

APLICACIÓN DE IA A TIEMPO FIJO EN PROGRAMAS DE BOVINOS DE CARNE EN CANADÁ

Reuben J. Mapletoft¹, Marcos Colazo¹, Marcelo Martinez¹, y John P. Kastelic²
¹WCVM, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK
²Agriculture and Agri-Food Canada, Research Centre, Lethbridge, AB

INTRODUCCIÓN

La detección de celo lleva mucho tiempo y mano de obra, depende de las influencias ambientales (Ej., mal piso e inclemencias climáticas) y suele ser ineficiente e imprecisa. Por lo tanto, el desempeño reproductivo suele ser malo al realizar inseminación artificial (IA) luego de la detección de celo. Por otra parte, programas de tratamientos que aseguran concentraciones circulantes elevadas de progesterona sincronizan tanto la emergencia de una nueva onda de folículos ováricos como la ovulación y que utilizan la IA a tiempo fijo (IATF) sin detección de celo pueden resultar en un desempeño reproductivo satisfactorio. La presencia de comportamiento de celo no tiene importancia en los protocolos de IATF. El objetivo de este artículo es revisar brevemente los programas actuales de IATF utilizados en el oeste de Canadá.

EL CICLO ESTRAL

Los folículos ováricos en bovinos crecen en ondas. Una onda folicular consiste en la emergencia sincrónica de un grupo de folículos antrales con un diámetro de 4-5 mm. Un folículo (dominante) se selecciona mientras el resto de los folículos (subordinados) se vuelven atrésicos (20). Los ciclos estrales en bovinos están compuestos de 2 ó 3 ondas foliculares. Tanto en ciclos de 2 ondas como en los de 3, la emergencia de la primera onda folicular ocurre el día de la ovulación (día 0). En ciclos de 2 ondas, la segunda onda emerge los días 9 ó 10. En ciclos de 3 ondas, la segunda onda emerge los días 8 ó 9 y la tercera onda emerge los días 15 ó 16. El ciclo estral tiene una duración de 20 y 23 días en ciclos de 2 y 3 ondas respectivamente (por lo tanto, la duración "promedio" del ciclo de 21 días no es muy común).

El folículo dominante presente al momento de la luteólisis se convierte en el folículo ovulatorio y la emergencia de la siguiente onda folicular se retrasa hasta la próxima ovulación. Probablemente la proporción de bovinos con 2 y 3 ondas sea aproximadamente igual. Sin embargo, los bovinos alimentados con una ración baja en energía presentaron una mayor proporción de ciclos de 3 ondas que aquellos alimentados con una ración alta en energía (36). En un estudio reciente (45), las ondas foliculares fueron monitoreadas por ecografía en el ciclo estral antes de la IA en 106 vacas lecheras. La proporción de animales de 2 y 3 ondas fue de 30 y 68% y las tasas de preñez fueron de 63 y 81% respectivamente ($P=0,058$). Sin embargo, otros no pudieron demostrar una diferencia entre ciclos de 2 y 3 ondas (6). También se informaron ondas foliculares en vaquillonas antes de la pubertad (17), durante la preñez (1) y en vacas posparto antes de la primera ovulación (39).

El reclutamiento de ondas foliculares y la selección de un folículo dominante se realiza sobre la base de la respuesta diferencial a la FSH y la LH (21). Los picos en las concentraciones de FSH en plasma (2) son seguidas, 1 ó 2 días más tarde, de la emergencia de una nueva onda folicular. Luego la FSH es suprimida por productos de los folículos en crecimiento (Ej. estradiol e inhibina). En cada onda, el folículo que primero adquiere receptores de LH se convierte en el folículo dominante, mientras que los subordinados (que siguen dependiendo de la FSH) sufren atresia (1,4). La supresión de la LH, como consecuencia de la secreción de progesterona del cuerpo lúteo (CL) termina causando que el folículo dominante interrumpa sus actividades metabólicas lo cual lleva a la regresión, a un nuevo pico de FSH y a la emergencia de una nueva onda folicular (3). La regresión luteal permite que aumente la frecuencia de pulsos de LH. El crecimiento del folículo dominante aumenta y se elevan las concentraciones de estradiol lo cual resulta en una retroalimentación positiva del eje hipotalámico hipofisiario, un pico de LH y la ovulación (48).

SINCRONIZACIÓN DE CELO

Prostaglandina

A pesar de que la prostaglandina F_{2α} (PGF) es el tratamiento más utilizado para la sincronización de celo en bovinos (23, 37), tiene algunas limitaciones importantes. Los animales deben estar ciclando y en un estadio apropiado de su ciclo estral. La PGF no es efectiva para la inducción de la luteólisis hasta unos 5 ó 6 días después del celo y si el tratamiento se administra cuando el ciclo estral está avanzado, puede que la luteólisis ya haya comenzado por PGF endógena (41). Cuando se induce la luteólisis con un tratamiento de PGF, el comienzo del estro se distribuye en un periodo de 6 días (41). Esta variación se debe al estado folicular ovárico al momento del tratamiento (22). En un programa de sincronización de 2 dosis de PGF, se utilizó un intervalo de 10 u 11 días entre dosis. Teóricamente, todos los bovinos deberían tener un CL que responda a la PGF en el segundo tratamiento (41). Sin embargo, se informó una tasa de concepción más elevada con un intervalo de 14 días (18) porque es más probable encontrar un folículo dominante en ese momento. Además, existe evidencia de que los bovinos inyectados con PGF en un diestro avanzado tienen una respuesta de celo mayor y tasas de concepción más elevadas que los animales inyectados durante el diestro temprano o medio (15).

Progestágenos

Las progestinas alteran la función ovárica suprimiendo el estro y evitando la ovulación (13). La progesterona reduce la frecuencia de los pulsos de LH (40), lo cual a su vez suprime el crecimiento del folículo dominante según la dosis. Además, el acetato de melengestrol (MGA) es menos efectivo que la progesterona nativa para suprimir la LH. Es importante destacar que la progesterona no suprime la secreción de FSH (3). Por lo tanto, las ondas foliculares siguen emergiendo en presencia de un CL funcional. A pesar de que las progestinas administradas por intervalos mayores a la vida del CL (es decir, >14 días) resulta en un celo sincrónico al retirarlas, la fertilidad en el próximo celo es baja (23,37). Debido a que los tipos y dosis de progestinas utilizadas para controlar el ciclo estral en bovinos suelen ser menos eficaces que la progesterona endógena (de un CL) en la supresión de secreción de LH, la alta frecuencia de pulsos de LH resulta en el desarrollo de folículos "persistentes" que contienen oocitos envejecidos que llevan a mala fertilidad (40).

El dispositivo CIDR (dispositivo intravaginal con progesterona) ha sido aprobado en Canadá para la sincronización de celo en bovinos de carne (25). Las instrucciones recomendadas en la etiqueta (para IA) establecen que el CIDR debería permanecer en la vagina durante 7 días. La PGF se administra 24 horas antes de la remoción del CIDR y la detección de celo comienza 48 horas después de la remoción del CIDR. Después de un breve período de tratamiento (7 días), el problema de los folículos persistentes se reduce. Los CIDR pueden ser utilizados en diferentes tratamientos para sincronizar el desarrollo folicular y la ovulación (25).

Progesterona y estradiol

Antes del advenimiento de la PGF, el estradiol se administraba (cerca del comienzo de un tratamiento con progestina de corta duración) para inducir la liberación endógena de PGF y la luteólisis (37). La probabilidad del desarrollo de un folículo persistente se redujo y a pesar de que las tasas de preñez variaban ampliamente (33 a 68%), los resultados han sido en general aceptables. Además, estos tratamientos generalmente resultan en preñeces en bovinos prepúberes o posparto anovulatorios, especialmente si están cercanos a iniciar la ciclicidad en forma espontánea (37). Las malas tasas de preñez se atribuyeron generalmente a la mala condición corporal o a los intervalos posparto (47).

Hemos demostrado que otro beneficio del estradiol en protocolos breves con progestina es la regresión folicular, seguida de la emergencia de una nueva onda folicular (7). El mecanismo incluye la supresión de las concentraciones circulantes de FSH.

El tratamiento con un estradiol de acción corta (Ej., estradiol -17 β) en vacas tratadas con progestina es seguido de la emergencia de una nueva onda, 3 a 5 días más tarde, sin importar el estadio del ciclo estral al momento del tratamiento (7). El estradiol-17 β o el benzoato de estradiol (7, 8) es inyectado normalmente (junto con 50 a 100 mg de progesterona) al momento de la inserción de un CIDR (30, 32). A pesar de que originalmente se recomendaba una inyección de progesterona para evitar una liberación de LH inducida por estrógeno en bovinos sin un CL, estudios más recientes han demostrado que el tratamiento con estradiol solo en bovinos tratados con CIDR resultó en tasas de preñez que no difirieron significativamente del tratamiento con estradiol y progesterona (9). En programas de sincronización de celo, una dosis más baja (generalmente 1mg) de estradiol se administra 24 horas después de la remoción de la progestina. Esto sincroniza un pico de LH (aproximadamente 16 a 18 horas después del tratamiento) y la ovulación (aproximadamente 24-32 horas después del pico de LH; 28, 34). La IATF suele realizarse unas 30-34 horas después del segundo tratamiento con estradiol (25, 28). A pesar de que algunos bovinos muestran celo dentro de las 12 horas después del tratamiento con estradiol, no hay motivos para inseminar a esos animales antes de la IATF planeada.

GnRH

La GnRH sintética estuvo disponible en la década de 1970 como tratamiento para quistes foliculares (16). En bovinos con un folículo dominante en crecimiento (al menos 10 mm en diámetro), el tratamiento con GnRH induce la ovulación con la emergencia de una nueva onda folicular aproximadamente 2 días después del tratamiento (27, 38, 43). El tratamiento con PGF 6 días (46) o 7 días (38) después de la GnRH resulta en la ovulación del nuevo folículo dominante, especialmente cuando se administra una segunda inyección de GnRH 36-48 horas después de la PGF (43,48). Protocolos más recientes en bovinos de carne han investigado prolongar el tiempo a la segunda inyección de GnRH a 60 ó 72 horas (10, 11).

Pursley et al (38), desarrollaron un esquema de sincronización de ovulación con GnRH para IATF ("Ovsynch"). La primera inyección de GnRH es seguida de una inyección de PGF 7 días más tarde y una segunda inyección de GnRH 48 horas más tarde. El protocolo Ovsynch ha sido mucho más eficaz en vacas lecheras en lactancia que en vaquillonas (29,38). A pesar de que se desconoce la causa de esta discrepancia, la ovulación luego de la primera inyección de GnRH ocurrió en el 85% de las vacas pero sólo en el 54% de las vaquillonas (38). Además, 19-20% de las vaquillonas mostraron estro antes de la inyección de PGF, lo cual redujo dramáticamente la fertilidad a la IATF (10, 48). Resultados de nuestro laboratorio confirmaron que el tratamiento con GnRH provoca la ovulación del folículo dominante sólo en el 56% de las vaquillonas y por lo tanto, no induce de manera uniforme la emergencia de una nueva onda folicular (27). Esto resulta en bajas tasas de preñez en vaquillonas luego de la IATF (29). A pesar de la aparente incongruencia en las expectativas generadas por nuestro modelo de dinámica folicular ovárica y el protocolo Ovsynch en vaquillonas, este protocolo ha sido utilizado con éxito en vacas lecheras durante los últimos años (41, 42). Se ha demostrado que el estadio del ciclo estral al momento de inicio del programa Ovsynch afecta la tasa de preñez. Los animales en los que se inicia un programa Ovsynch entre los días 1 y 4 o los días 13 y 17 del ciclo tuvieron tasas de preñez mucho más bajas que los que se iniciaron en otros momentos (Ej. 20 vs. 50%, respectivamente; 44). Cuando se comienza el programa Ovsynch durante el metaestro, puede que el folículo dominante no responda al tratamiento inicial con GnRH y comience a sufrir atresia al momento aproximado en que se inyecta la PGF. Los días 13 a 17, el folículo dominante de la segunda onda puede no ovular en respuesta al primer tratamiento con GnRH y ante la ausencia de ovulación, la PGF endógena podría cuasar luteólisis y ovulación temprana del folículo dominante (en relación a la IATF) causando por lo tanto infertilidad.

En un estudio (14), se detectó que el 20% (64/345) de las vacas de leche en un programa Ovsynch estaban en celo antes de las 48 horas después del tratamiento con PGF. La detección de celo y la IA de vacas que entran en celo antes mejora las tasas de preñez en vacas sincronizadas con un protocolo Ovsynch.

La presincronización con una o dos dosis de PGF con 14 días de diferencia y comenzar el programa Ovsynch 12 ó 14 días después de la segunda dosis de PGF también mejora las tasas de preñez (5, 35). La idea es poder administrar a las vacas la primera inyección de GnRH en los días 5 a 12. En un estudio reciente (24) se notó que la presincronización con PGF aumentó la tasa de preñez en 11 a 13% en bovinos de leche. Hemos investigado los efectos de la presincronización con PGF antes de un protocolo Cosynch sobre la sincronía de celo, el CL, los diámetros foliculares preovulatorios y la tasa de preñez luego de la IATF en vaquillonas de carne (10). La presincronización redujo la proporción de vaquillonas en celo antes de la IATF, lo cual sugiere que este enfoque podría ser útil en la aplicación exitosa de programas Cosynch u Ovsynch en vaquillonas. A pesar de que el diámetro del folículo preovulatorio tendió a afectar de manera positiva a la tasa de preñez, sin importar el tratamiento, la tasa de preñez a la IATF no se vio afectada por la presincronización en este estudio. Otra forma es palpar a los animales justo antes de iniciar el programa Ovsynch. A aquellos con un CL funcional se les administra PGF (y el programa Ovsynch se inicia 14 días más tarde) y a aquellos con un folículo ovárico grande o un cuerpo hemorrágico se les administra GnRH (y el programa Ovsynch se inicia 8 días más tarde; 5).

También examinamos los efectos de la presincronización con CIDR usado sobre el tamaño folicular y la tasa de ovulación a una inyección inicial de GnRH y los efectos de la eCG al momento de la inyección de PGF sobre el tamaño folicular preovulatorio y fertilidad en vacas en un programa Cosynch (11). La presincronización con un CIDR usado aumentó la proporción de vacas que responden al primer tratamiento con GnRH pero, una vez más, la tasa de preñez con IATF no se vio afectada. El tratamiento con eCG al momento del tratamiento con PGF aumentó la fertilidad en vacas Control, especialmente en vacas de 2 años de edad, lo cual sugiere que la eCG puede resultar de utilidad en protocolos Ovsynch o Cosynch en vacas de carne con cría, especialmente aquellas en posparto temprano o aquellas en condiciones de estrés nutricional. En otra serie de experimentos (26), el pretratamiento con un CIDR usado dos veces más PGF aumentó la proporción de animales que ovularon con la primera inyección de GnRH pero el tamaño del folículo preovulatorio y la fertilidad en vacas se mantuvo sin cambios. Sin embargo, tendió a mejorar la fertilidad en vaquillonas. Parecería, que hay varios protocolos diferentes de presincronización que aumentan la cantidad de animales que ovulan con la primera inyección de GnRH y podrían aumentar la eficacia de los programas Ovsynch o Cosynch de IATF. Además, la inyección de eCG al momento de la inyección de PGF (y remoción del CIDR) parecería aumentar las tasas de preñez en bovinos de carne en lactancia que están en condiciones de estrés nutricional.

Se realizaron muchos experimentos en nuestro laboratorio para investigar modificaciones a protocolos de IATF en base a GnRH en bovinos de carne. En un experimento (31), el efecto de reducir el intervalo entre el tratamiento con GnRH y la inyección de PGF fue examinado en un protocolo Cosynch. A las vacas de carne con cría (n=11) se les administró 100 µg de GnRH el día 0 (comienzo del tratamiento) y PGF el día 6 (con IA y 100 µg de GnRH 60 horas más tarde) o el día 7 (con IA y GnRH 48 horas más tarde; regímenes Cosynch de 6 ó 7 días). Las tasas de preñez no difirieron (32/61, 53,3% vs. 26/50, 52,0%)

Además, hemos estudiado el uso de un CIDR en programas de IATF Ovsynch en vaquillonas de carne (29, 31). La presencia de un CIDR entre la primera inyección de GnRH y la inyección de PGF superó el problema de las bajas tasas de preñez en vaquillonas de carne. En 2 estudios diferentes, el uso de un CIDR en un programa de 7 días tipo Ovsynch mejoró las tasas de preñez de 39% en animales control tratados con GnRH al 68% en vaquillonas tratadas con GnRH/CIDR y del 38% en controles tratadas con pLH al 65% en vaquillonas tratadas con pLH/CIDR. En conclusión, un intervalo de 6 ó 7 días desde la GnRH a la PGF en un régimen Cosynch resultó en tasas similares de preñez en vacas. El uso de CIDR a los regímenes Cosynch u Ovsynch mejoró significativamente las tasas de preñez en vaquillonas.

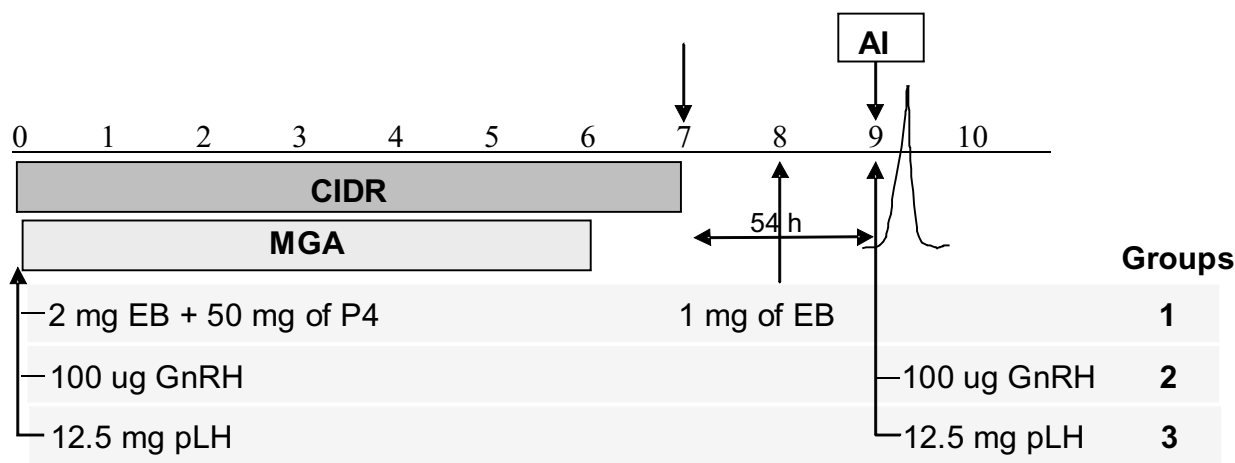
No todas las preparaciones comerciales de GnRH tienen la misma eficacia. Realizamos un estudio (33) para determinar la secreción de LH y la dinámica folicular en bovinos luego de la administración de una de tres fórmulas de gonadorelina comercializadas en Canadá.

En el primer experimento, vacas Holando que no estaban en lactancia (n=8) fueron asignadas al azar para recibir 100 µg intramuscular de diacetato tetrahidrato de gonadorelina (Cystorelin[®] o Fertagyl[®]). En el segundo experimento, vacas Holando que no estaban en lactancia (n=10 por grupo) fueron asignadas al azar los días 6 ó 7 después de la ovulación para recibir 100 µg de gonadorelina de la siguiente manera: 2 mL de Cystorelin[®]; 1 mL de Fertagyl[®]; o 2 mL de Factrel[®] (hidrocloruro de gonadorelina). Se realizó una segunda réplica sólo con Cystorelin[®] (n=10) o Fertagyl[®] (n=10). En el tercer experimento, se asignaron al azar vaquillonas de carne (n=30) para recibir tratamientos con gonadorelina GnRH (como en la primera réplica del segundo experimento) los días 6 ó 7 después de la ovulación. Se tomaron muestras de sangre para análisis de LH y se examinaron los ovarios con ultrasonografía dos veces al día para detectar ovulación. En todos los experimentos, las concentraciones medias y pico de LH en plasma fueron mayores (P<0,05) en bovinos tratados con Cystorelin. La proporción de folículos dominantes que ovularon fue mayor (P<0,02) en vacas Holando tratadas con Cystorelin que en aquellas tratadas con Fertagyl o Factrel (18/19, 11/19 y 4/7, respectivamente), pero no hubo diferencias significativas entre los productos en vaquillonas. No se encontraron diferencias significativas en el intervalo entre el tratamiento y la emergencia de la siguiente onda folicular. En resumen, Cystorelin indujo una mayor liberación de LH en todos los experimentos y esto resultó en una mayor tasa de ovulación en vacas Holando pero no en vaquillonas de carne. Recomendamos precaución al utilizar dosis reducidas de algunos productos con GnRH.

También hemos comparado la hormona luteinizante porcina (pLH) con GnRH en protocolos del tipo Ovsynch. En un estudio (27), caracterizamos la dinámica folicular ovárica en vaquillonas tratadas con pLH o GnRH los días 3, 6, ó 9 (ovulación=día 0) correspondiente al crecimiento, a la fase estática temprana y a la fase estática tardía de la onda folicular. Combinando todos los días de tratamiento, las tasas de ovulación generales fueron 78 y 56% en vaquillonas tratadas con pLH y GnRH respectivamente. A medida que aumentó la secreción de progesterona del CL en desarrollo, la eficacia de la GnRH pareció disminuir. En general, el día medio de emergencia de la segunda onda folicular en vaquillonas que ovularon fue diferente de los controles o en vaquillonas que no ovularon. La emergencia de la nueva onda ocurrió 1,3 días después del tratamiento en vaquillonas que ovularon. En ese aspecto, la ovulación no se indujo en el 22 y 44% de las vaquillonas tratadas con pLH y GnRH respectivamente. A pesar de que los tratamientos no indujeron la atresia del folículo dominante ni alteraron el intervalo a la emergencia de la nueva onda folicular en vaquillonas que no ovularon, la emergencia espontánea de la onda folicular ocurrió en muchas de estas vaquillonas. Por lo tanto, la eficacia de los protocolos de tipo Ovsynch para la sincronización de la emergencia de la onda folicular es mayor que la esperada basada sólo en la proporción de animales que ovulan en respuesta a la primera GnRH.

Programas combinados

Hay muchas alternativas disponibles para la sincronización de celo y de la ovulación para IATF en vaquillonas de carne. La Figura 1 resume los protocolos que hemos utilizado para examinar la eficacia de los diferentes enfoques ya descriptos en vaquillonas de carne en feedlot (32). Se asignaron vaquillonas cruce con Angus (n=503) a 6 tratamientos en un diseño factorial de 2x3. El día 0 las vaquillonas recibieron un CIDR (n=257) o comenzaron un tratamiento con acetato de melengestrol (MGA) a 0,5 mg/cabeza/día (n=246) y se les administró 2mg de benzoato de estradiol (EB) y 50 mg de progesterona o 100 µg de GnRH o 12,5 mg de pLH. La última administración de MGA se realizó el día 6, el CIDR se retiró el día 7 y todas las vaquillonas recibieron PGF el día 7. Según el tratamiento recibido el día 0, las vaquillonas recibieron 1 mg EB 24 h después de la PGF y fueron inseminadas 28 horas después o 100 µg GnRH o 12,5 mg de pLH 48 horas después de la PGF e inseminadas. Se realizó un diagnóstico de preñez por ecografía aproximadamente 30 días después de la IA.

**Figura 1.**

Diseño de un experimento para sincronización de la ovulación con CIDR o MGA más benzoato de estradiol (EB), GnRH (Cystorelin) o pLH (Lutropin-V).

No hubo diferencias significativas en tasas de preñez a IATF entre grupos (65, 56 y 62% en vaquillonas con un CIDR más GnRH, pLH o EB, respectivamente y 52, 56 y 60% en vaquillonas que recibieron MGA más GnRH, pLH o EB, respectivamente). En general, los resultados sugieren que el MGA y el CIDR fueron igualmente eficaces y que en combinación con GnRH, pLH o EB, cualquiera puede ser efectivo para sincronizar celo y ovulación para IATF en vaquillonas de carne.

Resincronización de animales vacíos

Gran parte del potencial genético de toros de IA no está siendo utilizado porque pocos productores se toman el tiempo de volver a servir a aquellos animales que no quedan preñados en un programa de sincronización de celo. Esto se debe, en gran parte, a que el tiempo que se ahorra en un programa de IATF se pierde en detectar celo para volver a servir. Se hipotetizó que el conocimiento y la tecnología desarrollada en estos experimentos debería hacer posible calcular el momento de retorno al celo (y la ovulación) como parte de un programa reproductivo total. Un beneficio oculto en estos enfoques de un nuevo servicio podría ser que al demorar la regresión luteal, las tasas de preñez también podrían aumentar. Diseñamos un experimento para investigar la eficacia de un CIDR usado para la resincronización del retorno al celo en vaquillonas no preñadas por IATF. Se colocaron CIDR usados a 79 vaquillonas entre los días 13 y 20 después de la IATF y las otras 80 vaquillonas fueron Controles no tratados (12). Se monitoreó la monta de forma electrónica con el sistema de monitoreo electrónico HeatWatch entre los días 13 a 26 y se realizó IA 6 a 12 horas después del comienzo del celo. En ambos grupos, 23 y 34 vaquillonas respectivamente no quedaron preñadas a la IATF. El intervalo entre IATF y el retorno al celo fue de $22,1 \pm 1,2$ días (rango, 21,3 a 25,2 días) en el grupo tratado con CIDR usado y $19,0 \pm 2,1$ días (rango, 15,3 a 22,4 días) en el grupo Control. Las tasas de estro, las tasas de concepción y las tasas generales de preñez no fueron diferentes entre los dos grupos, pero el intervalo para la detección de celo e IA de repetidoras fue significativamente menor en aquellas que recibieron un CIDR usado. Se diseñó otro estudio (12) para confirmar la utilización de un CIDR usado para la resincronización de repetidoras en un programa de IATF. Las vaquillonas ($n=983$) que fueron inseminadas a tiempo fijo como parte de otro experimento, recibieron un CIDR usado el día 13 después del servicio. El día 20, se retiraron los CIDR y comenzó la detección de celo. Se inseminaron las vaquillonas 12 horas después del comienzo del celo. La tasa de preñez general con IATF fue del 55,2%. Después de la remoción del CIDR el día 20, 336 vaquillonas mostraron estro entre los días 22,5 y 26,5 con una media y modo de 23,5 días.

Luego se vio que ochenta y tres (25%) de las vaquillonas no estaban preñadas a pesar de que no se había detectado celo. De las 336 vaquillonas detectadas en celo y reinseminadas, 238 (70,3%) quedaron preñadas con una tasa de preñez general del 78,7% con dos inseminaciones con 4 días de detección de celo.

Manejo

La mejor manera de implementar un programa de sincronización para servicio es en contacto con el productor. El profesional debería considerar los recursos, las capacidades e intenciones del productor y trabajar con él para elegir el protocolo más apropiado para sus necesidades. Además, es importante comprender que muchos programas de sincronización han fallado debido a la falta de atención a los detalles. La sincronización de celo y la IA complementan a un buen manejo pero difícilmente puedan reemplazarlo. Recomendamos que las vaquillonas tengan aproximadamente del 65 al 70% del peso esperado a la madurez al momento del servicio y las vacas deberían estar al menos en el día 50 posparto (47). Sin embargo, las progestinas exógenas (CIDR o MGA) pueden inducir la ciclicidad en vaquillonas prepúberes o en vacas posparto (11,25,26). La condición corporal y una buena nutrición son de gran importancia (37). A diario recordamos a los productores que el manejo es algo que se realiza durante todo el año y no puede ser descuidado hasta último momento antes de la temporada de servicio. Una buena planificación y comunicación, incluyendo protocolos escritos además de consultas frecuentes son fundamentales.

La fertilidad en un programa de IA es un producto de la fertilidad de la hembra, la fertilidad del semen, la habilidad del inseminador y el momento de la IA. Cabe destacar que una deficiencia importante en cualquiera de estos componentes o un desempeño por debajo del óptimo en dos o más de estos componentes disminuye sustancialmente la tasa de preñez. La importancia del puntaje de condición corporal, el intervalo posparto, la condición a la pubertad y la nutrición ya han sido mencionados. Recomendamos que se examine el semen antes de su utilización o que se compre de una fuente con buena reputación y con buen manejo (incluyendo almacenaje y descongelado). Si existe alguna duda en cuanto a la viabilidad del semen, debería examinarse el semen antes de la temporada de servicio. Se debe contar con las instalaciones adecuadas para el manejo de animales para los tratamientos y la IA y deberá minimizarse el estrés asociado con el manejo (cabe destacar que el aumento de cortisol bloquea un pico de LH). Es de enorme importancia de la habilidad del inseminador y las consecuencias de una mala técnica de inseminación y de la fatiga del inseminador. Para mantener la uniformidad de los intervalos entre el tratamiento y la IA, es importante tratar e inseminar a los animales en grupos (espaciados dentro del mismo día o en días consecutivos). Normalmente sincronizamos tantos animales por vez como sea posible inseminar en un periodo de 4 horas.

La decisión de implementar un programa de sincronización de celo no tiene que ser “todo o nada”. El productor debería considerar la posibilidad de elegir una parte del rodeo, por ejemplo las vaquillonas de reemplazo y comenzar con ese grupo de animales. Las vaquillonas de reemplazo deberían manejarse de modo que entren al rodeo de vacas al comienzo de la temporada de parición dándoles la oportunidad de comenzar a ciclar antes del comienzo de la temporada de servicio del año siguiente (47). Con la implementación exitosa de un programa de servicio de vaquillonas, podría considerarse otro grupo, por ejemplo, las vaquillonas con una sola parición. Debido a que el anestro posparto prolongado es algo común en esta clase de animales (37, 47), podría considerarse un programa que optimice los resultados con animales en anestro (por ejemplo, un protocolo en base a progestina).

Economía

A pesar de que la discusión detallada de la economía de los programas de sincronización de celo va más allá del alcance de este artículo, existen principios generales que permitirán al profesional ayudar al productor a elegir un programa de servicio. En Canadá el principal impedimento para implementar un programa de sincronización es la aparente subestimación del verdadero costo del servicio natural.

Sugerimos que una revisión sincera del verdadero costo de servicio con toro debe incluir el precio de compra, el interés de la inversión, costos de mantenimiento (alimentación, cama, albergue, tratamientos y exámenes), menos el valor residual. Utilizando precios de compra modestos y valores de mantenimiento, etc. realistas los costos por año pueden alcanzar fácilmente los \$1000 (US\$) por toro. Con proporciones de servicio moderadas (por ejemplo 25 hembras por toro), los costos anuales pueden ser de \$40 (US\$) por hembra expuesta. De manera similar, el cálculo del verdadero costo de un programa de sincronización debe incluir los costos de insumos, mano de obra contratada (por ejemplo el inseminador), semen y un cargo por manejo de animales (incluyendo pérdida de peso y uso de instalaciones). Dependiendo del protocolo empleado, calculamos que la IATF puede costar de \$20 a \$30 (US\$) por hembra.

En cuanto a los ingresos, recomendamos que se considere la duración de la temporada de parición y sus efectos en la capacidad del productor de brindar monitoreo y asistencia durante la parición, además de sus efectos e

CONCLUSIONES

La mayor comprensión de la función ovárica en bovinos ha facilitado el desarrollo de protocolos para sincronizar el celo y la ovulación. Queda claro que la detección de celo puede ser eliminada (o al menos minimizada) sin comprometer las tasas de preñez. Una comprensión exhaustiva de la fisiología de la reproducción bovina y los productos disponibles permitirá a los veterinarios elegir el protocolo más apropiado para cada rodeo. El buen manejo, la nutrición y la atención a los detalles son sumamente importantes para tener éxito.

Referencias

Adams GP. Control of ovarian follicular wave dynamics in mature and prepubertal cattle for synchronization and superstimulation. Proceeding of the XX Congress of the World Association of Buiatrics; Sydney, Australia; 1998. pp. 595-605.

Adams GP, Matteri RL, Kastelic JP, Ko JCH, Ginther OJ. Association between surges of follicle stimulating hormone and the emergence of follicular waves in heifers. *J Reprod Fertil* 1992; 94:177-188.

Adams GP, Matteri RL, Ginther OJ. The effect of progesterone on growth of ovarian follicles, emergence of follicular waves and circulating FSH in heifers. *J Reprod Fertil* 1992; 95:627-640.

Adams GP, Kot K, Smith CA, Ginther OJ. Selection of a dominant follicle and suppression of follicular growth in heifers. *Anim Reprod Sci* 1993; 30:259-271.

Bartolome JA, Sheerin P, Luznar S, Melendez P, Kelbert D, Risco CA, Thatcher WW, Archbald LF. Conception Rate in Lactating Dairy Cows using Ovsynch after Presynchronization with Prostaglandin F_{2α} (PGF_{2α}) or Gonadotropin Releasing Hormone (GnRH). *The Bovine Practitioner* 2002; 36:35-38.

Bleach ECL, Glencross RG, Knight PG. 2004. Association between ovarian follicle development and pregnancy rate in dairy cows undergoing spontaneous oestrous cycles. *Reproduction* 127, 621-629.

Bo GA, Adams GP, Pierson RA, Mapletoft RJ. Exogenous control of follicular wave emergence in cattle. *Theriogenology* 1995; 43:31-40.

Caccia M, Bo GA. Follicle wave emergence following treatment of CIDR-B implanted beef heifers with estradiol benzoate and progesterone. *Theriogenology* 1998; 49:341.

Colazo M, Kastelic JP, Whittaker PR, Gavaga QA, Wilde R, Mapletoft RJ. Fertility in beef cattle given a new or previously used CIDR insert and estradiol, with or without progesterone. *Anim Reprod Sci* 2004; 81:25-34.

Colazo MG, Small JA, Ward DR, Erickson NE, Kastelic JP, and Mapletoft RJ. The Effect of presynchronization on pregnancy rate to fixed-time AI in beef heifers subjected to a Cosynch protocol. *Reprod Fert Dev* 2004; 16:128.

Colazo MG Rutledge MD, Small JA, Kastelic JP, Siqueira LC, Ward DR, and Mapletoft RJ. Effects of presynchronization with a used CIDR and treatment with eCG on fertility in lactating cows subjected to a Cosynch protocol. *Reprod Fert Dev* 2005; 17:156.

Colazo MG, Kastelic JP, Gavaga QA, Whittaker PR, Small JA, Martinez MF, Wilde RE, Veira DM Mapletoft RJ. Resynchronization of previously timed-inseminated beef heifers with progestins. *Theriogenology* 2005; (Submitted).

Christian RE, Casida LE. The effects of progesterone in altering the oestrous cycle of the cow. *J Anim Sci* 1948; 7:540.

Dejanette JM, Salverson RR, Marshall CE. Incidence of premature estrus in lactating dairy cows and conception rates to standing estrus or fixed-time insemination after synchronization using GnRH and PGF (2alpha). *Anim Reprod Sci* 2001; 7:27-35.

Diskin MG, Austin EJ, Roche JF. Exogenous hormonal manipulation of ovarian activity in cattle. *Dom Anim Endoc* 2002; 23:211-228.

Drost M, Thatcher WW. Application of gonadotrophin releasing hormone as a therapeutic agent in animal reproduction. *Anim Reprod Sci* 1992; 28:11-19.

Evans ACO, Adams GP, Rawlings NC. Endocrine and ovarian follicular changes leading up to the first ovulation in prepubertal heifers. *J Reprod Fertil* 1994; 100:187-194.

Folman Y, Kaim M, Herz Z, Rosenberg M. Comparison of methods for the synchronization of estrous cycles in dairy cows. 2. Effects of progesterone and parity on conception. *J Dairy Sci* 1990; 73:2817.

Gaines JD. The economic effect of estrus synchronization in beef heifers on average weaning weight of calves. *Theriogenology* 1993; 30:669-675.

Ginther OJ, Kastelic JP, Knopf L. Composition and characteristics of follicular waves during the bovine estrous cycle. *Anim Reprod Sci* 1989; 20:187-200.

Ginther OJ, Wiltbank MC, Fricke PM, Gibbons JR, Kot K. Selection of the dominant follicle in cattle. *Biol Reprod* 1996; 55:1187-1194.

K

Kastelic JP, Knopf L, Ginther, OJ. Effect of day of prostaglandin F2 treatment on selection and development of the ovulatory follicle in heifers. *Anim Reprod Sci* 1990; 23:169-180.

Larson LL, Ball PJH. Regulation of estrous cycles in dairy cattle: a review. *Theriogenology* 1992; 38:255-267.

LeBlanc S. The Ovsynch Breeding Program for Dairy Cows A Review and Economic Perspective. *The Bovine Practitioner* 2001; 35:13-21.

Mapletoft RJ, Martinez MF, Colazo MG, Kastelic JP. The Use of Controlled Internal Drug Release Devices for the Regulation of Bovine Reproduction. *J Anim Sci* 2003; 81(E. Suppl. 2):E28E36.

Mapletoft RJ, Colazo MG, Siqueira LC, Small JA, Rutledge M.D, Ward DR, Kastelic JP. Strategies to improve fertility with Cosynch-CIDR protocols in beef cattle. *Reprod Fert Dev* 2005; 17:159.

Martinez MF, Adams GP, Bergfelt D, Kastelic JP, Mapletoft RJ. Effect of LH or GnRH on the dominant follicle of the first follicular wave in heifers. *Anim Reprod Sci* 1999; 57:23-33.

Martinez MF, Kastelic JP, Adams GP, Cook RB, Mapletoft RJ. Synchronization of ovulation for fixed-time insemination in heifers. *Theriogenology* 1999; 51:412.

Martinez MF, Kastelic JP, Adams GP, Mapletoft RJ. The use of CIDR-B devices in GnRH/LH-based artificial insemination programs. *Theriogenology* 2000; 53:202.

Martinez MF, Adams GP, Kastelic JP, Bergfelt DR, Mapletoft RJ. Induction of follicular wave emergence for estrus synchronization and artificial insemination in heifers. *Theriogenology* 2000; 54:757-769.

Martinez MF, Kastelic JP, Adams GP, Cook RB, Olson WO, Mapletoft RJ. The use of progestins in regimens for fixed-time artificial insemination in beef cattle. *Theriogenology*. 2002; 57; 1049-59.

Martinez MF, Kastelic JP, Adams GP, Mapletoft RJ. The use of a progesterone-releasing device (CIDR-B) or melengestrol acetate with GnRH, LH, or estradiol benzoate for fixed-time AI in beef heifers. *J Anim Sci* 2002; 80:1746-1751.

Martinez MF, Mapletoft RJ, Kastelic JP, Carruthers TD. The effects of three gonadorelin products on luteinizing hormone release, ovulation, and follicular wave emergence in cattle. *Can Vet J* 2003; 44:125-131.

Martinez MF, Kastelic JP, Bo GA, Caccia M, Mapletoft RJ. Effects of oestradiol and some of its esters on gonadotropin release and ovarian follicular dynamics in CIDR-treated beef cattle. *Anim Reprod Sci* 2005; 86:37-52.

Moriera F, Orlandi C, Risco CA, Schouten, MJ, Lopes F, Thatcher WW. Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 2001; 84:1646-1659.

Murphy MG, Enright WJ, Crowe MA, McConnell K, Spicer LJ, Boland MP, Roche JF. Effect of dietary intake on pattern of growth of dominant follicles during the estrous cycle in beef heifers. *J Reprod Fertil* 1991; 92:333-338.

Odde KG. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J Anim Sci* 1990; 68:817-830.

Pursley JR, Mee MO, Wiltbank MC. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 and GnRH. *Theriogenology* 1995; 44:915-923.

Savio JD, Boland MP, Hynes N, Roche JF. Resumption of follicular activity in the early postpartum period of dairy cows. *J Reprod Fertil* 1990; 88:569-579.

Savio JD, Thatcher WW, Morris GR, Entwistle K, Drost M, Mattiacci MR. Effects of induction of low plasma progesterone concentrations with a progesterone-releasing intravaginal device on follicular turnover and fertility in cattle. *J Reprod Fertil* 1993; 98:77-84.

Seguin B. Control of the reproductive cycle in dairy cattle. Proceedings of the Annual Meeting of the Society for Theriogenology 1987; pp. 300-308.

Seguin B. Strategies for estrus control to improve dairy reproductive performance. Proceedings of the Annual Meeting of the Society for Theriogenology 1997; pp. 320-331.

Thatcher WW, Drost M, Savio JD, Macmillan KL, Schmitt EJ, Entwistle KW, De la Sota RL, Morris GR. New clinical uses of GnRH and its analogues in cattle. Anim Reprod Sci 1993; 33:27-49.

Thatcher WW, Moreira F, Santos J.E.P. Strategies to improve reproductive management of dairy cows. Advances in Dairy Technology 2000; 12:177-193

Townson DH, Tsang PC, Butler WR, Frajblat M, Griel LC Jr, Johnson CJ, Milvae RA, Niksic GM, Pate JL. Relationship of fertility to ovarian follicular waves before breeding in dairy cows. J Anim Sci 2002; 80:1053-1058.

Twagiramungu H, Guilbault LA, Dufour JJ. Synchronization of ovarian follicular waves with a gonadotropin-releasing hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle: A review. J Anim Sci 1995; 73:3141-3151.

Whittier DW. Optimizing fertility in the beef herd. Proceedings of the Annual Meeting of the Society for Theriogenology 1998; pp. 429-441.

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