



Conceptos básicos y aplicación de los protocolos de **IATF** y **TETF** utilizando dispositivos con **progesterona** y **estradiol** vs protocolos con dispositivos con **progesterona** y **GNRH**.

Gabriel A. Bó1,2, Alejandro Macagno2, Javier de la Mata3, Andres Vera Cedeño4, Juan Carlos Tschopp2, Emilio Huguenine5 y Alejo Menchaca6

1 Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC), Zona Rural, General Paz (5145), Córdoba, Argentina.

2 Instituto A.P. de Ciencias Básicas y Aplicadas, Medicina Veterinaria, Universidad Nacional de Villa María, Villa del Rosario, Córdoba, Argentina.

3 Actividad Privada y Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de La Pampa, Argentina

4 Instituto de Reproducción Animal de Ecuador, Guayaquil, Ecuador

5 Actividad Privada, SAV, San Luis, Argentina

6 Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Montevideo, Uruguay.

gabrielbo62@gmail.com

Ponencia presentada en el 15° Simposio Internacional de Reproducción Bovina organizado por el Instituto de Reproducción Animal Córdoba – IRAC, Córdoba, Argentina, agosto 2024.

El aumento del conocimiento de la fisiología ovárica en el ganado bovino en los últimos 50 años ha permitido el desarrollo de tratamientos para la manipulación de la función ovárica. Los protocolos diseñados para controlar la función luteal y folicular han permitido el desarrollo de los protocolos de *IATF* y transferencia de embriones a tiempo fijo (*TETF*). El objetivo, de esta revisión es presentar algunos protocolos alternativos, a base de dispositivos con P4 y estradiol o GnRH estudiados por nuestro grupo de trabajo.

Utilización de la P4 para la sincronización del celo y la ovulación

La P4 altera la función ovárica en el ganado al suprimir el estro y prevenir la ovulación, principalmente al suprimir la liberación del pico preovulatorio de LH. Como la P4 no suprime la secreción de FSH, las ondas foliculares continúan emergiendo en presencia de un CL funcional (Adams, 1999). La P4 administrada por intervalos que exceden la vida de un CL da como resultado un estro sincrónico al retirarse, pero la fertilidad es baja porque los dispositivos que liberan P4 exógena producen niveles subluteales de P4 que son menos supresoras de la pulsatilidad de LH que la P4 endógena producida por el CL. La alta frecuencia de los pulsos de LH resultante conduce a un folículo "dominante persistente" (Savio et al., 1993) con un ovocito envejecido o pre-activado que puede ser infértil o si se fertiliza termina en una muerte embrionaria temprana (Revah y Butler, 1996).

Estradiol y P4

El valerato de estradiol fue la primera sal de estradiol utilizada originalmente al comienzo de un protocolo con implantes de norgestomet (*llamados Syncro-Mate-B*) de 9 días, y su objetivo era causar la luteólisis inducida por el útero (Wiltbank et al., 1965). Posteriormente nosotros

demostramos que el valerato de estradiol suprime además los folículos antrales (Bó et al., 1991). El mecanismo de la atresia folicular inducida por estrógenos y P4 implica la supresión de la FSH y LH (Bó et al., 1994; 1995). Una vez que el estradiol administrado de forma exógena se metaboliza, hay un aumento de FSH y crece una nueva onda folicular (Bó et al., 1994). La administración de 5 mg de estradiol-17 β (E-17 β ; Bó et al., 1994) o 2 mg de benzoato de estradiol (EB; Martínez et al., 2005) o valerato de estradiol (EV; Colazo et al., 2005) en el ganado bovino tratado con P4 resulta en la aparición de una onda folicular en 3 a 5 días.

En los protocolos de sincronización desarrollados inicialmente, se administra 2 mg de EB en el momento de la inserción de un dispositivo con P4 que se extrae 7 días después, en el momento de la administración de PGF (Mapletoft et al., 2003). Al principio la recomendación era administrar una dosis de 1 mg de EB 24 horas después para inducir un pico preovulatorio de LH a las 16 a 18 horas (Martínez et al., 2007) y la ovulación aproximadamente 30 horas después. Esto permitió la IATF con tasas de preñez aceptables. Como alternativa, se incorporó más tarde la administración de 0,5 a 1,0 mg de cipionato de estradiol (ECP; Colazo et al., 2003). El tratamiento con ECP en el momento de la remoción de los dispositivos con P4 es hoy el tratamiento más utilizado para reducir el número de veces que los animales pasan por la manga. El ECP es una sal de estradiol con mayor vida media que el EB y que llega a concentraciones plasmáticas menores de estradiol-17 β que el EB. Por eso puede adaptarse a un esquema de aplicación de ECP como inductor de la ovulación en el momento de retirar el dispositivo con P4 (Colazo et al., 2003 y 2004; Sá Filho et al., 2011; Sales et al., 2012; Uslenghi et al., 2014; Madureira et al., 2020; Cedeño et al., 2021a). La recomendación actual es usar 1 mg de ECP en vacas con cría al pie y vacas lecheras en lactancia y 0.5 mg en vaquillonas.

PROTEJA SU INVERSIÓN

BRINDAMOS REPUESTOS ORIGINALES Y SERVICIO TÉCNICO ESPECIALIZADO



Para brindar una atención rápida y efectiva conozca e identifique los números exclusivos habilitados para el servicio que usted requiere.

	Información 321 498 6030
	Postventa 324 273 7408
	Servicio Técnico Maquinaria e Implementos Agrícolas 324 279 9381
	Repuestos Línea Kubota 310 302 7843



CALIDAD • EXPERIENCIA • SERVICIO

Solicite asesoría técnica sobre la maquinaria que requiere para que su operación sea más productiva llamando al 321 4986030 o ingrese a www.motomart.com.co

Otra incorporación importante a los protocolos de *IATF* ha sido la utilización de la gonadotrofina coriónica equina (eCG), que se inyecta en el momento de la remoción del dispositivo con P4. En su forma natural, esta hormona es una glicoproteína de alto peso molecular producida por las copas endometriales del útero de la yegua entre los 35 y 100 días de gestación. En la yegua, la eCG tiene una actividad LH, pero en la vaca, la eCG puede tener actividad FSH o LH, según las poblaciones de receptores en los folículos ováricos en ese momento. Aunque la eCG se utilizaba originalmente para inducir la superovulación en el ganado bovino, hoy su uso en bovinos está más orientado a la estimulación del crecimiento del folículo dominante en programas de *IATF* y de receptoras de embriones (Bó et al., 2002; 2016; Baruselli et al., 2012; 2017). Cuando se administra en vacas con un folículo dominante en crecimiento, la eCG estimula el crecimiento folicular porque tiene la capacidad de unirse a los receptores tanto de LH como de FSH. El mayor crecimiento del folículo ovulatorio y mayores tasas de ovulación dan como resultado un CL más grande y mayores tasas de preñez a la *IATF* (*Bos taurus*, Núñez-Olivera et al., 2014; *Bos indicus*, Baruselli et al., 2004).

Si bien hasta hace poco tiempo el 100% de la eCG que se utilizaba en bovinos se producía a través del sangrado de yeguas preñadas, hoy tenemos la posibilidad de producir esta hormona en el laboratorio y por cultivos de células recombinantes cultivadas en condiciones controladas y utilizando medio de cultivo libre de suero fetal bovino. Por eso a estas hormonas se las llama genéricamente “recombinantes”. Hoy tenemos en el mercado argentino por lo menos una eCG recombinante y los experimentos realizados recientemente demostraron que la adición de eCG recombinante aumentan la tasa de preñez en vacas con cría al pie (Villarraza et al., 2022, Cattaneo et al., 2024), y con algunas modificaciones en la dosis a utilizar no se encontraron diferencias significativas con la

eCG sérica, derivadas del sangrado de yeguas. Otras eCG recombinantes ya están por aparecer en el mercado con resultados similares (de Abreu et al., 2023) y es de esperar que en un futuro las hormonas recombinantes y/o sintéticas reemplacen a las obtenidas de animales, debido a las presiones políticas de los grupos ambientalistas.

Protocolo J-Synch

Hace aproximadamente 12 años desarrollamos un tratamiento utilizando un protocolo basado en EB y un dispositivo con P4 donde se prolongó el proestro administrando GnRH como inductor de la ovulación a las 72 h de retirar el dispositivo en lugar de ECP al retiro. Este protocolo fue denominado J-Synch (de la Mata y Bó, 2012). Se encontró que las tasas de preñez a la *IATF* fueron mayores a las obtenidas con el protocolo convencional (*Con ECP o EB como inductores de la ovulación*) en vaquillonas Holstein (Ré et al., 2021), vaquillonas de carne y receptoras de embriones *Bos taurus* y *Bos indicus* (Bó et al., 2016; 2018; 2022; Cedeño et al. 2019, 2021b y 2022; de la Mata et al., 2018; Frutos et al., 2018; Menchaca et al., 2016; Motta et al., 2016; Pincinato et al., 2018; Pereira et al., 2022).

Este protocolo promueve modificaciones durante el proestro y define un perfil endocrino preovulatorio que está positivamente asociado con una mejora del medioambiente uterino (de la Mata et al., 2018; Núñez-Olivera et al., 2022). En general la recomendación era utilizar 300 UI de eCG (Núñez-Olivera et al., 2020) pero la recomendación actual es utilizar 200 UI de eCG sérica (Cuadro et al., 2024) o 70 UI de eCG recombinante en vaquillonas para evitar una alta tasa de mellizos.

En vaquillonas de leche, realizamos recientemente dos experimentos con el objetivo de evaluar si era posible lograr aceptables tasas de preñez con semen sexado, sin usar eCG. En el primer experimento se utilizaron 37 vaquillonas Holstein de $18,8 \pm 0,2$

meses de edad, que fueron asignadas al azar a dos tratamientos: J-Synch de 6 días o J-Synch de 7 días. Las vaquillonas del grupo J-Synch de 6 días recibieron 2 mg de EB (*Estradiol, Over, Argentina*) intramuscular (i.m.) y un dispositivo con 0,7 g de P4 (*Sincrover, Over*) en el Día 0. En el Día 6 se removieron los dispositivos, se le administró 150 µg de D (+) cloprostenol (*PGE, Prostal, Over*). Las del grupo J-Synch de 7 días fueron tratadas igual al anterior con la diferencia que el dispositivo permaneció durante 7 días. Las vaquillonas de ambos grupos fueron pintadas para la detección de celos en el momento de retirado el dispositivo de P4 y se les realizó ultrasonografía en el Día 0, y después, cada 12 h desde la remoción del dispositivo hasta la ovulación. La tasa de ovulación no fue diferente (*J-Synch 6 días 77%, 14/18 y J-Synch 7 días 100%, 19/19*) y las vaquillonas tuvieron un intervalo desde la remoción del dispositivo a la ovulación que de $102,0 \pm 6,3$ h y $92,2 \pm 5,4$ h para el J-Synch de 6 y 7 días respectivamente ($P=0,2$). Sin embargo, el diámetro del folículo ovulatorio fue mayor ($P=0,02$) en el grupo J-Synch de 7 días ($13,6 \pm 0,5$ mm) que el grupo J-Synch de 6 días ($15,2 \pm 0,4$ mm). En el segundo experimento se utilizaron 638 vaquillonas de la misma edad y CC que las del Experimento 1, que fueron asignadas a los mismos tratamientos, con la diferencia que a todas las vaquillonas estaban más del >30 % despinadas a las 72 h después del retiro de los dispositivos fueron IA con semen sexado en ese momento y las que no se les quito la pintura (*no celo*) recibieron 10 µg de buserelina (*Gestar, Over*) y fueron IA con semen sexado 12 h después. En este caso, la expresión general de celos fue del 83,8% (535/638) y no difirió ($P=0,3$) entre los grupos (*J-Synch 6 días: 82,4%, 263/319; J-Synch 7 días: 85,3%, 272/319*). Sin embargo, la tasa de preñez fue mayor ($P=0,02$) en las vaquillonas del grupo J-Synch 7 días (44,5%, 142/319) que en las del grupo J-Synch 6 días (35,7%, 114/319). En conclusión, podemos indicar que la remoción del dispositivo un día



NUEVO OXINDOL[®] 320

RÁPIDA RECUPERACIÓN CON
TAN SOLO UNA APLICACIÓN.

300 MG
DE OXITETRACICLINA

20 MG
DE FLUNIXIN
MEGLUMINA



MAYOR ESPECTRO

PREGUNTE EN SU ALMACÉN DE CONFIANZA



NOS INSPIRA
SU BIENESTAR



después resulta en un mayor tamaño del folículo dominante ovulatorio y una mayor tasa de preñez con semen sexado. Por lo tanto, de los dos protocolos evaluados el J-Synch de 7 días es más eficaz para inseminar vaquillonas Holstein con semen sexado, sin el uso de eCG.

Hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH)

El tratamiento con GnRH en vacas lecheras con un folículo dominante viable inducirá un pico de LH y la ovulación (Macmillan y Thatcher, 1991). No obstante, la GnRH solo sincronizara el desarrollo folicular cuando ocurre la ovulación del folículo dominante (Martinez et al., 1999). Pursley et al. (1995) desarrollaron el protocolo Ovsynch, que hoy, con varias modificaciones, es el protocolo más utilizado en ganado lechero en el mundo (Cosentini et al., 2021).

En ganado de carne los protocolos basados en GnRH se utilizan en América del Norte y Europa, y desde hace un par de años en Uruguay, debido a las restricciones impuestas por la comunidad económica europea al uso de estradiol en animales cuya carne va a ser destinada a consumo en esos países. La primera modificación del protocolo usado en lechería para que pudiera ser aplicado en vacas de carne fue simplificarlo, colocando la segunda GnRH en el momento de la IATF (protocolo llamado *Co-Synch*; Geary et al., 2001a). Además, los protocolos *Co-Synch* incluyen la inserción de un dispositivo con P4 para superar las bajas tasas de ovulación después de la primera GnRH en vaquillonas (Martinez et al., 2002) y en vacas en anestro posparto (Lamb et al., 2001, Gunn et al., 2016).

También se ha reportado que la adición de eCG a los protocolos de tratamiento basados en GnRH y dispositivos con P4, mejora las tasas de preñez a la IATF en vacas en anestro posparto (Pincinato et al., 2012, Huguenine et al., 2013). En el hemisferio Norte se han reportado mejoras en las

tasas de preñez en vacas *Bos taurus* con alta tasa de anestro en la primavera de Irlanda (Randi et al., 2021) y en vacas primíparas *Bos taurus* en Canadá (Small et al., 2009). Sin embargo, no se han reportado mejoras en las tasas de preñez en vacas *Bos taurus* con baja incidencia de anestro posparto y buena condición corporal que además recibieron una muy baja dosis de eCG (200 UI, Markezini et al., 2013). La mayor diferencia entre los trabajos positivos y negativos es la dosis de eCG que se utilizó (400 UI en Randi et al., 2021 y Small et al., 2009 y 200 UI en Markezini et al., 2013).

Los protocolos con GnRH también han evolucionado y se desarrollaron nuevos protocolos de proestro prolongado, con el objetivo de incrementar el período de exposición preovulatoria al estradiol y mejorar la función uterina y el desarrollo temprano del embrión (Bridges et al., 2008; 2012; 2014). También la mayor exposición al estradiol preovulatorio fue relacionada con menores pérdidas embrionarias en el período de tiempo entre el reconocimiento de la gestación y la adhesión de las membranas placentarias (Madsen et al., 2015). El protocolo se denominó *Co-Synch+P4* de 5 días y resultó en una tasa de preñez mayor a la obtenida con el *Co-Synch+P4* de 7 días en vacas de carne (Bridges et al., 2008; Whittier et al., 2013).

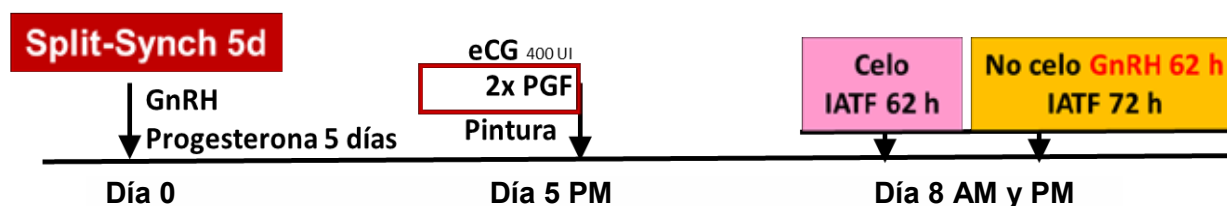
Debido al intervalo más corto entre la primera GnRH y la inducción de luteólisis en el protocolo *Co-Synch+P4* de 5 días se recomienda utilizar en vacas dos dosis de PGF con 6 a 24 h de intervalo (Souto et al., 2009). En un experimento con 2.465 vacas de carne posparto, la tasa de preñez fue mayor ($P<0,05$) en las vacas que recibieron 2 PGF con 8 horas de diferencia (55%) que en las que recibieron solo una PGF (48%), y las que recibieron 2 PGF administradas en el mismo momento tuvieron una tasa de preñez intermedia (51%; Bridges et al., 2012). Por lo tanto, la doble PGF administrada con 8 a 24 h de diferencia parece ser necesario para maximizar la fertilidad con el protocolo de 5 días en vacas. No

obstante, si las condiciones de manejo del rodeo no permiten la manipulación adicional, una dosis doble de PGF administrada al retirar el dispositivo sería una alternativa aceptable.

En vaquillonas el protocolo *Co-Synch+P4* de 5 días también se ha probado con modificaciones (Day, 2015); por ejemplo, Colazo y Ambrose (2011) y Cruppe et al. (2014) mostraron que la tasa de preñez no difirió en vaquillonas que no recibieron GnRH en el momento de la inserción del dispositivo con P4. Sin embargo, otros autores encontraron resultados diferentes (Kasimanickam et al., 2014). También en vaquillonas, algunos encontraron mayores tasas de preñez cuando se usaron dos dosis de PGF con intervalos entre 6 y 24 h (Day, 2015; Peterson et al., 2011, Lima et al., 2013), mientras que otros no reportaron diferencias (García Pintos et al., 2022; Kasimanickam et al., 2014; Rabagliano et al., 2012). En relación con el momento óptimo de IATF, Kasimanickam et al. (2012) reportaron una mayor tasa de preñez con vaquillonas Angus inseminadas a las 56 h después de la remoción del dispositivo que aquellas inseminadas a las 72 h y Day (2015) sugirió realizar la IATF a las 60 a 66 h después de la remoción del dispositivo P4 o inseminación 12 h después del estro usando parches o pintura e inseminar y administrar GnRH a todas aquellas que no estén en celo a las 72 h. Ciertamente, se ha demostrado que la expresión del estro influye en las tasas de preñez en vacas (Richarson et al., 2016), y Colazo et al. (2017) han informado hallazgos similares en vaquillonas inseminadas con semen sexado; sugiriendo la posibilidad de dividir la inseminación basada en la expresión del estro (*es decir, retrasando la inseminación en aquellos animales que no muestran estro en el momento de la IATF*).

Este protocolo también ha sido evaluado extensivamente en Uruguay (García Pintos et al., 2022), donde se decidió también alterar un poco el protocolo *Co-Synch+P4* de 5 días modificando el horario de remoción del dispositivo y el de IATF (*protocolo*

Figura 1. Protocolo Split-Synch de 5 días para vacas. En vaquillonas se podría obviar la segunda inyección de PGF y la dosis de eCG recomendada es de 200 UI (Adaptado de García Pintos et al., 2022).



llamado *Split-Synch de 5 días*). De esta manera se facilita la administración de la PGF, dando la primera cuando se hace la remoción del dispositivo y la eCG el día 5 PM, luego las vacas quedan en el corral durante la noche y reciben la segunda PGF antes de largarlas a la mañana siguiente y se coloca además pintura en la base de la cola para detectar las que ya están en celo en el momento de la IATF. Las vacas despintadas son inseminadas a partir de las 62 h aproximadamente, y las sin celo reciben la segunda GnRH y son inseminadas a la tarde (Figura 1).

Se utilizó el mismo protocolo en vaquillonas y se reportó que en esta categoría es necesario administrar una dosis de GnRH al inicio del tratamiento, pero solo es necesario una dosis de PGF al final del tratamiento para inducir la luteólisis. Lo más importante de todo es que los resultados en vaquillonas fueron similares a los obtenidos con el protocolo J-Synch y en vacas fueron similares a los obtenidos con el convencional con ECP como inductor de la ovulación. Con este esquema es posible inseminar durante todo el día animales en celo y sin celo permitiendo así implementar programas de IATF a gran escala.

El protocolo Co-Synch+P4 de 5 días también ha sido investigado en vacas *Bos indicus* en Brasil, con una tasa de preñez más baja en vacas Nellore con cría, que las tratadas con el protocolo convencional basado en estradiol y P4 de 8 días (Ferraz Jr et al., 2016). Una diferencia importante fue que se utilizó 400 UI de eCG en el protocolo basado en estradiol y P4, pero no en el protocolo Co-Synch+P4 de 5 días. Para confirmar esta noción, nosotros hemos encontrado una tasa de preñez mayor en vacas en anestro posparto que recibieron 400 UI de eCG al retirar el dispositivo con P4 (Co-Synch+P4 de 5 días: 46,3%, 120/259) que en vacas tratadas con el protocolo Co-Synch+P4 de 5 días, pero sin eCG (26,8%, 71/265; $P < 0,05$; Huguenine et al., 2013). A su vez las tasas de preñez del protocolo Co-Synch más eCG y el convencional con ECP fueron similares (46,3% para el Co-Synch+P4+eCG y 54,5% para el protocolo con EB+P4+ECP+eCG, respectivamente).

También, realizamos recientemente un experimento para evaluar las tasas de preñez a la IATF en vacas cruza *Bos indicus* sincronizadas con protocolos semejantes a los evaluados en Uruguay (*Split-Synch*), pero en este caso

las vacas que estaban despintadas >30% (en celo) se inseminaron a las 72 h de la remoción del dispositivo y las que no estaban despintadas recibieron GnRH a las 72 h y fueron inseminadas 8-10 h después (Bó et al., 2023). Se utilizaron vacas con cría al pie con un CL o al menos un folículo ≥ 8 mm de diámetro, condición corporal entre 2 a 4 (escala 1 a 5) y sincronizadas con uno de tres tratamientos J-Synch de 7 días, Split-Synch de 6 días y Split-Synch de 5 días. En los dos Split-Synch se aplicaron dos dosis de PGF con 12 h de intervalo. La tasa de preñez fue mayor ($P=0.01$) en vacas en el grupo J-Synch 7 días (55.0% 228/415) que aquellas en el grupo Split-Synch de 6 días (45.0% 167/370) y Split-Synch de 5 días (38,5% 145/376). En conclusión, la mayor tasa de preñez obtenida con el protocolo basado en estradiol sugiere que se requieren mejoras adicionales en los protocolos basados en GnRH para mejorar la tasa de preñez en vacas de carne *Bos indicus*. Probablemente la diferencia este en la menor efectividad de la GnRH que el EB para sincronizar el crecimiento de una nueva onda folicular y posiblemente sea necesario duplicar la dosis de GnRH, ya que la magnitud del pico de

MASTERCLASS

ECOGRAFÍA REPRODUCTIVA DE LA VACA

Ecografía: Generador De Confianza

DOCENTE:

DR. GIOVANNI GNEMMI

DVM, PH.D., DECBHM

BOVINEVET INTERNACIONAL S.L.



FECHA: 17 Y 18 JULIO 2025
HORA: 7:30 AM - 5:00 PM
CORFERIAS- BOGOTÁ

ORGANIZA



MÁS CAMPO
BIOTECNOLOGÍA ANIMAL

www.mascampobiotecnologia.com

¡INSCRIPCIONES ABIERTAS!

Separa tu cupo con precio de preventa.

MÁS INFORMACIÓN

3102607947 - 323 2302496
323 2302522





LH producido por la administración de GnRH es menor en *Bos indicus* que en *Bos taurus*, sobre todo en vacas con un CL (Batista et al., 2017).

Protocolo Web-Synch

Una de las principales limitantes para la aplicación de los protocolos con GnRH en vacas y vaquillonas para carne, es la baja respuesta a la primera dosis de GnRH (Geary et al., 2001b, Martinez et al., 2000). La otra limitante en las condiciones de anestro prevalentes en Argentina es la necesidad de utilizar eCG en las vacas en anestro para poder obtener tasas de preñez cercanas al 50% (Bó et al., 2016). Recientemente, Bonacker et al. (2020a) desarrollaron un nuevo protocolo de sincronización denominado 7 & 7 Synch, de 17 días de duración y de 4 manejos, utilizando conocimientos previos generados por Small et al. (2009). Este protocolo, consiste en aplicar PGF y un dispositivo con P4 en el Día -17 como presincronización para desarrollar un folículo persistente; en el Día -10, aplicar GnRH para ovular al folículo persistente presente; en el Día -3, una dosis luteolítica de PGF y retiro del dispositivo y finalmente IATF junto a una dosis de GnRH como inductor de la ovulación

en el Día 0 (60 a 66 horas posteriores al retiro del dispositivo). El protocolo 7 & 7 Synch demostró una mejora no sólo en la madurez folicular, sino en la respuesta ovulatoria a la primera administración de GnRH, debido a la presincronización con un dispositivo de P4 y la PGF administrada a la inserción, que producirá concentraciones subluteales de P4 durante 7 días y un folículo persistente que responde a la primera GnRH (Bonacker et al., 2020a). Con este nuevo protocolo aumentaron las tasas de celo y de preñez a la IATF, tanto con semen convencional como con semen sexado, cuando lo compararon contra un tratamiento Co-Synch + P4 de 7 días en vacas para carne con cría (Andersen et al., 2021). Además, demostró ser una interesante alternativa en receptoras transferidas a tiempo fijo con embriones frescos y congelados, mejorando las tasas de celo y de aprovechamiento y de preñez por receptora sincronizada, cuando se comparó contra el protocolo Co-Synch + P4 de 7 días (Bonacker et al., 2020b). También este protocolo resultó en mayores tasas de preñez que el protocolo Co-Synch+P4 de 7 días y que el protocolo convencional con estradiol en vacas Angus con cría al pie en Argentina (Ferré et al., 2023).

Basado en estos conocimientos y ante las posibles restricciones al uso de estradiol se diseñó un tratamiento alternativo a base de GnRH al que denominamos "Web-Synch" (*Without Estradiol Benzoate*). Brevemente, este nuevo tratamiento modificado del 7 & 7 Synch, tiene 14 días de duración y 4 manejos. En el Día -5 se aplica una presincronización de PGF y un dispositivo con P4 para generar un folículo persistente, en el Día 0 se inyecta GnRH para inducir la ovulación del folículo persistente y promover la emergencia de una nueva onda folicular (36 horas más tarde). Posteriormente, en el Día 6, se retira el dispositivo junto a una dosis de PGF y eCG, para inducir el crecimiento folicular y promover un proestro prolongado, al igual que en los tratamientos J-Synch y Co-Synch de 5 días. Por último, la IATF se realiza a las 72 h desde el retiro del dispositivo, con la aplicación de GnRH solo en los animales que no están en celo en ese momento.

Se realizaron experimentos para evaluar el protocolo Web-Synch en vacas para carne con cría al pie (de la Mata et al., 2022). En el Experimento 1, las vacas (n=52) se dividieron al azar para recibir tres tratamientos. Las vacas del tratamiento Web-Synch (n=20) recibieron en el Día -5 un dispositivo intravaginal con P4 (CIDR-B 1,9 g de P4, Zoetis) junto con 150 µg de D-cloprostenol (PGF2α, Veteglan, Calier) i.m. En el Día 0 se administró 20 µg de acetato de buserelina (GnRH, Buserelina, Zoovet) i.m. Las vacas del grupo J-Synch (n=17) recibieron en el Día 0 un CIDR-B junto con 2 mg de EB (Benzoato de Estradiol, Calier) i.m. Las vacas del grupo Co-Synch 6 días (n=20) recibieron en el Día 0 un CIDR-B junto con una dosis de 10 µg de GnRH i.m. En el Día 6 se retiró el dispositivo de todas las vacas, junto con la administración de PGF2α y 105 UI de reCG (Foli-Rec, Zoovet) i.m. Además, se aplicó en todos los animales un parche para la ayuda en la detección de celos (Fasco AP, Buenos Aires, Argentina). Los animales que manifestaron celo se inseminaron en el Día 9 (72 h posteriores

al retiro del dispositivo) y los que no lo hicieron recibieron GnRH y se inseminaron en ese momento. Se monitorearon por ultrasonografía transrectal para determinar diámetro folicular, tasa ovulatoria y tamaño del CL posterior a la ovulación. En el Experimento 2, las vacas ($n=19$) se dividieron al azar para recibir cuatro tratamientos en un diseño experimental con arreglo 2×2 factorial. El tratamiento Web-Synch, Día -5: PGF2 α y dispositivo con 0,7 g de P4 (*Sincrover, Over*; $n=5$) o con 1,0 g de P4 (*Sincrover, Over*; $n=5$), Día 0: 20 μ g de acetato de buserelina (*GnRH, Gestar, Over*). El tratamiento J-Synch, Día 0: 2 mg de EB y dispositivo con 0,7 g de P4 ($n=5$) o con 1,0 g de P4 ($n=4$). En el Día 6 se retiró el dispositivo de todas las vacas y se aplicó PGF2 α y 105 UI de reCG. Los animales se inseminaron y se monitorearon por ultrasonografía como en el Experimento 1

para determinar crecimiento folicular, momento ovulatorio y tasa ovulatoria. En el Experimento 3, se utilizaron vacas con cría al pie ($n=213$) que fueron divididas como en el Experimento 2, para ser inseminadas y evaluar la tasa de celo y preñez a la IATF. En el Experimento 1, la tasa de ovulación no varió entre tratamientos, siendo 100, 83,3 y 80,0% para los grupos Web-Synch, Co-Synch 6 días y J-Synch, respectivamente ($P>0,1$). El diámetro folicular a la IATF fue mayor en los tratamientos Web-Synch y Co-Synch 6 días ($11,8 \pm 0,4$ y $11,7 \pm 0,5$ mm, respectivamente) que en el tratamiento J-Synch ($9,8 \pm 0,6$ mm; $P<0,05$). En el Experimento 2, las vacas tratadas con Web-Synch tuvieron folículos mayores a las 60, 72 y 84 h desde el retiro del dispositivo en comparación a las del J-Synch ($P<0,05$), aunque no difirió el diámetro folicular máximo entre tratamientos ($P>0,1$). No

se observaron diferencias ($P>0,1$) en la tasa ovulatoria y momento de ovulación entre tratamientos, siendo 80,0% y $94,5 \pm 3,5$ horas para el tratamiento Web-Synch, y 100% y $96,7 \pm 5,1$ horas para el tratamiento J-Synch ($P>0,1$). En el Experimento 3 tanto la tasa de celo como la tasa de preñez no difirieron entre tratamientos, siendo 66,0 y 58,7% para Web-Synch, y 58,0 y 54,1% para J-Synch ($P>0,1$), respectivamente. En conclusión, el protocolo Web-Synch puede ser considerado como una nueva alternativa para la sincronización de la ovulación e IATF en vacas para carne con cría al pie.

Más recientemente se realizaron otros experimentos. En el primer experimento se utilizaron 170 vacas Angus con cría al pie, con 40 a 65 días postparto, presentando el rodeo 51,1% un CL (de la Mata et al., 2023a). Las vacas fueron divididas al azar para recibir un



NUEVO TRACTOR M108S CABINADO

"La fuerza que el campo necesita"



Los tractores Kubota son ideales para trabajar en terrenos difíciles, brindan la fuerza y potencia necesarias para condiciones de trabajo duro.

Comuníquese vía WhatsApp
321 498 6030
ingrese a www.motomart.com.co



diseño experimental 2 x 2 factorial. Grupo Web-Synch (n=88): en el Día 0 se administró 150 µg de d-Cloprostenol (PGF; *Veteglan, Calier de Argentina*) junto a un dispositivo intravaginal con 0,6 g de progesterona (Pluselar 0,6; *Calier de Argentina*; n=44) o con 1,2 g de progesterona (Pluselar 1,2; *Calier de Argentina*; n=44). En el Día 5 se administró 0,01 mg de acetato de buserelina (GnRH, Pluserelina; *Calier de Argentina*) a todas las vacas. En el Día 11 se retiraron los dispositivos junto a una dosis de PGF, 105 UI reCG (*Vetegon R, Calier de Argentina*) y se aplicó un parche de detección de celo (*Fasco AP, Argentina*). Grupo Convencional (n=82): en el Día 5 se aplicó 2 mg de benzoato de estradiol (BE, *Calier de Argentina*) junto con un dispositivo Pluselar 0,6 (n=40) o Pluselar 1,2 (n=42). En el Día 12 se retiraron los dispositivos junto a una dosis de PGF, 105 UI reCG, 1 mg de cipionato de estradiol (*Calier de Argentina*) y se aplicó un parche de detección de celo. Todas las vacas fueron inseminadas en el Día 14. Las vacas que manifestaron celo a las 72 h (*Web-Synch*) o 48 h (*Convencional*) desde el retiro del dispositivo (parche activado en >50%) fueron inseminadas en ese momento, mientras que en las que no manifestaron (parches inactivos) recibieron 10 µg de GnRH y fueron inseminadas en ese momento. La tasa de preñez no varió entre tratamientos, siendo 44,3% (39/88) en las que recibieron *Web-Synch* y 45,1% (37/82; P=0,3) en las que recibieron tratamiento Convencional. En el segundo experimento se utilizaron 304 vacas Angus con cría al pie, con 40 a 65 días posparto, presentando el 9,8% de las vacas un CL (de la Mata et al., 2023). Las vacas fueron divididas al azar en un diseño experimental 2 x 2 factorial como en el experimento anterior. En este caso la tasa de preñez fue mayor en las vacas que recibieron el tratamiento Convencional (66,3%; 102/154) en comparación a las que recibieron el tratamiento *Web-Synch* (49,4%; 79/160; P=0,01). En principio la conclusión de este trabajo fue que cuando se sincronizan lotes con alto

grado de anestro la tasa de preñez es mayor en las vacas tratadas con el tratamiento convencional con estradiol. Sin embargo, en otro experimento realizado recientemente en Paraguay no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y la tasa de ciclicidad era del 5,3%. Finalmente, en un experimento realizado recientemente con vacas Brangus y alta tasa de ciclicidad, no se encontraron diferencias significativas entre el grupo *Web-Synch* y el Convencional.

Sumando todas las vacas evaluadas, el porcentaje de preñez no difiere entre los tratamientos. Obviamente, es necesario más experimentos para confirmar estos resultados. Si bien en la mayoría de los trabajos se usaron dispositivos monodosis, en uno de los experimentos de la Mata et al. (2023a) en que la tasa de ciclicidad de las vacas era muy baja, hubo una tendencia a alcanzar mayor tasa de preñez con dispositivos de 1,2 g P4 (61,2%; 93/152) en comparación a las que recibieron dispositivos de 0,6 g (54,3%; 88/162; P=0,06), por el contrario en el otro experimento, con una alta tasa de ciclicidad de la Mata et al. (2023b) hubo una tendencia a alcanzar mayor tasa de preñez con dispositivos de 0,6 g P4 (51,2%; 43/84) en comparación a las que recibieron dispositivos de 1,2 g (38,4%; 33/86; P=0,09), evidenciando que los niveles de P4 pueden llegar a afectar la respuesta a la IATF. Además, lo interesante fue que esas diferencias a favor o contra fueron más evidentes en las vacas que fueron tratadas con el protocolo convencional.

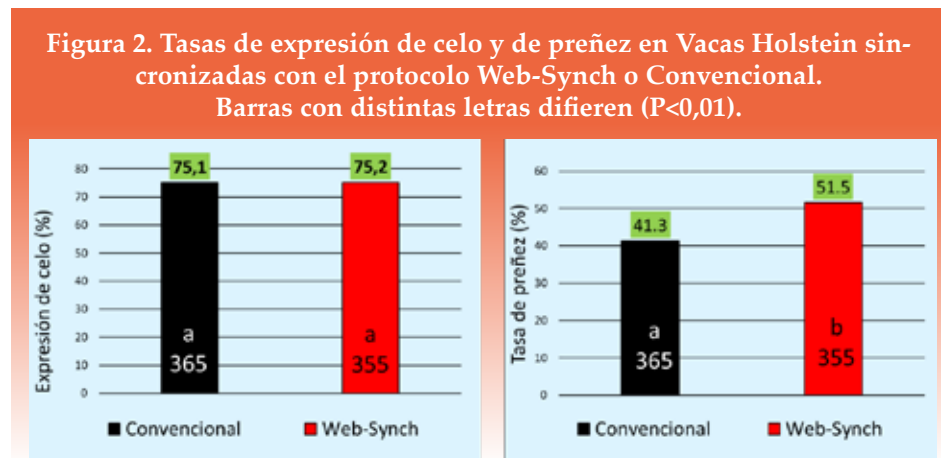
Por último, se realizaron recientemente experimentos en vacas Holstein en lactancia para evaluar el tamaño del folículo ovulatorio, el momento de la ovulación y las tasas de preñez a la IA en vacas Holstein lactantes sincronizadas con el protocolo *Web-Synch* o con el protocolo convencional con estradiol. En el Experimento preliminar (Macagno et al., 2022), vacas Holstein lactantes (n=179), 41,3±0,9 kg de leche por día, con 139,0±8,3 días en leche, 1,9±0,1 lactancias, condición corporal 3,0±0,1 (escala de 1 a 5) y manejadas

en un sistema „Dry Lot”, fueron asignados aleatoriamente a uno de dos grupos de tratamiento. El Día 0, las vacas del Grupo 1 (*J-Synch*) recibieron 2 mg de EB (*Estradiol, Over, Argentina*) y un dispositivo intravaginal con 1 g de P4 (*Sincrover, Over*). El día 6, se retiraron los dispositivos con P4 y las vacas recibieron 150 µg D (+) de cloprostenol (PGF, *Prostal, Over*) y 400 UI de eCG (*Novormon, Zoetis*). El Día 7, se administró una segunda dosis de PGF. Las vacas del Grupo 2 (*Web-Synch*) se trataron con PGF2α y un dispositivo con P4 el Día -5 y 20 µg de buserelina (*GnRH, Gestar, Over*) el Día 0; el retiro del dispositivo, la PGF y el eCG se realizaron el día 6, y se administró una segunda dosis de PGF el día 7. Las vacas de ambos grupos se pintaron en la base de la cola para la detección de celos y fueron inseminadas 80 h después de retirar el dispositivo con P4. Las vacas a las que no se les había quitado la pintura de la cola recibieron 10 µg de GnRH y fueron inseminadas en ese momento. Todas las vacas fueron examinadas por ultrasonografía en los Días -5 para determinar la ciclicidad, en los Días 0 y 6 para determinar la ovulación a la GnRH en el grupo *Web-Synch* y en 30 días después de IATF para el diagnóstico de preñez.

En general, la expresión de celo fue del 49,7 % (89/179) y tasa de preñez no difirió (P>0,6) si las vacas mostraron (42,6 %, 38/89) o no (36,6 %, 33/90) celo al momento de la IATF. Sin embargo, tanto la expresión de estro como la tasa de preñez fueron mayores (P<0,05) en las vacas del grupo *Web-Synch* (59,3%, 54/91 y 49,4%, 45/91, respectivamente) que en las del grupo *J Synch* (39,7%, 35/88 y 29,5%, 26/88, respectivamente). La proporción de vacas con CL en el día 5 no difirió entre los grupos (*J-Synch*: 60,2 %, 53/88 vs. *Web-Synch*: 63,7 %, 58/91; P>0,6). Sin embargo, la proporción de vacas con CL en el grupo *Web-Synch* fue del 12,1 % el Día 0 y del 76,9 % el Día 6, lo que indica que al menos el 64,8 % de las vacas ovularon en respuesta a la primera administración de GnRH. Luego de este experimento preliminar se realizaron otros

dos experimentos con vacas Holstein lactantes ($n=39$ en el Experimento 1 y 720 en el Experimento 2). Las vacas utilizadas hasta ahora tenían $160,0 \pm 7,1$ días en leche, produciendo $35,6 \pm 0,8$ kg de leche por día, $2,8 \pm 0,3$ lactancias, condición corporal $3,1 \pm 0,1$ y manejadas en un sistema "Dry Lot". Las vacas fueron asignadas aleatoriamente a uno de dos grupos de tratamiento. El Día 0, las vacas del grupo Control recibieron 2 mg de EB (*Estradiol, Over, Argentina*) y un dispositivo intravaginal con 1 g de P4 (*Sincrover, Over*). El Día 6, las vacas recibieron $150 \mu\text{g}$ D (+) de cloprostenol (*PGF, Prostal, Over*). El Día 7, se retiraron los dispositivos con P4 y las vacas recibieron una segunda $\text{PGF}2\alpha$, 140 UI de reCG (*FOLIREC, Zoovet-Ceva, Argentina*) y 1 mg de ECP (*Estrosinc, Over*). Las vacas del grupo Web-Synch se trataron con PGF y un dispositivo P4 el día -5 y $10 \mu\text{g}$ de busserelina (*GnRH, Gestar, Over*) el Día 0. El retiro del dispositivo con P4, PGF y reCG se realizó el Día 6 y se administró una segunda dosis de PGF el día 7.

Las vacas de ambos grupos se pintaron en la base de la cola para la detección de celos. En el Experimento 1, las vacas fueron escaneadas dos veces al día desde la extracción del dispositivo con P4 hasta la ovulación. En el Experimento 2, todas las vacas que tuvieron $>30\%$ de la pintura de la cola borrada en el Día 9 (48 h después de retirar el dispositivo con P4 en el grupo de control y 72 h después de retirar el dispositivo con P4 en el grupo Web-Synch) fueron IA en ese momento y las vacas a las que no se les había quitado



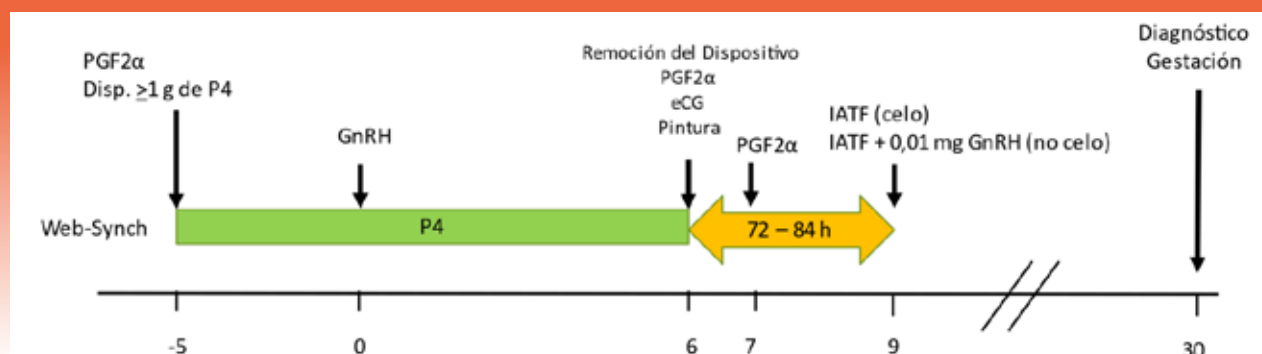
la pintura de la cola en ambos grupos recibieron $10 \mu\text{g}$ de GnRH y fueron IA 12 horas más tarde. Las vacas en el Experimento 2 fueron examinadas por preñez 30 días después de la IA. En el Experimento 1, el intervalo medio ($\pm\text{SEM}$) desde la extracción del dispositivo con P4 hasta la ovulación fue más largo ($P<0,05$) en el grupo Web-Synch ($101,6 \pm 2,9$ h) que en el grupo de control ($78,3 \pm 3,1$ h), pero el diámetro del folículo ovulatorio no difirió ($P=0,3$; $19,7 \pm 0,8$ y $18,5 \pm 0,8$ mm para los grupos Web-Synch y Control, respectivamente). En el Experimento 2, a pesar de no encontrarse diferencias significativas en la expresión de celos ($P=0,3$) entre los grupos Web-Synch (75,2%) y Convencional (75,1%), la tasa de preñez fue mayor ($P<0,01$) en las del grupo Web-Synch (51,5%, 183/355) que en las del grupo Convencional (41,3%, 151/365) respectivamente (Macagno et al., 2023;

Figura 2). Además, el 66,5% de las vacas (236/355) ovularon a la primera GnRH en el protocolo Web-Synch.

En resumen, el protocolo de sincronización basado en GnRH (Web-Synch) dio como resultado un período de proestro más largo y una tasa de preñez mayor que el protocolo convencional basado en estradiol en vacas lecheras lactantes. El protocolo sugerido se encuentra indicado en la Figura 3.

Según los resultados obtenidos hasta ahora, en vacas de carne todavía no está claro si debemos utilizar una doble dosis de GnRH en el Día 0 para inducir ovulación y si son necesarias una o dos dosis de $\text{PGF}2\alpha$, mientras que en vacas de leche se ha observado una alta tasa de ovulación (66,9%) utilizando una dosis ($10 \mu\text{g}$ de busserelina) y por resultados de trabajos anteriores sabemos que son necesarias dos dosis de $\text{PGF}2\alpha$ para poder inducir una luteólisis completa en vacas de alta producción.

Figura 3. Esquema del protocolo Web-Synch para vacas lecheras en lactancia.



Más recientemente se han realizado experimentos para evaluar la aplicación del protocolo Web-Synch en receptoras de embriones. Se realizó un experimento en Ecuador para evaluar las tasas de preñez por transferencia de embriones (P/ET), pérdidas de preñez y tasas de parto en vacas receptoras *Bos indicus* x *Bos taurus* en lactancia, sincronizadas con el protocolo J-Synch o el protocolo Web-Synch. Vacas en lactancia Gyr x Jersey ($n=2131$), $55,0 \pm 12,0$ días en leche, un CL o al menos un folículo >8 mm de diámetro (determinado por ultrasonografía), 2,5 a 3,5 puntaje de condición corporal (BCS, escala de 1 a 5) y manejadas en un sistema de confinamiento, fueron asignadas aleatoriamente a uno de dos grupos de tratamiento. El Día 0, las vacas del grupo J-Synch ($n=1125$) recibieron 2 mg de benzoato de estradiol (EB, Calier, Ecuador) por vía intramuscular (i.m.) y un dispositivo intravaginal que contenía 1,2 g de progesterona (P4, Pluselar, Calier). El Día 6, se retiraron los dispositivos con P4 y todas las vacas recibieron 150 µg de D-cloprostenol (PGF, Veteglan, Calier) y 400 UI de eCG (Vetegon, Calier) por vía intramuscular. Las vacas del grupo Web-Synch ($n=1006$) fueron tratadas con PGF y un dispositivo P4 el día -5, 10 µg de buserelina (GnRH, Pluserelina, Calier) el Día 0 y extracción del dispositivo P4, PGF y eCG el Día 6. Se observó a todas las vacas en busca de signos de estro por 72 horas después de la extracción del dispositivo y las detectadas en estro se examinaron mediante ecografía (Mindray M6 Vet) en el momento de la transferencia de embriones. El Día 16, las receptoras con un CL > 16 mm de diámetro recibieron un blastocisto producido in vitro de Grado 1 mediante transferencia no quirúrgica. La preñez se determinó mediante ecografía a los 30 y 90 días de gestación y luego se realizó un seguimiento hasta el parto para determinar las tasas de parto. Aunque las tasas de aprovechamiento y las pérdidas de preñez no difirieron entre los grupos, el protocolo Web-Synch resultó en mayores tasas de P/ET y de parto que el protocolo J-Synch.



En conclusión, entre los dos protocolos evaluados, el protocolo Web-Synch parece ser más apropiado para las receptoras *Bos indicus* x *Bos taurus* lactantes que el protocolo J-Synch.

Sin embargo, los resultados fueron opuestos cuando se utilizaron vaquillonas como receptoras. En este experimento se utilizaron púberes (2 años de edad) de la misma raza que las vacas (Gyr x Jersey), con CL (determinado por ultrasonografía), una condición corporal entre 3,5 y 4 (escala de 1 a 5) y manejadas en un sistema de pastoreo. Como en el experimento anterior las vaquillonas fueron asignadas aleatoriamente a uno de dos grupos de tratamiento. El Día 0, las vaquillonas del grupo J-Synch ($n=375$) recibieron 2 mg de benzoato de estradiol (EB, Calier, Ecuador) y un dispositivo intravaginal que contenía 0,5 g de P4 (DIB 0,5, Zoetis, Ecuador). El Día 6, se retiraron los dispositivos con P4 y todas las vaquillonas recibieron 150 µg de D-cloprostenol (PGF, Veteglan, Calier) y 300 IU de eCG (Vetegon, Calier). Las vaquillonas del grupo Web-Synch ($n=381$) fueron tratadas con PGF y un dispositivo P4 el Día -5, 10 µg de buserelina (GnRH, Pluserelina, Calier) el Día 0 y la extracción del dispositivo P4, PGF y eCG el día 6. Se observó a todas las vaquillonas en busca de signos de estro 72 horas después de la extracción del dispositivo y las detectadas en estro se examinaron mediante ecografía (Mindray M6 Vet) el Día 16. Las receptoras

con un CL > 16 mm de diámetro recibieron blastocistos de Grado 1 producidos in vitro mediante transferencia no quirúrgica. La preñez se determinó mediante ecografía 30 y 90 días después de la transferencia de embriones. La utilización y P/ET fueron mayores y las pérdidas de preñez fueron menores en las vaquillonas del grupo J-Synch en comparación con las del grupo Web-Synch. Por lo tanto, se concluyó que en vacas en lactancia el protocolo más apropiado de los evaluados es el Web-Synch, mientras que para vaquillonas es el protocolo J-Synch.

Comentarios finales

Sin duda el avance en el conocimiento de la fisiología reproductiva de la vaca nos permitirá afrontar los próximos desafíos en la implementación de las tecnologías reproductivas en ganado de carne y leche. Nuestra obligación siempre será la de maximizar la productividad para poder producir alimentos a bajo costo para una población en crecimiento. No obstante, debemos aplicar prácticas que sean aceptadas por los consumidores del siglo 21 y sobre todo mostrar y demostrar que podemos alimentar al mundo con metodologías seguras, con bienestar animal y cuidando el medio ambiente. 6

Bibliografía disponible en geneticabovina.fer@gmail.com