

ESTADO DEL ARTE EN IATF: FACTORES QUE AFECTAN SUS RESULTADOS

G. A. Bó¹² y L. Cutaia¹²³⁴

¹ Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC), ² Universidad Católica de Córdoba,
³ Agencia Córdoba Ciencia. ⁴ Syntex SA
e-mail: gabrielbo@iracbiogen.com.ar

Introducción

La actual situación de la ganadería exige a los productores máxima eficiencia para garantizar el retorno económico. En este contexto, la optimización de la eficiencia reproductiva es uno de los principales factores que contribuyen para mejorar las ganancias. A pesar de haber consenso general entre los productores y técnicos de que la Inseminación Artificial (IA) es la técnica más apropiada para acelerar el avance genético y el retorno económico en una explotación de cría, el porcentaje del rodeo bovino incluido en estos esquemas en el mundo continúa siendo bajo (54). Las principales limitaciones para el empleo de la IA en el ganado manejado en condiciones pastoriles son fallas en la detección de celos, anestro posparto y pubertad tardía. Este problema es mayor en ganado *Bos indicus* o cruza *Bos indicus* debido a las particularidades en el comportamiento reproductivo y la dificultad de la observación de celos (revisado en 2,9,10).

Para evitar los problemas de la detección de celos en rodeos de cría se han desarrollado protocolos de sincronización de la ovulación que permiten además inseminar un gran número de animales en un período de tiempo establecido. Estos tratamientos se conocen con el nombre de protocolos de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF). Podemos dividir a los protocolos de IATF en aquellos que utilizan combinaciones de GnRH y prostaglandina F2 α (PGF), llamados protocolos Ovsynch (45) y los que utilizan dispositivos con progesterona y estradiol (11,15,16). El protocolo Ovsynch ha resultado en una fertilidad aceptable para vacas de leche (18,45,52) y de carne (41,52). Sin embargo, los resultados de su aplicación en rodeos de cría manejados en condiciones pastoriles no han sido satisfactorios, debido a los bajos porcentajes de concepción que se obtienen en vacas en anestro (4,35,52). Por lo tanto, la elección de este protocolo en rodeos de cría va a depender de la categoría de animales a utilizar y del estado de ciclicidad del rodeo.

Existen actualmente en el mercado dispositivos eficientes que liberan P4 y que son mantenidos en la vagina por un período de 7 u 8 días (14). El tratamiento mas utilizado consiste en administrar 2 mg de benzoato de estradiol (EB) por vía intramuscular (im) junto con la inserción del dispositivo en lo que nosotros denominamos el Día 0 del tratamiento; en el Día 7 u 8, se extrae el implante y se aplica PGF im y 24 h después se administra 1 mg de EB im. Se realiza IATF entre las 52 y 56 h de la remoción del dispositivo (29). La función fundamental de la aplicación de estrógenos en el inicio del tratamiento es provocar la atresia de los folículos existentes e impedir de esta manera la formación de folículos persistentes que interfieren negativamente en la fertilidad (11,15,40). Como la atresia es seguida por el comienzo de una nueva onda folicular a los 4 días (43) se asegura de esta manera la presencia de un folículo nuevo y un ovocito viable en el momento de retirar el dispositivo (12,11). Originalmente, el dispositivo era colocado en la vagina junto con una cápsula con 10 mg de EB, para inducir la regresión luteal y sincronizar el desarrollo folicular (37,48). Sin embargo desde el año 1996 se utiliza 2 mg de EB por vía im porque se demostró que la cápsula de EB no es efectiva para sincronizar el desarrollo folicular (7) y es menos eficaz que la PGF para inducir la luteólisis. Por último, la segunda administración de EB es fundamental para sincronizar la ovulación y obtener buenos índices de preñez a la IATF (21,29).

El objetivo de esta revisión es presentar resultados de campo obtenidos por la aplicación de diferentes protocolos de sincronización de celos utilizando dispositivos con P4 y estradiol, mostrar los factores que la afectan y presentar resultados productivos de la aplicación de estos protocolos en rodeos de cría.

Evaluación del Momento de la IATF con Relación al Retiro del Dispositivo con P4

Según datos de experimentos realizados con exámenes frecuentes con ecografía, las vacas tratadas con el tratamiento convencional con dispositivo con P4 por 7 días y EB, ovulan en promedio a las 66 h de retirado el implante (29). Teniendo en cuenta que los espermatozoides tardan entre 8 a 12 h en llegar al sitio de fertilización (56) se aconseja IATF entre las 52 y 56 h. Sin embargo, hay divergencias en la literatura en cuanto al momento que se recomienda realizar la IATF, que varía entre las 48 h de la remoción del dispositivo hasta las 60 h. Se diseñaron 2 experimentos (27) para determinar el efecto del momento de la IATF sobre los índices de preñez en vacas tratadas con dispositivos DIB (DIB[®], 1 g de progesterona; Syntex, Argentina) y EB (Benzoato de Estradiol, Syntex, Argentina). En el Experimento 1 se utilizaron vacas Hereford (n=151) y crúza cebú (n=82) con cría al pie, 60 a 90 días posparto y con una condición corporal entre 2,5 y 3,5 (escala 1-5). En el Día 0, todas las vacas recibieron un dispositivo DIB y 2 mg de EB im. En el Día 7 los dispositivos fueron retirados y todas las vacas recibieron 500 µg de cloprostenol (Estroplan, Syntex). En el Día 8, las vacas recibieron 1 mg de EB im y fueron divididas al azar en dos grupos para ser IATF a las 48 o a las 54 h de retirado el DIB (18 ó 12 h antes de la ovulación, respectivamente). En el Experimento 2, se utilizaron 188 vacas con cría crúza cebú con una condición corporal de 3 en promedio. Todos los animales recibieron el mismo tratamiento que los del Experimento 1, excepto que el DIB se retiró en el Día 8, momento en el cual se aplicó PGF. En el Día 9 se inyectó 1 mg de EB im. Las vacas fueron divididas en dos grupos que fueron IATF a las 48 o 54 h, como en el Experimento 1. En ambos experimentos se realizó ultrasonografía a los 45 días de la IATF para diagnóstico de preñez. Las proporciones fueron comparadas por Chi-cuadrado. Los resultados son presentados en la Tabla 1.

Tabla 1. Porcentajes de preñez de vacas con cría tratadas con un dispositivo DIB y EB para sincronizar las ondas foliculares y la ovulación e IATF a las 48 ó 54 h de retirado el DIB.

	48 h	54 h	Valor P
Experimento 1	54/114 (47,3%)	63/119 (52,9%)	P=0,39
Experimento 2	42/97 (43,3%)	45/91 (49,5%)	P=0,39
TOTAL	96/211 (45,5%)	108/210 (51,4%)	P=0,22

Si bien no se encontraron diferencias significativas en los porcentajes de preñez de vacas IATF a las 48 ó 54 h de retirado el DIB en los dos experimentos, las diferencias numéricas siempre favorecieron al grupo IATF a las 54 h.

La tendencia a una mayor preñez en las vacas IATF a las 54 h concuerda con un experimento realizado recientemente en Canadá, en el que se utilizaron vacas con cría tratadas con CIDR-B+EB o EB+P4 y una segunda inyección de EB a las 24 h pos CIDR-B. Las vacas IATF entre las 53,5 y las 57,5 h de la remoción del CIDR-B tuvieron una tendencia numérica a una mayor preñez que las vacas IATF entre las 47 y 50 h pos CIDR-B (57% vs 45%, respectivamente; 55). Estos resultados indicarían que la IATF tardía, al menos no resulta en una baja preñez. Habría que realizar más trabajos para confirmar si esta diferencia favorable a la IATF después de las 53 h de la remoción del dispositivo se mantiene. Sobre la base de estos datos se podría inseminar hasta casi las 58 h de la remoción del dispositivo sin afectar los índices

de preñez.

Momento de aplicación de EB en relación al retiro del dispositivo.

En los últimos tiempos se ha generado una discusión entre los técnicos sobre la necesidad de la administración de EB a las 24 h de removido el dispositivo o en su defecto ahorrar un encierre y administrar el EB en el momento de la remoción del dispositivo. Por lo tanto realizamos recientemente una serie de experimentos con el objetivo de determinar el momento de la ovulación (29) en relación al momento de la aplicación de la segunda inyección de EB en vacas tratadas con dispositivos DIB (Syntex, Argentina). En el Experimento 1 se utilizaron 35 vacas (4 a 6 años de edad) de razas de carne, ciclando. Las vacas fueron tratadas con un DIB y 2 mg de EB (Día 0). En el Día 7 se sacaron los dispositivos y se inyectó PGF (Estroplan, Australia) y se dividieron los animales al azar (bloqueado por estadio de desarrollo folicular y CL) en 3 Grupos. Un Grupo control (sin EB) y 2 grupos de tratamiento que recibieron 1 mg de EB en el momento de remoción del DIB (EB 0h) o a las 24 h de removido el DIB (EB 24 h). Los animales fueron examinados por ultrasonografía diaria desde la inserción del dispositivo hasta su remoción y de allí en adelante cada seis horas hasta el momento de la ovulación. En el Experimento 2 se utilizaron 39 vacas Angus cíclicas con una condición corporal de 3 (Escala 1-5) en promedio. Se aplicó una dosis de PGF (Ciclase, Syntex) en el Día -10 del tratamiento a 30 vacas y se detectó celo dos veces al día por 72 h. Se utilizaron 20 vacas que mostraron celo en ese período de tiempo, con el objetivo de que todas las vacas se encuentren en fase luteal al momento de la aplicación del DIB (1 g de P4, Syntex). En el Día 0 del tratamiento, las vacas fueron tratadas con un DIB y 2 mg de EB im. En el Día 8 las vacas fueron subdivididas para recibir 1 mg de EB (Grupo EB 0H) en el momento de retirado el dispositivo o 24 h más tarde (Grupo EB 24H). La ultrasonografía se realizó de la misma forma que en el Experimento 1. Los resultados se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Intervalo entre la remoción del dispositivo DIB y la ovulación en vacas de carne tratadas con EB en el momento de la remoción del dispositivo (EB 0h) o 24 h después (EB 24h). (Grupo control no EB).

	Control	EB 0 h	EB 24 h	Valor P
n	12	21	21	
Vacas que ovularon	10	19	20	
Experimento 1 (Trat. 7 días)				
Media (h)	89,0	68,0	70,0	P>0,05
Varianza (h)	394,8 ^a	700,8 ^a	52,8 ^b	P<0,05
Rango (h)	66 – 120	48-102	66 – 84	--
Experimento 2 (Trat. 8 días)				
Media (h)	--	69,0	75,3	P=0,6
Varianza (h)	--	236,6 ^a	46,0 ^b	P=0,04
Rango (h)	--	54-96	66-84	P=0,001

Como se puede ver en la Tabla 2, la variabilidad fue menor en las vacas que recibieron EB a las 24 h post DIB, tanto en vacas tratadas con DIB por 7 como por 8 días. Los datos confirman que la utilización de EB a las 24 h de la remoción del dispositivo con P4 sincroniza la ovulación.

Recientemente realizamos un experimento (23) para determinar el efecto de la aplicación de EB en el momento de retirado el dispositivo o 24 h mas tarde sobre los porcentajes de preñez. Se realizaron 2 réplicas, en la Réplica 1 se utilizaron 96 vaquillonas cruce cebú de entre 18 y 24 meses de edad, con una condición corporal media de 3 (Escala 1-5) y en la Replic 2 se utilizaron 221 vacas con cría (60 a 90 días pos parto), con una condición corporal de 2,5. En todos los casos los animales fueron tratados con un DIB y 2mg de EB en el Día 0 del tratamiento. En el Día 8 se retiraron los DIB y se aplicó una dosis de 150 µg de D(+) cloprostenol (Ciclase, Syntex). En este momento los animales fueron divididos para recibir 1 mg de EB cuando se retiró el DIB (Grupo EB 0 h) o 24 h mas tarde (Grupo EB 24 h). Los animales del Grupo EB 0 h fueron IATF entre las 47 y 50 h de retirado el DIB y los animales del Grupo EB 24 h fueron IATF entre las 52 y 56 h de retirado el DIB. El momento de la ITAF se fijó en función de la media del momento de ovulación observado en cada grupo de tratamiento en el experimento anteriormente citado. Los diagnósticos de preñez se realizaron por medio de ultrasonografía entre los 60 y 90 días pos IATF. Los datos fueron analizados por regresión logística para determinar el efecto réplica y tratamiento sobre los porcentajes de preñez. No se encontró un efecto réplica significativo ($P=0,54$), por lo que los datos fueron agrupados. Se obtuvo un menor porcentaje de preñez ($P=0,04$) en los animales del Grupo EB 0 h (64/158; 40,5%) con respecto a los animales del Grupo EB 24 h (79/149; 53,0%). Concluimos que la aplicación de 1 mg de EB en el momento de retirado el DIB resulta en porcentajes de preñez menores a los obtenidos con la aplicación de 1 mg de EB a las 24h. Se deberían evaluar otras alternativas para reducir el número de pasajes por la manga para la aplicación de los tratamientos en programas de IATF.

Tratamientos utilizando dispositivos con P4 en combinación con Cipionato de Estradiol (ECP).

Como alternativa para reducir el número de veces que los animales pasan por la manga es posible utilizar ECP como inductor de la ovulación. El ECP es una sal de estradiol con mayor vida media que el EB. Se realizaron 3 experimentos para evaluar el efecto del ECP en la dinámica folicular, ovulación e índices de preñez. El objetivo del primer experimento (20) fue comparar el ECP, una fuente comercial de progesterona y GnRH en un programa de IA a tiempo fijo con CIDR. El Día 0, se administró a las vaquillonas ($n = 979$) un CIDR y 100 µg de GnRH ($n = 491$) o 1 mg de ECP y 50 mg de progesterona (Progesterona 5%, Vétoquinol N-A Inc., Lavaltrie, QC, Canadá; $n = 488$). Se quitaron los CIDR y se administró PGF los Días 7 y 8,5 en los grupos con GnRH y con ECP, respectivamente. Luego se subdividió a las vaquillonas para administrarles 0,5 mg de ECP al momento de quitar el CIDR, o 24 h más tarde (con IA 58 a 60 h después de quitar el CIDR), o una segunda inyección de GnRH al momento de la IA (52 a 54 h después de quitar el CIDR). No hubo diferencias en las tasas de preñez entre grupos tratados con GnRH (276/491, 56%) o con ECP (277/488, 57%) el Día 0. Sin embargo, la tasa de preñez fue mayor ($P<0,01$) en vaquillonas que recibieron ECP 24 h después de quitar el CIDR (216/331, 65%) que al momento de quitar el CIDR (168/320, 52%) o GnRH al momento de la IA (169/328, 51%).

En el segundo experimento (19) se utilizaron 300 vaquillonas Angus de 13 a 15 meses de edad y con un peso de entre 350-500 Kg. Todas las vaquillonas recibieron un CIDR-B junto con 5 mg de E17β y 100 mg de P4 im. Los CIDR-B fueron retirados en el Día 7 y aplicó PGF. El día de retirado el CIDR-B las vaquillonas fueron divididas para recibir 0,5 mg de ECP (ECP 0h ó ECP 24h) o 1 mg de EB a las 24 h de retirado el CIDR-B (EB 24 h). Las tasas de preñez no difirieron entre los grupos ($P=0,7$) resultando 62/98, 63,3%; 64/99, 64,6% y 65/103, 63,1% para los grupos ECP 0h, ECP 24h y EB 24h respectivamente.

En el tercer experimento (Cutaia et al., SBTE, en prensa), se utilizaron 191 vaquillonas cruza Bonsmara (1/2 cebú x Bonsmara), de 18 a 24 meses de edad y con una condición corporal de 3 (escala 1-5). En el Día 0, todas las vaquillonas recibieron un DIB junto con 2 mg de EB (Syntex). En el Día 8 se retiraron los DIB y se inyectaron 0.15 mg de D (+) cloprostenol (Ciclose, Syntex). Las vaquillonas fueron asignadas al azar a uno de cuatro tratamientos para recibir 1 mg EB ó 0,5 mg ECP en el momento de retirado el DIB (0h) ó 24h mas tarde. Las vaquillonas que recibieron EB a las 0h fueron IATF entre las 47 y 49h de retirado el DIB, mientras que aquellas tratadas con EB 24h ó con ECP (0 ó 24h) fueron IATF entre las 52 y 54h luego de retirado el DIB. No hubo efecto significativo del momento de aplicado el estradiol ($P=0,4$), pero el tipo de estradiol utilizado tendió a afectar los resultados ($P=0,09$). El porcentaje de preñez tendió a ser mayor ($P=0,08$) en aquellas tratadas con ECP a las 24h (30/49; 61,2%) que en aquellas tratadas con EB a las 0h (21/48; 43,8%). Sin embargo, los porcentajes de preñez de las vaquillonas tratadas con ECP a las 0h (25/46; 54,3%) ó EB a las 24h (23/48; 47,9%) no difirieron de las tratadas con ECP a las 24h ó EB a las 0h ($P>0,18$).

Se concluyó, que el ECP podría ser una alternativa interesante en programas de IATF en vacas y vaquillonas tratadas con dispositivos con P4. Por otra parte, el uso ECP en el momento de retirado el dispositivo podría reducir el número de veces que los animales pasan por la manga sin que esto afecte los resultados de preñez. Sin embargo, es importante que en este tipo de tratamientos se utilice un estrógeno de vida media corta como el E17 β o el EB en el momento de la inserción del dispositivo con progesterona, para sincronizar efectivamente la emergencia de una nueva onda folicular.

Reutilización de dispositivos con P4

La adopción de la técnica de IATF por muchos productores esta condicionada por el costo del tratamiento. La reutilización de los dispositivos intravaginales significa una reducción aproximada del 40% en el costo de drogas utilizadas en el tratamiento. Datos preliminares indican que la utilización de los dispositivos con P4 por segunda vez en programas de IA resulta en porcentajes de preñez similares a los de los tratamientos donde se utilizan dispositivos nuevos, a pesar de que el nivel de P4 podría diferir.

Realizamos un experimento (24) con el objetivo de comparar los porcentajes de preñez de vacas tratadas con dispositivos DIB nuevos y dispositivos que habían sido previamente utilizados por 7 d. Se utilizaron vacas *Bos taurus x Bos indicus* y vaquillonas *Bos taurus* provenientes de tres establecimientos de cría. Las vacas *Bos taurus x Bos indicus* utilizadas en los establecimientos 2 y 3 estaban sin cría y las vaquillonas *Bos taurus* del establecimiento 1 tenían 15 a 18 meses de edad. En cada establecimiento, los animales fueron divididos al azar en 4 grupos en un diseño 2 x 2 factorial. En el Día 0 los animales fueron divididos para recibir un dispositivo DIB nuevo o usado y 2 mg de EB im o 2 mg EB + 50 mg P4 im. Los DIB fueron retirados y los animales recibieron PGF en el Día 7, 1 mg de EB im en el Día 8 y fueron IATF entre las 52 y 56 h después de retirado el DIB. Los dispositivos usados previamente fueron lavados con agua y cepillados para retirar todo tipo de suciedad y luego fueron desinfectados utilizando con una solución de amonio cuaternario al 2% (Bagodryl, San Jorge Bagó, Argentina). El análisis de los datos (regresión logística) demostró un efecto establecimiento significativo ($P<0,05$), debido a un menor porcentaje de preñez en el establecimiento 2 (vacas cruza índicas) y un efecto DIB significativo ($P<0,05$), debido a un mayor porcentaje de preñez en las vacas que recibieron un DIB usado. Por el contrario, no hubo diferencias entre agregar o no P4 en el Día 0 y por lo tanto los resultados de estos tratamientos (EB vs EB+P4) se combinaron. Se obtuvo un 49,5% de preñez con los dispositivos nuevos y un 59,7% en los animales en los cuales se aplicaron DIB de segundo uso.

Basándose en estos resultados podemos concluir que es factible reutilizar los dispositivos DIB por segunda vez en tratamientos de sincronización de celos para IATF y que el tratamiento con P4 im en el momento de inicio del tratamiento no afecta los resultados de fertilidad.

Recientemente realizamos otro experimento (25) en el cual se compararon los porcentajes de preñez de vacas (n=98) y vaquillonas (n=95) Brangus y Braford. Los animales fueron divididos en dos grupos, que recibieron un DIB nuevo o un DIB previamente utilizado y desinfectado como se describió anteriormente. Todos los animales recibieron 2 mg de EB en el Día 0 del tratamiento y una dosis de PGF en el Día 8 (momento de retirado el DIB). En el Día 9 se inyectó 1 mg de EB im y todos los animales fueron IATF entre las 52 y 58 h de retirado el DIB. En este experimento no se encontraron diferencias significativas ($P=0,12$) entre los porcentajes de preñez. Se obtuvo un 57,9% (55/95) de preñez en los animales tratados con DIB nuevo contra un 51,0% (50/98) en los animales tratados con DIB usados.

En otros trabajos realizados en Canadá (22) se trataron vacas con cría al pie y vaquillonas de 15 meses con CIDR-B nuevos o usados por 7 d y a su vez fueron divididas para recibir en el Día 0 del tratamiento 2 mg de EB; 2 mg de EB + 50 mg de P4 o 2 mg de EB + 100 mg de P4. Todas las vacas recibieron una dosis de PGF en el momento de retirado el CIDR-B (Día 7) y 1 mg de EB 24 h más tarde. Las tasas de preñez no difirieron ($P=0,2$) entre los dispositivos nuevos o reutilizados (39 y 45%, respectivamente). En el segundo experimento (55) se comparó en un diseño 2 x 2 factorial el porcentaje de preñez en vacas tratadas con un CIDR-B reutilizados por segunda o tercera vez. A su vez, las vacas fueron divididas para recibir 1 mg de EB o 1 mg de EB + 100 mg de P4 en el día de inicio del tratamiento. En todos los casos se retiró el CIDR-B en el Día 7 junto con la aplicación de 500 µg de cloprostenol y en el Día 8 se inyectó 1 mg de EB. Todas las vacas fueron IATF entre las 54 y 56 h de retirado el CIDR-B. No hubo diferencias entre los porcentajes de preñez de vacas tratadas con un dispositivo reutilizado por segunda o tercera vez (32/66; 48,5% vs. 31/71; 43,6%; $P=0,5$), tampoco hubo diferencias entre los porcentajes de preñez en vacas tratadas con 1 mg de EB o 1 mg de EB + 100 mg de P4, (33/69; 47,8% vs. 30/68; 44,1%; $P=0,6$).

En otro experimento (22) realizado por el mismo grupo se trataron 363 vaquillonas de carne entre 12 y 15 (350 a 500 Kg.) meses de edad con CIDR-B de 1 o de 2 usos en un diseño 2x2 factorial para recibir o no 50 mg de P4. Se obtuvo un ($P<0,05$) menor porcentaje de preñez en las vaquillonas tratadas con un CIDR-B- de dos usos sin P4 que en las vaquillonas tratadas con un CIDR-B de un uso, con o sin P4 (Gráfico 1).

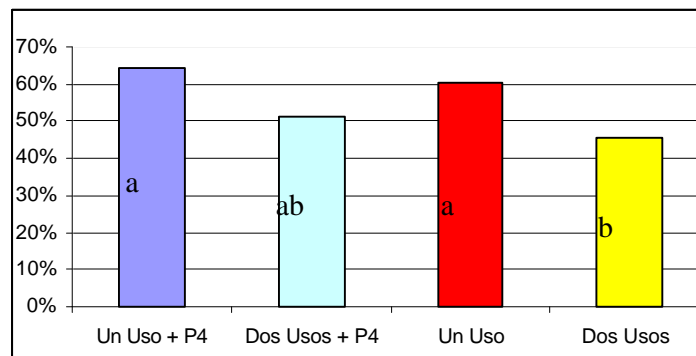


Gráfico 1. Porcentajes de preñez en vaquillonas tratadas con CIDR-B-B de 1 o de dos usos y con la adición o no de 50 mg de P4.

Estos resultados demuestran que es necesaria la aplicación de 50 mg de P4 en protocolos que utilizan CDR-B previamente usados por 2 veces. Sin embargo en una experimento finalizado recientemente por nuestro grupo se compararon los porcentajes de preñez en vacas secas (n=120) y con cría (n=70) cruce cebú que fueron tratadas con CIDR-B nuevos o de segundo uso, sin la adición de P4 im. No se encontraron diferencias significativas ($P>0,7$) entre los porcentajes de preñez de ambos grupos, siendo del 48,1% (39/81) para los CIDR-B nuevos y del 50,9% (55/108) para los CIDR-B usados previamente por 2 veces.

Probablemente la diferencia de resultados encontrados en estos dos últimos experimentos se deba a la diferencia de peso de los animales utilizados en cada uno de ellos y a que unos son Bos taurus y los otros cruza Cebú. Probablemente la tercera utilización del CIDR-B (CIDR de dos usos) sea recomendable en categorías o razas de animales más livianos, de lo contrario se la debería combinar con 50 mg de P4 im. Por supuesto estos trabajos deben ser confirmados con una mayor cantidad de datos.

Evaluación de Diferentes Factores que Afectan los Porcentajes de Preñez en IATF

La vaca con cría presenta en nuestra región problemas nutricionales debido a las condiciones extensivas de pastoreo que prolongan el anestro posparto y se traducen en importantes pérdidas económicas para el sector de producción de carne. Es conocida la importante relación que existe entre el nivel nutricional de las hembras y su fertilidad. La condición corporal de un animal se relaciona con la cantidad de tejido de reserva que el animal dispone (42). En vacas de cría adultas toda pérdida o ganancia de peso se reflejará en una variación del estado corporal. Este estado corporal tiene una influencia directa sobre la fertilidad ya que la partición de nutrientes se orienta primero a mantener la vida de la vaca y luego a la propagación de la especie. Los ciclos estrales generalmente pueden ser mantenidos si la condición corporal es de 2 (escala 1-5) o más, aunque esto podría diferir según otros factores, como la raza y si el animal está en un plano de aumento o disminución de peso (50).

Se analizaron por medio de regresión logística (36) datos de las IATF realizadas por nuestro grupo de trabajo entre diciembre de 2000 y diciembre de 2003 (27), teniendo en cuenta diferentes factores como la condición corporal, el estadio fisiológico del vientre, el biotipo y el grado de ciclicidad del rodeo. Los datos fueron recogidos de 9609 IATF realizadas en vacas con cría, vacas secas y vaquillonas, cruza cebú y británicas. Se obtuvo un 52,9% de preñez general, con un mínimo de 28,7 % (vacas con cría con una CC de 2) y un máximo de 75 % (vaquillonas con una CC de 3). Como bien puede observarse en el Gráfico 1, la CC es un factor determinante en los resultados de preñez a IATF. Los resultados presentados aquí y en otros trabajos sugieren que los animales deben tener una condición corporal mínima de 2,5 (escala 1 al 5) o idealmente 3 para obtener buenos resultados de preñez. Se obtuvo una correlación $R^2=0,9$ entre el porcentaje de preñez y la condición corporal (Gráfico 2)

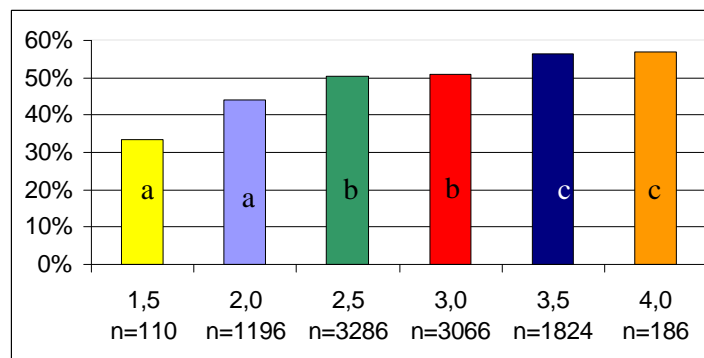


Gráfico 2. Porcentajes de preñez en función de la condición corporal. ^{abc} Columnas con distintas letras difieren significativamente ($P<0,0001$).

Con respecto al estadio fisiológico de los animales, en el Gráfico 3 puede observarse que se obtuvo un menor porcentaje de preñez en las vacas secas con respecto a las vacas con cría y vaquillonas.

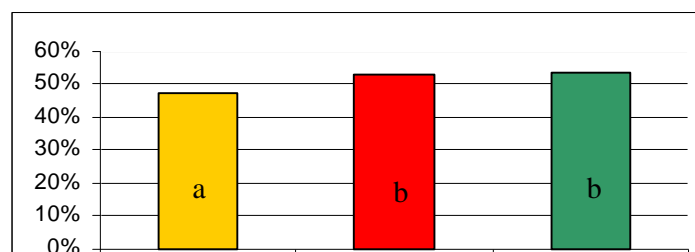


Gráfico 3. Porcentaje de preñez en función del estadio fisiológico de los animales. ^{ab}Columnas con letras diferentes difieren ($P=0,0002$).

Esta diferencia entre los porcentajes de preñez de vacas secas con las vacas con cría y vaquillonas podría deberse al hecho de que el rodeo de vacas secas está compuesto por vacas que están secas por haber quedado vacías en la temporada de servicio anterior. Por lo tanto algunas de estas vacas pudieron haber quedado vacías por problemas nutricionales mientras que otras podrían haber quedado vacías por ser de baja fertilidad.

Se evaluó también el impacto del porcentaje de ciclicidad del rodeo sobre los porcentajes de preñez. Se determinó ciclicidad como la presencia de un CL a la palpación rectal o signos de celo al momento de iniciado el tratamiento y anestro cuando sólo tenían folículos. En el Gráfico 4 se observa un mayor porcentaje de preñez en vacas cíclicas con respecto a las vacas en anestro.

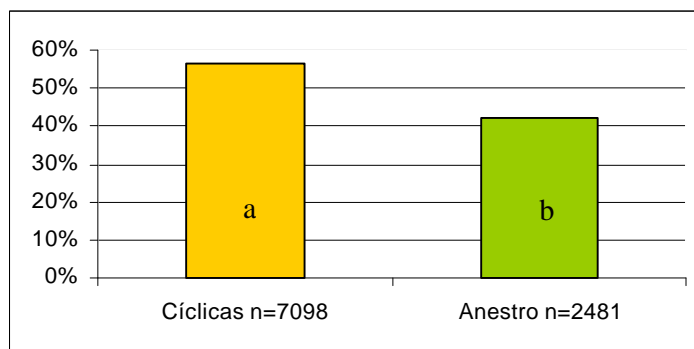


Gráfico 4. Porcentaje de preñez en función del porcentaje de ciclicidad del rodeo (los porcentajes difieren, $P=0,0001$).

Otro factor que influye sobre los porcentajes de preñez es el biotipo de los animales con que se trabaja. Se encontró un menor porcentaje de preñez ($P=0,05$) en IATF realizadas en rodeos de animales cruza índicas que en los rodeos de británicas (Gráfico 5).

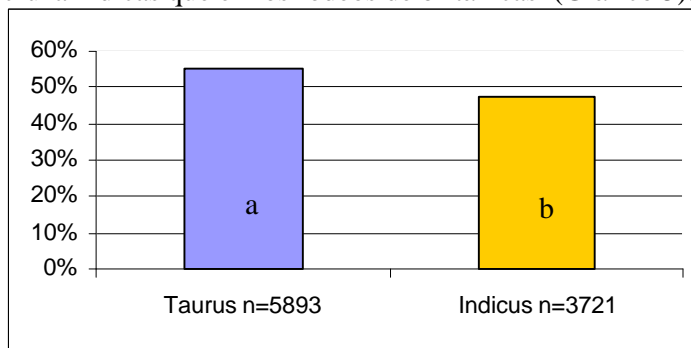


Gráfico 5. Porcentaje de preñez en función del biotipo (los porcentajes difieren, $P=0,007$).

El menor porcentaje de preñez en las vacas cruza índica podría ser debido a una suma de factores entre los que se encuentra su temperamento, fisiología reproductiva y a las condiciones ecológicas a las cuales están expuestas (9,10). Esto es debido a que en la mayoría de los casos este tipo de animales se encuentra en zonas subtropicales (sub-húmedas y húmedas) o semiáridas y las complicaciones relacionadas con la sub-nutrición y deficiencias minerales son más comunes en animales que se encuentran en condiciones de pastoreo en estas zonas. No obstante, tampoco debe descartarse el hecho de que estos animales no se adaptan tanto como el *Bos taurus* a un manejo de manga frecuente que puede desencadenar situaciones de estrés que resulten en una alteración o inhibición del pico preovulatorio de LH y la ovulación.

Resultados de la Aplicación de la IATF en un Sistema de Producción de Carne

Se diseñó un experimento (27) con el objetivo de evaluar el impacto de la aplicación de la IATF en un sistema de producción de carne en el cual se comparó el peso al destete de terneros provenientes de servicio natural con el de terneros provenientes de IATF. Se utilizaron datos de 1935 pariciones ocurridas en los años 2001 y 2002 de vacas Angus en la Estancia “Santa Dominga” de Los Lazos S.A., situada en la localidad de Olavarría en la Provincia de Buenos Aires. Las vacas Grupo Servicio Natural (n=1203) fueron servidas con un 3% de toros Angus de fertilidad comprobada durante un período de 90 días. Las vacas del Grupo IATF (n =732) fueron tratadas con un protocolo con CIDR-B por 8 días, junto con la aplicación de 2 mg de EB en el Día 0, PGF en el Día 8 (cuando se quitaron los CIDR-B) y 1 mg de EB en el Día 9. Las vacas fueron IATF entre las 52 y 56 h de retirado el CIDR-B y 15 días después entraron en servicio con toros por 90 días, de la misma manera que las vacas del Grupo Servicio Natural. Se realizó ultrasonografía a los 30 días de la IATF para determinar el porcentaje de preñez a la IATF y luego tacto rectal a los 60 días de retirados los toros para determinar el porcentaje de preñez por toro. Durante la época de parición se controló a todas las vacas con recorridas frecuentes para la asistencia de los partos y se identificó a todos los terneros nacidos con caravana y tatuaje. En las Tablas 3 y 4 pueden observarse los pesos al destete de los terneros machos y hembras producidos por IATF o por servicio natural. Se ajustó el peso de los terneros a 205 días para determinar qué proporción de la diferencia de kilos entre los grupos fue debida al momento de ocurrencia de los partos y qué proporción fue debida a una mejora genética por los toros utilizados en la IATF. No se encontraron diferencias en los promedios al destete entre ambos años ($P>0,2$), por lo tanto los datos fueron agrupados para su análisis.

Tabla 3. Diferencia de peso al destete de terneros machos nacidos por IATF o servicio natural.

	n	Peso al Destete (Kg) (Media \pm EE)	Peso Ajustado-205 días (Kg) (Media \pm EE)
IATF	387	211,4 \pm 1,9 ^a	201,1 \pm 1,6 ^a
Servicio Natural	571	175,4 \pm 1,5 ^b	184,6 \pm 1,4 ^b
Diferencia		36,0	16,5

^{ab} Medias con distintos superíndices en la misma columna difieren ($P=0,00001$)

Tabla 4. Diferencia de peso al destete de terneras hembras nacidas por IATF o servicio natural.

	n	Peso al Destete (Kg) (Media \pm EE)	Peso Ajustado-205 días (Kg) (Media \pm EE)
IATF	345	196,8 \pm 1,7 ^a	185,0 \pm 1,6 ^a
Servicio Natural	632	163,6 \pm 1,3 ^b	174,1 \pm 1,2 ^b
Diferencia		33,2	10,9

^{ab} Medias con distintos superíndices en la misma columna difieren ($P=0,00001$)

Como se ve en las Tablas 3 y 4 tanto los terneros machos como las hembras del Grupo IATF fueron más pesados al destete que los terneros del Grupo Servicio Natural. Parte de esta diferencia (machos=19,5 Kg y hembras=21,3 Kg) fue atribuida a que los terneros del Grupo IATF nacieron más temprano que los terneros del Grupo Servicio Natural. Por otra parte hubo un incremento en el peso de los terneros machos de 16,5 Kg y en las hembras de 10,9 Kg producto de que en la IATF se utilizaron toros superiores a la media del rodeo para peso al destete, lo que produjo un avance genético en los terneros producidos de IATF. Estos datos demuestran que es posible mejorar los índices productivos en un rodeo de cría aplicando un programa de IATF al comienzo del servicio.

Tratamientos Hormonales para Mejorar el Desempeño Reproductivo de Vacas en Anestro

Los tratamientos más comúnmente usados para el restablecimiento de la ciclicidad ovárica posparto, consisten en la aplicación de dispositivos intravaginales con P4 o implantes subcutáneos con Norgestomet durante 5 a 10 días (3). Los dispositivos con P4 y los implantes mantienen las concentraciones plasmáticas de P4 por el período en que permanecen en el animal. Como las concentraciones de P4 alcanzan niveles subluteales durante el tratamiento, hay un incremento en la frecuencia de pulsos de LH, conduciendo al crecimiento folicular, el cual previene la atresia del folículo dominante (49,53). Este mecanismo posibilita el crecimiento y maduración del folículo dominante capaz de ovular (46). La ovulación inducida por el tratamiento con P4 conduce a la actividad normal del CL, impidiendo la formación de un CL de vida corta (17,47) y posibilitando el mantenimiento de la preñez (57). Usando implantes Syncro-Mate-B, Soto Belloso et al. (51) disminuyeron el intervalo parto-primer celo desde 186,8±7,3 días (control) a 145,2±8,5 días (animales tratados), sin comprometer las tasas de concepción (62,5% control vs. 67,7 % tratados) en vacas primíparas cruza *Bos indicus* x *Bos taurus*.

En Brasil, nuestro grupo de investigación comparó diferentes protocolos de IATF que utilizan dispositivos con P4 o progestágenos (CIDR, n=100 o Crestar, n=103) y el protocolo "Ovsynch" (n=100) en vacas Brangus (69,7±22,1 días posparto). Los tratamientos fueron programados para que la IATF coincida con el primer día de la temporada de servicio (5). Un grupo de vacas fue considerado control (n=94) y no fue sincronizado para IATF. Después de la IATF, todos los animales fueron mantenidos juntos, en un esquema de servicio que consistió en 45 días de detección de celos e IA y 45 días con toros, para completar una temporada de servicio de 90 días. Los porcentajes de preñez en vacas tratadas con CIDR (52,0%) y Crestar (42,7%) fueron superiores (P<0,05) a aquellas que fueron tratadas con el protocolo Ovsynch (15,0%). La baja tasa de concepción del grupo Ovsynch confirmó los resultados de otros autores que indican que no es un tratamiento eficiente para usarlo en vacas en regiones tropicales, donde generalmente hay altos porcentajes de anestro (1,8,32,33).

Los animales tratados con CIDR o Crestar también presentaron una tasa de servicio más alta durante los primeros 45 días de la temporada de detección de celos e IA (CIDR 45,8% y Crestar 44,1%, respectivamente), comparado con los controles (23,4%). La preñez final del período de 45 días de IA fue del 65,0% para las iniciadas con CIDR, 60,1% para las iniciadas con Crestar y sólo 19% para las vacas que no recibieron ningún tratamiento inicial y fueron IA después de la observación de celo por 45 días. Estos resultados confirman aquellos de Fike et al. (34), sobre el efecto positivo del tratamiento con P4 y estradiol sobre la inducción de la ciclicidad en vacas *Bos taurus* en anestro posparto.

Otra alternativa para aumentar los porcentajes de preñez en programas de IATF en ganado *Bos indicus* en anestro, puede ser la adición de eCG en el momento de la extracción de los dispositivos con P4 (revisado en 9). El tratamiento con eCG aumenta los porcentajes de

preñez en vacas en posparto con cría en anestro (revisado en 13). Tres estudios recientes evaluaron el efecto de la eCG en el momento de extracción del dispositivo con P4, en vacas con cría (6,30,31). Las vacas eran Braford, cruce Nelore y Nelore puras y tenían 60 a 90 días posparto y con una CC de 1,5 a 2,5 (escala de 1 a 5). Los tratamientos consistieron en la aplicación de un dispositivo con P4 (PRID, Sanofi, Francia; CIDR-B, Pfizer o DIB, Syntex, Argentina) y 2 mg EB im en el Día 0. En el Día 8, los dispositivos con P4 fueron retirados y todas las vacas recibieron PGF_{2α}. Las vacas en los grupos de eCG también recibieron 400 UI de eCG en el Día 8 (Novormón, Syntex, Argentina) y todas las vacas recibieron 1 mg EB im en el Día 9 y fueron IATF 52 a 56 h después de la extracción del dispositivo con P4. La actividad ovárica fue estimada por ultrasonografía o palpación rectal en el Día 0 y las vacas fueron clasificadas en: las que tenían un CL, las que tenían folículos medianos a grandes (≥ 8 mm de diámetro) y aquellas con ovarios que contenían estructuras no detectables (folículos pequeños, < 8 mm de diámetro). La tasa final de preñez fue más alta en vacas tratadas con eCG que en las controles. El incremento total fue principalmente debido al aumento del porcentaje de preñez en vacas con folículos medianos o pequeños a principios del experimento (Gráfico 1).

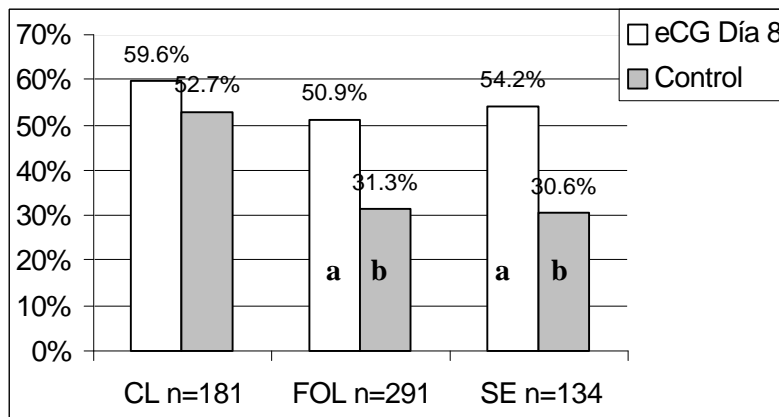


Gráfico 1. Porcentajes de preñez en vacas con cría tratadas con dispositivos con P4 y eCG en función del status ovárico al inicio del tratamiento.

^{ab} Columnas con diferentes letras difieren ($P=0,03$).

En un estudio complementario, evaluamos el efecto del tratamiento con eCG en el momento de extracción del dispositivo con P4 sobre la dinámica folicular, ovulación y concentraciones plasmáticas de P4 en 50 vacas cruce *Bos indicus* primíparas con cría (39). La Tabla 1 muestra claramente que el tratamiento con eCG aumentó las concentraciones plasmáticas de P4 en el Día 12 después de la ovulación, sin incrementar significativamente el diámetro del folículo dominante ovulatorio y el área del CL medido por ultrasonografía.

Tabla 1. Efecto del tratamiento con eCG (400 UI) al momento de retirado el dispositivo con P4 sobre la tasa de ovulación, tamaño del folículo dominante ovulatorio (FD), área del CL resultante y concentraciones plasmáticas de P4 en el Día 12 después de la ovulación en vacas con cría crúza *Bos indicus* (39).

	Tasa de ovulación	Tiempo de ovulación (horas)	Diámetro Máximo del FD (mm)	Área del CL (cm ²)	P4 total (ng/mL)	P4 en vacas que ovularon (ng/mL)
eCG (25)	76% (19/25)	74.2 ± 4.0	12.55 ± 0.36	1.93 ± 0.05	8.6 ± 0.9 ^a	8.6 ± 0.4 ^a
No eCG (25)	60 % (15/25)	78.0 ± 3.1	12.50 ± 0.46	1.82 ± 0.06	4.5 ± 0.7 ^b	6.4 ± 0.5 ^b

^{ab} Medias en la misma columna con diferentes superíndices difieren (P<0,05).

Se ha sugerido recientemente que las vacas en anestro tratadas con los protocolos actuales de IATF pueden ovular folículos más pequeños que producen menos P4, lo cual podría alterar la síntesis o liberación de PGF uterina o comprometer el reconocimiento y el establecimiento de la preñez (38). Nuestros datos indican que el tratamiento con eCG incrementa la producción de P4 por el CL, pudiendo ser una alternativa para mejorar el desempeño reproductivo de vacas en anestro sincronizadas para IATF.

Destete Temporario, Enlatado y eCG en Vacas con Cría

Realizamos un experimento con el objetivo de evaluar el efecto de un destete temporario y la aplicación de eCG en vacas crúza cebú con cría y en pobre condición corporal (28). Se utilizaron 393 vacas con cría al pie (60 a 80 días pos parto) y con una CC de entre 2 y 2,5 (escala 1 a 5). Las vacas fueron asignadas a uno de 4 grupos, en un diseño 2 x 2 factorial. Todas las vacas recibieron, en el Día 0, un DIB (Syntex, Argentina) nuevo o reutilizado, asignados en forma equitativa en cada uno de los grupos de tratamiento. En el momento de colocado el DIB se inyectaron 2 mg de EB im (Día 0), en el Día 8 se aplicó una dosis de 150 µg de D (+)Cloprostenol im (Ciclase, Syntex) y la mitad de las vacas recibieron 400 UI de eCG im (Novormón 5000, Syntex). A su vez, cada grupo fue subdividido en dos subgrupos, en uno se mantuvieron los terneros con sus madres mientras que en el otro subgrupo se realizó un destete temporario de los terneros desde el momento de retirado el DIB hasta el momento de la IATF. Los terneros fueron separados de sus madres por una distancia de aproximadamente 1000 m para evitar cualquier tipo de contacto visual, auditivo u olfativo entre vacas y terneros. Todas las vacas recibieron 1 mg de EB im 24 h luego de retirado el DIB y fueron IATF entre las 52 y 56 h de retirado el mismo. Se realizó diagnóstico precoz de preñez por medio de ultrasonografía a los 42 días de la IATF. No se encontraron diferencias (P=0,1) entre los dispositivos nuevos (85/204; 41,6%) y reutilizados (87/195; 44,5%) por lo que los datos fueron combinados para su análisis. Como puede observarse en la Tabla 2, el uso de eCG incrementó (P=0,07) la tasa de preñez. Sin embargo, no hubo diferencias (P=0,3) en los porcentajes de preñez entre las vacas a las cuales se les realizó destete temporario y las que estuvieron con sus terneros, tal vez debido a que las vacas no mejoraron sustancialmente su condición corporal durante el período de servicio.

Tabla 2. Porcentajes de preñez en vacas con cría tratadas con dispositivos con P4 y EB con o sin 400 UI de eCG en el momento de retirar el dispositivo (Día 8) y destete temporario desde la remoción del dispositivo con P4 hasta la IATF.

eCG	No eCG	Total
-----	--------	-------

Destete	45/94 (47,9%)	41/97 (42,3%)	86/191 (45,0%) ^c
Sin Destete	49/98 (50,0%)	38/104 (36,5%)	87/202 (43,1%) ^c
Total	94/192 (49,0%) ^a	79/201 (39,3%) ^b	

^{a b} Valores totales en la misma fila que tienden a ser diferentes (P=0,07).

^c Valores totales en la misma columna que no difieren (P=0,3).

En el segundo experimento realizado en Brasil, se evaluó el efecto de la eCG y el destete temporario sobre los porcentajes de preñez en 457 vacas Nelore con cría (44). En este experimento las vacas utilizadas tenían un período posparto de 67,3±15,2 d y una CC promedio de 3,0±0,3 (escala de 1 a 5). Los animales fueron distribuidos según edad, CC y días posparto en uno de cuatro tratamientos en un diseño 2 x 2 factorial. En el día de inicio del tratamiento (Día 0), a todos los animales se les aplicó un implante subcutáneo Crestar (Intervet), 3 mg de norgestomet y 5 mg de valerato de estradiol im. En el Día 9 se les retiró el implante y la mitad de las vacas recibieron 400 UI de eCG im (Folligón, Intervet). A su vez, cada uno de los grupos fue subdividido en dos subgrupos, a uno de ellos se mantuvieron los terneros con sus madres mientras que en el otro subgrupo se realizó un destete temporario de los terneros desde el momento de retirado el implante hasta el momento de la IATF (54 h). Como se ve en la Tabla 3, el tratamiento con eCG incrementó (P<0,05) la tasa de preñez y en este experimento el efecto del destete también fue significativo (P<0,05).

Tabla 3. Porcentajes de preñez en vacas con cría tratadas con implantes de norgestomet y valerato de estradiol, con o sin 400 UI de eCG en el momento de retirar el implante (Día 9) y destete temporario desde la remoción del implante hasta la IATF.

	eCG	No eCG	Total
Destete	66/113 (58,4%)	54/114 (47,4%)	120/227 (52,9%) ^c
Sin Destete	59/112 (52,7%)	44/118 (37,3%)	103/230 (44,8%) ^d
Total	125/225 (55,6%) ^a	98/232 (42,2%) ^b	

^{a b} Valores totales en la misma fila con diferentes superíndices difieren (P<0,05).

^{c d} Valores totales en la misma columna con diferentes superíndices difieren (P<0,05).

Estos trabajos indican que la utilización de un destete temporario y la eCG, siempre y cuando sea asociado a un tratamiento hormonal con dispositivos con P4 o implantes de Norgestomet y estradiol, son herramientas muy valiosas para mejorar la preñez en vacas cebuínas con cría.

Finalmente, realizamos otro experimento con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de la placa nasal en los terneros (enlatado) y eCG sobre la tasa de preñez. Se utilizaron 399 vacas de carne de segundo servicio, con cría al pie (60 a 80 días pos parto) y con una CC de entre 2 y 2,5 (escala 1 a 5). Las vacas fueron asignadas a cuatro grupos de tratamiento, en un diseño 2 x 2 factorial. Todas las vacas recibieron un DIB nuevo o reutilizado distribuidos en forma equitativa en cada uno de los grupos de tratamiento. En el momento de colocado el DIB se inyectaron 2 mg de EB im (Día 0), en el Día 8 se aplicó una dosis de PGF y la mitad de las vacas recibieron 400 UI de eCG im (Novormón 5000, Syntex). A su vez, cada uno de los grupos fue subdividido en dos subgrupos, en uno se realizó enlatado de los terneros desde el momento de iniciado el tratamiento hasta el momento de la IATF y en el otro subgrupo no se realizó enlatado de los terneros. Todas las vacas recibieron 1 mg de EB 24 h luego de retirado el DIB y fueron IATF entre las 52 y 56 h de retirado el mismo. Se realizó diagnóstico de preñez por medio de ultrasonografía a los 60 días de la IATF. No se encontraron diferencias significativas (P=0,1) entre los dispositivos nuevos (87/195; 44,5%) y reutilizados (86/196; 43,9%) por lo que los datos fueron combinados para su análisis. Como puede observarse en la Tabla 4, la restricción del amamantamiento incrementó (P=0,03) los

porcentajes de preñez. Mientras tanto, no se encontraron diferencias ($P=0,82$) en los porcentajes de preñez entre las vacas tratadas o no con eCG.

Tabla 4. Porcentajes de preñez en vacas con cría tratadas con dispositivos con P4 y EB, con o sin 400 UI de eCG en el momento de la remoción del dispositivo con P4 y colocación de placas nasales (enlatado) en los terneros desde la inserción del dispositivo hasta la IATF.

	eCG	No eCG	Total
Terneros con placa	38/89 (42,3%)	53/106 (50,0%)	91/195 (46,6%) ^b
Terneros sin placa	44/103 (43,7%)	37/101 (36,6%)	81/204 (39,7%) ^c
Total	82/192 (42,7%) ^a	90/207 (43,4%) ^a	

^a Valores totales en la misma fila no difieren ($P=0,82$).

^{b c} Valores totales en la misma columna con diferentes superíndices difieren ($P=0,03$).

Concluimos que el enlatado de los terneros por un período de 10 días puede mejorar las tasas de preñez en vacas primíparas tratadas con dispositivos con P4 e IATF. Sin embargo, este tratamiento afectó ($P=0,001$) el peso al destete de los terneros, que fueron 10 kg más livianos que los terneros que no fueron enlatados (190,1±1,9 kg y 200,4±2,1 kg para los terneros enlatados o no enlatados, respectivamente). Esta disminución de peso debe tomarse en cuenta cuando se realiza el análisis económico del uso del enlatado para aumentar la tasa de preñez.

Consideraciones finales

Los resultados presentados en este trabajo indican que es posible obtener buenos resultados con la IATF en rodeos de cría y obviar de esta manera el inconveniente de la detección de celos. Además, la utilización de programas de IATF en un rodeo de cría puede incrementar el peso al destete de los terneros logrados, debido a la anticipación y mayor concentración de los partos. Por supuesto también permite el mejoramiento genético de un rodeo por la utilización de toros con EPD.

Los dispositivos con P4 nuevos y reutilizados son efectivos para sincronizar el celo en vaquillonas, vacas secas y vacas con cría y deben ir acompañados de una inyección de estradiol en el momento de su inserción para sincronizar el desarrollo de una nueva onda folicular y una segunda dosis de estradiol al final del tratamiento para sincronizar la ovulación. Sobre 138742 IATF realizadas por nuestro grupo se obtuvo un porcentaje de preñez del 52,7%.

Sobre los factores que afectan los resultados, la condición corporal es tal vez el factor más determinante y los resultados pueden variar desde alrededor del 28,7% (vacas con cría con una condición corporal de 2,5) y un máximo de 75% (vaquillonas con una condición corporal de 3). La condición corporal de los vientres al momento de iniciar un tratamiento de sincronización de celos no debiera ser menor a los 2,5 (Escala 1-5) para obtener resultados aceptables.

Los tratamientos con dispositivos de liberación de P4 y EB pueden mejorar el desempeño reproductivo en vacas en anestro, debido a su efecto beneficioso sobre la frecuencia de pulsos de LH, crecimiento folicular y ovulación. Además, el uso de eCG en el momento de extracción de un dispositivo con P4 mejoró los porcentajes de preñez y este efecto fue más evidente en casos donde el anestro era más pronunciado.

Finalmente, la selección del programa más adecuado para un determinado rodeo dependerá de otros factores no fisiológicos como la eficiencia de la detección de celos, destreza

del veterinario en la palpación rectal, dinero disponible por hembra para gastar en tratamientos, costo de la dosis de semen, disponibilidad de mano de obra calificada e instalaciones disponibles, pero fundamentalmente de los objetivos del programa de manejo del establecimiento.

Referencias

1. Barros, C.M., Fernandes, P; Nogueira M. F.G. 2000. Controle farmacológico do ciclo estral e superovulação em zebuínos de corte. Proc. Simp. Contr. Farmac. Ciclo Estral Rumin. 1, 158-189.
2. Barros, C.M., Figueiredo, R.A, Pinheiro, O.L. 1995 . Estro, ovulacao e dinâmica folicular em Cebuínos. Rev Bras Reprod Anim; 19:9-22
3. 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 anoestrous beef cattle in tropical climates. Anim. Reprod. Sci. 81-82: 479-486.
4. Baruselli, P.S., Madureira, E.H., Marques, M.O. 2001. Programas de IA a tiempo fijo en *Bos indicus*. Resúmenes. Cuarto Simposio Internacional de Reproducción Animal, Huerta Grande, Córdoba; 95-116.
5. Baruselli, P.S., Marques, M.O., Carvalho, N.A.T., Madureira, E.H., Campos Filho, E.P. 2002. Efeito de diferentes protocolos de inseminação artificial em tempo fixo na eficiência reprodutiva de vacas de corte lactantes. Rev. Bras. Repr. Anim. 26, n. 3, 218-221.
6. Baruselli, P.S., Marques, M.O., Reis, E.L., Bo, G.A. 2003. Tratamientos hormonales para mejorar la performance reproductiva de vacas de cria en anestro em condiciones tropicales. Proc. Inst. Repr. Anim. Cordoba 5, 103-116.
7. Bo G.A, Caccia M., Martinez M., Mapletoft R.J. 1996 Follicular wave emergence after treatment with estradiol benzoate and CIDR-B vaginal devices in beef cattle. 13th Int Congr Anim Reprod, Sydney, Australia; 7:22 abstr.
8. Bó G.A., Baruselli P.S. 2002. Programas de Inseminación Artificial a tiempo fijo en el ganado bovino en regiones subtropicales y tropicales. En: Avances en la Ganadería Doble Propósito. C. Gonzalez-Stagnaro, E. Soto Belloso, L. Ramirez Iglesia (eds.). Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo-Venezuela. Capítulo XXXI: 497-514.
9. Bó, G.A, Baruselli, P.S., Martinez, M.F. 2003. Pattern and manipulation of follicular development in *bos indicus* cattle. Anim Reprod Sci (en prensa).
10. Bó, G.A. y Baruselli, P.S. 2002. Programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en el Ganado Bovino en Regiones Subtropicales y Tropicales. Capítulo XXXI. En: Avances en la Gandería doble propósito, C. Gonzalez-Stagnaro, Eleazar Soto Belloso y Lílido Ramírez Iglesia (Editores); Fundación Girarz, Maracaibo, Venezuela; 499-514.
11. Bó, G.A., Baruselli, P.S., Moreno, D., Cutaia, L., Caccia, M., Tríbulo, R., Tríbulo, H., Mapletoft, R.J. 2002. The control of follicular wave development for self-appointed embryo transfer programs in cattle. Theriogenology; 57:53-72.
12. Bó, G.A., Adams, G.P., Pierson, R.A., Mapletoft, R.J. 1995. Exogenous control of follicular wave emergence in cattle. Theriogenology; 43:31-40.
13. Bó, G.A., Baruselli, P.S., Martinez, M.F. 2003. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. Anim. Repr. Sci. 78, 307-326.
14. Bó, G.A., Cutaia, L., Brogliatti, G.M., Medina, M., Tríbulo, R., Tríbulo, H. 2001. Programas de inseminacion artificial a tiempo fijo en ganado bovino utilizando progestágenos y estradiol. Resúmenes Cuarto Simposio Internacional de Reproducción Animal, Huerta Grande, Córdoba; 117-136.
15. Bó, G.A., Cutaia, L., Tribulo, R. 2002. Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina. Primera Parte. Taurus; 14: 10-21.

16. Bó, G.A., Cutaia, L., Tribulo, R. 2002. Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina. Segunda Parte. *Taurus*; 15:17-32.
17. Breuel, K.F., Lewis, P.E., Inskeep, E.K., Butcher, R.L. 1993. Endocrine profiles and follicular development in early-weaned postpartum beef cows. *J. Reprod. Fertil.* 97, 205-212.
18. Burke, J.M., de la Sota, R.L., Risco, C., Staples, C.R., Thatcher, W.W. 1996. Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*; 79:1385.
19. Colazo MG, Kastelic JP, Mapletoft RJ. Effects of estradiol cypionate (ECP) on ovarian follicular dynamics, synchrony of ovulation, and fertility in CIDR-based, fixed-time AI programs in beef heifers. *Theriogenology* 2003; 60:855-65.
20. Colazo MG, Kastelic JP, Martinez MF, Whittaker PR, Wilde R. Fertility following fixed-time AI in CIDR treated beef heifers given GnRH or estradiol Cypionate and fed diets supplemented with flax seed or sunflower seed. *Theriogenology*, 2004; 15; 61:1115-24.
21. Colazo, M.G., Bó, G.A., Illuminanti, H., Meglia, G., Schmidt, E.E., Bartolomé, J. 1999. Fixed-time artificial insemination in beef cattle using CIDR-B devices, progesterone and estradiol benzoate. *Theriogenology*; 51:404 abstr.
22. Colazo, M.G., Kastelik, J.P., Whittaker, P.R., Gavaga, Q.A., Wilde, R., Mapletoft R.J. Fertility in beef cattle given a new or previously used CIDR insert and estradiol, with or without progesterone. *Anim. Reprod. Sci.* 2004 Mar;81(1-2):25-34.
23. Cutaia L, Alisio L., Bertero F., Avilés M, Bó G.A. 2004. Pregnancy rates in cows and heifers synchronized with DIB and estradiol benzoate at DIB removal or 24 h later. XIII Reunión Annual de la Sociedad Brasileira de Tecnología de Embriones. En prensa.
24. Cutaia L, Tríbulo R, Alisio L, Tegli J, Moreno D, Bo GA. 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). Resúmenes 4° Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba. 22 al 24 de junio de 2001; 244. Abstr.
25. Cutaia L, Tríbulo R, Moreno D, García Fernández M, Bó GA. Resincronización de Celos en Vacas Braford y Brangus Pos Parto Utilizando Dispositivos con Progesterona y Benzoato de Estradiol. Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal, Buenos Aires, 2 al 4 de Octubre de 2002 – Revista Argentina de Producción Animal; 22-1: 280.
26. Cutaia L., Chesta P, Moreno D., Bó G.A. 2003 Efecto del momento de la aplicación de benzoato de estradiol sobre la sincronía, el tiempo de ovulación y los porcentajes de preñez en vacas tratadas con un dispositivo DIB y PGF .V° Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba. 27 al 29 de junio de 2003. (en prensa).
27. Cutaia, L, Veneranda, G, Tribulo, R, Baruselli, PS y Bó GA. “Programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en Rodeos de Cría: Factores que lo Afectan y Resultados Productivos”. V° Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba. 27 al 29 de junio de 2003. 119-132.
28. Cutaia, L., Balla, E., Rizzi, C., Peres, L., Bo, G.A. 2005. Effect of temporary weaning and epg treatment on pregnancy rates in postpartum bos indicus cows following treatment with progesterone vaginal devices and estradiol benzoate. *Reprod. Fertil. Dev.* Enviado (abstract).
29. Cutaia, L., Moreno, D., Villata, M.L., Bó, G.A. 2001. Synchrony of ovulation in beef cows treated with progesterone vaginal devices and estradiol benzoate administered at device removal or 24 hours later. *Theriogenology*; 55:408 abstr.
30. Cutaia, L., Tríbulo, R., Moreno, D., Bo, G.A. 2003. Pregnancy rates in lactating beef cows treated with progesterone releasing devices, estradiol benzoate and equine chorionic gonadotropin (eCG). *Theriogenology* 59, 216 (abstract).

31. Cutaia, L.; Veneranda, G; Tribulo, R.; Baruselli, P.S.; Bó, G.A. 2003. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de cría: factores que lo afectan y resultados productivos. *Proceedings 5 Simposio Internacional de Reproducción Animal*, June 27-29, Córdoba, Argentina, 119-132.
32. Diskin, M.G., Austin, E.J., Roche, J.F. 2002. Exogenous hormonal manipulation of ovarian activity in cattle. *Domestic Animal Endocrinology* 23, 211-228.
33. Fernandes, P., Teixeira, A.B., Crocci, A.J., Barros, C.M. 2001. Timed artificial insemination in beef cattle using GnRH agonist, PGF2alpha and estradiol benzoate. *Theriogenology* 55, 1521-1532.
34. Fike, K.E., Day, M.L., Inskeep, E.K., Kinder, J.E., Lewis, P.E., Short, R.E., Hafs, H.D. 1997. Estrus and luteal function in suckled beef cows that were anoestrus when treated with an intravaginal device containing progesterone with and without a subsequent injection of estradiol benzoate. *J. Anim. Sci.* 75, 2009-2115.
35. Geary, T.W., Whittier, J.C., Downing, E.R., LeFever, D.G., Silcox, R.W., Holland, M.D., Nett, T.M., Niswender, G.D. 1998. Pregnancy rates of post partum beef cows that were synchronized using Syncro-Mate B or Ovsynch protocol. *J Anim Sci*; 76:1523-1527.
36. Infostat, Estadística y Biometría, Manual de Procedimientos. 2002. Versión 1.0, Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNC.
37. Macmillan, K.L., 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.
38. Macmillan, K.L., Segwagwe, B.V.E., Pino, C.S. 2003. Associations between the manipulation of patterns of follicular development and fertility in cattle. *Anim. Repr. Sci.* 78, 327-344.
39. Marques, M.O., Reis, E.L., Campos Filho, E.P., Baruselli, P.S. 2003. Efeitos da administração de eCG e de Benzoato de Estradiol para sincronização da ovulação em vacas zebuínas no período pós-parto. *Proceedings 5 Simposio Internacional de Reproducción Animal*, June 27-29, Córdoba, Argentina, 392 (abstract).
40. Martínez MF, Kastelic JP, Adams GP, Janzen E, McCartney D, Mapletoft RJ. 2000. Estrus synchronization and fertility in beef cattle given a CIDR and estradiol or GnRH. *Can. Vet. J.* 41, 786-790.
41. Martínez, M.F., Kastelic JP, Adams GP, Mapletoft RJ. 2002. 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.
42. Melo, O. y Boetto, C. 1999. Efecto de la nutrición sobre la fertilidad en la vaca de cría. En: Módulo V del Curso de Pos Grado en Reproducción Bovina (IRAC);37-61.
43. Moreno, D., Cutaia, L., Villata, M.L., Ortisi, F., Bó, G.A. 2001. Follicle wave emergence in beef cows treated with progesterone releasing devices, estradiol benzoate and progesterone. *Theriogenology* 55, 408 abstr.
44. Penteadó, L., Ayres, H., Reis, E.L., Madureira, E.H., Baruselli, P.S. 2004. Effect of eCG and weaning on pregnancy rate in suckling nelore cows FTAI. *Congreso Annual de la Sociedad Brasileña de Tecnología de Embriones*, Barra Bonita, Sao Paulo. Enviado (abstract).
45. Pursley, J.R., Wiltbank, M.C., Stevenson, J.S., Ottobre, J.S., Garverick, H.A, Anderson, L.L. 1997. Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J Dairy Sci*; 80:295-300.
46. Rhodes, F.M., Burke, C.R., Clark, B.A., Day, M.L., Macmillan, K.L. 2002. Effect of treatment with progesterone and oestradiol benzoate on ovarian follicular turnover in postpartum anoestrus cows and cows which have resumed oestrous cycle. *Anim. Reprod. Sci.* 69, 139-150.

47. Rivera GM, Goñi CG, Chaves MA, Ferrero SB and Bó GA. 1998. Ovarian follicular wave synchronization and induction of ovulation in postpartum beef cows. *Theriogenology* 49:1365-1376.
48. Roche, J.F. 1974. Synchronization of estrus in heifers with implants of progesterone. *J Reprod Fertil*; 41:337-334.
49. Savio, J.D., Tatcher, W.W., Badinga, L., de la Sota, R.L., Wolfenson, D. 1993. Regulation of dominant follicle turnover during the oestrous cycle in cows. *J. Reprod. Fertil.* 97, 197-203.
50. Short, R.E., Bellows, R.H., Staigmiller, R.B., Berardinelli, J.G. and Custer, E.E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J Anim. Sci*; 68:799-816.
51. Soto-Belloso, E, Portillo Martínez, G., De Ondiz, A., Rojas, N., Soto Castillo, G., Ramírez Iglesia, L., Perea Ganchou, F. 2002. Improvement of reproductive performance in crossbred zebu anestrous primiparous cows by treatment with norgestomet implants or 96 h calf removal. *Theriogenology* 57, 1503-1510.
52. Stevenson, J. 2000. Sincronización de celos y de ovulaciones en ganado bovino de carne y de leche. Quinto Congreso Argentino de Reproducción Animal, CABIA, Rosario, Argentina; CD.
53. Stock, A.E., Fortune, J.E. 1993. Ovarian follicular dominance in cattle: relationship between prolonged growth and the ovulatory follicle and endocrine parameters. *Endocrinology* 132, 1108-114.
54. Thibier, M., Wagner, H.G. 2000. World statistics for artificial insemination in cattle. Proc. 14th International Congress on Animal Reproduction (ICAR), Stockholm, Sweden; 2:76 abstr.
55. Whittaker, P.R., Colazo, M.G., Martínez, M.F., Kastelic, J.P., Mapletoft, R.J. 2002. New or used CIDR-B devices and estradiol benzoate, with or without progesterone, for fixed-time AI in beef cattle. *Theriogenology*; 57:391 abstr.
56. Wilmut, I., Hunter, R.H.F. 1984. Sperm transport into the oviducts of heifers mated early in estrus. *Reprod Nutr Dev*; 24:461-468.
57. Wiltbank, M.C., Gumen, A., Sartori, R. 2002. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology*; 57:21-52.