

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PARA GRADUADOS
INSTITUTO DE REPRODUCCIÓN ANIMAL CÓRDOBA (IRAC)

ESPECIALIZACION EN REPRODUCCION BOVINA

**EVALUACION DE LA EFICIENCIA DEL USO DE UN
NUEVO DISPOSITIVO INTRAVAGINAL IMPREGNADO
CON PROGESTERONA PARA LA SINCRONIZACION
DE CELOS Y OVULACION EN VACAS DE CARNE**

DARÍO ALBERTO LÓPEZ DIAGO M.V.

CÓRDOBA, 2013

RESUMEN

El presente trabajo tuvo por objetivo la comparación de dos dispositivos de liberación lenta con progesterona (P4), uno de los dispositivos es nuevo y contiene 0,6 g y el otro es un DIB® (Syntex SA) de 1g. El experimento se realizó en el mes de febrero del 2013 en las instalaciones del Instituto de Reproducción Animal de Córdoba (IRAC). Los animales fueron divididos en dos grupos de tratamiento de 7 vacas cada uno, utilizando un protocolo de sincronización de la ovulación que fue el mismo para ambos grupos. El Día -2 todas las vacas recibieron 2 ml de un análogo de PGF2 α (500 μ g de Cloprostenol sódico, Ciclase DL, Syntex SA) al igual que los Días -1 y 2. En el Día 0 se colocaron los implantes de P4 junto con 2 mg de benzoato de estradiol (BE, Benzoato, Syntex SA); las vacas del Grupo 1 recibieron el dispositivo A (0,6 g de P4) mientras que las vacas del Grupo 2 (Control) recibieron el dispositivo B (DIB). En el Día 7 se retiró el dispositivo con P4 y se inyectó 500 μ g de cloprostenol sódico. En el Día 8 se aplicó 1 mg de BE para sincronizar la ovulación. Con el fin de medir la concentración sérica de P4, los animales fueron muestreadas diariamente, desde el Día 0 hasta el Día 8, estas muestras se almacenaron a -20°C hasta el momento de su análisis por medio de la quimioluminiscencia. De igual forma las vacas fueron revisadas diariamente desde el Día 3 hasta el Día 11, con el fin de determinar el surgimiento de una nueva onda folicular y el momento de la ovulación. Tras el análisis de los datos que encontró que los dispositivos del grupo 1 y 2 resultaron en un diferente patrón de progesterona sérica ($P < 0,05$), debido a una mayor concentración en las vacas tratadas con DIB de 1 g a las 12 y 24 de la inserción del dispositivo. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los dispositivos en el día de inicio de la nueva onda folicular, ovulación y tasa de preñez a la IATF.

INTRODUCCION

La optimización de los parámetros productivos y reproductivos en la ganadería está directamente relacionada con el periodo de servicio, intervalo entre partos, y numero de servicios por preñez. Para lograr un mejoramiento en estos parámetros se buscan métodos o técnicas que intensifiquen la producción de terneros anualmente y con una mayor calidad genética. Por esta y otras razones se han venido desarrollando en los últimos tiempos técnicas como la sincronización de celos, inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), transferencia de embriones (TE) tanto in vivo como in vitro, ecografía, utilización de semen sexado, entre otras, con el objetivo de potenciar y acelerar el progreso principalmente económico pero también genético y productivo de un establecimiento (Murta, 2009; Mapletoft et al. 2013).

La utilización de dichas biotecnologías está ligado al conocimiento del ciclo estral bovino que tras su estudio y entendimiento, ha promovido la implementación de protocolos hormonales con el fin de controlar y programar eventos en el ciclo de la vaca, como lo son el estro y la ovulación. También se han desarrollado protocolos de superovulación con el objetivo de producir embriones y su posterior transferencia en una receptora (Mapletoft et al. 2009) El desarrollo de estos protocolos es buscar un progreso genético y al mismo tiempo un mejor manejo de los animales, evitar el manejo por personal no capacitado, menor mano de obra y eventos críticos como la detección de celo (Rathbone et al., 1998; Baruselli et al., 2004; Bo et al., 2006; Bo et al., 2007).

Dicho control del ciclo estral bovino resulta en diferentes posibilidades tanto farmacológicas como mecánicas para lograrlo, siendo necesario para alcanzar altos índices de preñez a la IATF un control sobre la fase luteal, el desarrollo folicular y la ovulación (Moreno, 2008).

Estudios sobre el ciclo estral, han permitido dilucidar un camino, que permite la aplicación de diferentes hormonas para manejar los distintos eventos del ciclo

como son, la fase luteal, la cual se logra controlar a través del uso de prostaglandina (Mommont y Seguin, 1984) o progestágenos (P4) (Macmillan y Peterson, 1993).

De la misma forma es posible controlar la ovulación de un folículo dominante por medio de la utilización de los estrógenos (E2), hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), hormona luteinizante (LH), o gonadotropina coriónica humana (hCG) (Mapletoft et al., 2000). También se conoce la asociación de E2 y P4 los cuales inducen la atresia de los folículos y el surgimiento de una nueva onda folicular (Bó et al., 1995).

Igualmente es muy importante tener en cuenta que los agentes farmacológicos son muy útiles para la sincronización de celos y ovulación, pero no reemplazan el buen manejo (Mapletoft y Kastelic, 1996).

Dentro de las hormonas para el control farmacológico que utilizamos en este estudio para el control del ciclo estral de la vaca se encuentran las siguientes:

PROSTAGLANDINAS

Son hormonas derivadas de los ácidos grasos no saturados, su estructura consta de 20 carbonos. Las prostaglandinas que más se relacionan con la reproducción son la prostaglandina F2 α (PGF2 α) y la prostaglandina E2 (PGE2).

La PGF2 α tiene acción luteolítica, se produce en el útero y tiene la característica de ser liposoluble. En los bovinos atraviesa las paredes de la vena útero ovárica, a la arteria ovárica, además de estimular contracciones uterinas y el transporte espermático. La PGF2 α es un agente luteolítico natural que termina la fase del CL del ciclo estral y permite el inicio de un nuevo ciclo en ausencia de fecundación (Hafez, 1996). Para el caso de la PGE2 es una de las responsables del

estímulo de contracción del útero, dilatación del cérvix y los vasos sanguíneos, se cree que tiene un efecto luteotrófico.

Teniendo en cuenta el efecto luteolítico de la $PGF2\alpha$, esta se ha convertido en uno de los métodos más utilizados con el objetivo de ejercer luteolisis y lograr una disminución muy rápida de los niveles de $P4$ en sangre. Esto posibilita, un incremento en la frecuencia y magnitud de los pulsos de LH (Baruselli et al., 2005), que estimulan un perfil de crecimiento mayor del folículo dominante lo que origina al mismo tiempo un aumento de la producción de estrógenos por el mismo, que a nivel central ocasionan signos de celo en la vaca (Adams y Pierson, 1995).

Este proceso de accionar de la $PGF2\alpha$ está sujeto al día del ciclo que la vaca se encuentre, ya que el cuerpo luteo (CL) es receptivo durante los días 6 a 15 del ciclo, obteniendo una variación de la presentación de celo de entre 2 a 7 días después de la aplicación de $PGF2\alpha$. Sin embargo, la presentación de celo depende al mismo tiempo de la etapa en que el folículo dominante se encuentre (Kastelic y Ginther, 1991).

Otra variable a tener en cuenta, es que las vacas que se encuentran en el día 2-3 después del estro, no responden al tratamiento, debido a la ausencia de un feed back positivo intra luteal que hace que el estímulo de la $PGF2\alpha$ exógena continúe y complete la lisis total del cuerpo luteo, como ocurre en una estructura luteal madura (Wiltbank, 1997).

Por lo tanto la aplicación de $PGF2\alpha$ sincroniza la presentación del celo y posterior ovulación en vacas que se encuentran ciclando, siendo totalmente ineficaz para vacas en anestro (MacMillan y Henderson, 1984).

Ante el amplio rango de variabilidad sobre el tratamiento con PGF2 α , se buscó implementar estrategias, como el uso de dos PGF2 α con un intervalo de 10 a 11 días entre las aplicaciones para vaquillonas y de 13 a 14 días para vacas en lactancia (Folman, 1990).

Con el uso de este método se han encontrado buenos resultados contando con una muy eficiente detección de celo y buena selección de vacas por ciclicidad ovárica. Sin embargo la implementación de este protocolo en la utilización de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), es ineficiente al obtener 30% de preñez diagnosticado a los 60 días (Bó et al., 2002a).

PROGESTÁGENOS

Otro método hormonal utilizado con el fin de controlar el ciclo estral es la P4, la cual se conoce desde los años 40 como alternativa para el control del ciclo estral, en los rumiantes (Mapletoft et al. 2009).

Se sabe que los niveles de P4 en la fase luteal contribuyen con la supresión de la frecuencia de los pulsos de LH, haciendo que el folículo dominante de la primera onda folicular detenga su desarrollo, posibilitando el surgimiento de una nueva onda folicular a causa la disminución de los niveles circulantes de E2 e inhibina y el aumento de los niveles circulantes de FSH (Adams, 2008).

La mayoría de protocolos de sincronización de celo con llevan el uso de progestágenos, como la hormona básica. Este tipo de tratamiento puede ser administrado de diferentes formas imitando el efecto del cuerpo lúteo o prolongando una fase luteal con el objetivo de concentrar el estro y consiguiente ovulación en un grupo de animales (Baruselli et al., 2004, Bó et al., 2002b).

Los progestágenos sintéticos pueden ser de uso oral como el acetato de melengestrol (MGA), el 6-metil-17-acetoxy-progesterona (MAP) o 6-cloro-8-dehydro-17-acetoxy-progesterona (CAP) o como implantes subcutáneos de norgestomet (Crestar®, MSD Sanidad Animal) (Bo et al., 2002b, 2002c). El grupo más importante son los dispositivos intravaginales impregnados con P4, dentro de los cuales podemos nombrar los PRID (1.55 g de P4; Ceva, Francia, CIDR (1.9 g de P4 Zoetis Sanidad Animal) DIB (1 o 0.5 g de P4, Syntex SA, Argentina) Cronipres (Biogénesis Bago, Argentina) el cual tiene dos versiones, una que contiene 1g de P4 y camisas con p4 que contienen 0.18gr, y otro con 0.556 g de P4. Además hay otros más recientes conocido como Cue-Mate® (Bioniche Animal Health Inc., Ontario, Canadá) que contiene 1.56 g de P4, esta también el Sincrogest® (1 g de P4, Ourofino, Brasil), el Dispocel Monouso® con 0.6g de P4 y Dispocel Max® con 1.2g de P4 (Fatro Von Franken, Argentina), el Emefur dispositivo intravaginal monodosis® con 0.6 g de P4 y Emefur dispositivo intravaginal doble dosis® con 1.2 g de p4 (Merial, Argentina).

En un principio las investigaciones realizadas demostraron que los progestágenos, al ser incorporados de forma que el tratamiento supere o iguale los 14 días permite que haya una regresión natural del CL, posibilitando una sincronización del celo. En el momento en que se deja de suplementar P4, el folículo dominante termina su desarrollo y ovula. Sin embargo, este tipo de tratamiento fue relacionado con una muy baja fertilidad (Wiltbank, 1965). Esta baja fertilidad es debido a que los niveles sub-luteales de P4 que liberan los dispositivos tienen un menor efecto supresor de la LH que promueve la formación de folículos persistentes y una activación prematura del ovocito (Bó et al., 2002b).

Con el desarrollo de este tipo de tratamientos se originó un cambio a protocolos más cortos de 7 o 10 días, que en conjunto con otras hormonas como el estradiol y la prostaglandina no comprometen la fertilidad y sobre todo convierten a los protocolos en un procedimiento efectivo y repetible (Cutaia, 2001; Rathbone, 1998). La utilización de los progestágenos fue vinculada con la aplicación de esteres

Con formato: Sangría: Primera línea: 1,25 cm

de estradiol de forma rutinaria, provocando el inicio de una nueva onda folicular, de un grupo seleccionado de animales que a continuación va a ser seguida de un celo y ovulación sincrónica (Bó, 1995; Bó, 2006).

PROGESTÁGENOS Y ESTRADIOL

Tras la búsqueda de mejores protocolos para el control del ciclo estral de la vaca y sobre todo protocolos que tuvieran buenos resultados de forma repetible con el consiguiente desarrollo sincrónico de una nueva onda folicular a través del uso de los E2 (Colazo, 2007, Bó et al., 2002a).

Inicialmente, la introducción de la combinación de E2 y P4 se dio con el objetivo de causar una regresión luteal, Sin embargo, posteriormente se descubrió que la combinación de estos dos esteroides causa la atresia del folículo dominante y el posterior surgimiento de una nueva onda folicular al causar una supresión de FSH y LH por el tiempo en que se metaboliza el estradiol. Finalizando dicho proceso surge una nueva curva de FSH causando el surgimiento de una nueva onda folicular (Bó et al., 1995).

Entre los tratamientos que fueron utilizados inicialmente se encuentran dispositivos que eran colocados junto con una capsula de 10mg de Benzoato de Estradiol (Macmillan y Peterson, 1993), posteriormente fueron sustituidos por tratamientos de aplicación intramuscular (IM), lo cual es más efectivo que las capsulas intravaginales, ya que su absorción es más homogénea y resulta en mayores niveles plasmáticos de E2 (Caccia, 2003).

Actualmente los protocolos más utilizados para la sincronización de celo y ovulación están relacionados con el uso de los diferentes dispositivos comerciales

que se encuentran en el mercado, tanto en ganado de carne como de leche, los cuales son colocados dentro de la vagina por 7 o 8 días (Mapletoft et al., 2003a).

En conjunto con estos protocolos se adjunta un agente luteolítico, como lo es la PGF2 α al momento de retiro de la fuente de progesterona para asegurar la luteolisis, comprobando ser más efectivo que aplicar altas dosis de sales de estradiol como agente luteolítico al inicio del protocolo de sincronización (Mapletoft et al., 2009).

De la misma manera el conocimiento de la utilización de las diferentes sales de estradiol tanto el Valerato de estradiol (VE), 17 β estradiol (E-17 β) y benzoato de estradiol (BE), mostraron ser eficientes en dosis apropiadas para el surgimiento de una nueva onda folicular (Martínez et al., 2000; Martínez et al 2005).

Algunas dosis y sales que se estudiaron son la aplicación de 5 mg de E-17 β en animales implantados en donde se obtuvo la aparición de una nueva onda folicular 4,3 \pm 0,2 días más tarde en promedio (Bó et al., 1995). En experimentos asociados con el BE, EV y ECP utilizando una dosis de 5 mg, 5 mg y 1 mg respectivamente resultaron menos predecibles en el tiempo del surgimiento de la onda folicular lo que no es útil en los protocolos de sincronización en donde se desea una mínima variabilidad (Caccia y Bo, 1998; Mapletoft et al., 1999). Así tras la experimentación de diferentes dosis se desarrollaron protocolos en los cuales se administra 5 o 2,5 mg de E17 β (Bó et al., 2002a), 2 mg de BE (Caccia y Bo, 1998), como también 2 mg EV (Colazo et al., 2005), en donde se presentó un inicio de onda folicular 4 días después, con una pequeña variabilidad y sin importar la fase de desarrollo folicular al momento de la aplicación del tratamiento (Mapletoft et al., 2009).

Continuando con el desarrollo de este tipo de protocolos se ha comprobado que el uso de 2 mg de BE es más efectivo para sincronizar el inicio de una nueva onda folicular y se lo combina con el uso de PGF2 α como agente luteolítico el día de la remoción del dispositivo con P4, siete u ocho días después. La mayoría de las vacas entraron en celo 2 a 3 días después de la remoción del dispositivo, consiguiendo un tiempo de ovulación de 72 a 84 horas de retirada la fuente de progesterona. El corto intervalo establecido evita la formación de folículos persistentes y lo más importante se obtuvo una muy buena fertilidad (Martínez et al, 2007; Mapletoft et al., 2009).

De acuerdo a esta idea se diseñaron experimentos con el fin de sincronizar la ovulación posterior a la retirada la fuente de progesterona, por lo que se dieron dosis de bajas de E2, lo cual provoca un pico preovulatorio de LH por medio de un feed back positivo del E2 sobre la GnRH y la LH (Colazo, 1999; Cutaia, 2001).

Se han establecido tratamientos con las diferentes sales de estradiol como inductores de la ovulación, encontrando como más efectiva la colocación de 1 mg de BE 24 horas pos retiro del dispositivo liberador de P4. Esta dosis sincroniza un pico de LH (aproximadamente 16 a 18 horas después del tratamiento) y la consiguiente ovulación (aproximadamente 24-32 horas después del pico de LH) (Martínez et al., 2005; Martínez et al., 2007).

La IATF suele realizarse unas 30-34 horas después del segundo tratamiento con benzoato estradiol, teniendo resultados de preñez similares a los obtenidos por inseminación a celo detectado (Mapletoft et al., 2003a; Martínez et al., 1999).

Posteriormente, se demostró que el ECP es capaz de sincronizar la ovulación de un folículo dominante. El tratamiento con ECP induce unos niveles de estradiol

muy bajos en comparación con otras sales de E2, pero se complementa al E2 producido por el folículo dominante, logrando promover la liberación de LH (Mapletoft et al., 2003b). Este tipo de estradiol se buscó con el fin de simplificar los protocolos de sincronización ya que tiene mayor vida media y hace posible su aplicación el día de retiro del dispositivo con progesterona e IATF desde las 48 a las 59 horas sin mostrar diferencia significativa (Mapletoft et al., 2009)

HIPÓTESIS

El empleo de un nuevo dispositivo intravaginal de liberación lenta con 0.6 g de progesterona es efectivo para la sincronización de la ovulación en vacas para carne

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el comportamiento de un nuevo dispositivo intravaginal de liberación lenta impregnado con 0.6g de progesterona en la sincronización de la ovulación en vacas para carne.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las concentraciones de progesterona en plasma producidas por la inserción del dispositivo con progesterona por 7 días.

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm, Primera línea: 1,25 cm

- Comprobar el momento del inicio de onda folicular en las vacas tratadas con el dispositivo nuevo y 2 mg de benzoato de estradiol
- Identificar el día de ovulación de los animales, después de la extracción del dispositivo intravaginal y la colocación de benzoato de estradiol 24 h después.
- Comprobar la tasa de preñez lograda en un protocolo de IATF, tras el uso del nuevo dispositivo

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en febrero del 2013 en el Instituto de Reproducción Animal de Córdoba (IRAC), situada en la Estación Gral. Paz – Paraje Pozo del Tigre, Provincia de Córdoba Argentina, a una altura de 526 msnm, una temperatura de 15 a 35° y precipitación anual 800mm.

Se utilizaron 14 vacas de la raza Aberdeen Angus con más de un parto, en un estado corporal de 2,5 a 4 en una escala de 1 a 5, y con una dieta a base de heno de alfalfa y alimento balanceado con un 14% de proteína (1 Kg diario).

Las vacas fueron revisadas por ecografía transrectal (Equipo de ultrasonografía Honda HSV100 con una frecuencia de 6 Mhz), para identificar y seleccionar las vacas con un cuerpo lúteo (ciclicidad ovárica).

Los animales fueron divididos en dos grupos de tratamiento de 7 vacas cada uno. El protocolo de sincronización de la ovulación fue el mismo para ambos grupos.

El Día -2 todas las vacas recibieron 2 ml de un análogo de PGF2 α (500 μ g de Cloprostenol sódico, "Ciclase DL, Syntex") al igual que los días -1 y 2. En el día 0 se colocaron los implantes de P4 junto con 2 mg de benzoato de estradiol (BE, Benzoato, Syntex SA, Argentina), las vacas del Grupo 1 recibieron el dispositivo A (0,6 g de P4) mientras que las vacas del Grupo 2 (Control) recibieron el dispositivo B (DIB 1 g P4, Syntex SA, Argentina). En el Día 7 se retiró el dispositivo con progesterona y se inyectó 500 μ g de Cloprostenol sódico (Ciclase DL, Syntex SA). En el Día 8, es decir, 24 h más tarde, se aplicó 1 mg de BE para sincronizar la ovulación. Todas las aplicaciones se realizaron por vía intramuscular profunda, utilizando agujas 40 x 12.

RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS DE SANGRE

Las vacas de cada tratamiento fueron muestreadas diariamente, desde el Día 0 hasta el Día 9 a fin de determinar las concentraciones de P4 durante el tratamiento. Además se tomó una muestra a las 12 h de colocado el dispositivo. Las muestras de sangre fueron tomadas por punción en la vena yugular en un tubo de vidrio estéril sin anticoagulante y luego centrifugadas por 15 minutos a 3000 rpm, para separar el coagulo del suero, el cual fue depositado en tubos Eppendorf de 1.5 mL y congelados a -20 $^{\circ}$ c hasta el momento de su análisis. Las concentraciones de progesterona fueron determinadas por quimioluminiscencia.

ULTRASONOGRAFÍA

Todas las vacas fueron revisadas diariamente desde el Día 3 hasta el Día 11, con el fin de determinar el surgimiento de una nueva onda folicular y el momento de

la ovulación. La ultrasonografía fue realizada con un equipo Honda HSV100 con una frecuencia de 6 MHz. En cada observación se hizo un diagrama determinando la ubicación de cada folículo ≥ 3 mm de diámetro presente en el ovario y el CL. El surgimiento de la onda folicular fue determinado retrospectivamente como el primer día que se pudo identificar el folículo dominante ovulatorio con un diámetro > 3 mm de diámetro. La ovulación fue definida como el momento de la desaparición del ovario del folículo dominante preovulatorio identificado en la observación previa (Knopf et al., 1989).

EXPERIMENTO 2

Se utilizaron 69 vacas de la raza Aberdeen Angus, en un estado corporal de 2,5 a 4 en una escala de 1 a 5, en el establecimiento la Euskara, ubicado en la Zona Rural de la Localidad de Gral Baldisera, Provincia de Córdoba.

Los animales fueron divididos en dos grupos, uno de 34 vacas (Grupo A: Tratamiento) y otro grupo de 35 vacas (Grupo C: Control) que fueron tratados de la misma manera que los animales del Experimento 1.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Primero se realizó un análisis descriptivo exploratorio para estudiar el comportamiento de las diferentes variables como día de la emergencia de la nueva onda folicular, diámetro del folículo dominante en el día del retiro del dispositivo y

previo a la ovulación, crecimiento diario del folículo dominante e intervalo desde el retiro del dispositivo hasta ovulación.

Terminada la etapa exploratoria, se ajustó un análisis de varianza (ANAVA) para evaluar el efecto del tratamiento sobre las variables día de la emergencia de la onda folicular, tamaño del folículo dominante en el momento de la remoción del dispositivo y previo a la ovulación, crecimiento diario del folículo dominante y momento de la ovulación.

Para analizar las curvas de las concentraciones séricas de progesterona bajo los distintos tratamientos se ajustó un Análisis de la Varianza para modelos mixtos, considerando el tratamiento y día como variables fijas y a las vacas como variable aleatoria. Para todo el análisis estadístico se utilizó el software Infostat de la UNC.

En el Experimento 2 se compararon las tasas de preñez por regresión logística utilizando también el software Infostat de la UNC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles de P4 en el suero sanguíneo de las vacas tratadas están representados gráficamente en la Figura1. Hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0,05$) y entre días ($P < 0,01$) y una interacción día por tratamiento ($P < 0,01$). La concentración de P4 a las 12 y 24 h de la inserción fueron mayores ($P < 0,05$) en las vacas tratadas con el DIB de 1 g que en las tratadas con el dispositivo de 0,6 g.

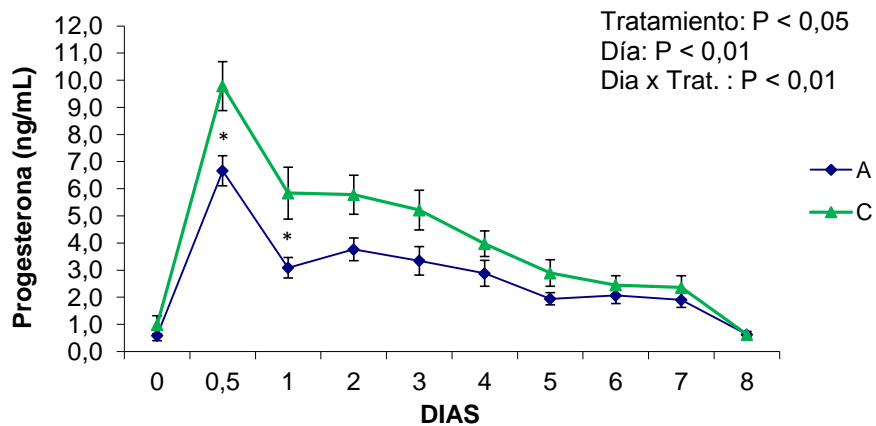


Figura 1. Concentraciones séricas de progesterona (ng/mL) a lo largo del tratamiento de sincronización de celo en el grupo A (Tratamiento) y C (Control). * $P < 0,05$

Tras estos resultados se puede considerar que los niveles en ambos casos se incrementan rápidamente por encima de 1ng/mL a las 12 horas de la aplicación, lo que supone una adecuada liberación de la P4. Además, si bien hay diferencias en las concentraciones a las 12 y 24 h de la inserción, las concentraciones obtenidas en ambos son suficientes para lograr un inicio de onda posterior tras la aplicación del BE (Bó, et al. 1995).

Posteriormente, las concentraciones de P4 bajan de forma gradual en cuanto transcurren los días del tratamiento, conforme se metaboliza la progesterona en el hígado, manteniendo niveles por encima de 1 ng/mL durante todo el tratamiento. Son necesarias concentraciones mayores a 1 ng/mL para evitar la ovulación del folículo dominante (Bó, et al. 2002c).

El control observado por medio de la ultrasonografía, nos demuestra que no hubo diferencias significativas en el día de surgimiento de la nueva onda folicular, de igual forma no se observan diferencias en el día de ovulación, ni tampoco en el diámetro del folículo dominante, al momento del retiro del implante, ni en el folículo preovulatorio (Tabla 1). Con una muy pequeña variación como se indica en la Figura 2.

Tabla 1 seguimiento folicular de Disp. A (Tratamiento) y Disp. C (control)

Grupo	n	Día inicio onda	Día de ov.	mm FD al Retiro disp.	mm FD Ov.	Crecimiento FD
A	6	3,8 ± 0,1	10,0 ± 0,0	9,2 ± 1,0	12,2 ± 0,7	3,0 ± 0,7
C	6	4,0 ± 0,0	10,0 ± 0,0	9,0 ± 0,8	12,3 ± 0,2	3,3 ± 0,7

Por otro lado, no hubo un efecto significativo de tratamiento ($P > 0,6$), ni interacción día por tratamiento ($P > 0,3$) en el análisis del perfil de crecimiento del folículo dominante.

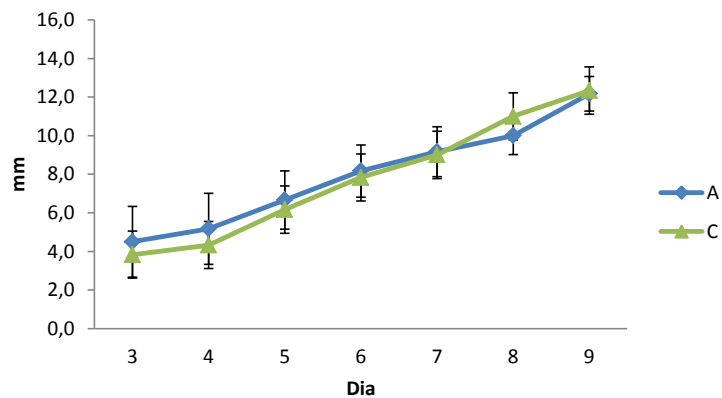


Figura 2 Seguimiento del fólculo ovulatorio en los grupos A (Tratamiento) y C (Control).

De la misma manera muestra la figura 3 que los animales tienen un inicio de onda sincrónico, posibilitando un recambio folicular que es muy importante para lograr una buena fertilidad en el caso de que los animales sean inseminados (Bó et al., 1995).

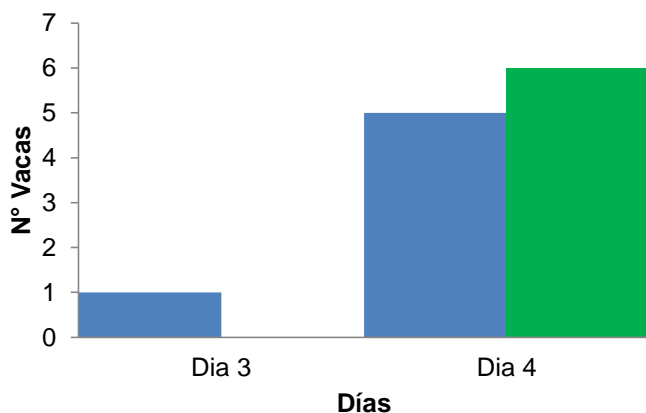


Figura 3 Relación entre el número de animales y el día de inicio de onda folicular en los grupos A (tratamiento) y C (control).

La sincronía nos permite implementar este tipo de protocolo con una expectativa de fertilidad buena, ya que se produce un recambio folicular y el surgimiento de una nueva onda, obteniendo un folículo que se espera ovule y sea apto para su fecundación (Bó et al., 2002c).

En cuanto la sincronía de ovulación, el retiro de la fuente exógena de P4 permite el aumento en la frecuencia de los pulsos de LH y el crecimiento de un folículo dominante que ovulara entre 48 y 72 horas después (Bo, et al. 2002c). En este caso se tuvo una sincronía adecuada que nos puede orientar a poder utilizar este tipo de protocolo en programas de IATF, ratificando que el implante es capaz de liberar la hormona hasta el día 7 de forma efectiva lo que permite una sincronización adecuada de la ovulación en un grupo de animales, observando datos muy similares

en el comportamiento del surgimiento de la nueva onda folicular, diámetro de foliculo ovulatorio y día de ovulación (Tabla1).

Experimento 2

Los resultados de la prueba a campo se muestran en la Tabla 2. No hubo diferencias significativa entre los tratamientos ($P>0.8$).

Tabla 2 Diagnóstico de preñez con la utilización de dos dispositivos intravaginales con P4.

GRUPO	N	P	%
A	34	15	44.1
C	35	17	48.5
Total	69	32	46.3

Las tasas de preñez en los dos grupos fueron muy similares, resultados que pueden ser explicados tras los resultados obtenidos de la sincronía de onda folicular y ovulación, tal cual se ha observado en otros trabajos realizados previamente (Bó et al., 2007).

Esto nos muestran resultados acordes con otros experimentos que demuestran que el uso del BE como inductor de la ovulación es efectivo, además de demostrar que el pico de LH ocurre en promedio a las 16 horas y la ovulación a las

40 horas pos BE (Bó et al., 2002c) por lo que hay que inseminar en promedio a las 52 horas para lograr la máxima fertilidad.

La efectividad mostrada del dispositivo nuevo en cuanto a la liberación de progesterona son observados de una manera determinante en esta prueba, ya que nos confirma que es posible una liberación de P4 pocas horas de la aplicación del implante y el sostenimiento de los niveles hormonales hasta su extracción el día 7, el cual permite desencadenar el posterior celo y ovulación con una buena fertilidad.

CONCLUSION

El análisis de P4 en sangre, el seguimiento secuencial por ultrasonografía y la prueba a campo nos dan como resultado que el nuevo dispositivo se comporta de forma muy similar al dispositivo control. Por lo tanto, podemos concluir que el nuevo dispositivo evaluado puede ser utilizado en programas de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas para carne.

BIBLIOGRAFIA

- Adams G. y Pierson, R. 1995. Bovine model for study of ovarian follicular dynamics in humans. *Theriogenology* 43:113-120.
- Adams G., Jaiswal R., Singh J. y Malhi P. 2008. Progress in understanding ovarian follicular dynamics in cattle. *Theriogenology* 69:72-80.
- Baruselli P.S., Reis E.L., Marques M.O., Nasser L.F. y Bó G.A. 2004. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Animal Reproduction Science*. 82-83: 479-486.
- Baruselli P.S., Sa Filho M., Martins C., Reis E.L., Nasser L.F. y Bó G.A. 2005. Novos Avancos nos tratamentos de superovulacao em doadoras de embriões bovinos. In: *Proceedings of the VI Simposio Internacional de Reproduccion Animal* p. 353–76.
- Bó G.A., Adams G.P., Pierson R.A. y Mapletoft R.J. 1995. Exogenous control of follicular wave emergence in cattle. *Theriogenology* 43: 31-40.
- Bó G.A., Adams G.P., Pierson R.A. y Mapletoft R.J. 2000. Local versus systemic effects of exogenous estradiol on ovarian follicular dynamics in heifers with progesterone ear implants. *Anim. Reprod. Sci.* 59:141-157.
- Bó G.A., Baruselli, P.S., Moreno D., Cutaia L., Caccia M., Tribulo R., Tribulo H. and 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. and Tribulo R. 2002b. Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina. Primera Parte. *Taurus* 14: 10-21.

Bó G.A., Cutaia L. y Tribulo R. 2002c. 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., Chesta P.M. y Martins C.M. 2006. The timing of ovulation and insemination schedules in superstimulated cattle. *Theriogenology* 65: 89–101.

Bó G.A., Cutaia L., Peres L.C., Pincinato D., Maraña D. y Baruselli P.S. 2007. Technologies for fixed-time artificial insemination and their influence on reproductive performance of *Bos indicus* cattle. *Soc. Reprod. Fertil. Suppl.* 64: 223–236.

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

Caccia M. 2003. Control de la dinámica folicular y producción de embriones bovinos. Tesis Doctoral. Facultad de ciencias exactas, Físicas y naturales Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 75 pp.

Colazo M.G., Bó G.A., Illuminanti H., Meglia G., Schmidt E.E., Bartolome J. 1999. Fixed-time artificial insemination in beef cattle using CIDR-B devices, progesterone and estradiol benzoate. *Theriogenology* 55:408 (abstract).

Colazo M.G., Martínez M.F., Small J.A., Kastelic J.P., Burnley C.A., Ward D. y Mapletoft R.J. 2005. Effects of Estradiol Valerate on Ovarian Follicle Dynamics and Superovulatory Response in Progestin-treated Cattle. *Theriogenology* 63:1454-1468.

Colazo M.G., Kastelic J.P., Small J.A., Wilde R.E., Ward D.R. y Mapletoft R.J. 2007. Ovarian follicular dynamics, CL function, estrus, ovulation, and fertility in beef cattle resynchronized with progestins and ECP, GnRH or progesterone. *Can. Vet. J.* 48:49-56.

Cutaia L., Tríbulo R., Alisio L., Tegli J., Moreno D. y Bó G.A. 2001. Efecto de los Tratamientos con Dispositivos DIV-B Nuevos o Reutilizados en los Índices de Preñez en Vacas y Vaquillonas Inseminadas a Tiempo Fijo (IATF). 4° Simposio Internacional de Reproducción Animal, Huerta Grande, Córdoba. pp. 244 (abstract).

Hafez E.S.E. 1996. Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. Sexta Edición., Editorial Interamericana, México D.F. 542 pp

Floman Y., Kaim M., Herz Z. y Rosemberg M. 1990. Comparison of methods for the synchronization of estrous cycles diary cows. *Journal Dairy Science* 73: 2817-2825.

Kastelic J.P. y Ginther O.J. 1991. Factors affecting the origin of the ovulatory follicle in heifers with induced luteolysis. *Anim Reprod. Sci.* 26:13-24.

- Kastelic J.P., Olson W.O., Martinez M., Cook R.B. y Mapletoft R.J. 1999. Synchronization of estrus in beef cattle with norgestomet and estradiol valerate. *Can. Vet. J.* 40:173-178.
- Knopf L, Kastelic J.P., Schallenberger E., Ginther O.J. 1989. Ovarian follicular dynamics in heifers: Test of two-wave hypothesis by ultrasonically monitoring individual follicles. *Domest. Anim. Endocrinol.* 6:111-120.
- Macmillan K. L. y Henderson H. V. 1984. Analyses of the variation in the interval from an injection of prostaglandin F2 alpha to oestrus as a method of studying patterns of follicle development during oestrus in dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 6:245-254.
- Macmillan K.L. y Peterson A.J. 1993. A new intravaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR-B) for estrus synchronization, increasing pregnancy rates and the treatment of post-partum anestrus. *Anim. Reprod. Sci.* 33: 1-25.
- Mapletoft, R.J. y Kastelic, J.P. 1996. Sincronización de celos en bovinos de carne. 2º Simposio Internacional de Reproducción Animal, Carlos Paz. Córdoba. Argentina pp. 131-143.
- Mapletoft R.J., Martinez M.F., Adams G.P., Kastelic J. y Burnley C.A. 1999. The effect of estradiol preparation on follicular wave emergence and superovulatory response in norgestomet-implanted cattle. *Theriogenology.* 51:411 (abstract).
- Mapletoft R.J., Bó G.A. y Adams G.P. 2000. Advances in the manipulation of donor cow and recipient estrus cycles in bovine embryo transfer programs. *Arq. Fac. Vet. UFRGS, Porto Alegre.* 28 p. 23-48.

Mapletoft R.J., Martinez M.F., Colazo M.G. y Kastelic J.P. 2003a. The Use of Controlled Internal Drug Release Devices for the Regulation of Bovine Reproduction. *J. Anim. Sci.* 81(E. Suppl. 2):E28–E36.

Mapletoft R.J., Colazo M.G., Martinez M.F. y Kastelic J.P. 2003b. Esteres de estrógeno para la sincronización de la emergencia de la onda folicular y la ovulación en animales tratados con dispositivos con progesterona. 5° Simposio Internacional de Reproducción Animal, Huerta Grande, Córdoba. pp. 55

Mapletoft R.J. y Bó G.A. 2013. ¿Que novedades hay en la superovulacion de ganado vacuno?. 10° Simposio Internacional de Reproducción Animal, , Córdoba, Argentina pp. 257

Martinez M.F., Adams G.P., Bergfelt D., Kastelic J.P. y Mapletoft R.J. 1999. Effect of LH or GnRH on the dominant follicle of the first follicular wave in heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 57:23-33.

Martinez M.F., Adams G.P., Kastelic J.P., Bergfelt D.R. y Mapletoft R.J. 2000. Induction of follicular wave emergence for estrus synchronization and artificial insemination in heifers. *Theriogenology* 54:757-769.

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

- Martínez M.F., Kastelic J.P. y Mapletoft R.J. 2007. Effects of estradiol on gonadotrophin release, estrus and ovulation in CIDR-treated beef cattle. *Dom. Anim. Endocrin.* 33:77-90.
- Mapletoft R.J, Bó G.A., Baruselli P.S. 2009. Control of ovarian function for assisted reproductive technologies in cattle. *Anim. Reprod.* 6 (1):114-124,
- Moreno, D.B. 2008. Control de la dinámica folicular en el Ganado bovino para carne: niveles hormonales y aplicaciones prácticas en la transferencia de embriones. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Tandil, Provincia de Buenos aires, Argentina. 86 pp.
- Momont, H.W. y Seguin, B.E. 1984. Influence of the day of estrous cycle on response to PGF2a products: Implications for AI programs for dairy cattle. 10th International Congress on Animal Reproduction 3: 336.
- Rathbone, M.J., Macmillan, K.L., Jöchle, W., Boland, M.P. y Inskeep, E.K. 1998. Controlled-Release Products for the Control of the Estrus Cycle in Cattle, Sheep, Goats, Deer, Pigs and Horses. *Critical Reviews in Therapeutic Drug Carrier System* 15(4): 285-380.
- Odde KG. 1990. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J. Anim. Sci.* 68:817-830.
- Wiltbank J.N., Zimmerman D.R., Ingalls J.E. y Rowden W.W. 1965. Use of progestational compounds alone or in combination with estrogen for synchronization of estrus. *J. Anim. Sci.* 24:990-994.

Wiltbank, M.C. 1997. How information of hormonal regulation of the ovary has improved understanding of timed breeding programs. Proceedings of the Annual Meeting of the Society for Theriogenology pp.83-97.