reproducción.

Otro de los puntos a considerar como aspectos relacionados con eficiencia reproductiva, es la estructura ovárica predominante (EOP) presente en el momento de iniciar un tratamiento para controlar el ciclo estral. En este sentido, se han realizado varios trabajos con el objetivo de estudiar el efecto de la EOP (cuerpo lúteo –CL-, folículos mayores o iguales a 10 mm o menores) en el momento de colocar un dispositivo intravaginal con progesterona en vacas con cría sobre el porcentaje de preñez a la IATF (Callejas *et al.*, 2006; Rodríguez Aguilar *et al.*, 2009; González Chaves *et al.*, 2009b). Así, Callejas *et al.* (2006) observaron un menor porcentaje de preñez en vacas que tenían folículos pequeños en sus ovarios (20,0 %) comparada con las que tenían un CL (45,8 %) o un folículo mayor o igual a 10 mm de diámetro (46,7 %). Los animales que tenían estas dos últimas estructuras no difirieron entre sí. En otro trabajo, Rodríguez Aguilar *et al.* (2009) registraron que las vacas que tuvieron folículos menores a 10 mm de diámetro se preñaron en menor proporción que aquellas que tuvieron un CL (36,4% vs. 45,3%; $P < 0,05$). Por su parte, González Chaves *et al.* (2009b), también encontraron un menor porcentaje de preñez en vacas que tuvieron folículos menores a 10 mm de diámetro comparada con aquellas que tenían un CL (25,0 % vs. 62,5%). En estos trabajos, el porcentaje de vacas con CL varió del 19,4% (Rodríguez Aguilar *et al.*, 2009) al 36,4% (González Chaves *et al.*, 2009b), indicando que una proporción importante de las vacas se encontraban en anestro.

En concordancia con esta información, Armendano *et al.* (2015) informaron que vacas con cría al pie se preñaron en menor proporción ($P < 0,05$) cuando tenían en el momento de iniciar el protocolo de control del ciclo estral folículos (menores a 10 mm: 35,7%; mayores o iguales a 10 mm: 38,8) en comparación con aquellos que tenían un CL (76,9%). Las vacas se encontraban mayoritariamente en anestro (CL = 14,4%).

Por otro lado, Villegas *et al.* (2011) no observaron efectos de la EOP sobre el porcentaje de preñez (CL: 43,4; Folículos ≥ 10 mm: 41,2% de preñez y Folículos < 10 mm: 45,3 de preñez; $P > 0,05$). Sin embargo, el porcentaje de vacas con CL fue del 48,4% indicando que el porcentaje de ciclicidad sería elevado y podría explicar las diferencias observadas con los trabajos citados precedentemente.

En vaquillonas, también se ha estudiado la relación entre la EOp y porcentaje de preñez (Vater *et al.*, 2007 a,b,c; González Chaves *et al.*, 2009b). Estos autores no observaron efecto de la EOp sobre el porcentaje de preñez, cabe señalar que la mayoría de los animales presentaban un CL, indicando un alto grado de ciclicidad del rodeo y explicaría la falta de relación entre estructura ovárica y preñez. Por último, la CC y la EOp se encuentran estrechamente relacionadas. Así, Armendano *et al.* (2015) han observado una asociación entre la CC y la EOp en el momento de comenzar con un tratamiento para controlar el ciclo estral. Los animales que tuvieron una CC de 4 (escala 1 a 9) tuvieron una mayor proporción de folículos menores a 10 mm ($P < 0,05$); por el contrario vacas con una CC de 5 a 7, presentaban una mayor cantidad de folículos mayores o iguales a 10 mm ($P < 0,05$).

Hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH)

La hormona liberadora de gonadotrofinas o GnRH es un decapeptido de origen hipotalámico (Carmel *et al.*, 1976; Anderson *et al.*, 1981; Rodríguez y Wise, 1989), cuya función es estimular la liberación de las gonadotrofinas: LH y FSH (McDonald, 1978; Hafez, 1996). Es así como diferentes investigadores han administrado GnRH en hembras bovinas provocando un aumento de la secreción de las mencionadas gonadotrofinas (Cheanult *et al.*, 1990; Mee *et al.*, 1993), las cuales ejercen su efecto a nivel ovárico (dinámica folicular, ovulación, etc.; Callejas, 2004). Este conocimiento ha permitido generar tratamientos para controlar el ciclo estral o para tratamientos de patologías ováricas como es el caso de las estructuras quísticas.

Cabe destacar que la GnRH es secretada por neuronas endocrinas (Hazum y Conn, 1988), en forma de pulsos (Knobil, 1974), al sistema porta hipofisiario. De acá se trasladan a su órgano blanco (la adenohipófisis), en donde ejercerán su acción luego de unirse a receptores

de membrana (revisado por Callejas, 2001), provocando la liberación de gonadotrofinas como fue mencionado precedentemente.

Gonadotrofina coriónica equina

La gonadotrofina Coriónica equina (eCG), también denominada gonadotrofina de suero de yegua preñada (PMSG), es una glicoproteína de alto peso molecular (≈ 70.000) con un elevado contenido de carbohidratos ($\approx 45\%$). Aparece en circulación a partir del día 36 de la gestación, desapareciendo a los 120 – 130 días (Revisado por Callejas, 2013).

La eCG está constituida por dos subunidades (α y β), con pesos moleculares de 44 y 17 kDa respectivamente (Moore y Ward, 1980). La estructura primaria de la eCG β es idéntica a la LH β equina (e-LH β) (Sugino *et al.*, 1987; Bousfield *et al.*, 1987) siendo ambas codificadas por un mismo gen (Humphrey *et al.*, 1979; Sherman *et al.*, 1992). En consecuencia, se ha observado que los efectos biológicos de ambas gonadotrofinas son similares (eCG y e-LH; Moudgal y Papkoff, 1982).

La eCG, tiene la particularidad de tener actividad LH y FSH en especies diferentes a la equina, lo que permite que la misma pueda ser utilizada en diferentes situaciones en las especies domésticas con la finalidad de mejorar el sistema productivo. Entre estas se pueden citar: inducción de la pubertad, reducción del anestro posparto, superovulación y más recientemente, mejora de la fertilidad.

Teniendo en cuenta la historia relacionada con la eCG, la administración de dicha hormona en ratas prepúberes fue reportada en la década del 30 por los autores Cole y Hart, quienes observaron que éste producía madurez sexual y estimulaba el crecimiento del ovario (Revisado por Murphy, 2012). El componente bioactivo de este suero fue encontrado en la

circulación sanguínea entre el segundo y quinto mes de gestación, en consecuencia se lo denominó Gonadotrofina del Suero de la Yegua Preñada (*Pregnant Mare Serum Gonadotrophin*: PMSG). Posteriormente, se determinó que su origen era uterino, más específicamente a nivel fetal (revisado por Murphy, 2012). Continuando con los trabajos de investigación, en la década del 70 se confirmó que la fuente de hormona se situaba en las células coriónicas fetales que invaden el epitelio uterino para formar las copas endometriales, siendo las responsables de secretar esta hormona (Allen y Moor, 1972). A partir de este momento, la hormona fue denominada Gonadotrofina Coriónica Equina (eCG).

En bovinos, trabajos publicados hace un par de décadas, mencionan que la eCG administrada al finalizar un tratamiento de 7-12 días con progesterona puede mejorar la tasa de preñez en vacas de carne con cría al pie y con mala condición corporal (Roche *et al.*, 1992). Posteriormente se continuó con la investigación sobre la importancia que esta hormona puede tener en la mejora de la eficiencia reproductiva, mostrando el efecto positivo al administrarla en el momento de retirar un dispositivo intravaginal con progesterona e implementar una IATF en vacas con limitantes en la condición corporal o un post parto corto (Bó *et al.*, 2002b; 2003; Cutaia *et al.*, 2003; Menchaca *et al.*, 2013; Rodríguez Pérsico *et al.*, 2015). En vacas de razas índicas este efecto estuvo asociado al aumento del tamaño del CL, incrementando las concentraciones plasmáticas de progesterona luego de la ovulación y mejorando así el desarrollo embrionario y el mantenimiento de la gestación (Baruselli *et al.*, 2004). En trabajos recientes, se observó en vacas *Bos taurus* que la administración de eCG al final de un tratamiento con progesterona estimula el crecimiento folicular (mayor tasa de crecimiento del folículo preovulatorio y mayor diámetro del mismo; esto se traduce en una mayor área del CL (Bó *et al.*, 2002a; Callejas *et al.*, 2015a). En consecuencia los cambios ováricos constituyen el fundamento del incremento en el porcentaje de preñez que se observa luego de utilizar dicha hormona (Callejas *et al.*, 2015b; Pessoa *et al.*, 2016).

Nuevos tratamientos para controlar el ciclo estral basados en el alargamiento del proestro

En los últimos años, se han realizado trabajos con la finalidad de alargar el proestro en aquellos tratamientos que controlan el ciclo estral basado en el uso de dispositivos intravaginales con progesterona. Así, se ha reducido el tiempo de permanencia del dispositivo con progesterona en vagina de 7 a 5 días, incrementando a 72 h la duración del proestro (Bridges *et al.*, 2008). En el momento de colocar el dispositivo se administra GnRH con el objetivo de controlar la dinámica folicular; y el alargamiento del proestro que se produce al administrar GnRH y realizar la IATF a las 72 hs de retirado el dispositivo. Se traduciría en una mejorara de la fertilidad (Bridges *et al.*, 2008, Rabaglino *et al.*, 2010, Colazo y Ambrose, 2011, Lima *et al.*, 2013). El fundamento de prolongar el proestro es permitir que el folículo dominante tenga más tiempo para desarrollarse, adquirir una mejor capacidad esteroideogénica en términos de producción de estradiol, y en consecuencia, generar una mayor concentración de estrógenos en el líquido folicular en comparación a un folículo ovulatorio correspondiente a un programa de control del ciclo estral en el que se presenta un proestro más corto (Valdez *et al.*, 2005).

Por otro lado, se debe tener en cuenta que si el folículo dominante ovulatorio es de mayor tamaño se crean las condiciones para generar un CL con un mayor desarrollo (Callejas *et al.*, 2015a), lo cual se traduciría en una mayor probabilidad de que el animal lleve a cabo su gestación. En este sentido, Vasconcelos *et al.* (2011) trabajando con vacas lecheras, informaron que la ovulación de un folículo más pequeño (11,5 mm) resultó en un CL de menor tamaño y menores concentraciones de progesterona post – tratamiento, como así también en un porcentaje de preñez inferior respecto al grupo que presentó un folículo de mayor tamaño (14,5 mm).

En otros trabajos, Perry *et al.* (2007) evaluaron el efecto del tamaño del folículo ovulatorio sobre la tasa de preñez. Los resultados de este estudio indicaron que el diámetro del folículo ovulatorio influyó en la tasa de concepción en vaquillonas inseminadas a celo detectado. En vacas postparto, cuando la ovulación fue inducida por una dosis de GnRH el diámetro del folículo ovulatorio estuvo positivamente correlacionado con la tasa de concepción. A pesar de estos resultados en vacas y vaquillonas tratadas con los tratamientos convencionales, Bridges *et al.*, 2008 encontraron que la tasas de preñez en vaquillonas estaba más influenciada por la duración del proestro que por el tamaño del folículo ovulatorio. Lo mismo fue observado en aquellas vacas que tuvieron un proestro espontaneo. Así, estos hallazgos experimentales sugieren que la madurez del folículo ovulatorio y la probabilidad de concepción se encuentran relacionados con la duración del proestro. Por otro lado, Bridges *et al.* (2010) concluyeron que el alargamiento del proestro, permite aumentar las concentraciones de estradiol de origen endógeno y disminuir la incidencia de una fase luteal de corta duración que se traduciría en una mejora en los porcentajes de preñez.

En función de lo mencionado precedentemente, varios autores han encontrado una mejora en el porcentaje de preñez cuando compararon el tratamiento Co-Synch de 7 días de duración con aquel de 5 días y prolongación del proestro. Así, Bridges *et al.* (2008) observaron una mejora de 59,9 % a 70,4 %. En otro experimento el incremento registrado fue del 14 % (Wilson *et al.*, 2007). Resultados más recientes reportados por Whittier *et al.* (2013) encontraron también una tasa de preñez significativamente mayor en las vacas tratadas con el Co-Synch de 5 días que en las tratadas con el protocolo Co-Synch de 7 días.

Continuando y confirmando lo precedentemente planteado, se ha propuesto que las tasas de preñez más altas en el protocolo Co-Synch de 5 días se relaciona con mayores concentraciones de estradiol en el periodo preovulatorio y mayores concentraciones de progesterona en la fase luteal subsiguiente, especialmente en aquellas vacas que no ovulan después de la primera de GnRH (Bridges *et al.*, 2014). Se encontró que las vacas tratadas con el Co-Synch de 7 días que no ovularon después de la primera de GnRH tuvieron una reducción marginal en el diámetro del folículo dominante ovulatorio y una reducción substancial de las

concentraciones de estradiol en el periodo preovulatorio y de progesterona en la fase luteal subsiguiente que las que habían ovulado después de la primera GnRH. Por el contrario, en las vacas tratadas con el Co-Synch de 5 días los parámetros endocrinos y las características foliculares fueron similares entre las vacas que ovularon o no a la primera GnRH (Bridges *et al.*, 2014). Además del efecto sobre los folículos, se propone también que una mayor concentración de estradiol durante el periodo preovulatorio, y de progesterona en la fase luteal produce una mayor expresión de receptores de progesterona en el epitelio uterino, favoreciendo la función uterina durante el período pre-implantacional de la preñez (Bridges *et al.*, 2012).

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 (Peterson *et al.*, 2011). 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 (Kasimanickam *et al.*, 2009; Cruppe *et al.*, 2010; Bridges *et al.*, 2011).

Posteriormente se realizaron trabajos con la finalidad de acortar el intervalo entre las inyecciones del agente luteolítico. Así, Cruppe *et al.* (2010a) compararon tasas de preñez con IATF en vacas para carne en lactación (n = 254) con el protocolo de 5 días cuando se administraban 2 dosis del agente luteolítico a intervalos de 2 h y 12 horas. Las tasas de preñez a la IATF fueron similares entre los dos intervalos (60,8 % y 58,0 %; 2 y 12, respectivamente). Además, midieron como se producía la regresión luteal, no encontrando diferencias entre los mismos. En consecuencia, este estudio indicó que se puede reducir a 2 h el intervalo de administración de las 2 inyecciones del agente luteolítico en el tratamiento Co-Synch 5 días.

Si bien se redujo el intervalo entre dos inyecciones del agente luteolítico a 2 h, todavía no resultaba ser práctico dado que los animales debían pasar 2 veces por la manga. Por lo tanto

se realizaron 2 experimentos para determinar si dos dosis de 25 mg de un agente luteolítico podrían ser administrados de forma simultánea. Esto simplificaría el tratamiento permitiendo que un mayor número de productores adopten esta metodología. Cruppe *et al.* (2010b) realizaron dos experimentos; en el primero se sincronizaron 662 vacas de carne con cría (5 repeticiones) utilizando el protocolo de 5 días de duración (Co – Synch + CIDR) con dos dosis de agente luteolítico administradas a intervalos de 8 horas (8hPG), 2 horas (2hPG) o en el mismo momento (al retirar el dispositivo, CoPG). Las tasas de preñez a IATF no difirieron entre tratamientos (8hPG; 66,1 %, G2h; 65,5 %, CopG; 69,7 %).

En el segundo experimento se trabajó con 2465 vacas de carne con cría, en 13 rodeos ubicados en 8 estados (Bridges *et al.*, 2012). Las vacas fueron tratadas siguiendo el protocolo de 5 días (Co – Synch + CIDR) y se asignaron a recibir dos dosis de 25 mg de dinoprost a un intervalo de 8 horas (8hPG), en el mismo momento (CoPG) o una única dosis de 25 mg de dinoprost (1xPG). Las tasas de preñez luego de realizar la IATF fueron mayores ($P < 0,05$) para el protocolo 8hPG (55%) que para el 1xPG (48%) y el CopG (51 %) presentó valores intermedios y no fue diferente de los otros 2 tratamientos. Por lo tanto en el protocolo de 5 días (Co – Synch + CIDR) se puede administrar una doble dosis del agente luteolítico en el mismo momento o con un intervalo de 8 h. La dosis utilizada tradicionalmente en los tratamientos de control del ciclo estral (25 mg de dinoprost o 500 μ g de cloprostenol), genera una menor respuesta reproductiva.

En vaquillonas holstein, si bien Rabaglino *et al.* (2011) no encontraron diferencias en las tasas de preñez administrando una o dos dosis del agente luteolítico, Peterson *et al.* (2011) trabajando con vaquillonas para carne encontraron una tendencia por mayores tasas de preñez cuando dos inyecciones de PGF fueron administradas con 6 horas de intervalo.

Las investigaciones más recientes sugieren algunas variaciones cuando los protocolos se utilizan en vacas o vaquillonas de carne y leche. Kasimanickam *et al.* (2012) informaron 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 IA 10,3% más elevada que las vaquillonas

inseminadas a las 72 horas. A la inversa, Lima *et al.* (2013) observaron un aumento de la tasa de preñez en vaquillonas lecheras que recibieron la GnRH al mismo tiempo que la IATF, a las 72 horas después de la remoción del dispositivo con progesterona en comparación con la administración de GnRH a las 56 horas e IATF 16 horas después. Por lo tanto, se recomienda hacer la GnRH e IATF en vaquillonas de carne a las 56-60 horas y a las vaquillonas de leche a las 72 horas de la remoción del dispositivo con progesterona.

Otros trabajos realizados ponen en duda la importancia de utilizar o no GnRH en el momento de colocar el dispositivo intravaginal con progesterona. Así, Colazo y Ambrose (2011) trabajando con vaquillonas lecheras encontraron que la preñez por IATF no fue distinta con protocolos Co-Synch de 5 días o 7 días. Sin embargo, estos autores plantearon que no sería necesario la administración de la primera dosis de GnRH en el protocolo Co-Synch de 5 días, ya que las tasas de preñez no variaron utilizando o no dicha hormona. Otros investigadores han llegado a la misma conclusión (Bartolomé *et al.*, 2013).

Para tratar de aportar información sobre la necesidad de administrar GnRH en el momento de colocar el dispositivo intravaginal y la utilización del agente luteolítico en el mismo momento se realizaron dos trabajos en vaquillonas de leche y uno en vaquillonas de carne. Lima *et al.* (2013) realizaron un experimento con 2117 vaquillonas de leche y encontraron las mejores tasas de preñez cuando se colocó GnRH en el día de la inserción del dispositivo con progesterona y dos inyecciones de un agente luteolítico, con 24 h de intervalo, en el momento de la remoción del dispositivo con progesterona. Las tasas de preñez fueron del 61,7% (439/711) en las que recibieron GnRH en el Día 0 y dos dosis del agente luteolítico en el Día 5, y 53,0% (376/710) y 55,0% (383/696) en la que no recibieron GnRH en el Día 0 con una o dos dosis del agente luteolítico en el Día 5, respectivamente.

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 6 días. Así, De la Mata y Bó (2012) utilizaron 28 vaquillonas para carne *Bos taurus*, entre 16 y 17 meses de edad que fueron divididas al azar en dos grupos.

El grupo 1 (BE 6 d; n=14) recibió en el Día 0, 2 mg de BE y un dispositivo intravaginal con 0,6 g de progesterona. El grupo 2 (GnRH 5 d; n=14) recibió en el Día 1, 10,5 µg de GnRH y un dispositivo intravaginal con 0,6 g de progesterona. Los dispositivos fueron retirados en ambos grupos en el Día 6 y todas las vaquillonas recibieron 150 µg de D-Cloprostenol (PGF). La IATF se realizó a las 72 h desde la PGF (Día 9) y en el mismo momento se aplicó 10,5 µg de GnRH en todos los animales. Durante el transcurso de estos tratamientos, todas las vaquillonas fueron examinadas mediante ultrasonografía transrectal para observar el desarrollo folicular y la ovulación. El día promedio (\pm DS) de inicio de la nueva onda folicular ocurrió antes ($P < 0,05$) en las vaquillonas tratadas con GnRH ($2,1 \pm 1,0$) que en las tratadas con BE ($3,7 \pm 0,9$). Sin embargo, la tasa ovulatoria (91,6 vs 92,8 %), el diámetro del folículo ovulatorio ($11,7 \pm 0,2$ vs $12,0 \pm 0,5$ mm), el intervalo desde la administración del agente luteolítico hasta la ovulación ($97,1 \pm 17,4$ vs $95,1 \pm 12,5$ h) y el porcentaje de concepción (50,0 vs 57,1 %) no difirieron significativamente ($P > 0,05$) entre los grupos. Este protocolo fue evaluado en más de 5000 vaquillonas en Uruguay, encontrándose una mejora significativa en la tasa de preñez con respecto al tratamiento convencional con BE y ECP de aproximadamente un 7% (Bó et al., 2016).

Por último, y tratando de aplicar los tratamientos de corta duración (Co-Synch 5 días + dispositivo con progesterona) en Argentina; se puede observar que según la información aportada por Bridges *et al.* (2008) los porcentajes de preñez no varían según el estado reproductivo del animal (Cíclicas o anestro, 67,2%). En consecuencia, se plantea el interrogante si en los rodeos de Argentina se lograrían los mismos resultados, teniendo en cuenta que el sistema de manejo es diferente y que la mayoría de las vacas se encuentran en zonas de escasa calidad de pasturas y se trabaja con una alta carga animal por hectárea (EV/HA). Es importante tener en cuenta que en Argentina, los rodeos de vacas llegan generalmente con baja CC al servicio. En la provincia de San Luis, en función de los resultados obtenidos luego de realizar la revisiones pre-servicio, el porcentaje de animales cíclicos se ubica entre el 5 % y 60 %. Contrariamente en USA a diferencia de Argentina las vacas paren con mejor estado corporal y en su postparto no sufren pérdidas de peso, por lo que la recuperación de su aparato reproductivo e inicio a la ciclicidad sería más corto.

Tratamientos hormonales para inducir la ciclicidad en servicio natural

El uso de dispositivos intravaginales con progesterona ha sido utilizado con la finalidad de inducir actividad sexual en vacas en anestro post parto (Callejas, 2009). En un primer trabajo, Callejas *et al.* (2007) realizaron 2 experimentos, utilizando vacas de primera parición con cría, mayoritariamente en anestro (1,6% de CL), a las que se le colocó un dispositivo intravaginal con 1 g de progesterona. En el momento de colocar el dispositivo se administró 2 mg de BE. El porcentaje de toros varió de 5,2% a 5,6%, los cuales entraron al otro día de colocar el dispositivo. El porcentaje de preñez en 23 días de servicio fue significativamente mayor en los animales que recibieron el dispositivo (33,9%) en comparación con un testigo, sin tratamiento hormonal (10,8%). En otro trabajo solo se utilizó el dispositivo intravaginal con progesterona (sin el uso de BE) y también se observaron mejoras en el porcentaje de preñez (Colombo *et al.*, 2007).

González Chaves *et al.*, 2009a, también observaron una mejora en el porcentaje de preñez cuando se utilizó un dispositivo intravaginal con progesterona combinado con BE, en vacas con cría en servicio natural. Este rodeo se encontraba mayoritariamente en anestro (2,85 % de vacas con CL). En 7 días de servicio el grupo de vacas que recibió el dispositivo intravaginal se preñó el 43,2%, mientras que aquel que no recibió tratamiento hormonal lo hizo en el 7,2%. Por otro lado, Páez y Callejas (2010), trabajando con vacas con cría de primera parición, informaron que luego de aplicar el tratamiento que consistió en utilizar un dispositivo intravaginal con 1 g de progesterona combinado con BE inyectado en el momento de colocar el dispositivo y CPE administrado al retirar el mismo se observó una mejora en el porcentaje de preñez (53,8%) comparado con el grupo testigo (36,4%). En este trabajo, el grupo que recibió el dispositivo combinado solo con BE al momento de colocarlo no produjo mejoras en el porcentaje de preñez (36,9%).

Teniendo en cuenta que en el mercado existen dispositivos con menos de 1 g de progesterona, se han realizado trabajos para evaluar qué capacidad tendrían estos dispositivos

para mejorar la eficiencia reproductiva de las hembras con servicio natural. En 2 trabajos en los que se utilizaron dispositivos con 0,5 g de progesterona y BE administrado en el momento de colocarlo, no se observaron efectos positivos de la inclusión de este tratamiento (Callejas *et al.*, 2008; Echevarría *et al.*, 2009). Sin embargo, en trabajos utilizando dispositivos con menos de 1 g de progesterona, pero no solo se le administró BE en el momento de colocar el dispositivo, sino también el momento de retirarlo. Así, Callejas *et al.* (2009) utilizando dispositivos con 0,558 g de progesterona obtuvieron un mayor porcentaje de preñez en 31 días de servicio (46,9%) en comparación con las vacas que no recibieron un tratamiento hormonal (24,4%). En coincidencia, Grigera *et al.* (2009) también lograron mejoras en el porcentaje de preñez cuando utilizaron el dispositivo con 0,558 g de progesterona combinado con BE administrado en el momento de colocar y retirar el dispositivo intravaginal, demostrando de esta manera la importancia de la aplicación de estradiol como inductor de la ovulación para inducir ciclicidad en vacas en anestro posparto. A su vez, en un trabajo reciente realizado en Santiago del Estero, Reineri (2013) encontró una mayor tasa de preñez al inicio de un servicio con toros usando dispositivos con progesterona, estradiol y 400 UI de eCG en el momento de sacar el dispositivo.

En conclusión, los trabajos analizados muestran que el uso de dispositivos intravaginales con progesterona combinado con sales de estrógenos constituye un tratamiento a considerar para mejorar la eficiencia reproductiva en rodeos de cría con servicio natural. Además, teniendo en cuenta que existen situaciones en las cuales se podría requerir un estímulo adicional para lograr inducir actividad sexual, como es el caso de vacas con una situación nutricional comprometida, sería importante confirmar si la administración de eCG al momento de retirar el dispositivo generaría mejoras similares a los que se han observado en los programas de IATF.

HIPÓTESIS GENERAL

El protocolo Co-Synch de 5 días con dispositivos con progesterona combinados con análogos sintéticos de la GnRH resulta en una mayor tasa de preñez que los protocolos convencionales utilizando dispositivos con progesterona y estradiol.

El uso de protocolos de sincronización de celos al inicio de la temporada de servicio aumenta las tasas de preñez en vacas con anestro nutricional en servicio natural.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de diferentes tratamientos hormonales al inicio de la temporada de servicio sobre las tasas de preñez en vacas con cría inseminadas a tiempo fijo o con servicio natural.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar diferentes protocolos de sincronización con inseminación artificial en vacas con cría en anestro nutricional.

Evaluar diferentes protocolos de sincronización con inseminación artificial en vacas con cría con presencia de cuerpo lúteo al inicio del servicio.

Medir o evaluar resultados de preñez en vacas con cría en anestro nutricional con y sin protocolos de sincronización, utilizando servicio natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales e instalaciones

En este trabajo se utilizaron vacas multíparas con 60 a 90 días de paridas, con cría al pie, con baja condición corporal pertenecientes a las razas británicas y sus cruzas (Angus y Brangus), y razas continentales cruza con británico (Simangus y Simental).

La alimentación estuvo sobre la base de pastos naturales, algunos rodeos estuvieron sobre pasto llorón y digitaria. Las instalaciones fueron las adecuadas para el manejo de animales (corrales, toril, manga, casilla de operar y casilla para descongelar). En todos los procedimientos, colocar y retirar dispositivos, inyectables, inseminación, ecografía útero-ovárica preservicio y de diagnóstico de preñez se cumplió con reglas de bienestar animal.

Experimento 1

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de 3 protocolos de sincronización de la ovulación sobre el porcentaje de preñez en vacas de cría para carne, con 50 a 85 días de paridas y una condición corporal de 1,5 a 2,5 (escala de 1 a 5), en anestro. Además, se planteó

como objetivo secundario evaluar cómo evolucionaba la CC y la EOp en un grupo de vacas, seleccionadas al azar, en los días 20, 40 y 60 post parto. Se realizaron 7 repeticiones del experimento (n: A=172, B=90, C=76, D=98, E=169, F=136 y G=60), en 3 establecimientos comerciales (sur de San Luis, Argentina), durante 2011-2013. El total de vacas que ingresaron al experimento fueron 801. El Día 0 se realizó una ecografía transrectal de los ovarios para determinar la EOp; incluyendo solo las vacas que no presentaban CL. En este día, los animales fueron distribuidos aleatoriamente en tres grupos que recibieron los siguientes tratamientos:

- **Grupo Co-Synch5D + Progesterona:** El Día 0 se colocó un dispositivo intravaginal con 1 gr de progesterona (Cronipres tres usos, Biogénesis – Bagó, Garín, Buenos Aires, Argentina) y se inyectó 0,105 mg de acetato de Buserelina (Gonaxal, Biogenesis – Bago, Garin, Buenos Aires, Argentina), vía intramuscular (i.m). El Día 5 se retiró el dispositivo intravaginal y se inyectó 0,300 mg de D-Cloprostenol (Enzaprost, Biogenesis – Bago, Garín, Buenos Aires, Argentina), i.m. El Día 8 (72 h post retiro del dispositivo) se administró 0,105 mg de acetato de Buserelina, i.m y se realizó IATF (Figura 1).

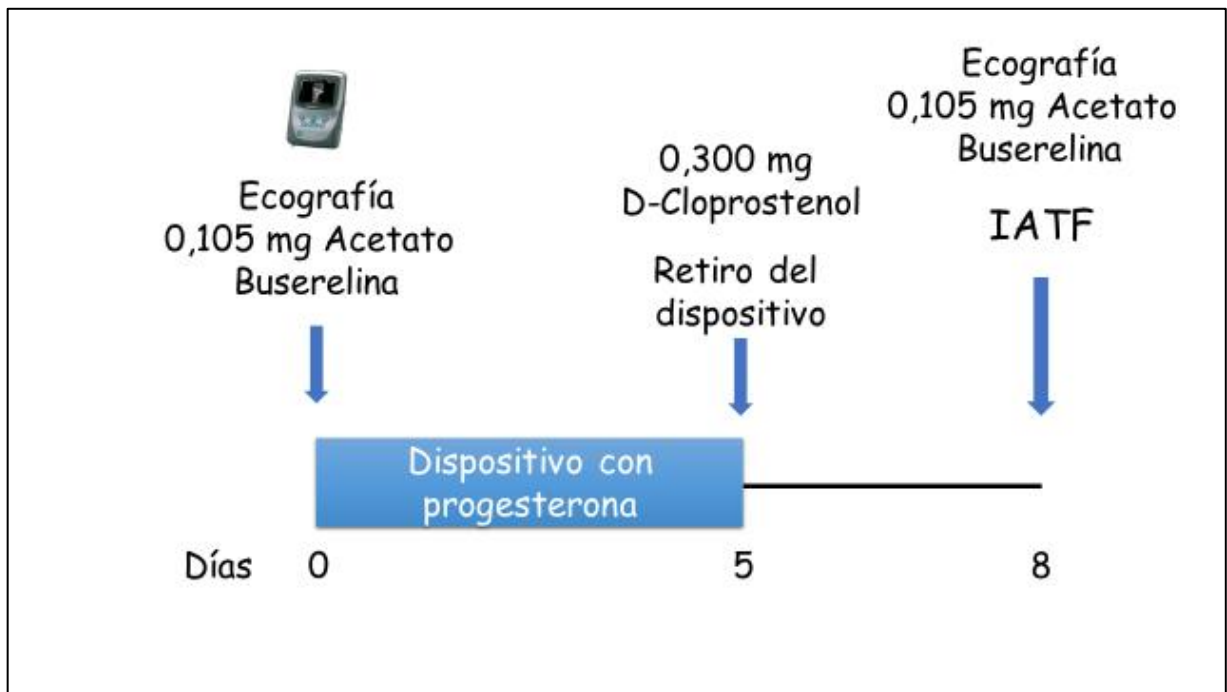


Figura 2.1. Representación esquemática del tratamiento CoSynch5D +Progesterona

- **Grupo Co-Synch5D+Progesterona+eCG:** Ídem tratamiento Co-Synch5D + Progesterona más la inyección de 400 UI de eCG (Ecegon, Biogénesis – Bago, Garin, Buenos Aires, Argentina), i.m., en el momento de retirar el dispositivo intravaginal (Figura 2).

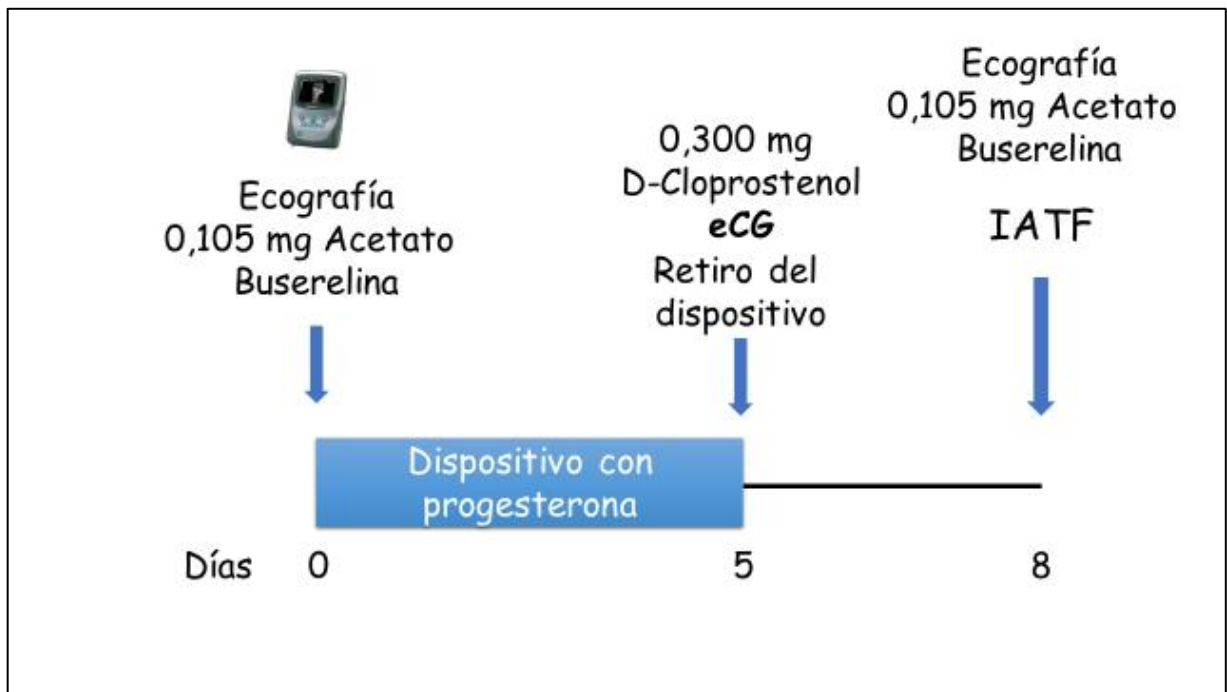


Figura 2.2. Representación esquemática del tratamiento CoSynch5D +eCG+ Progesterona

- Grupo TESTIGO:** El Día -2 se colocó un dispositivo intravaginal con 1 gr de progesterona y se inyectó 2 mg de benzoato de estradiol (BE), vía i.m. El Día 8 se retiró el dispositivo y se administró 0,5 mg de cipionato de estradiol (ECP, Cipionato de Estradiol, Calier, Capital Federal, Buenos Aires, Argentina) y una dosis de 400 UI de eCG, vía i.m. En el Día 10 (52-56 h post retiro del dispositivo) se realizó la IATF (Figura 3).

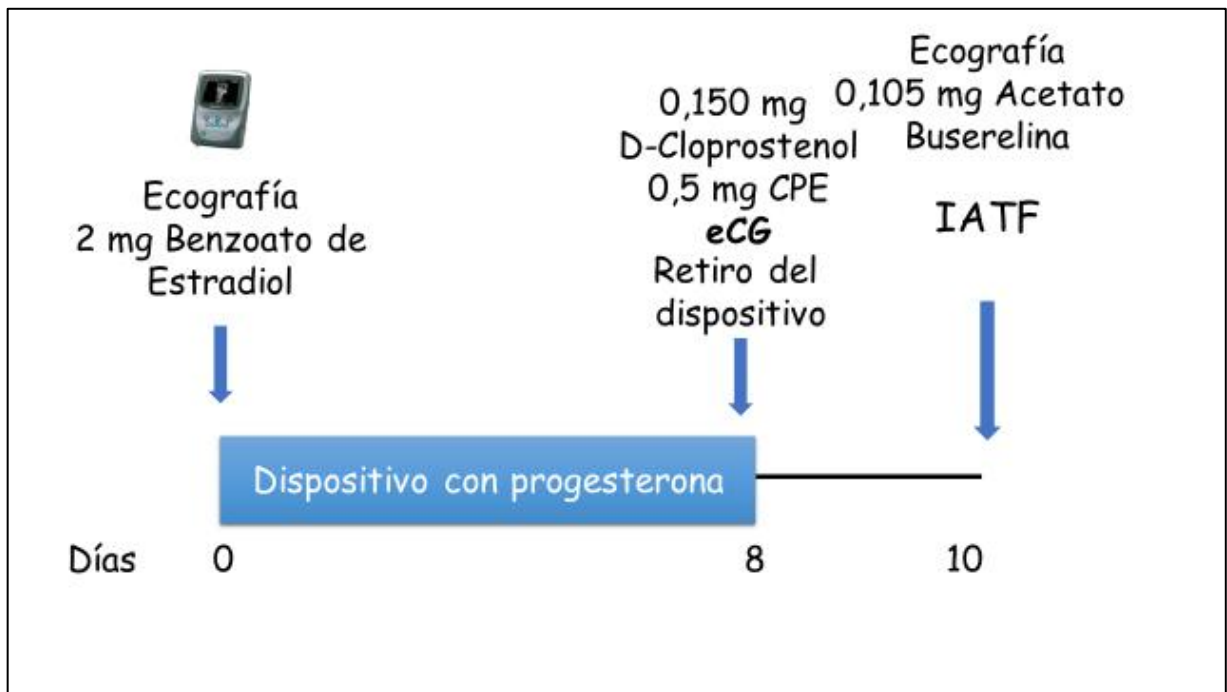


Figura 2.3. Representación esquemática del tratamiento Testigo

Para la IATF se utilizó semen congelado/descongelado proveniente de toros de probada fertilidad. El diagnóstico de gestación se realizó 32 días post IATF por ultrasonografía.

Para cumplir con el objetivo secundario, en la *repetición 1*, se seleccionaron al azar un grupo de 60 vacas con cría al pie, Aberdeen Angus colorado, Simangus y Simental, preñadas por IATF y paridas en un rango de 12 días.

Se realizó ecografía de los ovarios a los 20, 40 y 60 días post parto, para determinar la EOp; en el día 60 post parto se comenzó con el programa de IATF. El diagnóstico de gestación se realizó a los 35 días posteriores a la IATF.



Figura 2.4. Vacas con cría Brangus al inicio del protocolo. Sur de San Luis

Experimento 2

Con el objetivo de evaluar el efecto de los protocolos descriptos en el Experimento 1 sobre el porcentaje de preñez a la IATF en vacas con CL se diseñó el Experimento 2.

Se trabajó en 3 Establecimientos (A, B y C) ubicado en la Provincia de San Luis, trabajando con un total de 184 vacas con cría, Aberdeen Angus y Brangus, con un post parto de 50 a 85 días. La condición corporal de las vacas fue de $2,4 \pm 0,4$. Los tratamientos, servicio y diagnóstico de gestación son los descriptos en el Experimento 1.



Figura 2.5. Vacas con cría Brangus, al momento de iniciar protocolo. Sur de San Luis.

Experimento 3

El trabajo fue realizado en un establecimiento ubicado al sur de la provincia de San Luis. Se utilizaron 203 vacas con cría al pie de segundo servicio, de raza Aberdeen Angus, Simangus y Simmental, con un post parto de 50 a 80 días. La alimentación fue sobre la base de pastizal natural con baja disponibilidad.

El 92 % del rodeo presentaba como EOp folículos menores a 8 mm y el resto tenía folículos mayores. La condición corporal promedio al momento de iniciar el tratamiento fue de $1,8 \pm 0,3$; manteniéndose durante el experimento (Día 43 = $1,8 \pm 0,3$; Día 71 = $1,9 \pm 0,3$; Día 128 = $2 \pm 0,3$). Las vacas iban con destino a destete precoz, que por ciertas circunstancias no se

realizó, lo que permitió que mantuvieran la condición corporal durante el servicio. Las vacas que tenían cuerpo lúteo (5 %) no ingresaban al experimento. Las vacas fueron distribuidas en forma aleatoria a tres grupos que recibieron los siguientes tratamientos:

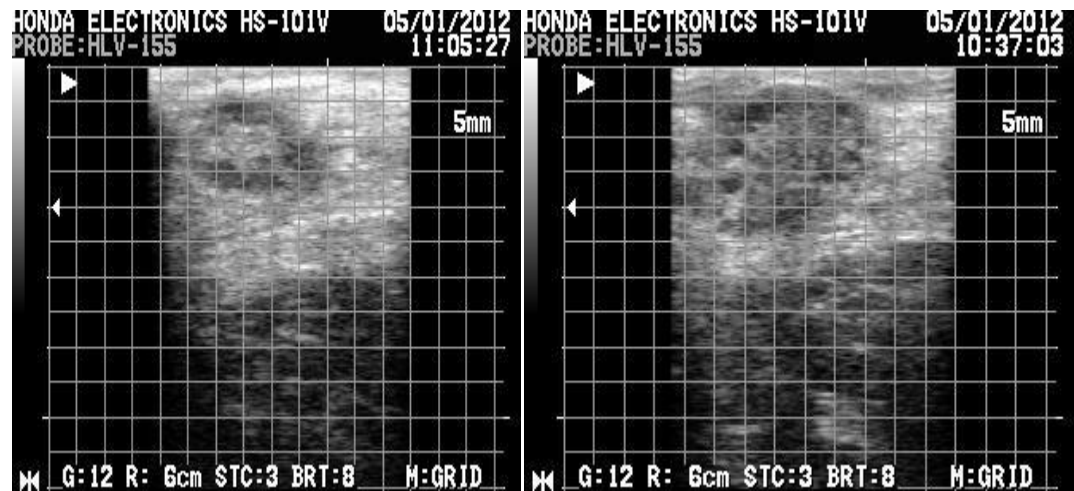


Figura 2.6. Ecografía de ovarios de las vacas sincronizadas en el momento del inicio de protocolo.

- **Grupo DISP** (n = 67): El Día 0 se colocó un dispositivo intravaginal con 1 gr de progesterona, más una inyección intramuscular de 2 mg de BE. El Día 8, se retiró el dispositivo y se administró 0,5 mg de ECP por vía i.m., iniciándose el mismo día el servicio natural (Figura 4).

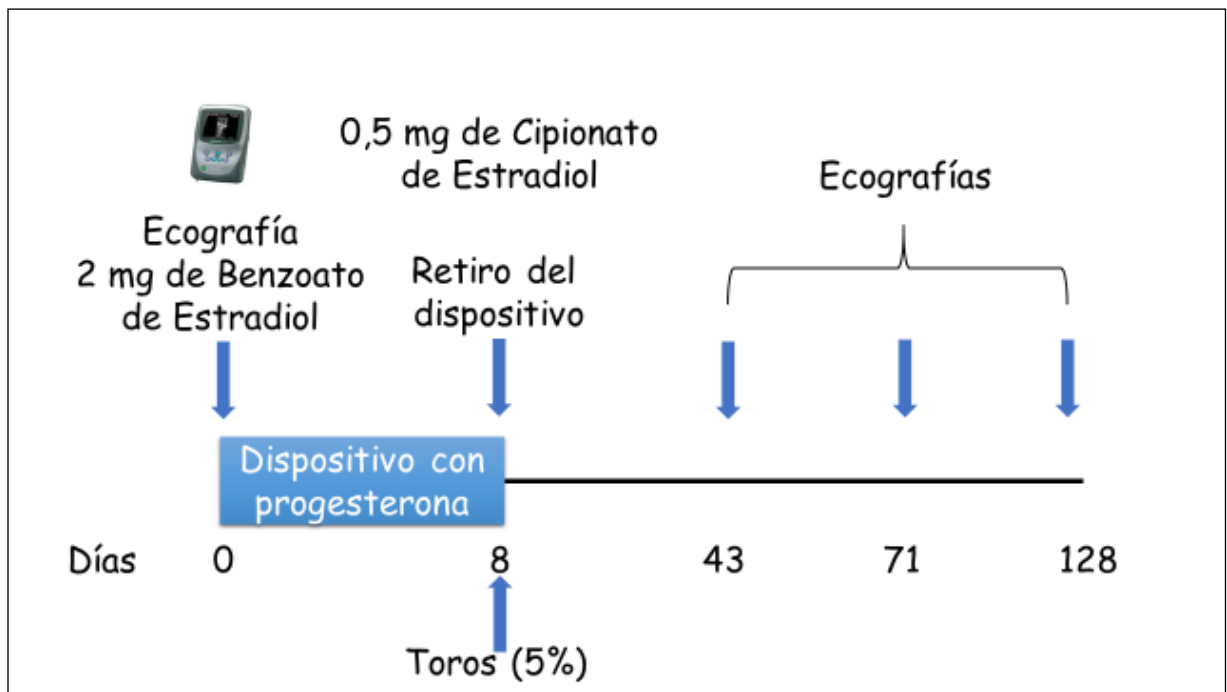


Figura 2.7. Representación esquemática del Grupo DISP. Colocación de un dispositivo intravaginal con progesterona el día 0

- **Grupo DISP+eCG** (n = 62): Ídem Grupo DISP, más la administración de 400 UI de eCG por vía i.m. (Figura 5)

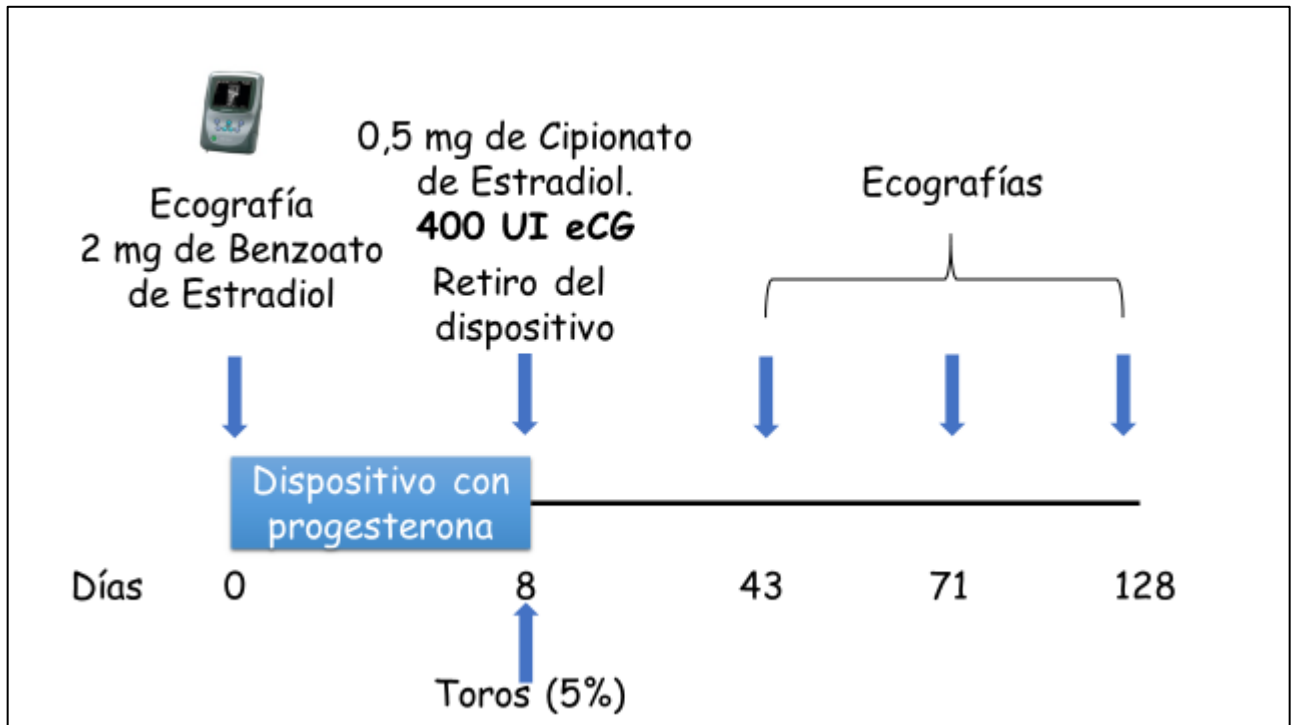


Figura 2.8. Representación esquemática del Grupo DISP + eCG.

- **Grupo Testigo** (n = 64): No recibió tratamiento hormonal y el servicio se inició el Día 8 (Figura 6).

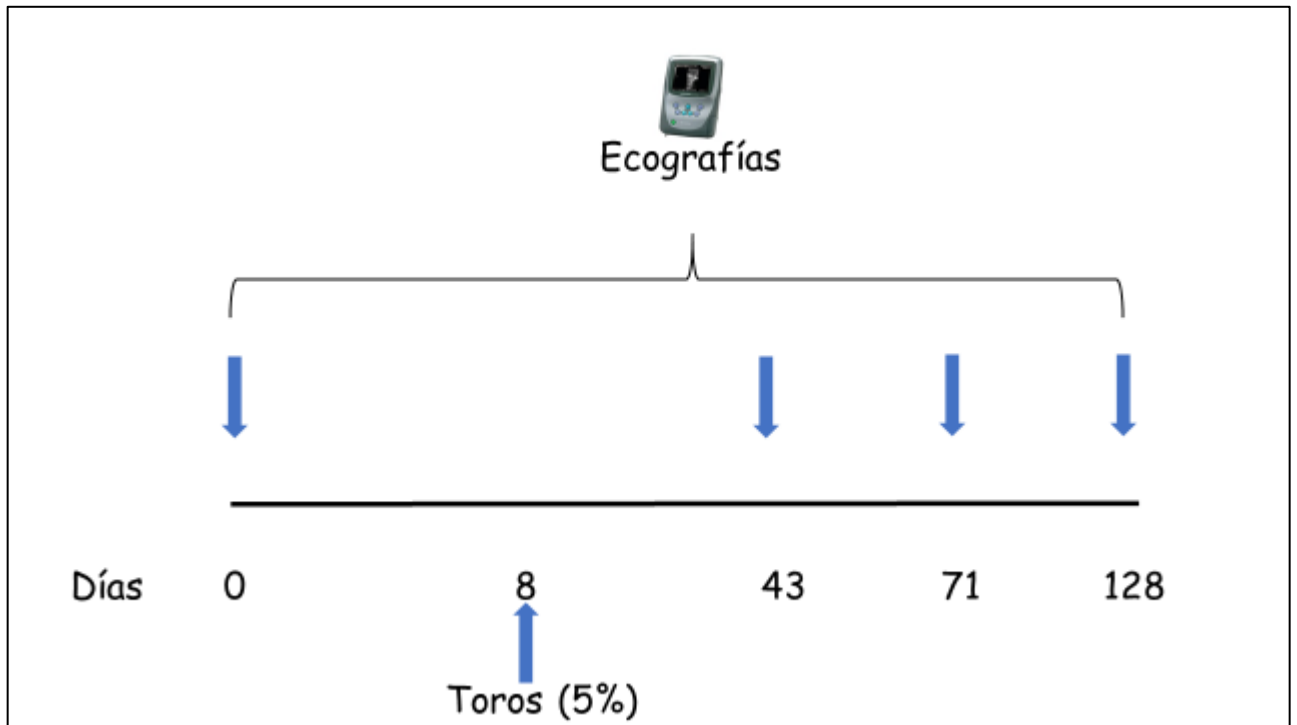


Figura 2.9. Representación esquemática del tratamiento Testigo.

Para el servicio natural se utilizó un 5% de toros, controlados clínica y sanitariamente (Negativo a Brucelosis y 2 raspajes negativos a Tricomoniasis y Campylobacteriosis).

El diagnóstico de gestación se realizó en los Días 43, 71 y 128 del experimento (35 días, 63 días y 120 días posteriores al inicio del servicio, respectivamente). Se evaluó el efecto del tratamiento sobre el porcentaje de preñez a los 7, 30 y 90 días de servicio.

Ultrasonografía

Al inicio de cada experimento se realizó un estudio ultrasonográfico Honda HS 101 V (Honda, Japon), con un transductor transrectal HLV 155 50 mm de 5.0 MHz de los ovarios para determinar la estructura ovárica predominante, clasificando los animales en:

- Grado 1 ($F < 8$): Folículo menor a 8 mm de diámetro.
- Grado 2 ($F \geq 8$): Folículo mayor a 8 mm de diámetro.
- Grado 3 (CL): Presencia de Cuerpo lúteo.

También se realizaron ecografías uterinas para determinar si el animal estaba o no preñado.

Condición corporal

La condición corporal fue determinada utilizando la escala 1 a 5, en donde 1 representa a un animal emaciado y 5 a uno obeso (Houghton *et al.*, 1990).

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados mediante regresión logística utilizando el software estadístico Infostat Versión 2012. Grupo Infostat, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (Di Rienzo *et al.*, 2012). Brevemente, se ajustaron regresiones logísticas múltiples utilizando una aproximación de modelos mixtos para variables binarias (preñada o vacía) y con enlace logit para evaluar qué factores y en qué

medida afectaron la preñez. Cuando se encontraron diferencias significativas entre los factores o sus interacciones se utilizó la diferencia media mínima (DMS) de Fisher (alfa = 0,05) bajo el modelo logístico extendido.

En el experimento 1 se evaluó el porcentaje de preñez teniendo en cuenta el efecto de los tratamientos (3), de las repeticiones (7) y de su interacción. Para evaluar el efecto de los tratamientos sobre la variable condición corporal para mediciones individuales se utilizaron los modelos mixtos para mediciones repetidas en el tiempo. Se realizó en 60 vacas con cría en los Días 0, 20, 40 y 60 postparto.

En el experimento 2 se evaluó el porcentaje de preñez teniendo en cuenta el efecto los tratamientos (3), de la repetición (A, B, C).

En el experimento 3 se evaluó el porcentaje de preñez teniendo en cuenta el efecto tratamiento (3); en tres momentos (43, 71 y 128 días).

RESULTADOS

Experimento 1

El tratamiento Co Synch 5D generó el menor porcentaje de preñez (Tabla 3.1); siendo diferente estadísticamente de los tratamientos Co Synch 5D + eCG y Testigo ($P < 0,05$). Estos últimos no difirieron entre sí ($P > 0,05$). Por otro lado, se observó un efecto del Establecimiento ($P < 0,05$; Tabla 3.2); no existiendo efecto de la interacción Tratamiento x Establecimiento ($P > 0,05$).

Tabla 3.1. Porcentaje de preñez en vacas con cría, en anestro, según fueron tratadas con el protocolo CoSynch 5 D con y sin eCG al momento de retirar el dispositivo o el testigo.

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 ^b (151/277)

*Valores con superíndices diferentes difieren: $P < 0,05$.

Tabla 3.2. Porcentaje de preñez en vacas con cría, en anestro, según Repetición de los tratamientos.

Repetición	Porcentaje de preñez*
A	49,4 ^b (85/172)
B	48,9 ^b (44/90)
C	39,5 ^b (30/76)
D	35,4 ^a (34/98)
E	37,7 ^a (62/169)
F	49,3 ^b (67/136)
G	33,3 ^a (20/60)

*Valores con superíndices diferentes difieren $P < 0,05$

En el grupo de vacas que se monitorio la CC (Tabla 3.3) y la EOp (Tabla 3.4), se observó que no hubo diferencia entre tratamientos; y que los resultados se mantuvieron durante el período evaluado.

Con respecto al porcentaje de preñez obtenido en esta muestra de animales, el mismo fue similar a los observados en la totalidad de las vacas del experimento (7 réplicas). El grupo Co Synch 5 D se preñó significativamente menos (10,0%) comparado con los otros dos grupos (Co Synch 5D +eCG: 50,0% y Testigo: 40,0%; $P > 0,05$).

Tabla 3.3. Evolución de la CC en diferentes momentos del post parto según el protocolo utilizado para controlar el ciclo estral e implementar una IATF

Momento del post parto	Co Synch 5 D	Co Synch 5 D + eCG	Testigo
Parto	2,0	2,0	2,0
Día 20	1,8	1,9	1,9
Día 40	1,9	1,9	1,9
Día 60 (Inicio de Protocolo)	1,9	1,9	1,9
Día 105 (35 post IATF)	1,7	2,0	1,9

Tabla 3.4. Evolución de la estructura ovárica predominante (EOp) en diferentes momentos del post parto según el protocolo utilizado para controlar el ciclo estral e implementar una IATF, expresado en número de animales.

Tratamientos	EOp (Folículos)	Días post parto		
		20	40	60
Co Synch 5D	< 8 mm	19	17	18
	≥ 8 mm	1	3	2
Co Synch 5 D + eCG	< 8 mm	18	19	14
	≥ 8 mm	2	1	6
Testigo	< 8 mm	18	18	20
	≥ 8 mm	2	2	-

Experimento 2

No se observaron efectos de los Tratamientos, Réplica (A: 58,7; B: 55,0 y C: 65,9) o su interacción sobre el porcentaje de preñez a la IATF ($P > 0,05$; Tabla 3.5)

Tabla 3.5. Porcentaje de preñez en vacas con cría, cíclicas, según fueron tratadas con el protocolo Co-Synch 5 D con y sin eCG al momento de retirar el dispositivo o el testigo.

Tratamientos	Porcentaje de preñez*
Co-Synch 5 D	61,7 ^a (37/60)
Co-Synch 5D + eCG	65,1 ^a (41/63)
Testigo	49,2 ^a (30/61)

Experimento 3

El uso de eCG combinado con dispositivos intravaginales con progesterona en vacas con cría en anestro permite mejorar el porcentaje de preñez en los primeros 7 días de un servicio natural ($P < 0,05$; Tabla 3.6). No obstante, cuando se evaluaron los porcentajes de preñez a los 30 y 90 días de iniciado el servicio no hubo diferencias estadísticas ($P > 0,05$).

Tabla 3.6. Porcentaje de preñez en vacas con cría según tratamiento utilizado para inducir actividad sexual cíclica en diferentes momentos del servicio natural

Tratamientos	Porcentaje de preñez según días de servicio*		
	7	30	90
DISP	19,4 ^a (13/67)	56,7 ^a (38/67)	58,2 ^a (39/67)
DISP + eCG	43,5 ^b (27/62)	61,3 ^a (38/62)	67,7 ^a (42/62)
Testigo	12,2 ^a (9/74)	44,6 ^a (33/74)	56,7 ^a (42/74)

*Valores con superíndices distintos dentro de una misma columna difieren: $P < 0,05$

DISCUSIÓN

El protocolo Co-Synch 5 días con dispositivo con progesterona combinados con análogos sintéticos de GnRH no mejoraron el porcentaje de preñez que se obtuvo con la implementación del protocolo convencional (dispositivo con progesterona combinado con sales de estradiol) en vacas en anestro nutricional (26,8 % vs 54,5 %). Sin embargo, la suplementación con 400 UI de eCG permitió obtener resultados que no difirieron estadísticamente del mismo (46,3 % vs 54,5 %). En vacas cíclicas, que tuvieron un CL presente, los tratamientos no difirieron entre sí. En consecuencia, los resultados obtenidos permiten rechazar la hipótesis en la cual se planteaba que los tratamientos Co-Synch de 5 días combinados con GnRH resultarían en una mayor tasa de preñez comparado con el tratamiento convencional.

Con respecto al uso de protocolos de sincronización de celos al inicio de la temporada de servicios, se observó un aumento en la tasa de preñez en vacas en anestro nutricional durante los primeros 7 días de servicio cuando fueron tratadas con un dispositivo intravaginal combinada con sales de estrógenos y eCG. Estas diferencias desaparecieron a los 30 y 90 días del servicio. Por consiguiente, no existe evidencia para rechazar totalmente la hipótesis planteada en la presente tesis, ya que el uso de dispositivos combinados con sales de estrógenos y eCG permitiría mejorar la cantidad de animales preñados en los primeros días de la temporada de servicio.

Se han implementado tratamientos para controlar el ciclo estral reduciendo la duración en que permanece colocado el dispositivo intravaginal con progesterona (a 5 días en lugar de 7 u 8), acompañado de la prolongación del proestro (a 72 h) con la finalidad de mejorar el

desarrollo del folículo dominante y de esta forma la probabilidad de preñar a una vaca (Bridges *et al.*, 2008). Así, Whittier *et al.* (2013) observaron que la aplicación del tratamiento Co Synch 5 días más CIDR permitió obtener una mayor tasa de preñez que el Co Synch 7 días más CIDR. Por otro lado, en los reportes realizados por Cruppe y Day (2011), se observa que no solo se obtienen muy buenos porcentajes de preñez cuando este tratamiento se utiliza en vacas cíclicas; sino cuando las vacas se encuentran en anestro. En consecuencia, surgió de interés evaluar en esta categoría de animales (vacas en anestro), en la Provincia de San Luis. En coincidencia con esta información, Iturrealde *et al.* (2013) registraron un menor porcentaje de preñez en vacas con cría al pie, tratadas con el protocolo Co Synch dispositivo 5 días. Estos autores trabajaron con 210 vacas con cría con una condición corporal promedio de 4,6 (escala 1 a 9) y un post parto de 55 a 75 días. Las vacas las distribuyeron aleatoriamente a recibir el protocolo Co-Synch 5 días o un tratamiento testigo (dispositivo con progesterona por 7 días combinado con estrógenos y un agente luteolítico). El 33,3% de las vacas tenían un cuerpo lúteo, por lo cual les permitió evaluar el efecto de los tratamientos en las vacas según la EOp. Tanto en las vacas que tenían un CL (cíclicas), o folículos como EOp, el tratamiento Co Synch 5 días generó el menor porcentaje de preñez (Co-Synch 5 días: 21,9% vs Testigo: 45,7%). Por el contrario, en el Experimento 2, en el que se trabajó con vacas cíclicas, no se observaron diferencias entre tratamientos y discrepa con los resultados presentados por Iturrealde *et al.* (2013).

En otros trabajos se ha observado que el tratamiento Co-Synch + CIDR genera porcentajes de preñez superiores al 50% en vacas en anestro, resultados similares a los que informaron en vacas cíclicas (Revisado por Cruppe y Day, 2011). Este tratamiento, fue planteado con la finalidad de alargar el proestro, mejorando el desarrollo del folículo dominante con la consecuente mejora en el porcentaje de preñez. Sin embargo, en el presente trabajo no se observaron mejoras en la misma, tanto en animales en anestro como en cíclicos. Si, en estos últimos (cíclicos) se observó un aumento en el número de animales preñados, pero el mismo no fue estadísticamente significativo, pudiendo esto ser consecuencia del número de animales utilizado. Por otro lado, Iturrealde *et al.* (2013) tampoco observaron mejoras en el porcentaje de preñez cuando analizaron los animales que tenían como EOp un cuerpo lúteo;

sin embargo, también en este trabajo el número de animales no fue de la magnitud necesaria para ser concluyentes. En consecuencia, futuros trabajos deberán profundizar en este aspecto y determinar si las diferencias numéricas se mantienen y se transforman en significativas desde el punto de vista estadística o bien las mismas son debidas al azar.

Uno de los puntos que se ha analizado es la respuesta ovárica a la dosis del agente luteolítico. Se debe tener presente que en el protocolo Co-Synch 5 días, la administración de GnRH en el inicio del protocolo puede generar que en el momento de retirar el dispositivo intravaginal existan 2 cuerpo lúteos; uno existente al momento de iniciar el tratamiento y otro generado por la inyección de la GnRH. En consecuencia, se ha planteado la necesidad de administrar dos dosis del agente luteolítico separada por 12 h (Bridges *et al.*, 2008). Trabajos posteriores demostraron que este intervalo puede ser acortado a 2 h e incluso administrar en un mismo momento el doble de la dosis que se utiliza en los protocolos convencionales para controlar el ciclo estral (revisado por Cruppe y Day, 2011). En el trabajo realizado en la presente tesis, se administró la doble dosis del agente luteolítico en el mismo momento y en el trabajo de Iturralde *et al.* (2013) separadas por 12 h; por lo tanto, la dosis y la forma en que se administró el agente luteolítico no sería causa que explique las diferencias observadas en los porcentajes de preñez en referencia a aquellos trabajos que han obtenido excelentes tasas de preñez en animales en anestro y cíclicos. No obstante, en otros trabajos (Say *et al.*, 2016; White *et al.*, 2016) informaron que la administración de dos dosis del agente luteolítico separado por 6 h en vaquillonas lecheras y para carne permitió obtener un mayor porcentaje de preñez que cuando se administró la doble dosis en el mismo momento o una sola dosis. Por otro lado, Whittier *et al.* (2010) había informado que el porcentaje de preñez que se obtenía cuando el intervalo entre las dosis del agente luteolítico era de 4,5 a 8,15 h se obtenía un mayor porcentaje de preñez que cuando el mismo se reducía a 0,5 – 3,9 h. En consecuencia, futuros trabajos deberán discernir la importancia de administrar en forma separada la doble dosis del agente luteolítico.

La administración de eCG al retirar el dispositivo en el protocolo Co-Synch 5 días mejoró los porcentajes de preñez que se obtienen sin la administración de dicha hormona y las

diferencias no fueron significativas en relación al tratamiento testigo (dispositivo intravaginal por 8 días + eCG).

Los animales que se encuentran en un anestro nutricional tienen afectado el crecimiento folicular; si bien existen ondas de crecimiento, el folículo dominante ovulatorio no llega a ovular, y surge una nueva onda. Cuando el anestro es más profundo, las ondas desaparecen y solo se encuentran folículos menores a 4 mm (Wiltbank *et al.*, 2002). La eCG, por sus características de ser una hormona con funciones de LH y FSH, se la ha utilizado en vacas que se encuentran en anestro en el momento de retirar el dispositivo intravaginal con la finalidad de estimular el desarrollo del folículo dominante de manera de generar un cuerpo lúteo con mejores características en cuanto a producción de progesterona que permita aumentar la probabilidad de que la hembra quede preñada (Nuñez-Olivera *et al.*, 2014). Es así como Callejas *et al.* (2015a) informaron que vacas con cría en anestro la administración de eCG produce un aumento de la tasa de crecimiento del folículo dominante ovulatorio y en consecuencia del diámetro del mismo. Además, también se observó que al ovular este folículo se generó un cuerpo lúteo con un área superior al que se observó luego de una ovulación de aquel folículo dominante que no había recibido eCG. Esto está en concordancia con lo mencionado precedentemente en cuanto al aumento en el nivel circulante de progesterona en las vacas que reciben dicha hormona (Nuñez-Olivera *et al.*, 2014).

Los cambios foliculares y endocrinos explican los resultados informados por Sa Filho *et al.* (2010) en cuanto a la mejora de preñez que se registra cuando se administra eCG en vacas con cría en anestro post parto y en pobre condición corporal. Estos autores, además de informar mejoras en la tasa de crecimiento y el diámetro del folículo dominante, registraron un aumento en la tasa de ovulación en los animales que recibieron dicha hormona.

Cabe señalar que la CC y la EOp evaluada en el subgrupo de animales tomados en la réplica 1 del Experimento 1 muestra como estos animales mantuvieron una CC comprometida y que la estructura ovárica de los mismo no cambió durante el periodo evaluado, indicando

que llegaron al momento en que se realizó el tratamiento en una situación de anestro nutricional.

En función de lo planteado precedentemente, se puede hipotetizar que las vacas que se encontraban en anestro y fueron tratadas con el protocolo Co-Synch 5 días, respondieron favorablemente a la inyección de eCG, mejorando el desarrollo del folículo dominante y el número de hembras que ovularon en respuesta a la GnRH (administrada 72 h posteriores), lo que se tradujo en un porcentaje de preñez superior a aquel grupo que no recibió eCG.

Cabe señalar que la condición corporal promedio de los animales fue pobre y explica el bajo porcentaje de preñez que se obtuvo en aquellos que no recibieron eCG. En la revisión publicada por Callejas (2007) se observa como aquellos animales que tienen una CC de 2 o 2,5 se preñan significativamente menos que aquellos con un CC igual o superior a 3 (CC 2: 35,6; 2.5: 39,1; 3: 53,1; 4: 49,8 y 4,5: 57,0, $P < 0,05$). En el presente trabajo, la CC se encontró en el rango de 1,5 a 2,5 (totalidad de los animales) y en aquellos que se siguió su evolución desde el parto hasta el momento en que se realizó el diagnóstico de gestación ($n=60$), el promedio en ningún momento supero el valor de 2 y la misma se mantuvo estable. En estas condiciones el porcentaje de preñez que se observó en el grupo Testigo fue muy bueno, pudiendo ser explicado el mismo por el efecto positivo que tiene la eCG en estas condiciones. Confirmando estos resultados, Rodríguez Pérsico *et al.* (2015) administraron eCG en vacas sin cría que se encontraban en anestro nutricional permitiendo aumentar el porcentaje de preñez en aquellos animales que mantuvieron su CC (eCG: 65,1% y Testigo: 45,9; $P=0,03$). Cabe señalar que estos animales habían sido destetados 3 meses antes de comenzar con el experimento por lo que la causa del anestro era exclusivamente nutricional.

El uso de dispositivos intravaginales con progesterona con la finalidad de mejorar la eficiencia reproductiva de un servicio natural ha sido evaluado en diversos trabajos (Callejas *et al.*, 2007; 2009). En el trabajo realizado por Callejas *et al.* (2009) se observó que la aplicación de un dispositivo intravaginal con progesterona (0,558 g) necesitaba de la administración de estrógenos no solo al momento de colocar el dispositivo intravaginal, sino

en el momento de retirarlo para generar una mejora en el porcentaje de preñez. Así, cuando en el tratamiento control se preñó el 24,4 % en 28 días de servicio natural, la administración de un dispositivo con progesterona combinado con estrógenos al momento de colocarlo y retirarlo aumentó dicho porcentaje a 46,9%. El no administrar estrógenos al retirar el dispositivo no mejoró el porcentaje de preñez (29,8%). En otro trabajo realizado por Paez y Callejas (2010), en este caso utilizando un dispositivo intravaginal con 1 g de progesterona, se observó que la mejora en el porcentaje de preñez (21 días de servicio) se produjo solo cuando el grupo de animales recibió Cipionato de Estradiol al momento de retirar el dispositivo intravaginal (53,8%) comparado con la no administración de dicha sal (36,9 %). Este porcentaje (36,9%) no difirió del grupo que no recibió tratamiento hormonal (36,4%). En síntesis, ambos trabajos muestran la necesidad de utilizar una sal de estrógenos en el momento de retirar el dispositivo intravaginal para lograr una mejora en el porcentaje de preñez en los primeros días de un servicio natural.

Por otro lado, un aspecto que no ha sido considerado es la de utilizar eCG en el momento de retirar el dispositivo. Precisamente, los resultados del presente trabajo muestran como la administración de dicha hormona permitió mejorar en los primeros días del servicio el porcentaje de preñez comparado con aquellos que no recibieron eCG (43,5% vs 19,4%; 7 días de servicio). En este caso el uso del dispositivo intravaginal con progesterona, a pesar de utilizar estrógenos al colocar y retirar el dispositivo no permitió mejorar la eficiencia reproductiva. Se debe tener en cuenta que estos animales tuvieron una CC comprometida y el grado de anestro era profundo (92 % de las vacas tenían folículos menores a 8 mm) por lo cual fue fundamental generar un estímulo adicional del desarrollo folicular, como lo fue el uso de la eCG. Nuevamente se puede hipotetizar que el uso de la eCG mejoró la tasa de crecimiento del folículo dominante, el diámetro ovulatorio, el porcentaje de vacas que ovularon y las características funcionales del cuerpo lúteo (Nuñez Olivera *et al.*, 2014; Callejas *et al.*, 2015) que permitieron mejorar el porcentaje de preñez.

CONCLUSIONES

El uso del protocolo Co-Synch 5 días combinado con un dispositivo intravaginal con progesterona utilizado en vacas en anestro nutricional, no mejora el porcentaje de preñez que se obtiene luego de realizar una IATF comparado con un tratamiento tradicional (dispositivo x 8 días combinado con sales de estrógenos un agente luteolítico y eCG). Esta situación es revertida cuando se le adiciona eCG al protocolo Co-Synch 5 días, logrando porcentajes de preñez no diferentes estadísticamente el tratamiento tradicional.

El uso del protocolo Co-Synch 5 días combinado con un dispositivo intravaginal con progesterona en vacas cíclicas se comporta de la misma manera que el tratamientos tradicional independientemente de su combinación con eCG.

La utilización de un dispositivo intravaginal combinado con sales de estrógenos administradas en el momento de colocar y retirar el mismo, y eCG mejora el porcentaje de preñez que se obtiene en los primeros días de un servicio natural.

IMPLICANCIAS PRÁCTICAS

Los resultados obtenidos en los Experimento 1 y 2, permiten dar las bases para contar con un tratamiento (Co-Synch 5 días + progesterona + eCG), con resultados equivalentes al tratamiento tradicional (dispositivos con progesterona + sales de estrógenos), que podría ser utilizado en caso de prohibirse la utilización de estrógenos.

El Experimento 3, muestra resultados de rápida implementación como es el uso de dispositivos intravaginales con progesterona combinados con eCG para mejorar la eficiencia reproductiva de un rodeo de cría en anestro con servicio natural.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, W.R. and Moor, R.M., 1972. The origin of the equine endometrial cups. *J. Equine Vet. Sci.* 29, 313 – 316.
- Anderson, L.L., Hard, D.L., Carpenter, L.S., Awotwi, E.K. and Diekman, M.A. 1981. Neuroendocrine regulation of luteinizing hormone in beef calves. *BiolReprod.*, 24: 795-800.
- Armendano, J.I., González Chaves, S., Uslenghi, G., Cabodevila, J., Callejas, S.S., 2015. Efecto de la sal de estradiol, estatus ovárico y condición corporal sobre el porcentaje de preñez en vacas con cría IATF. *Rev. Vet.* 26 (2): 108-112.
- Bavera, G.A. y Peñafort, C. 2005. Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/52-condicion_corporal_cc.pdf.
- Bartolomé, J.A., Blanco Sereno, M., Picco, R., Zapata, L., Piccioni, J.P., Cledou, G., Massara, N. y Colazo, M.G. 2013. Tasas de concepción em vaquillonas utilizando un protocolo de 5 días con o sin GnRH en su inicio y diferentes dispositivos de progesterona y prostaglandinas. *Rev. Taurus* 57: 26-33.

- Baruselli, P.S., Reis, E.L., Marques, M.O., Nasser, L.F., Bó, G. A., 2004. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Anim. Reprod. Sci.* 82-83, 479–86.
- Bó, G.A., Baruselli, P.S. and Martínez, M.F., 2003. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 78, 307–326.
- Bó, G.A., Cutaia, L., Chesta, P., Balla, E., Picinato, D., Peres, L., Maraña, D., Avilés, M., Menchaca, A., Veneranda, G., Baruselli, P.S., 2005. Implementación de programas de inseminación artificial en rodeos de cría de argentina. VI Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba (Argentina). Pág. 97-128.
- Bo, G. y Callejas, S. 2008. Sincronización de celos y ovulaciones en el ganado Bovino. Pag. 189-199. En Palma, G. Editor. *Biotecnología de la Reproducción*. Segunda Edición. Ediciones Rebiotec. Argentina. p. 669. ISBN: 978-987-05-3271-2.
- Bó G.A., Baruselli P.S., Moreno D., Cutaia L., Caccia M., Tríbulo R., Tríbulo H., Mapletoft R.J., 2002a. The control of follicular wave development for self-appointed embryo transfer programs in cattle. *Theriogenology*, 57, 53-72.
- Bó G.A., Cutaia L., Tribulo R., 2002b. Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina. Segunda Parte. *Taurus*, 15, 17-32.
- Bó G.A., Baruselli P.S., Mapletoft R.J., 2013. Synchronization techniques to increase the utilization of artificial insemination in beef and dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 10, 137-142.

- Bó, GA, de la Mata, JJ, Baruselli, PS, Menchaca A., 2016. Alternative programs for synchronizing and re-synchronizing ovulation in beef cattle. *Theriogenology* 86: 388 - 396.
- Bousfield, G., Liu, W.K., Sugino, H., Ward, D., 1987 Structural studies on equine glycoprotein hormones. Amino acid sequence of equine lutropin b-subunit. *J. Biol. Chem.* 262: 8610-8620.
- Bridges G.A., Helser L.A., Grum D.E., Mussard M.L., Gasser C.L. & Day M.L., 2008. Decreasing the interval between GnRH and PGF2 from 7 to 5 days and lengthening proestrus increases timed-AI pregnancy rates in beef cows. *Theriogenology* 69 843-851.
- Bridges, G.A., Mussard, M.L., Burke, C.R. and Day, M.L., 2010. Influence of the length of proestrus on fertility and endocrine function in female cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 117: 208-215.
- Bridges, G.A., Cruppe, L.H., Currin, J. F., Day, M.L., Gunn, P.J., Jaeger, J.R., Lamb, G.C., Radunz, A.E, Repenning, P., Stevenson, J.S., Whittier, J.C. and Whittier, W.D., 2011. Determination of appropriate delivery of PGF2 α in the 5-day CO-Synch + CIDR protocol in lactating beef cows. *J. Anim Sci.* 88(E-Suppl. 2):251.
- Bridges, G. A., Ahola, J. K., Brauner C., Cruppe, L.H., Currin, J.C. and Day, M.L., 2012. determination of the appropriate delivery of PGF2 α in the 5-day CO-Synch + CIDR protocol in suckled beef cows. *J. Anim. Sci.* 90:4814-4816.
- Bridges, G.A., Mussard, M.L., Hesler, L.A. and Day, M.L., 2014. Comparison of follicular dynamics and hormone concentrations between the 7-day and 5-day CO-Synch + CIDR program in primiparous beef cows. *Theriogenology* 81: 632-638.

- Callejas, S.S. y Alberio, R., 1988. Factores que afectan el anestro post parto bovino. Rev. Arg. Prod. Anim. 8 (6): 531-541.
- Callejas, S., 2001. Fisiología del Ciclo Estral Bovino. 37-59. En Palma, G. Editor. Biotecnología de la Reproducción. Argentina. p. 701. ISBN: 987-43-3779-6.
- Callejas, S., 2004. Control farmacológico del ciclo estral bovino: bases fisiológicas, protocolos y resultados. Parte I. Rev. Taurus 24: 22-34.
- Callejas, S., 2005. Control farmacológico del ciclo estral bovino: bases fisiológicas, protocolos y resultados. Parte II. Rev. Taurus 25: 16-35.
- Callejas, S., Acuña, C., Cabodevila, J. y Vitale, M., 2006. Efecto de la presencia de diferentes estructuras ováricas al inicio de un tratamiento con progesterona sobre el porcentaje de preñez a la IATF en vacas con cría al pie. Rev. Arg. Prod. Anim. 26 (Suple. 1): 281 – 282.
- Callejas, S., 2007. Inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de cría. 1er Seminario de Ganadería del NEA. Libro de Conferencias. Resistencia. Chaco. Pág. 21-31.
- Callejas, S., Alvarez Castillo, S., Zarzaso, M. y Cledou, G., 2007. Uso de un dispositivo intravaginal con progesterona en vacas de cría con servicio natural. Resúmenes VII Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. Córdoba. p. 236.
- Callejas, S., Echevarria, S. y Zapiola, A., 2008. Uso de benzoato de estradiol y un dispositivo intravaginal con progesterona en vacas cola de parición con servicio natural. Rev. Arg. Prod. Anim. 28 (Supl. 1): 149-150.
- Callejas, S., 2009. Uso de dispositivos intravaginales con progesterona en rodeos de cría con servicio natural. Informe técnico. Editor Laboratorios Biogénesis – Bagó. 8 páginas.

- Callejas, S., Schang, S., Cledou, G. y Cesio, T., 2009. Uso de dispositivos intravaginales con progesterona combinados con benzoato de estradiol al retiro en vacas con cría en servicio natural. VIII Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. Córdoba. (En CD: Simposio 2009/ sincronización celos inseminación bovinos/8).
- Callejas, S., González Chaves, S., Armendanos, J., Uslenghi, G. y Cabodevila, J., 2012. Estudio de factores que afectan el porcentaje de preñez a la IATF. Rev. Arg. Prod. Anim. 32 (Supl.1): 6.
- Callejas, S., 2013. Uso de la Gonadotrofina Coriónica equina en bovinos. Informe técnico. Editor Laboratorios Biogénesis – Bagó. 10 páginas.
- Callejas, S.S., De la Mata, J.J., Rodríguez Pérsico, J.M y Gonzalez Chaves, S., 2015a. Efecto de la eCG administrada en vacas con cría tratadas con un dispositivo intravaginal con progesterona sobre la dinámica folicular, ovulación y área del cuerpo lúteo. Libro de resúmenes del Primer Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Reproducción Animal. Pág. 287-289. (Capital Federal, Argentina)
- Callejas, S., Álvarez Castillo, S., Zarzoso, M., Rodríguez Pérsico, J.M., y Cabodevila, J., 2015b. Efecto del rango post parto y de la Gonadotrofina Coriónica equina sobre el porcentaje de preñez a la IATF en vacas. Resúmenes XI Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. Córdoba. Pág. 367.
- Carmel, P.W., Arahi, S. and Ferin, M. 1976. Pituitary stalk portal blood collection in Rhesus monkey: Evidence for pulsatile release of gonadotropin-releasing hormone (GnRH). Endocrinology 99: 243-248.
- Castañeda, C.A., Kaye, P., Pantaleon, M., Phillips, N., Fry, R. and D'Occhio, M.J., 2013. Circulating concentrations of leptin, ovarian follicle number, and oocyte lipid content and

active mitochondria, in Zebu crossbreed cows maintained on standard or improved nutrition. *Anim. Reprod. Sci.* 140: 7-13.

Cobos Villevicencio, O. J., La Leptina y su relación en los procesos neuroendocrinológicos reproductivos de la hembra bovina. Monografía, Universidad de Cuenca, Ecuador, pag. 50.

Colazo, M.G. and Ambrose, D.J., 2011. Neither duration of progesterone insert nor initial GnRH treatment affected pregnancy per timed-insemination in dairy heifers subjected to a Co-synch protocol. *Theriogenology* 76, 578-88.

Colombo, M., DeVillafañe, P, Cledou, G. y Bartolomé, J., 2007. Administración de un dispositivo intravaginal de progesterona en vacas en anestro durante el servicio natural para adelantar la concepción. Resúmenes VII Simposio Internacional de Reproducción Animal. Pag. 299.

Cruppe, L.H., Maquivar, M., Jinks, E.M., Fogle, G.E., Mussard, M.L., Pires, A.V. and Day, M.L., 2010a. The influence of two doses of PGF2 given at 2 or 12 hour intervals on luteolysis and pregnancy rate to timed AI with the 5-d CO-Synch + CIDR program (abstract). *J. Anim. Sci.* 88 (E-Suppl 2):767 (Abstr.).

Cruppe, L.H., Souto, L.A., Maquivar, M., Gunn, P., Mussard, M.L., Wolfenson, D., Pires, A.V., Bridges, G.A. and Day, M.L., 2010b. Use of two coincident doses of PGF2 α with the 5-d CO-Synch + CIDR estrous synchronization program. *J. Anim. Sci.* 88 (Suppl. 1):849 (Abstr.).

Cruppe, L.H. y Day, M.L., 2011. Maximización de las Tasas de preñez con inseminación artificial a tiempo fijo con el programa Co-Synch + CIDR de 5 días. Resúmenes del IX Simposio Internacional de Reproducción Animal. Pag. 193-222.

- Cutaia, L., Veneranda, G., Tríbulo, R., Baruselli, P.S. y Bó, G.A., 2003. Programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en rodeos de cría: factores que lo afectan y resultados productivos. En 5° Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina. 119-132.
- Cutaia, L., Veneranda, G., Tribulo, R., Baruselli, P.S. y Bó, G., 2003. Programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en rodeos de Cría: Factores que lo afectan y resultados productivos. Resúmenes V Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba. Argentina. Pág. 119-132.
- De la Mata y Bo, G. 2012. Sincronización de celos y ovulación utilizando protocolos con benzoato de estradiol y GnRH en períodos reducidos de inserción de un dispositivo con progesterona en vaquillonas para carne. Rev. Taurus 55: 17-23.
- Donzelli, M.V., Catalano, R.C., Burges, J.C. y Machado, C.F., 2010. Efecto de la nutrición sobre la duración del anestro postparto en vacas de cría. Rev. InVet. 12: 183-194.
- Echevarria, S., Zapiola, A. y Callejas, S. 2009. Uso de dispositivos con 0,5 g de progesterona en vacas con cría cola de parición con servicio natural. Resúmenes VIII Simposio Internacional de Reproducción Animal. (En CD: Simposio 2009/ sincronización celos inseminación bovinos/22).
- Frasinelli, C. A., Veneciano J. H., Belgrano Rawson Alberto y Frigerio K. L., 2002. Sistemas de cría y recría de bovinos: Caracterización de la ganadería en San Luis. IDIA XXI 2: 79-82.
- González Chaves, S., Uslenghi, G., Cledou, G., Cabodevila, J. y Callejas, S., 2009a. Efecto de la utilización de dispositivos intravaginales con progesterona sobre el porcentaje de preñez en vacas con servicio natural que recibieron o no una IATF. Resúmenes VIII

- Simposio Internacional de Reproducción Animal (En CD: Simposio 2009/sincronización celos inseminación bovinos/25).
- González Chaves, S., Uslenghi, G., Cledou, G., Cabodevila, J. y Callejas, S., 2009b. Porcentaje de preñez en vacas con diferentes estructuras ováricas tratadas con dispositivos intravaginales con distintas cantidades de progesterona. VIII Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. Córdoba. (En CD: Simposio 2009/sincronización celos inseminación bovinos/26).
- Grigera, J., Cledou, G. y Callejas, S., 2009. Uso de dispositivos intravaginales con 0,558 g de progesterona combinado con benzoato de estradiol en vacas con cría en servicio natural. VIII Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. Córdoba. (En CD: Simposio 2009/sincronización celos inseminación bovinos/30).
- Hafez, E.S.E., 1996. Reproducción e inseminación artificial en animales. 542 p. (Ed. Interamericana, 6^{ta} edición).
- Hazum, E. and Conn, M., 1988. Molecular Mechanism of gonadotropin Releasing Hormone (GnRH) Action. I. The GnRH Receptor. *Endocrine Review*. 9: 379-395.
- Houghton, P.L., Lemenager, R.P., Moss, G.R. and Hendrix, K.S. 1990. Prediction of postpartum beef cow body composition using weight to height ratio and visual body condition score. *J. Anim. Sci.* 68: 1428-1437.
- Humphrey, W.D., Murphy, B.D., Rieger, D., Mapletoft, R.J., Manns, J.G., Fretz, P.B., 1979. Effects of FSH-LH ratio of PMSG on ovulatory responses. *Theriogenology* 11: 101.
- Infostat.2012. Infostat/Estudiantil. Version 2.008. Grupo Infostat/I. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

- Iturralde, M., Rodriguez Aguilar, S., Vater, A., Cabodevila, J. y Callejas, S., 2013. Uso del protocolo Co-Synch + dispositivo de 5 días para implementar una IATF en vacas con cría. Resúmenes X Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. Córdoba. Pág. 315.
- Al-Jumaily, E.F. and Zgaer, S.H., 2014. A review: “Leptien Structure and Mechanismo Actions”. Bull. Env. Pharmacolo. Life Sci., 3: 185-192.
- Knobil, E., 1974. Of the control gonadotropin secretion in the rhesus monkey. Rec. Prog. Horm. Res. 36:1 – 46.
- Kasimanickam, R., Day, M.L., Rudolph, J.S., Hall, J.B. and Whittier, W.D., 2009. Two doses of prostaglandin improve pregnancy rates to timed-AI in a 5-day progesterone-based synchronization protocol in beef cows. *Theriogenology* 71:762-767.
- Kasimanickam, R., Asay, M., Firth, P., Whittier, W.D. and Hall, J.B., 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.
- Kawashima, C., Matsui, M., Shimizu, T, Kida, K. and Miyamoto, A., 2012. Nutritional factors that regulate ovulation of the dominant follicle during the first follicular wave postpartum in high-producing dairy cows. *J. Reprod. Dev.* 58: 10-16.
- Lackey, B.R., Gray, S.L.L. and Henricks, C.M., 2000. Physiological basis for use of Insulin-like growth factor in reproductive applications: A reviews. *Theriogenology* 53: 1147-1156.
- Lima, F.S., Ayres, H., Favoreto, M.G., Bisinotto, R.S., Greco, L.F., Ribeiro, E.S., Baruselli, P.S., Risco, C.A., Thatcher, W.W. and Santos, J.E.P., 2013. Hormonal manipulations in

the 5-day timed artificial insemination protocol to optimize estrous cycle synchrony and fertility in dairy heifers. *J Dairy Sci.* 96, 7054-7056.

Martinez, M.F., Kastelic, J.P, Bo, G., Caccia, M. y Mapletoft, R., 2005: Effects of estradiol and some of its esters on gonadotropin release and ovarian follicular dynamics in CIDR treated beef cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 86: 37-52.

Mc Donald, L.E., 1978. *Reproducción y Endocrinología Veterinarias.* 466p. (Ed. Interamericana).

Mee, M.O., Stevenson, J.S., Alexander, B.M. y Garthsasser, R., 1993. Administration of GnRH at estrus influences pregnancy rates, serum concentrations of LH, FSH, estradiol-17 β , Pregnancy-Specific Protein B, and progesterone, proporción of luteal celltypes, an in vitro production of progesterone in dairy cows. *J. Anim. Sci* 71: 185-198.

Menchaca, A., Núñez, R., Wijma, R., García Pintos, C., Fabini, F. y De Castro, T. 2013. Como mejorar la fertilidad de los tratamientos de IATF en vacas *Bos taurus*. En 10° Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina. Pág. 103–133.

Moreno, D., Cutaia, L., Villata, L., Ortisi, F. y Bo, G., 2001. Follicle wave emergence in beef cows treated with progesterone releasing device, estradiol and progesterone. *Theriogenology* 55: 408.

Moschos, S., Chan, J. and Mantzoros, C., 2002. Leptin and reproduction: a review. *FertilSteril* 77: 433-437.

Moudgal, N.R. and Papkoff, H., 1982. Equine luteinizing hormone possesses follicle-stimulating hormone activity in hypophysectomized female rats. *Biol. Reprod.* 26: 935-942.

- Murphy, B.D., 2012. Equine chorionic gonadotropin : an enigmatic but essential tool. *Anim. Reprod.* 9, 223–230.
- Nuñez-Olivera, R., de Castro, T., Garcí-Pintos, C., Bó, G., Piaggio, J. y Menchaca, A., 2014. Ovulatory response and luteal function after eCG administration at the end of a progesterone and estradiol based treatment in postpartum anestrous beef cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 146: 111-116.
- Pessoa, G.A., Martini, A.P., Carloto, G.W., Rodríguez, M.C.C., Claro Junior, I., Baruselli, P.S., Brauner, C.C., Rubin, M.I.B., Correa, M.N. Leivas, F.G. and Sá Filho, M.G., 2016. Different doses of equine chorionic gonadotropin on ovarian follicular growth and pregnancy rate of suckled *Bos Taurus* beef cows subjected to timed artificial insemination protocol. *Theriogenology* 85: 792-799.
- Páez, P. y Callejas, S., 2010. Uso de progesterona y sales de estradiol para mejorar la eficiencia reproductiva de vacas con cría. *Rev. Veterinarias* 21 (2): 140-143.
- Perry, G.A., Smith, M.F., Lucy, M.C., Green, J.A., Parks, T.E., MacNeil, M.D., Roberts, A.J. and Geary, T.W., 2007. Relationship between size of the ovulatory follicle and pregnancy success. *Proceedings of the National Academy of Science USA* 5268-5273.
- Peterson, C., Alkar, A., Smith, S., Kerr, S., Hall, J.B., Moore, D. and Kasimanickam, R., 2011. Effects of one versus two doses of prostaglandin F2alpha on AI pregnancy rates in a 5-days, progesterone-based, Co-Synch protocol in crossbred beef heifers. *Theriogenology* 75: 1536-1542.
- Rabaglino, M.B., Risco, C., Thatcher, M.J., Kim, I.H., Santos, J.E. and Thatcher W.W., 2010. Application of one injection of prostaglandin F2alpha in the five-day Co-Synch+CIDR protocol for estrous synchronization and resynchronization of dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 93: 1050-1058.

- Roche, J.F., Crowe, M.A. and Boland, M.P. 1992. Postpartum anoestrus in dairy and beef cows. *Anim. Prod. Sci.* 28, 371–378.
- Rodríguez Aguilar, S., Vater, A., Lima, D., Cabodevila, J. y Callejas, S. 2009. Porcentaje de preñez de vacas IATF según estructura ovárica predominante al inicio de un tratamiento sincronización de la ovulación. VIII Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. Córdoba. (En CD: Simposio 2009/ sincronización celos inseminación bovinos/46).
- Rodríguez Pérsico, J.M., Esperanza, G., Aragón, M.A. y Callejas, S.S., 2015. Efecto de la eCG administrada en vacas en anestro sin cría al pie tratadas con un dispositivo intravaginal con progesterona sobre el porcentaje de preñez a la IATF. Libro de resúmenes del Primer Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Reproducción Animal. Pág. 339-341. (Capital Federal, Argentina).
- Rossanigo, C., Arano, A. y Vázquez, R., 2011. Informe del Stock del ganado bovino – Existencias e indicadores. <http://rian.inta.gov.ar/ganaderia/>
- Ruiz-Cortes, Z.T., Martel-Kennes, Y., Gevry, N.Y., Downey, B.R., Palin, M.F. and Murphy, B.D., 2003. Biphasic effects of leptin in porcine granulosa cells. *BiolReprod* 68:789-796.
- Sá Filho, M.F., Ayres, H., Ferreira, R.M., Marques, M.O., Reis, E.L., Silva, R.C.P., Rodrigues, C.A., Madureira, E.H., Bó, G.A. and Baruselli, P.S., 2010. Equine Chorionica Gonadotropin and gonadotropin-releasing hormone enhance fertility in a norgestomet-based, timed artificial insemination protocol in suckled Nelore (*Bosindicus*) cows. *Theriogenology* 73: 651-658.

- Samadi, F., Phillips, N.J., Blache, D., Martín, G.B. and D'Occhio, M.J., 2013. Interrelationships of nutrition, metabolic hormones and resumption of ovulation in multiparous suckled beef cows on subtropical pasture. *Anim. Reprod. Sci.* 137: 137-144.
- Say, E., Coban, S., Nak, Y., Kara, U., White, S., Kasimanickam, V. and Kasimanickam, R., 2016. Fertility of Holstein heifers following two doses of prostaglandin F2 alpha in 5-d Co-Synch progesterone-based synchronization protocol. *Theriogenology* (In Press, Accepted Manuscript, DOI: 10.1016/j.theriogenology.2016.03.026).
- Sherman, G.B., Wolfe, M.W., Farmerie, T.A., Clay, C.M., Threadgill, D.S., Sharp, D.C., Nilson, J.H., 1992. A single gene encodes the beta subunits of equine luteinizing hormone and chorionic gonadotropin. *Mol. End. (Baltimore)* 6: 951-959.
- Smith, G.D., Jackson, L.M. and Foster, D.L., 2002. Leptin regulation of reproductive function and fertility. *Theriogenology* 57: 73-86.
- Sugino, H., Bousfield, G. Moore, Jr.W., Ward, D., 1987. Structural studies on equine glycoprotein hormones. Amino acid sequence of equine chorionic gonadotropin b-subunit. *J. Biol. Chem.* 262: 8603-8609.
- Uslenghi, G., Chayer, R. y Callejas, S., 2010. Efectividad del cipionato de estradiol inyectado al final de un tratamiento con progesterona sobre la eficiencia reproductiva. *Rev. Veterinaria* 21 (1): 55-58.
- Uslenghi, G., Gonzalez Chaves, S., Cabodevila, J. y Callejas, S., 2014. Effect of estradiol cypionate and amount of progesterone in the intravaginal device on synchronization of estrus, ovulation and on pregnancy rate in beef cows treated with FTAI based protocols. *Anim. Reprod. Sci.* 145:1-7.

- Valdez, K.E., Cuneo, S.P., Gorden, P.J. and Turzillo, A.M., 2005. The role of Thecal androgen production in the regulation of estradiol biosynthesis by dominant bovine follicles during the first follicular wave. *Journal of Animal Science* 83 597-603.
- Vasconcelos, J.L.M., Sartori, R., Oliveira, H.N., guenther, J.G., Wiltbank, M.C., 2001. Reduction in size of the ovulatory follicle reduces subsequent luteal size and pregnancy rate. *Theriogenology* 56: 307-314.
- Vater, A., Rodríguez Aguilar, S., Otero Illia, M., Cabodevila, J. y Callejas, S. (2007a). 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 Reproducción Animal. IRAC. Córdoba. Pag. 237.
- Vater, A., Rodríguez Aguilar, S., Otero Illia, M., Cabodevila, J. y Callejas, S. (2007b). Efecto de la estructura ovárica predominante al momento de colocar dispositivos intravaginales con progesterona nuevos o usados sobre el porcentaje de preñez a la IATF. Resúmenes VII Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. Córdoba. p. 239.
- Vater, A., Rodríguez Aguilar, S., Otero Illia, M., Cabodevila, J. y Callejas, S. (2007c). Efecto de la estructura ovárica predominante al colocar un dispositivo intravaginal con progesterona y del semen usado sobre el porcentaje de preñez a la IATF. Resúmenes VII Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. Córdoba. p. 240.
- Veiga, P., Chayer, R., Uslenghi, G., Montiel, J. y Callejas, S., 2011a. Efecto de utilizar dispositivos intravaginales con progesterona combinados con cipionato o benzoato de estradiol para sincronizar la ovulación sobre el porcentaje de preñez a la IATF en vacas Angus puro controladas. Resúmenes IX Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. Córdoba. Pág. 331.

- Veiga, P., Chayer, R., Uslenghi, G., Montiel, J. y Callejas, S., 2011b. Efecto de utilizar dispositivos intravaginales con progesterona combinados con cipionato o benzoato de estradiol para sincronizar la ovulación sobre el porcentaje de preñez a la IATF en vaquillonas Angus. Resúmenes IX Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. Córdoba. Pág. 333.
- Villegas, J.J., Vater, A., Rodriguez Aguilar, S., Cabodevila, J. y Callejas, S., 2011. Efecto de la condición corporal y de la estructura ovárica predominante al momento de colocar un dispositivo intravaginal con progesterona sobre la preñez luego de realizar una IATF. Memorias XV Congreso Latinoamericano de Buiatría / XXXIX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Pág. 222-223.
- Walters, K.A., Binnie, J.P., Campbell, B.K., Armstrong, D.G., Telfer, E.E., 2006. The effects of IGF-I on bovine follicle development and IGFBP-2 expression are dose and stage dependent. *Reproduction* 131: 515-523.
- Webb, R., Carnsworthy, P.C., Campbell, B.K. and Hunter, M.G., 2007. Intra-ovarian regulation of follicular development and oocyte competence in farm animals. *Theriogenology* 68S: S22-S29.
- White, S.S., Kaseimanickam, V. and Kasimanickam, R., 2016. Fertility after two doses of PGF 2α concurrently or at 6-hour interval on the day of CIDR removal in 5-day Co-Synch progesterone-based synchronization protocols in beef heifers. *Theriogenology* (In Press, Corrected Proof): 1-6.
- Whittier, W.D., Kasimanickam, R.K., Currien, J.F., Schramm, H.H. and Vlcek, M., 2010. Effect of timing of second prostaglandin F 2α administration in a 5 day, progesterone-based Co-Synch protocol on AI pregnancy rates in beef cows. *Theriogenology* 74: 1002-1009.

- Whittier, W.D., Currien, J.F., Schramm, H., Holland, S. and Kasimanickam, R.K., 2013. Fertility in Angus cross beef cows following 5-day Co-Synch + CIDR or 7-day Co-Synch + CIDR estrus synchronization and timed artificial insemination. *Theriogenology* 80: 963-969.
- Wilson, K.N., Day, M.L., Whittier, W.D., Kasimanickam, R. and Hall, J.B., 2007. Comparison of 5-day or 7-day CIDR-based estrous synchronization systems for fixed-time AI in beef heifers. *Journal of Animal Science* 85 (supplement 2) 43 (abstract).
- Wiltbank, M.C., Gümen, A. and Sartori, R. 2002. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology* 57: 21-52.