

ACTUALIZACIÓN SOBRE PROTOCOLOS DE IATF EN BOVINOS DE LECHE UTILIZANDO DISPOSITIVOS CON PROGESTERONA

Bó, G. A.¹; Cutaia, L. E.¹; Souza, A. H.² y Baruselli, E S.². 2009. Taurus, Bs. As., 11(41):20-34.

1.- Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC). Zona Rural, Estación Gral. Paz (5145), General Paz, Córdoba, Argentina. gabrielbo@iracbiogen.com.ar

2.- Departamento de Reprodução Animal, FMVZ-USP, Brasil.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Inseminación artificial](#)

1. Introducción
2. Sincronización de celo y ovulación
 - 2.1. Prostaglandina
 - 2.2. Protocolos con GnRH
 - 2.3. Tratamiento Pre-Synch Ovsynch
 - 2.4. Dispositivos de liberación de progesterona
 - 2.5. Tratamientos con dispositivos de liberación de progesterona, estradiol y eCG.
3. Resincronización del celo y la ovulación
4. Conclusiones
5. Agradecimientos
6. Bibliografía

RESUMEN

La eficiencia reproductiva es uno de los aspectos cruciales en la rentabilidad de las explotaciones lecheras. Sin embargo, el progresivo decaimiento de la fertilidad de las vacas en lactancia y el tiempo y esfuerzo que se requieren para realizar la detección de celos han afectado los parámetros reproductivos de los rodeos lecheros. La incorporación de técnicas diseñadas para controlar la dinámica folicular y la ovulación en los últimos años ha reducido los problemas asociados con la detección de celos y permitido sistematizar en gran medida los trabajos reproductivos en los tambos. Es posible optar por distintos tratamientos de sincronización de celos que van desde los más simples, que utilizan inyecciones periódicas de prostaglandina F_{2α}, a los más complejos, que utilizan además GnRH o dispositivos con progesterona. La adición de gonadotrofina coriónica equina (eCG) a los tratamientos con dispositivos con progesterona y estradiol ha brindado la posibilidad de aplicar la IATF con altas tasas de preñez en vacas para leche cíclicas y no cíclicas. El propósito de este trabajo es presentar datos de estudios en los que se aplicaron métodos de manipulación de ondas foliculares y ovulación por IATF sistemática en rodeos lecheros, prestando especial atención a los que utilizan dispositivos con progesterona.

Palabras clave: ganado lechero; sincronización de celos; IATF; dispositivos con progesterona; eCG.

1. INTRODUCCIÓN

La situación económica mundial requiere de prácticas de manejo eficaces para mejorar la rentabilidad de los establecimientos de producción de leche. Aunque los sistemas de manejo de los rodeos lecheros comerciales difieren en distintas partes del mundo, el objetivo reproductivo principal es preñar a las vacas lecheras lo más rápido posible después del parto²³. Sin embargo, el desempeño reproductivo ha disminuido progresivamente, debido principalmente a la disminución de la fertilidad de las vacas de leche^{22,51} y a la detección ineficiente de los celos en la mayoría de los sistemas de manejo^{23,50}.

En el manejo lechero actual, se considera que el concepto de la tasa de preñez cada 21 días es un índice confiable del desempeño reproductivo general porque indica la cantidad de vacas preñadas en cada período de 21 días, lo que permite cambios y mejoras rápidas²¹. Brevemente, la tasa de preñez en 21 días se obtiene al multiplicar la cantidad de vacas detectadas en celo y enviadas a servicio en 21 días (es decir, la cantidad de vacas inseminadas/ la cantidad de vacas elegibles para ser inseminadas en el rodeo) por la tasa de concepción (es decir, la cantidad de vacas preñadas/ la cantidad de vacas inseminadas). Por lo tanto, si la cantidad de vacas detectadas en celo y enviadas a servicio es del 70 % y la tasa de concepción es del 50 %, la tasa de preñez en 21 días es del 35 %. Por el contrario, si la cantidad de vacas detectadas en celo y enviadas a servicio es sólo del 40 % y la tasa de concepción es del 50 %, la tasa de preñez en 21 días es sólo del 20 %. Entre los años 2001 y 2003, la tasa promedio de preñez en 21 días en 257 rodeos lecheros de Argentina, que incluían a 70.000 vacas de leche, fue de entre el 15 y el 16 %¹¹. La cantidad de vacas detectadas en celo y enviadas a servicio fue del 45 % y la tasa de concepción fue

de entre el 36 y el 37 % para estos rodeos. Estos resultados no difirieron significativamente del desempeño reproductivo que otros autores reportaron en los Estados Unidos y en Canadá^{16,21}. Por lo tanto, un sistema eficaz para inseminar vacas en un período corto es muy importante para preñar a las vacas lo más rápido posible después del parto.

Una de las alternativas más útiles para incrementar la cantidad de vacas inseminadas en un período corto es la utilización de protocolos que sincronizan la ovulación y permiten la inseminación sistemática sin la necesidad de detectar celo, generalmente denominados protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Además, el desarrollo de protocolos para las vacas en anestro posparto permitirá la inseminación de una población de animales significativamente mayor. El propósito de este trabajo es presentar datos de estudios en los que se aplicaron métodos actuales de manipulación de ondas foliculares y ovulación por IATF sistemática en rodeos lecheros, prestando especial atención a los que se aplican actualmente en rodeos lecheros pastoriles en América del Sur.

2. SINCRONIZACIÓN DE CELO Y OVULACIÓN

2.1. Prostaglandina F2 α

La prostaglandina F2 α (PGF) ha sido el tratamiento comúnmente utilizado para la sincronización del celo en bovinos (revisado por³⁵). Los primeros estudios mostraron que la madurez del cuerpo lúteo (CL) en el momento del tratamiento con PGF influenciaba la respuesta luteolítica y que la PGF no inducía la luteólisis de manera efectiva durante los primeros 5 a 6 días después del celo³². Además, en los bovinos en los que la luteólisis se producía, el comienzo del celo se distribuía por un período de 6 días²⁴. Los estudios en los que se utiliza la ecografía en tiempo real revelaron que el intervalo desde el tratamiento con PGF hasta la manifestación del celo y la ovulación está determinado por la fase de desarrollo del folículo dominante en el momento del tratamiento²⁰. Si se administra PGF cuando el folículo dominante de una onda se encuentra en la última fase de crecimiento o en la primera fase estática, la ovulación se producirá entre 3 y 4 días. Por otro lado, el tratamiento con PGF administrado cuando el folículo dominante se encuentra en la fase estática media a tardía (es decir, cuando ya no es viable), producirá la ovulación del folículo dominante de la próxima onda folicular entre 5 y 7 días más tarde²⁰. Este intervalo refleja el tiempo necesario para que el folículo dominante de la onda nueva crezca y se desarrolle con un tamaño preovulatorio y afirma que la detección eficaz del celo es esencial para lograr altas tasas de preñez en programas de sincronización utilizando PGF.

2.2. Protocolos con GnRH

Los protocolos de tratamiento con GnRH han sido utilizados en gran medida durante los últimos años para la IATF de bovinos de carne y leche en los Estados Unidos^{18,36,37}. Estos protocolos de tratamiento consisten de una inyección de GnRH seguida de PGF 7 días más tarde y una segunda inyección de GnRH 48 h después del tratamiento con PGE. En los protocolos Ovsynch, las vacas son inseminadas a tiempo fijo al momento de la segunda GnRH, mientras que en los protocolos Ovsynch, las vacas son inseminadas a tiempo fijo 16 h después de la segunda GnRH³⁶. Varios reportes demostraron que los protocolos Ovsynch producen tasas de preñez similares a las que se obtienen en las vacas que fueron sincronizadas con PGF e inseminadas 12 h^{10,15,36,38,44,46,47} después de detectado el celo. Por lo tanto, esta técnica se utiliza en gran medida para inseminar vacas de leche.

La utilización del protocolo Ovsynch no tuvo éxito para sincronizar las vacas en anestro pos-parto. Este protocolo induce aparentemente la ovulación en un alto porcentaje de vacas de leche en anestro, pero algunas de estas vacas tienen una fase luteal posterior más reducida¹⁹, lo que produce tasas de concepción menores que en las vacas cíclicas. De esta manera, si bien el Ovsynch puede inducir la ovulación en vacas no cíclicas, la reducción en las tasas de concepción de estas vacas sigue siendo probable. En los últimos años, varios grupos de los Estados Unidos han combinado la utilización de un dispositivo de liberación de progesterona con el protocolo Ovsynch en vacas de leche no cíclicas. En este protocolo, las vacas tienen el dispositivo de liberación de progesterona colocado en la vagina en el momento en que se coloca la primera inyección de GnRH del protocolo Ovsynch y el dispositivo se retira durante el tratamiento con PGE. A pesar de que un experimento inicial reveló una mejora significativa en las tasas de preñez (55,2 % vs. 34,7 %; n=182) para las vacas tratadas o no tratadas con dispositivos de liberación de progesterona en el momento de la primera GnRH³⁹, una revisión reciente demostró⁴⁵ que los resultados varían sorprendentemente, pero en general las diferencias rondan entre el 6 al 8 %.

2.3. Tratamiento Pre-Synch Ovsynch

Se ha demostrado recientemente que la fase del ciclo estral en el momento en el que se administra la GnRH afecta los resultados del programa Ovsynch. Si se administra GnRH durante la primera fase de crecimiento del folículo dominante, es posible que no se produzca la ovulación en respuesta a liberación de LH, en cuyo caso, no se sincronizará la emergencia de la onda folicular. Moreira y col.³³ sugirieron que los bovinos responderán de manera más consistente a los protocolos con GnRH si éstos se inician entre los Días 5 y 12 del ciclo; esto se pue-

de lograr con la presincronización antes de la primera inyección de GnRH. Se ha demostrado que la presincronización con una o con dos dosis de PGF (con una diferencia de 14 días) mejora las tasas de preñez en los protocolos de IATF con GnRH. Sin embargo, es poco probable que los tratamientos con PGF mejoren la reproducción en vacas de leche no cíclicas, lo cual parece ser el caso según estudios previos³³. Además, con este tratamiento no pudimos mejorar las tasas de preñez en las vacas de leche en lactancia en un sistema pastoril, al mismo nivel que cuando se le agrego al Ovsynch la inserción de un dispositivo de liberación de progesterona entre los Días 0 y 7⁴⁹.

2.4. Dispositivos de liberación de progesterona

Existen diferentes dispositivos intravaginales comercialmente disponibles que están impregnados con diferentes cantidades de progesterona. Se diseñó un experimento para caracterizar los perfiles de liberación de progesterona en plasma de cuatro dispositivos. Se utilizaron vacas Holstein cíclicas y en lactancia, que recibieron dos inyecciones de PGF (150 µg D (+) cloprostenol, Bioprost-D, Biotay S.A., Argentina) con 14 días de intervalo y fueron asignadas de manera aleatoria a uno de los cuatro grupos y se les aplicaron dispositivos intravaginales de la siguiente manera: Cue-Mate (1,56 g de progesterona; Bioniche Animal Health Canadá Inc; n=10), DIB (1 g de progesterona; Syntex SA, Argentina; n=10), CIDR con 1,9 g de progesterona (Pfizer Salud Animal S.A., Argentina; n=10), o CIDR con 1,38 g de progesterona (Pfizer Animal Health, USA; n=10). Todos los dispositivos se colocaron 24 h después de la segunda PGF y se dejaron por 31 días. Se obtuvieron muestras de sangre para el análisis de progesterona en intervalos de 6 h durante las primeras 24 h, luego todos los días durante una semana y cada 2 días por 25 días más. Se observó a las vacas dos veces por día para confirmar que no se hubieran salido los dispositivos vaginales. Las vacas no mostraron evidencia de molestia con ninguno de los dispositivos vaginales y no hubo diferencias en las pérdidas. Tampoco hubo diferencias en los picos de las concentraciones de progesterona (ng/ml) entre los grupos (CueMate: 5,0±1,1; DIB: 3,9±0,6, 1,9 g CIDR: 4,6±0,6; 1,38 g CIDR 3,7±0,4; P=0,51). Las concentraciones medias (±EE) de progesterona en el período de inserción de 31 días difirieron entre 1,9 g CIDR (1,8±0,2 ng/ml) y DIB (1,5±0,1 ng/ml, P<0,006). Con Cue-Mate (1,5±0,2 ng/ml) y 1,38 g CIDR (1,6±0,1 ng/ml) fueron intermedias y no difirieron entre sí. Cuando se evaluaron los datos desde la inserción hasta el Día 7, las concentraciones de progesterona en plasma no difirieron entre los grupos. Sin embargo, las concentraciones de progesterona desde la inserción hasta el Día 21 fueron mayores (P<0,03) en las vacas con 1,9 g CIDR (2,1±0,1 ng/ml) que en las vacas con DIB (1,6±0,1 ng/ml) o 1,38 g CIDR (1,6±0,1 ng/ml), con Cue-Mate (1,7±0,1 ng/ml) intermedio y no diferente (Figura 1). Se arribó a la conclusión de que los perfiles de progesterona en las vacas Holstein en lactancia no presentaron diferencias entre los diferentes dispositivos de liberación de progesterona.

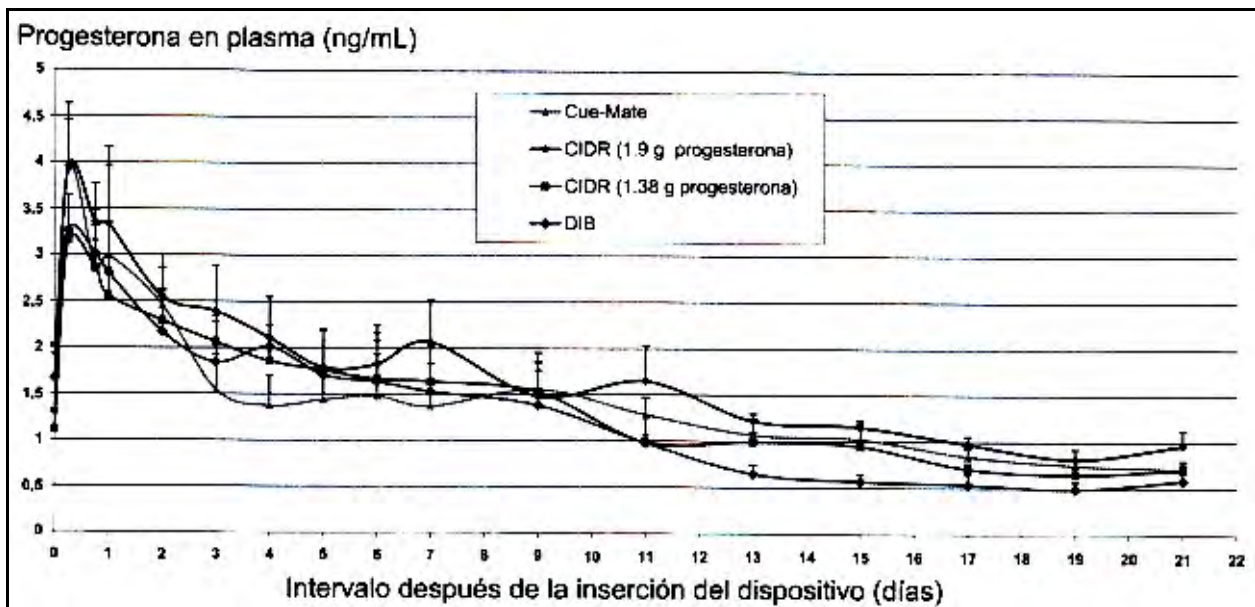


Figura 1.- Concentraciones de plasma en vacas Holstein en lactancia tratadas con Cue-Mate (1,56 g de progesterona; n=9), CIDR con 1,9 g de progesterona (n=7), CIDR con 1,38 g de progesterona (n=9) o DIB (1 g de progesterona, n=10) durante 21 días en vacas lecheras en lactancia en las que se había inducido la regresión luteal con PGF. Las concentraciones de progesterona en plasma no difirieron en las vacas tratadas con un dispositivo CIDR con 1,9 g de progesterona y a las que se les aplicó Cue-Mate (P>0,25). Sin embargo, las concentraciones de progesterona en plasma en las vacas tratadas con CIDR con 1,9 g de progesterona fueron superiores a las de las vacas tratadas con DIB (P<0,03) o CIDR con 1,38 g de progesterona (P<0,03).

Sin embargo, el tratamiento con DIB o 1,38 g de CIDR resultó en perfiles menores de concentraciones de progesterona en plasma durante 21 días, lo que indica que los dispositivos que poseen mayor cantidad de progesterona

na liberaron progesterona por un período más prolongado que los dispositivos con menor cantidad de progesterona.

Se han utilizado cada vez más tratamientos con estradiol y progesterona durante los últimos años en programas de sincronización de celo en ganado bovino de carne y leche ^{2, 3, 4, 5, 7, 14, 25, 26, 30}.

Los tratamientos consisten en la inserción de un dispositivo de liberación de progesterona y en la administración de estradiol el Día 0 (para sincronizar la emergencia de la onda folicular y evitar el desarrollo de folículos persistentes), PGF al momento de la remoción del dispositivo los Días 7 u 8 (para asegurar la luteólisis) y la subsecuente aplicación de una dosis menor de estradiol 24 h más tarde o GnRH/LH 48 a 54 h más tarde para sincronizar la ovulación. Los productores de leche de todo el mundo utilizaron estos protocolos y obtuvieron tasas entre 35 y 55 %. Las tasas de preñez estuvieron principalmente influenciadas por el escore de condición corporal, los días en lactancia de los animales sincronizados y la producción de leche de las vacas.

2.5. Tratamientos con dispositivos de liberación de progesterona, estradiol y eCG.

Bajo condiciones normales, una vaca posee el potencial de ovular poco tiempo después del parto. Sin embargo, el ganado bovino lechero bajo condiciones de pastoreo con frecuencia posee una alta incidencia de anestro posparto que extiende el intervalo desde el parto hasta la concepción y como consecuencia, afecta de manera negativa su desempeño reproductivo. La utilización de 400 UI de eCG al momento de retirar el dispositivo de liberación de progesterona dio como resultado un aumento en la concentración de progesterona en plasma y en las tasas de preñez en vacas con cría al pie tratadas durante el anestro posparto. Desarrollamos la hipótesis de que el tratamiento con eCG puede resultar útil para aumentar las tasas de preñez dado que la IATF mejora la eficiencia reproductiva en los rodeos lecheros pastoriles.

Se diseñaron tres experimentos para evaluar los efectos de diferentes tratamientos para sincronizar la ovulación en las tasas de preñez después de la IATF en vacas lecheras en lactancia. En el Experimento 1, se utilizaron 40 vacas Holstein con $57,8 \pm 1,5$ días de posparto (rango, 47 a 82 días), con una producción de leche de $30,2 \pm 0,8$ kg por día (rango, 14,0 a 40,7 L) y un escore de condición corporal (BCS) de $2,8 \pm 0,0$ (rango, 2,5 a 3,5; escala de 1 a 5) y lactancias de $2,5 \pm 0,2$ (rango, 1 a 7). Las vacas se alimentaban con alfalfa y recibían un complemento de raciones balanceadas con el 13 % de proteína bruta (320 g/L de leche), más ensilaje de maíz (20 kg/vaca). Las vacas se agruparon por días posparto y fueron asignadas de manera aleatoria a 1 de los 4 grupos de tratamiento. A las vacas en los grupos de tratamiento con progesterona y estradiol (P4+EB) se les aplicó un dispositivo intravaginal de liberación de progesterona (1 g P4, DIB, Syntex, Argentina) y 2 mg de benzoato de estradiol (EB) i.m. el Día 0. El día 8 se retiraron los dispositivos de progesterona y se les aplicó PGF (150 in D (+) cloprostenol, Cicla-se, Syntex) y se las subdividió para administrarles 400 UI eCG (Novormon 5000, Syntex) i.m., o no recibieron ningún otro tratamiento en ese momento. El Día 9, a todas las vacas se les aplicó 1 mg de EB y se les realizó la IATF 36 h más tarde (60 h después de la remoción del dispositivo). El Día 0, a las vacas de los grupos P4-Synch se les colocó un DIB y 50 rg de GnRH (Lecirelina, Gonasyn, Syntex) i.m. El Día 7, se retiraron los dispositivos; se les aplicó PGF y se las dividió para aplicarles 400 UI eCG Lin. o no recibieron ningún otro tratamiento. El Día 9, todas las vacas recibieron un segundo tratamiento con GnRH y se les realizó la IATF 16 h más tarde (60 h después de la remoción del dispositivo). Desde el Día 0 al Día 9, se examinaron todas las vacas a diario con ultrasonografía para determinar el momento de emergencia de la onda folicular y cada 6 h a partir del Día 9 para determinar el momento de la ovulación. No existieron diferencias entre los grupos de tratamientos en cuanto a la cantidad de vacas que comenzaron una onda folicular nueva ($P > 0,12$). Sin embargo, si se compara con las vacas tratadas con GnRH ($P < 0,01$, Tabla 1), la emergencia de la onda folicular se demoró en las que fueron tratadas con EB.

Tabla 1.- Tiempo de emergencia de la onda folicular en vacas lecheras en lactancia tratadas con dispositivos de liberación de progesterona y 2 mg EB ó 50 pg de Lecirelina (GnRH) el Día 0.
s,b Las medias difieren significativamente ($P < 0,01$).

	Vacas con una onda folicular nueva	Emergencia de la onda folicular (día)	Rango (días)
EB	15/20 (75,0 %)	$3,8 \pm 0,2^a$	3 a 6
GnRH	18/20 (90 %)	$1,6 \pm 0,2^b$	1 a 4

En la Tabla 2, se muestra la cantidad de vacas que ovularon, el tiempo de ovulación y las características del folículo ovulatorio. El tratamiento (GnRH vs. EB, $P=0,55$), eCG ($P=0,22$) o su interacción ($P=0,24$) no tuvieron efecto sobre el diámetro del folículo dominante en el momento de la remoción del dispositivo de liberación de progesterona. El tratamiento (GnRH vs. EB, $P=0,41$), eCG ($P=0,26$) o su interacción ($P=0,33$) tampoco tuvieron un efecto significativo sobre el diámetro del folículo ovulatorio. Únicamente existió una tendencia a un intervalo más largo hasta la ovulación en las vacas tratadas con GnRH ($P < 0,09$); pero el tiempo de ovulación no estuvo influenciado por eCG ($P=0,84$) ni por la interacción EB vs. GnRH y eCG ($P=0,45$; Tabla 2).

Tabla 2.- Tiempo de ovulación y características del folículo ovulatorio en vacas lecheras en lactancia tratadas con un dispositivo de liberación de progesterona y EB ó 501_1.9 de Lecirelina (GnRH) al momento de la inserción del dispositivo y luego de la remoción del mismo, con o sin la adición de eCG al momento de la remoción del dispositivo.

Efectos principales	Vacas que ovularon	Intervalo desde la remoción del dispositivo hasta la ovulación (h)	Diámetro del folículo al momento de remoción del dispositivo (mm)	Diámetro del folículo al momento de la ovulación (mm)	Crecimiento del folículo desde la remoción del dispositivo hasta la ovulación
EB	17/20 (85,0%)	71,3 ± 1,8 ^a	12,6 ± 1,0	15,5 ± 0,9	0,8 ± 0,2
GnRH	19/20 (95,0%)	75,2 ± 1,6 ^b	13,1 ± 0,5	15,6 ± 0,5	0,8 ± 0,1
eCG	18/20 (90,0%)	73,3 ± 1,8	12,2 ± 0,5	15,0 ± 0,7	0,9 ± 0,1
Sin eCG	18/20 (90,0%)	73,3 ± 1,8	13,5 ± 1,0	16,2 ± 0,7	0,7 ± 0,1

^{a,b} Las medias tendieron a diferir (P<0,09).

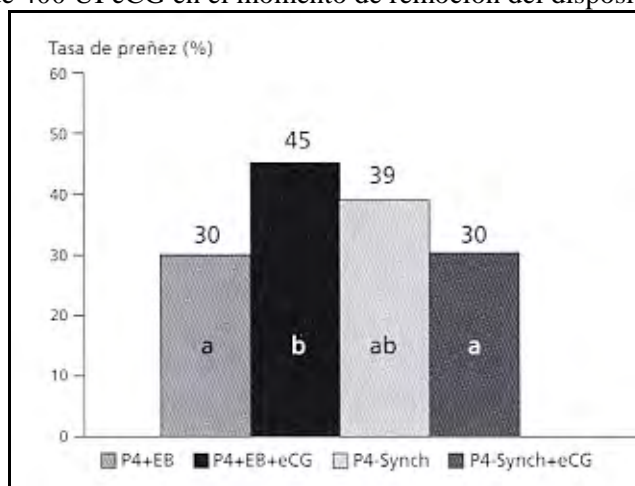
Estos resultados fueron diferentes a los obtenidos en los bovinos para carne. La diferencia más notoria es que en estos últimos, entre el 90 y el 100 % de las vacas tratadas con EB presentaron una onda folicular nueva, que emergió entre 2 y 5 días más tarde^{2,3,4,34} pero en el presente estudio sólo el 75 % de los animales tratados presentaron una onda folicular nueva durante el período de tratamiento, lo que indica que estas vacas podrían tener menor fertilidad a la IATF debido a la ovulación de un folículo persistente. En comparación con los bovinos para carne, el motivo de la respuesta inferior al tratamiento está posiblemente relacionado con una tasa superior del metabolismo del estradiol en las vacas en lactancia.

En el presente experimento, eCG no aumentó el diámetro del folículo ovulatorio, según se reportó en determinados experimentos realizados en bovinos para carne²⁹. Sin embargo, otro experimento que se realizó recientemente en Brasil reveló que los tratamientos con eCG producen niveles superiores de progesterona sérica en la fase luteal siguiente, lo que sugiere que eCG estimula el desarrollo de un CL más competente. Esto, a su vez, puede producir un incremento en la tasa de preñez⁴¹, según mostramos en el caso de los bovinos para carne¹.

Aunque en este estudio en particular no se ha determinado la relación que existe entre la producción de leche y la emergencia de la onda, un experimento reciente realizado en Brasil mostró una correlación negativa significativa ($r = -0,40$; $P < 0,05$) entre la producción de leche y el intervalo hasta la emergencia de la onda después del tratamiento con ODB. Las vacas con mayor producción de leche (>35 kg/día) poseen una emergencia más temprana ($P < 0,05$) de la onda folicular ($3,5 \pm 0,2$ días) que las que poseen una producción menor (<25 kg/día; $4,6 \pm 0,3$ días). Las vacas que producen entre 25 y 35 kg/día poseen un intervalo intermedio hasta la emergencia folicular ($4,0 \pm 0,2$) que no difirió de los otros grupos. Estos datos sugieren que el nivel de producción de leche afecta el tiempo de la emergencia folicular en vacas Holstein en lactancia tratadas con EB. Se deben realizar estudios en el futuro para evaluar la dosis de EB más adecuada para las vacas que producen más de 35 kg de leche por día.

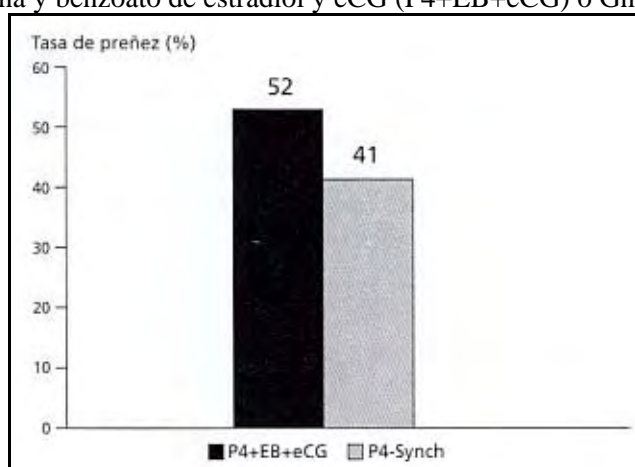
En el Experimento 2, se utilizaron 394 vacas Holstein que tenían $61,7 \pm 13,6$ días posparto (rango entre 35 y 94 días), con una producción de leche de $30,7 \pm 6,8$ kg por día (rango entre 12,0 y 52,4 kg) y una condición corporal (BCS) entre 2,5 y 3,5 en una escala de 1 a 5. Las vacas fueron agrupadas por días de posparto y asignadas de manera aleatoria a los mismos cuatro grupos de tratamiento que en el Experimento 1. En este experimento, se obtuvieron muestras de sangre entre los Días -10 y 0 para determinar las concentraciones de progesterona en plasma; el 93 % de las vacas tenían >1 mg/mL de progesterona en al menos una muestra, lo que indica una tasa elevada de ciclicidad. Las vacas fueron examinadas mediante palpación rectal 50 días después de la IATF para determinar la condición de preñez y los datos se analizaron mediante regresión logística. Las tasas de preñez no estuvieron afectadas por la BCS, días de posparto, ni por producción de leche ($P > 0,5$). Sin embargo, hubo una interacción con eCG ($P < 0,05$) que se le atribuyó a una tasa de preñez superior en el grupo P4 +EB+ eCG (44/98; 44,9%) que en el grupo P4+EB (sin eCG; 30/100; 30,0 %) y que en el grupo P4-Synch+eCG (30/98; 30,6 %); el grupo P4-Synch (sin eCG) presentó una tasa de preñez intermedia que no difirió de los otros grupos de tratamiento (37/98; 38,8%; Figura 2).

Figura 2. Tasas de preñez en vacas de leche en lactancia tratadas con dispositivos de liberación de progesterona y benzoato de estradiol (grupos P4+EB) o GnRH (grupos P4-Synch) con o sin la adición de 400 UI eCG en el momento de remoción del dispositivo (ab P<0,05).



El Experimento 3 se diseñó para comparar aún más los dos grupos del Experimento 2 que presentaban tasas de preñez superiores. Por lo tanto, se trataron 200 vacas Holstein en lactancia del mismo establecimiento con los protocolos P4 4-EB+eCG o P4-Synch (sin eCG) mediante la utilización de DIB o CIDR en un diseño factorial 2 x 2. Al igual que en el Experimento 2, las vacas fueron examinadas mediante palpación rectal 50 días después de la IATF para determinar la condición de preñez y los datos se analizaron mediante regresión logística. No se detectaron diferencias significativas ($P=0,40$) en las tasas de preñez entre las vacas tratadas con DIB (51/100; 51,0 %) o CIDR (42/100; 42,0 %). Sin embargo, existió una diferencia numérica ($P=0,18$) (aunque no significativa) en las tasas de preñez entre los grupos P4+EB+ eCG (52/100; 52,0%) y P4- Synch (sin eCG; 41/100; 41,0%) (Figura 3).

Figura 3. Tasas de preñez en vacas de leche en lactancia tratadas con dispositivos de liberación de progesterona y benzoato de estradiol y eCG (P4+EB+eCG) o GnRH (P4-Synch).



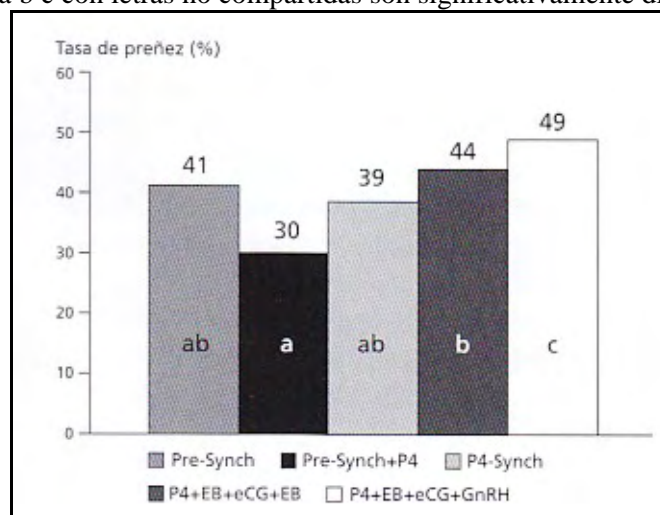
Dado que el tratamiento de presincronización mostró una mejora en las tasas de preñez de los protocolos Ovysnch³³, se diseñó un cuarto experimento para comparar las tasas de preñez en las vacas tratadas con un programa de pre-synch con los tratamientos P4 +EB+ eCG y P4-Synch evaluados en los estudios anteriores. Se utilizaron quinientas vacas del mismo establecimiento que en los tres estudios anteriores. Las vacas tenían entre 30 y 51 días posparto (al momento de aplicar los tratamientos con PGF en los grupos de pre-synch), una producción de leche de $29,5 \pm 7,0$ kg por día (rango de 13,0 hasta 46,0 kg) y una BCS entre 2,5 y 3,5 en una escala de 1 a 5. Las vacas fueron agrupadas por días de posparto y asignadas a cinco grupos de tratamiento de manera aleatoria. A las vacas del grupo de PreSynch se les aplicó PGF 28 y 14 días antes de la inserción de un dispositivo DIB y de la administración de 50 ng de Lecirelina (GnRH) i.m. (Día 0). El Día 7, se retiraron los DIB y se les aplicó PGF. El Día 9, todas las vacas recibieron un segundo tratamiento con GnRH y se les realizó la IATF 16 h más tarde (60 h después de la remoción del dispositivo). Las vacas en el grupo PreSynch+P4 fueron tratadas de manera similar, con la excepción de que se les aplicó un DIB durante 7 días antes de la segunda inyección de PGF y no recibieron DIB en el momento de la primera GnRH.

Las vacas del grupo P4-Synch recibieron el mismo tratamiento que las del grupo Pre-synch, pero no se les aplicaron las dos dosis de PGF 28 y 14 días antes. Las vacas de los dos últimos grupos recibieron un DIB y 2 mg

de EB el Día 0. El Día 8, se retiraron los DIB y se les aplicó PGF y 400 UI eCG i.m. A las vacas del grupo P4+EB+eCG+EB se les aplicó 1 mg de EB el Día 9, mientras que a las del grupo P4+EB+eCG+GnRH se les aplicó GnRH el Día 10. Todas las vacas fueron inseminadas a tiempo fijo 60 h después de la remoción del dispositivo. Las vacas fueron examinadas mediante palpación rectal 50 días después de la IATF para determinar la condición de preñez y los datos se analizaron mediante regresión logística.

Según se muestra en la Figura 4, los dos grupos tratados con DIB, EB y eCG presentaron tasas de preñez más elevadas y el grupo en el que se colocó el DIB antes del segundo PGF (PreSynch+P4) presentó la menor tasa de preñez. Las tasas de preñez en los otros grupos fueron intermedias y no se diferenciaron de los extremos.

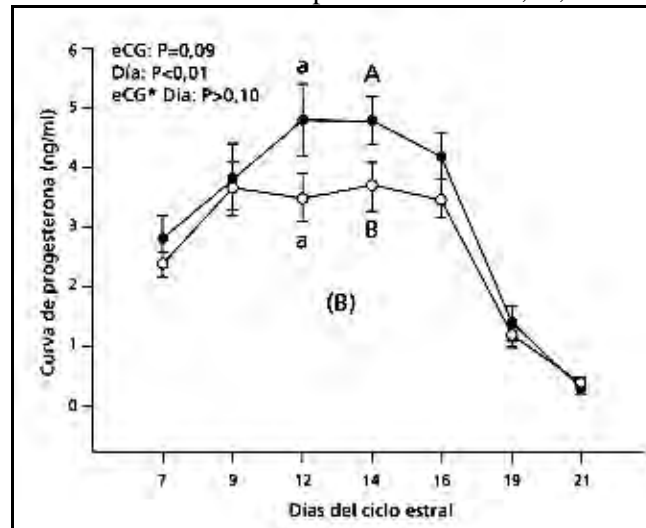
Figura 4. Tasas de preñez en vacas lecheras en lactancia tratadas con protocolos de IATF. Los porcentajes a b c con letras no compartidas son significativamente diferentes ($P < 0,05$).



Los resultados de estos experimentos sugieren que la incorporación de eCG mejorará las tasas de preñez después de la IATF en vacas lecheras en lactancia. Cuando se consideran los tres experimentos juntos, las tasas de preñez fueron significativamente superiores ($P < 0,008$) en las vacas tratadas con P4 +EB+eCG (145/298; 48,7 %) que en las vacas tratadas con P4-Synch (117/298; 39,3 %). Por el contrario, eCG no mejoró las tasas de preñez en las vacas a las que se les aplicó GnRH en el momento de inserción del dispositivo de liberación de progesterona, lo que posiblemente se deba a las diferencias en la dinámica de las ondas foliculares entre las vacas tratadas con EB y las tratadas con GnRH. Se deben realizar más estudios para investigar el intervalo más adecuado entre la administración de GnRH y el tratamiento con eCG en vacas lecheras en lactancia. En estudios preliminares, el intervalo de 5 o 6 días entre GnRH y eCG podría ser más adecuado que el de 7 días para vacas lecheras en lactancia.

También se estudió el tratamiento de las vacas lecheras en lactancia con eCG junto con dispositivos de liberación de progesterona y EB en un sistema free stall en Brasil, en establecimientos de parición estacional en Argentina y más recientemente en Nueva Zelanda. El objetivo del estudio realizado en Brasil era evaluar los efectos del eCG y del cipionato de estradiol (ECP) en el pico de LH y en la tasa de concepción en vacas Holstein de alta producción en las que se utilizan protocolos para IATF⁴². Las vacas producían $36,2 \pm 0,4$ kg/día y tenían $151,6 \pm 3,5$ días en lactancia. Se utilizaron los mismos tratamientos hormonales en 22 rodeos lecheros (Free-stall). El Día 0, a todas las vacas se les aplicó 2 mg de ODB (Estrogin, Farmavet, Brasil) y un dispositivo de liberación de progesterona (CIDR, Pfizer Animal Health, Brasil). El Día 8, se retiró el CIDR y a todos los animales se les aplicó PGF (Lutalyse, Pfizer, Brasil). Las vacas se asignaron de manera aleatoria a 1 de 4 grupos de tratamiento. Grupo 1: eCG (400 UI; Folligon, Intervet, Brasil) + ECP (1 mg) el Día 8; Grupo 2: eCG el Día 8 + GnRH (Fertagyl, Intervet, Brasil) 48 h más tarde; Grupo 3: ECP (1 mg) el Día 8 y Grupo 4: GnRH 48 h más tarde. En la fase I ($n=31$), se examinó a las vacas por ecografía cada 12 h y se obtuvieron muestras de sangre cada 4 h a partir de 30 hasta 60 h luego de la remoción del CIDR. En la Fase II, se realizó un estudio de campo ($n=782$) con los mismos tratamientos hormonales. Se inseminó a todos los animales entre 56 y 58 h después de la remoción del CIDR. El diagnóstico de preñez se realizó mediante ecografía entre 30 y 40 días después de la IATF. A pesar de la utilización de diferentes drogas para inducir la ovulación (ECP vs. GnRH) al finalizar los tratamientos hormonales, no hubo diferencias en las características del pico de LH preovulatorio entre los grupos experimentales (media de $43,5 \pm 1,5$ h luego de la remoción del CIDR). Sin embargo, como ya se explicó antes, las vacas tratadas con eCG tuvieron mayores niveles de progesterona en el ciclo estral subsiguiente a la sincronización e IATF (Figura 5).

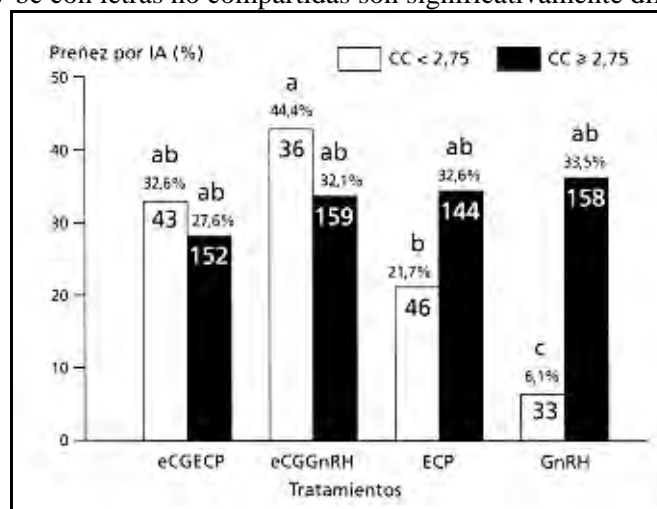
Figura 5. Niveles plasmáticos de progesterona en vacas lecheras en lactancia sincronizadas con dispositivos con progesterona y EB y que recibieron además eCG o no eCG en el momento de la remoción del dispositivo o b $P < 0,05$; A'B $P < 0,10$).



Las tasas de preñez en Grupo 1 (29,1%), Grupo 3 (30,9%) y Grupo 4 (28,9 %) no presentaron diferencias. Por otra parte, las vacas en el Grupo 2 presentaron tasas de preñez más altas (33,8 %) que en el Grupo 4 ($P=0,02$). Además, las diferencias en las tasas de preñez fueron más evidentes entre las vacas con una BCS más baja ($<2,75$); en las vacas tratadas con eCG (44,4 %), las tasas fueron mayores que en las que no fueron tratadas con eCG (6,1%; $P < 0,05$; Figura 6).

Figura 6. Tasas de preñez en vacas lecheras en lactancia con una condición corporal (BC5) mayor o menor a 2,75 y tratadas con diferentes protocolos de IATF, utilizando o no eCG en el momento de la remoción del dispositivo con progesterona y ECP o GnRH como inductores de la ovulación.

Los porcentajes 'bc con letras no compartidas son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

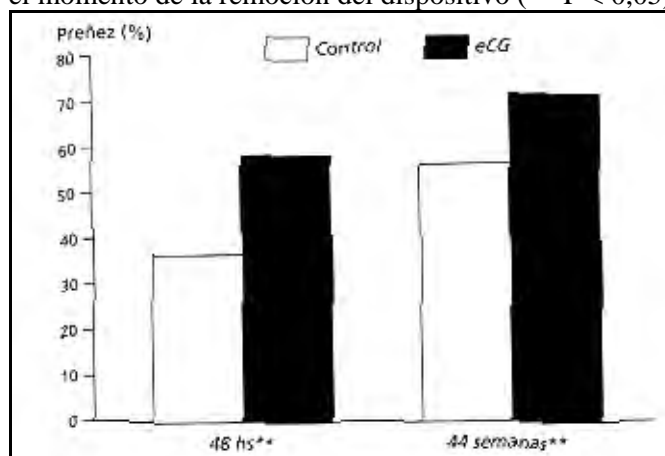


Por el contrario, las tasas de preñez no difirieron en las vacas con $BCS > 2,75$ y tratadas (32,1 %) o no tratadas (33,5 %) con eCG. Estos resultados sugieren que eCG incrementa las tasas de preñez en las vacas de alta producción, especialmente en aquellas con una BCS más baja.

Se realizó otro experimento en un rodeo pastoril y de parición estacional en Argentina. Las vacas ($n=81$) eran Holstein y Holstein x Jersey con una BCS de $2,7 \pm 0,3$ en una escala de 1 a 5, que producen $21,8 \pm 5,1$ kg de leche y tienen $132,8 \pm 86,2$ días en lactancia. Las vacas fueron agrupadas por días en lactancia y asignadas de manera aleatoria a 1 de los 2 grupos de tratamiento. El Día 0, las vacas recibieron un DIB y 2 mg de EB i.m. El Día 8, se retiró el DIB y se les aplicó PGF y se las subdividió para administrarles 400 UI eCG i.m. o no recibieron ningún otro tratamiento en ese momento. El Día 9, a todas las vacas se les aplicó 1 mg de EB y se les realizó la IATF entre 54 y 56 h después de la remoción del dispositivo. Para determinar la preñez se examinó a las vacas mediante ultrasonografía 35 días después de la IATF. Las tasas de preñez fueron significativamente mayores en las vacas tratadas con eCG (21/46; 45,6 %) que en las que no recibieron eCG (8/35; 22,8 %; $P < 0,05$).

Por último, el experimento realizado en Nueva Zelanda se diseñó para comparar la respuesta reproductiva de las vacas lecheras en lactancia y de parición estacional a las que se les diagnosticó anestro anovulatorio mediante palpación para los dos sistemas de tratamiento diferentes⁸. A las vacas de seis tambos comerciales se les pintó la base de la cola durante 3 semanas y se las seleccionó en base a la actividad de celo visible y a la ausencia de un CL mediante palpación rectal 7 días antes del inicio de servicio planificado (PSM). A todas las vacas se les aplicó un dispositivo de liberación de progesterona con 1,56 g de progesterona (Cue-Mate, Bioniche Animal Health) durante 8 días y 2 mg de EB en el momento de inserción del dispositivo (Día 0) y 1 mg de EB 24 h después de la remoción del dispositivo (Día 9). Aproximadamente la mitad de las vacas fueron asignadas de manera aleatoria y se les aplicaron 400 UI de eCG (Pregnenol, Bioniche Animal Health) el día de remoción del dispositivo (Día 8). Se sirvió a todas las vacas que fueron observadas en celo después de la remoción del Cue-Mate y las no observadas en celo fueron inseminadas a tiempo fijo 36 h después del EB (60 h después de la remoción del dispositivo). Los resultados contemplados fueron la tasa de concepción en las primeras 48 h después del tratamiento y la tasa de preñez durante los primeros 28 días de comenzado el servicio. Las vacas tratadas con eCG tuvieron más posibilidades de concebir durante las primeras 48 h después del tratamiento (eCG: 48,9%; n = 432 vs. sin eCG: 43,1%; n = 420; P = 0,059). El efecto del eCG fue mayor en las vacas con más de 5 años (Figura 7), de manera tal que este estrato de vacas tuvo significativamente más posibilidades de concebir dentro de las 48 h (P = 0,003; RR 1,52; 95% CI: 1,15 a 2,01) y más posibilidades de estar preñadas en las primeras 4 semanas de la temporada de servicio (P = 0,02; RR 1,21; 95% CI: 1,03 a 1,43). Se concluyó que la adición de una inyección de 400 UI de eCG en el Día 8 en un sistema estándar de progesterona y estradiol, incrementaba significativamente la posibilidad de preñez dentro de 48 h y 7 días, especialmente en las vacas con más de 5 años. Este experimento es especialmente importante para los rodeos de parición estacional en los que es muy importante que las vacas conciban lo más rápido posible dentro de los 90 días después de la parición para mantener un intervalo anual de parición de 365 días. Es posible que las tasas de anestro en determinados rodeos sean altas y es importante el incremento del 5 % en las tasas de concepción después de la adición de eCG. Estos datos no sólo demuestran una mejora significativa en las tasas de preñez con sistemas actuales de tratamiento, sino que además ponen de manifiesto, desde el punto de vista práctico, cuáles son los grupos específicos de vacas que tienen más posibilidad de beneficiarse con el tratamiento con eCG.

Figura 7. Tasas de preñez durante las primeras 48 h después del tratamiento de sincronización y las primeras 4 semanas de iniciado el servicio en vacas lecheras en anestro postparto sincronizadas con dispositivos con progesterona y EB y que recibieron además eCG o no eCG (control) en el momento de la remoción del dispositivo (** P < 0,05).



3. RESINCRONIZACIÓN DEL CELO Y LA OVULACIÓN

Los sistemas agresivos de manejo reproductivo para vacas lecheras en lactancia constan de tres estrategias que se pueden implementar a comienzos del período de servicio: 1) someter a todas las vacas a la primera IA postparto al finalizar el período de espera voluntario, 2) identificar a las vacas no preñadas lo más pronto que sea posible, y 3) volver a preñar a las vacas abiertas lo más rápido que sea posible después de la última preñez. Es muy importante volver a preñar oportunamente a las vacas lecheras en lactancia que no conciben en la primera IA para mejorar el desempeño reproductivo de un rodeo determinado. Se han utilizado exitosamente dos enfoques para volver a inseminar a las vacas que están abiertas después de la primera IA. Uno de los enfoques aplicado frecuentemente en América del Norte consiste en la utilización de ultrasonografía para el diagnóstico temprano de la preñez y utilizar tratamientos del tipo Ovsynch que comienzan en ese momento o 7 días antes del diagnóstico con ultrasonografía (es decir, a todas las vacas se les administra GnRH 26 o 33 días después de la primera IA y a las vacas no preñadas se les aplica PGF 7 días después del diagnóstico de preñez, seguido de GnRH 48 h más tarde y IATF 12

a 16 h más tarde). El otro enfoque consiste en la utilización de un dispositivo de liberación de progesterona que se reinserta en todas las vacas 13 ± 1 días después de la primera IA y se retira 7 u 8 días más tarde²⁸. Generalmente, la inserción del dispositivo de liberación de progesterona se combina con la administración de 1 mg de EB en el momento de la inserción y 0,5 o 1 mg de EB 24 h después de la remoción del dispositivo^{27,28}. Las vacas no preñadas muestran signos de celo dentro de las 48 a 72 h después de la remoción del dispositivo y se las insemina 12 h más tarde. Este enfoque demostró ser muy eficaz en los rodeos de parición estacional en Australia, en los que las vacas fueron resincronizadas dos veces (es decir primer, segundo y tercer servicio). Más recientemente, hemos utilizado este protocolo para cinco ciclos consecutivos en rodeos de leche pastoriles en Argentina, con una tasa general de preñez del 30 % por ciclo y se obtuvo una preñez del 80 % a los 100 días en lactancia¹². En un estudio posterior, las vacas fueron resincronizadas por 3 ciclos consecutivos después de la primera IA con una tasa de preñez acumulativa del 84 % después del cuarto servicio, la que fue significativamente superior que la de las vacas que fueron servidas nuevamente durante el mismo período, pero en base a observaciones de celo en forma natural después de la primera IA (Feresin y col., 2006, sin publicar). Con la utilización de estos protocolos en Australia, Cavalieri y col. reportaron tasas de preñez del 41,6; 63,3 y 71,5 %, respectivamente después del primer, segundo y tercer servicio en 3.717 vacas de leche. La ventaja de este tratamiento es que se espera que las vacas regresen al celo en un período de tiempo definido, por lo tanto, se pueden realizar observaciones con más precisión. Por el contrario, la desventaja del programa es que requiere de tratamientos hormonales continuos y el éxito depende de la eficacia de la detección del celo.

4. CONCLUSIONES

Actualmente, la economía mundial requiere de prácticas de manejo eficaces para mejorar la rentabilidad de los establecimientos de producción de leche. La eficacia reproductiva óptima es crucial para incrementar los rendimientos netos. Es muy importante utilizar tecnologías reproductivas. Sin embargo, la variabilidad de las respuestas a los tratamientos tradicionales y el tiempo y esfuerzo que se requieren para realizar la detección del celo han afectado al rendimiento reproductivo de los rodeos lecheros. La incorporación de técnicas diseñadas para controlar la dinámica de la onda folicular y la ovulación en los últimos años ha reducido los problemas asociados con la detección del celo. Además, los tratamientos con dispositivos de liberación de progesterona, estradiol y eCG han brindado la posibilidad de aplicar la IATF con altas tasas de preñez en vacas de leche cíclicas y no cíclicas. No obstante, es muy importante reconocer que el éxito del programa reproductivo también depende de muchos factores de manejo, tales como el manejo nutricional y de la salud, las instalaciones y la disponibilidad de personal calificado.

5. AGRADECIMIENTOS

La investigación fue financiada por el FAPESI Brasil y el Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC). Además agradecemos a Bioniche Animal Health, Canadá, Biotay S.A., Argentina, Pfizer Animal Health, Argentina y Brasil y Syntex S.A., Argentina por las hormonas utilizadas en los estudios. Agradecemos especialmente a nuestros colegas del IRAC y de la Universidad de São Paulo por la asistencia técnica.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Baruselli, P.S., Reis, E.L., Marques, M.O., Nasser, L.E, Bó, G.A. The use of treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Anim Reprod Sci* 82-83, 479-486, 2004.
2. Bó, G.A., Baruselli, P.S., Moreno, D., Cutaia, L., Caccia, M., Tríbulo, R., Tríbulo, H., Mapletoft, R.J. The control of follicular wave development for self-appointed embryo transfer programs in cattle. *Theriogenology* 57, 5372, 2002a.
3. Bó, G.A., Cutaia, L., Tribulo, R. Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina. Primera Parte. *Taurus* 14, 10-21, 2002b.
4. Bó, G.A., Cutaia, L., Tribulo, R. Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina. Segunda Parte. *Taurus* 15, 17-32, 2002c.
5. Bó, G.A., Baruselli, P.S., Martinez, M.E Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Anim Reprod Sci* 78, 307-326, 2003.
6. Bó, G.A., Cutaia, L.A., Veneranda, G. Manejo de las Hormonas en los Programas Reproductivos del Ganado Lechero. 62 Congreso Internacional de Especialistas en Bovinos, Torreón, Coahuila, México, November 9 to 11, 2006.
7. Bó, G.A., Cutaia, L., Peres, L.C., Pincinato, D., Maraña, D., Baruselli, P.S. Technologies for fixed-time artificial insemination and their influence on reproductive performance of *Bos indicus* cattle. En: *Reproduction in Domestic Ruminants VI*, Juengel JL, Murray JF and Smith MF (editors), Nottingham University Press, 223236, 2007.
8. Bryan, M.A., Emslie, R. Heuer, C. Comparative efficacy of an 8-day Cue-Mate/estradiol benzoate program with or without inclusion of equine chorionic gonadotropin in anestrus dairy cows. *Reprod Fertil Dev* 20, 85, 2008.
9. Burke, C.R., Day, M.L., Bunt, C.R, Macmillan, K.L. Use of a small dose of estradiol benzoate during diestrus to synchronize development of the ovulatory follicle in cattle. *J Anim Sci* 78, 145-151, 2000.
10. Burke, J.M., de la Sota, R.L., Risco, C.A., Staples, C.R., Schmitt, E.J.E., Thatcher, W.W. Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. *J Dairv Sci* 8. 13851394, 1996.

11. Capitaine Funes, A., Vater, A., Acosta, N. Análisis reproductivo de rodeos lecheros usuarios del Dairv Comp 305. *Taurus* 17, 14-28, 2003.
12. Capitaine Funes, A., Martino, E., Oyarzabal, M.I., Bó, G.A. Reproductive performance of pasture-based dairy cows treated with two estrus synchronization programs. *Theriogenology*, Submitted 2007.
13. Caraviello, D.Z., Weigel, K.A., Fricke, P.M., Wiltbank, M.C., Florent, M.J., Cook, N.B. Survey of management practices related to the reproductive performance of dairy cattle on large commercial farms in the United States. *J. Dairy Sci* 89, 4723-4735, 2006.
14. Cavalieri, J., Hepworth, G., Fitzpatrick, L.A., Shepard, R.W., Macmillan, K.L. Manipulation and control of the estrous cycle in pasture-based dairy cows. *Theriogenology* 65, 45-64, 2006.
15. De la Sota, R.L., Risco, C., Moreira, E., Thatcher, W.W. Efficacy of a timed insemination program in lactating dairy cows during summer heat stress. *Theriogenology* 49, 761-770, 1998.
16. Eicker, S. Stewart, S., Rapnicki, E Dairy Herd Reproductive Records. ABS Technical service Symposium, Madison, WI. USA, October 2000.
17. Fricke, P.M., Caraviello, D.Z., Wiegler, K.A., Welle, M.C. Fertility in dairy cows after resynchronization of ovulation at three intervals following first timed insemination. *J Dairy Sci*, 86, 3941-3950, 2001
18. Geary, T.W., Whittier, J.C., Hallford, D.M., MacNeil, M.D. Calf removal improves conception rates to the Ovsynch and Co-synch protocols. *J Anim Sci* 79, 1-4, 2001.
19. Gumen, A.J., Guenther, M., Wiltbank, M.C. Follicular size and response to Ovsynch versus detection of estrus in anovular and ovular lactating dairy cows. *J Dairy Sci*, 86, 3184-3194, 2003.
20. Kastelic, J.P., Ginther, O.J. Factors affecting the origin of the ovulatory follicle in heifers with induced luteolysis. *Anim Reprod Sci* 26, 13-24, 1991.
21. Le Blanc, S. Using DHI Records on-farm to evaluate Reproductive Performance. *Advances in Dairy Technology* 17, 319-330, 2005.
22. Lucy, M.C. Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will it End? *J Dairy Sci* 84, 1277-1293, 2001.
23. Lucy, M.C., McDougall, S., Nation, D.P. The use of treatments to improve the reproductive performance of lactating dairy cows in feedlot or pasture based management systems. *Anim Reprod Sci* 82-83, 495-512, 2004.
24. Macmillan, K.L., Henderson, H.V. Analyses of the variation in the interval from an injection of prostaglandin Fea to estrus as a method of studying patterns of follicle development during diestrus in dairy cows. *Anim Reprod Sci* 6, 245-254, 1984.
25. Macmillan, K.L., Peterson, A.J. 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, 125, 1993.
26. Macmillan, K.L., Burke, C.R. Effects of oestrus cycle control on reproductive efficiency. *Anim Reprod Sci* 42, 307-320, 1996.
27. Macmillan, K.L., Taufa, V.K., Day, A.M. Manipulating ovaries follicle wave patterns can partially synchronise returns to service and increases the pregnancy rate to second insemination. *Proc NZ Soc Anim Prod* 1997; 57:237.
28. Macmillan, K.L., Colson, D.D., Eagles, V.M. Modifications to improve whole herd synchrony programs in seasonal dairy herds. *Proc Australian Assoc of Cattle Vet* 1999; 121-129.
29. Maraña, D., Cutaia, L., Peres, L., Pincinato, D., Borges, L.E.K., Bó, G.A. Ovulation and Pregnancy rates in postpartum bos indicus cows treated with progesterone vaginal devices and estradiol benzoate, with or without eCG and temporary weaning. *Reprod Fertil Dev* 18, 116-117, 2006.
30. Martinez, M.E, Kastelic JE Adams GP, Mapletoft RJ. The use of a progesterone-releasing device (CIDR) or melengestrol acetate with GnRH, LH or estradiol benzoate for fixed-time AI in beef heifers. *J Anim Sci* 80, 1746-1751, 2002.
31. Mian, L., Brogliatti, G.M. Efecto de la aplicación de eCG en protocolos de IATF en vacas en lactancia. *Proc. VII Simposio Internacional de Reproducción Animal, IRAC-2007*, 29, 30 de Junio y 1 de Julio del 2007, Córdoba, Argentina, pp 243.
32. Momont, H.W., Seguin, B.E. Influence of the day of estrous cycle on response to PGF2? products: Implications for AI programs for dairy cattle. *10th International Congress on Animal Reproduction* 3, 336, 1984.
33. Moreira, E., Orlandi, C., Risco, C.A, Mattos, R., Lopes, E, Thatcher, W.W. Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 84, 1646-1659, 2001.
34. Moreno, D., Cutaia, L., Villata, M.L., Ortisi, E, Bó, G.A. Follicle wave emergence in beef cows treated with progesterone releasing devices, estradiol benzoate and progesterone. *Theriogenology* 55, 408, 2001.
35. Odde, K.G. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J Anim Sci* 68, 817-830, 1990.
36. Pursley, J.R., Mee, M.O., Wiltbank, M.C. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2a. and GnRH. *Theriogenology* 44, 915-923, 1995.
37. Pursley, J.R., Kosorok, M.R., Wiltbank, M.C. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronized ovulation. *J Dairy Sci*. 80, 301-306, 1997.
38. Pursley, J.R., Wiltbank, M.C, Stevenson, J.S., Ottobre, J.S., Garverich, H.A., Anderson, L.L. Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J Dairy Sci* 80, 295-300, 1997.
39. Pursley, J.R., Fricke, P.M., Garverick, H.A, Kesler, D.J., Ottobre, J.S., Stevenson, J.S., Wiltbank, M.C. NC-113 Regional Research Project. Improved fertility in noncycling lactating dairy cows treated with exogenous progesterone during Ovsynch. *Midwest Branch ADSA 2001 Meeting, Des Moines, IA*; 63, 2001.

40. Rogan, D., Martinez, M.F., Bó, G.A., Chesta, P, Feresin, E, Mapletoft, R.J. Progesterone release patterns from Cue -Mate in comparison to other intravaginal progesterone-releasing devices in lactating dairy cows. *Reproduction Fertility and Development* 19, 126-127, 2007.
41. Souza, A.H., Wosniacki, AM., Torres-Junior, J.R.S., Martins, C.M., Ayres, H., Baruselli, P.S. Fatores que afetam o volume do corpo lúteo durante o ciclo estral de vacas Holandesas de alta productio. *Acta Scientiae Veterinariae (Proc. Annual Meeting of the Brazilian Society of Embryo Technology; SBTE)*, 34, 368, 2006.
42. Souza AH, Viechnieski S, Lima FA, Rodrigues CA, Teixeira AA, Valarelli RL, Wiltbank MC, Baruselli PS. Efeito do eCG e do cipionato de estradiol em protocolos para inseminação artificial em tempo fixo em vacas holandesas de alta produo. *Acta Scientiae Veterinariae (Proc. Annual Meeting of the Brazilian Society of Embryo Technology (SBTE)*, Submitted, 2007a.
43. Souza, A.H., Viechnieski, S., Valarelli, R.L., Wiltbank, M.C., Baruselli, P.S. Efeito da produção de leite no momento da emergência folicular em vacas holandesas em lactação tratadas com benzoato de estradiol e CIDR®. *Acta Scientiae Veterinariae (Proc. Annual Meeting of the Brazilian Society of Embryo Technology (SBTE)*, Submitted, 2007b.
44. Stevenson, J.S., Kobayashi, Y., Thompson, K.E. Reproductive performance of dairy cows in various programmed breeding systems including Ovsynch and combinations of gonadotropin-releasing hormone and prostaglandin. *J Dairy Sci* 82, 506-515, 1999.
45. Stevenson, J.S., Pursley, J.R., Garverick, H.A., Fricke, PM., Kesler, D.J., Ottobre, J.S., Wiltbank, M.C. Treatment of cycling and noncycling lactating dairy cows with progesterone during Ovsynch. *J Dairy Sci* 89, 2567-2578, 2006.
46. Thatcher, W.W., Moreira, FI, Santos, J.E.P., Mattos, R.C., Lopez, EL., Pancarci, S.M., Risco, C.A. Effects of hormonal treatments on reproductive performance and embryo production. *Theriogenology* 55, 75-90, 2001.
47. Thatcher, W.W., Bilby, T.R., Bartolome, J.A., Silvestre, F., Staples, C.R., Santos, J.E.P. Strategies for improving fertility in the modern dairy cow. *Theriogenology* 65, 30-44, 2006.
48. Vasconcelos, J.L.M., Silcox, R.W., Rosa, G.J., Pursley, J.R., Wiltbank, M.C. Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrous cycle in lactating dairy cows. *Theriogenology* 52, 1067-1078, 1999.
49. Veneranda, G., Filippi, L., Racca, D., Romero, G., Balla, E., Cutaia, L., Bó, G.A. Pregnancy rates in dairy cows treated with intravaginal progesterone devices and different fixed-time AI protocols. *Reprod, Fertil Dev* 18, 118, 2006.
50. Veneranda, G., Filippi, L., Racca, D., Cutaia, L., Bó, G.A. Pregnancy rates in dairy cows treated with intravaginal progesterone devices and GnRH or estradiol benzoate and eCG. *Reprod, Fertil Dev* 20, 91, 2008.
51. Wiltbank, M., Lopez, H., Sartori, R., Sangsritavong, S., Gumen, A. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology* 65, 17-29, 2006.
52. Wiltbank, M.C., Gumen, A., Sartori, R.. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology* 57, 21-52, 2002.

Volver a: [Inseminación artificial](#)