

## REPRODUCCIÓN DE PRECISIÓN: ROL DEL VETERINARIO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CRIANZA

### Precision reproduction: role of the veterinarian on productivity in farming

G.A. Bó<sup>1</sup>, E. Huguenine<sup>2</sup>, P.S. Baruselli<sup>3</sup>

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

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

<sup>3</sup> Departamento de Reprodução Animal, FMVZ-USP, São Paulo-SP, Brazil.

\* Corresponding author:  
Gabriel Bó, e-mail:  
[gabrielbo62@gmail.com](mailto:gabrielbo62@gmail.com)

Recibido: 07/04/2022

Aceptado: 11/05/2022

Publicado: 30/07/2022

#### ABSTRACT

The incorporation of Genetics in bovine breeding herds through the use of Artificial Insemination at Fixed Time (TAI) has achieved an increase in profitability by allowing to obtain greater The objective of this review was to compare the performance of programs with natural service, treatment Synchronization before natural service, artificial insemination after oestrus detection and fixed-time artificial insemination (TAI) in beef cattle.

**Keywords:** Pregnancy, Beef cattle, Dairy cattle, cattle, FTAI.

#### RESUMEN

La incorporación de Genética en los rodeos para cría bovina mediante el uso de la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (TAI) ha logrado un incremento en la rentabilidad al permitir obtener mayor El objetivo de esta revisión fue comparar el rendimiento de programas con servicio natural, tratamiento de sincronización previo al servicio natural, inseminación artificial después de la detección del estro e inseminación artificial a tiempo fijo (TAI) en ganado de carne.

**Palabras clave:** Preñez, Ganado de carne, Ganado de leche, bovinos, TAI.

## INTRODUCCION

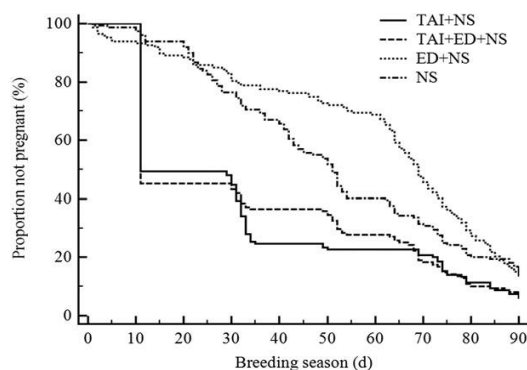
Es bien sabido que después del parto las vacas se someten a un período de anestro y cuando no muestran estro se limita la capacidad de quedar preñada mediante el apareamiento natural del toro o por IA con detección de estro. La estimulación hormonal ya es un tratamiento consistente y bien probado para superar el problema de anestro en rodeos de carne. Básicamente, las hormonas se pueden usar para inducir la ciclicidad y sincronizar el crecimiento folicular, estro y ovulación. Además, dos opciones de apareamiento pueden usarse después de la estimulación hormonal: servicio natural (es decir, la utilización de servicio con toros después de la sincronización) y la TAI. Cualquiera de estas estrategias, cuando está bien aplicada, mejoran la eficiencia reproductiva de los rebaños en comparación con el servicio natural. Después del primer servicio sincronizado, la estrategia de manejo más comúnmente adoptada es la introducción de los toros de repaso hasta el final de la temporada de cría. Sin embargo, los métodos para resincronizar las vacas vacías después del primer servicio ya están bien establecidas y ofrecen una herramienta potencial para reducir el tiempo entre inseminaciones y aumentar aún más las tasas de preñez. Así, varios establecimientos de carne ya han abolido el uso de toros mediante el uso masivo de programas de resincronización (es decir, dos, tres o hasta cuatro TAI secuenciales). La difusión de gestiones reproductivas eficientes, tales TAI y programas Resynch, ya sea aislado o en combinación, permite la producción de una mayor cantidad (obteniendo alta tasa de preñez a principios de la temporada de reproducción) y calidad (maximización del uso de IA con toros genéticamente superiores) toros genéticos) de terneros. Estas tecnologías pueden contribuir a mejorar la eficiencia productiva y consecuentemente, mejorar la rentabilidad de la explotación ganadera.

### kg de carne / ha.

El desarrollo de tratamientos hormonales que controlan el momento en que ocurre la ovulación ha permitido que se haya propagado la técnica de la TAI; siendo el tratamiento más difundido aquel que se basa en la utilización de dispositivos intravaginales con progesterona combinados con estrógenos y un agente luteolítico (Bó et al., 2016). No obstante, teniendo en cuenta que los estrógenos han sido prohibidos en la mayor parte del mundo, no es ilógico plantear que dicha situación llegaría en poco tiempo a la Argentina, por lo que surge interés en evaluar tratamientos alternativos que eviten el uso de dicha hormona. Por otro lado, se debe tener en cuenta que un número importante de los rodeos para cría solo realiza servicio natural; en estos, se observa en muchos casos un porcentaje importante de vacas en anestro al inicio del servicio, lo que provoca un retraso en la concepción de estas. En función de esto, en esta revisión se presentarán experimentos utilizando programas de inducción de ciclicidad y sincronización de la ovulación, con el uso de dispositivos intravaginales con progesterona combinado con estrógenos, con la finalidad de mejorar la eficiencia reproductiva y productiva de los hatos comerciales de animales de carne.

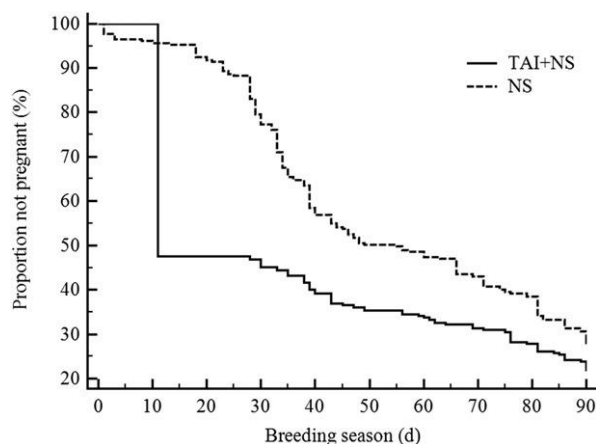
## COMPARACIÓN ENTRE PROGRAMAS DE TAI VS SERVICIO NATURAL

Se realizaron dos estudios secuenciales para evaluar el desempeño reproductivo de vacas posparto sometidas a diferentes programas reproductivos (Sá Filho et al., 2013). En el primer estudio se compararon distintos sistemas de Servicio. Sincronización con dispositivos de progesterona, eCG (Gonadotropina coriónica equina), estrógeno e TAI y repaso con toros por el resto de la estación de servicio (Grupo TAI + NS (servicio natural)). El segundo grupo fue TAI como el primero, pero después se realizó repaso de la IA a celo detectado por 45 días y luego repaso con toros hasta los 90 días (TAI + ED (estro detectado) + NS). El tercer grupo fue IA a celo detectado por 45 días y luego repaso con toros hasta los 90 días (ED + NS). El cuarto grupo solo recibió toros por 90 días (NS). En el segundo experimento, el uso de TAI en el inicio de la temporada de reproducción, seguido de NS (TAI + NS) se comparó con solo NS durante toda la temporada de reproducción de 90 días. Brevemente, en el primer experimento, el tiempo a la preñez disminuyó ( $P < 0,001$ ) para las estrategias donde se utilizó TAI + NS (TAI + NS), o TAI más repaso con detección de celos y NS (TAI + ED + NS), en comparación con los grupos ED + NS y NS (Figura 1). Además, el tratamiento TAI + NS resultó en una mayor proporción ( $P = 0.001$ ) de vacas preñadas a los 45 días de la temporada de reproducción (75.3%) que el grupo TAI + ED + NS (63,5%), que fue mayor que NS (44,3%) y ED + NS (23,3%). De hecho, el grupo ED seguido de AI siempre implicó en una reducción de tasa de preñez en comparación con el servicio de toros, probablemente debido a fallas humanas en la detección de celos. Al final de la temporada de reproducción, una mayor proporción ( $P < 0.01$ ) de vacas estaban preñadas cuando se realizaron estrategias con TAI (TAI + NS = 92.7% y TAI + ED + NS = 91.9%) en comparación con ED + NS (85.0%) y NS (83.2%). Por lo tanto, el uso de TAI acelera la concepción posparto, mejora las tasas de preñez a los 45 días y al final de la temporada de reproducción, y además aumenta la ganancia genética del rodeo. Respecto a la eficiencia reproductiva, es posible concluir que (1) los toros son más eficientes que la detección de celos seguidos de IA, y (2) la TAI es más eficiente que los toros.



**Figura 1.** Curvas de supervivencia para vacas Nelore manejadas con 4 manejos reproductivos diferentes: Sincronización con dispositivos con progesterona, eCG y estrógenos e TAI y repaso con toros por el resto de la estación de servicio (Grupo TAI + NS). TAI como el primero pero después se realizó repaso de la IA a celo detectado por 45 días y luego repaso con toros hasta los 90 días (TAI + ED + NS). IA a celo detectado por 45 días y luego repaso con toros hasta los 90 días (ED + NS). El cuarto grupo solo recibió toros por 90 días (NS) (Sá Filho et al., 2013).

En el segundo experimento, la implementación de TAI más servicio natural (TAI + NS) tuvo una proporción mayor ( $P = 0.001$ ) de vacas preñadas a los 45 días de la temporada de reproducción que el manejo realizado exclusivamente con servicio natural (63.5% vs 46.3%). Sin embargo, la proporción de vacas preñadas al final de la temporada de reproducción fueron similares (77.0% frente a 71.0%;  $P = 0.31$ ). Cuando se evaluó toda la temporada de cría, el riesgo de preñez fue mayor para el grupo TAI + NS que para NS (riesgo ajustado de 1,64; Intervalo de confianza del 95%, 1.34–2.01;  $P < 0,0001$ ; Figura 2), principalmente debido a las gestaciones establecidas por TAI al inicio de la temporada de servicio. De hecho, las vacas en el grupo TAI + NS tenían menos días promedio para la gestación (11d) que las vacas expuestas exclusivamente a servicio natural (NS, 55d). Estos dos estudios demostraron claramente que el uso de TAI a principios de la temporada de servicio aumentó el rendimiento reproductivo de las vacas de carne en el postparto temprano. Las vacas que recibieron una TAI tuvieron mayores tasas de preñez a los 45 días y al final de la temporada de reproducción, y un número reducido de días desde el parto hasta la concepción.



**Figura 2.** Curvas de supervivencia para vacas Nelore manejadas con 4 manejos reproductivos diferentes: TAI en el inicio de la temporada de reproducción, seguido de SN (TAI + NS) y solo servicio natural (NS) durante toda la temporada de reproducción de 90 días ( $P < 0,001$ ) (Sá Filho et al., 2013)

## PROGRAMAS DE TAI SEGUIDOS DE PROGRAMAS DE RESINCRONIZACIÓN

El manejo más comúnmente adoptado para conseguir vacas preñadas poco después de la primera IA es la introducción de toros hasta el final de la temporada de cría. Sin embargo, los métodos para resincronizar las vacas no preñadas después del primer servicio postparto ya están bien establecidas y ofrecen una herramienta potencial para reducir el tiempo de inseminaciones posteriores. Al principio, el programa de resincronización denominado Resynch tradicional (Resynch30; RE30) se inició con el diagnóstico de gestación alrededor de 28 a 32 días después de la TAI (Stevenson et al., 2003; Marques et al., 2012, 2015; Bó et al., 2016).

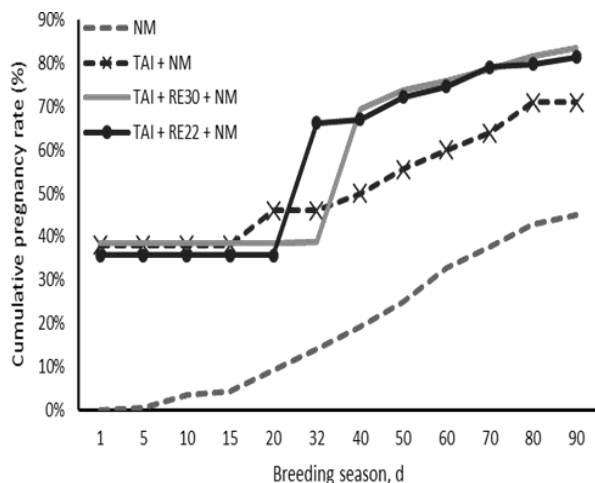
En las vacas diagnosticadas como no preñadas en ese día se inició inmediatamente un nuevo protocolo de sincronización para TAI. Este manejo de Resynch es flexible (comienza en la fecha elegida para el diagnóstico de preñez y los tratamientos solo se realizan en vacas no preñadas. Sin embargo, el

intervalo entre la IA es de alrededor de 40 días y todavía se considera demasiado largo por algunos técnicos comparados con la exposición al toro, cuando el apareamiento ocurre alrededor de los 21 días después de la TAI. Aunque el apareamiento con toros permite la reducción del intervalo entre dos servicios consecutivos, la tasa de servicio depende del retorno del estro (alrededor de 50%; Sá Filho et al., 2013) de las vacas no preñadas aproximadamente 21 días después de TAI. Así, la evolución de los programas de Resynch permitió la reducción de los intervalos entre las inseminaciones para compactar el período de la temporada de reproducción, con el beneficio de garantizar un 100% de servicio. Para alcanzar este objetivo, los tratamientos deben comenzar antes del diagnóstico de preñez y por lo tanto debe hacerse en todas las vacas. El Resynch22 (RE22) fue desarrollado para iniciar 22 días después de la IA anterior, ocho días antes del diagnóstico de preñez (Sá Filho et al., 2014). En el diagnóstico de preñez, las vacas diagnosticadas como preñadas están excluidas de los siguientes tratamientos y vacas no preñadas continúan el tratamiento de sincronización. La ventaja de RE22 es reducir el intervalo entre AI a 32 días, sin embargo, el primer tratamiento (la inserción del dispositivo P4 y la administración de estradiol) se debe hacer en todas las vacas y el diagnóstico de preñez debe realizarse en un horario fijo, de forma diferente al RE30. Aunque la mayoría de los establecimientos que usan el RE30 tienen fecha preestablecida para el diagnóstico de preñez para iniciar el protocolo de resincronización lo antes posible, esta fecha no es obligatoria (en cualquier momento es posible el diagnóstico de preñez e iniciar un nuevo protocolo en vacas abiertas). Por otra parte, en la RE22, la fecha del diagnóstico de preñez es obligatoria porque el protocolo ya se había iniciado ocho días antes.

## EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE LOS DIFERENTES PROGRAMAS REPRODUCTIVOS

Se evaluaron programas asociados de TAI y de resincronización para en vacas de carne (Rubin et al., 2015). En el primer estudio las vacas fueron sometidas a: 1) servicio natural (NS;  $n = 266$ ); 2) TAI más servicio natural (TAI + NS;  $n = 200$ ); 3) TAI más RE30 y servicio natural (TAI + RE30 + NS;  $n = 245$ ); 4) TAI + RE22 + NS ( $n = 249$ ) durante una temporada de servicio de 90 días (Figura 3). A los 30 días del inicio del servicio, únicamente el 3% de las vacas sometidas a NS estaban preñadas en comparación con cerca del 40% de las vacas en los otros grupos (TAI + NS = 40.0%, TAI + RE30 + NS = 40.0%, TAI + RE22 + NS = 39.8%;  $P < 0,001$ ). A los 60 días de servicio, las vacas que fueron resincronizadas y recibieron la segunda TAI que logró mayores tasas de preñez (TAI + RE30 + NS = 69.4% y TAI + RE22 + NS = 66.3%) que las vacas sometidas a los otros manejos reproductivos (TAI + NS = 48.0%, y NS = 16.9%;  $P < 0.001$ ). Adicionalmente, las vacas que recibieron TAI + NS tuvieron una mayor tasa de preñez que aquellas expuestas solo a servicio natural con toros ( $P < 0,001$ ) al final de la época de servicio. Además, la tasa de preñez fue mayor para las vacas sometidas a TAI + RE30 + NS (83,7% a) y TAI + RE22 + NS (81,5% a) que para aquellos sometidos a TAI + NS (71.0%) o NS (45.1%). Los beneficios de usar los programas Resynch hace que hoy algunos productores opten por realizar los servicios exclusivamente con FTAI, eliminando la necesidad de toros en varios establecimientos. Se evaluó recientemente la eficiencia reproductiva del uso de Resynch (Crepaldi et al., 2017). En este estudio, el uso de tres TAI consecutivas usando RE22 (3TAI)

tuvieron tasas de preñez similares a las obtenidas usando dos TAI utilizando RE22, seguido de exposición al toro (2TAI + toro) y a su vez fue mayor que la del grupo de vacas que tuvo una TAI seguido de servicio natural (1TAI + toro). Además, fue posible alcanzar el 87,4% de la tasa de preñez acumulada al final de un período de servicio de 64 días con tres TAI utilizando RE22.



**Figura 3.** Tasas acumulativas de preñez en vacas sometidas a 4 sistemas de manejo: 1) servicio natural (NS; n = 266); 2) TAI más servicio natural (TAI + NS; n = 200); 3) TAI más RE30 y servicio natural (TAI + RE30 + NS; n = 245); 4) TAI + RE22 + NS (n = 249) durante una temporada de servicio de 90 días.

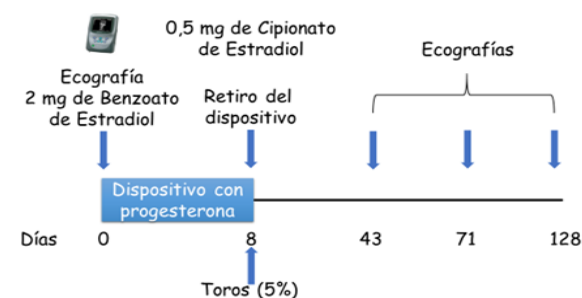
### TRATAMIENTO DE SINCRONIZACIÓN PREVIO AL SERVICIO NATURAL

En Latinoamérica, el 88% de las vacas en edad reproductiva no están experimentando ningún protocolo de sincronización para TAI y solo están expuestas al servicio natural con toros (Baruselli, 2016). Del mismo modo, varios establecimientos en todo el mundo no pueden implementar manejos reproductivos como AI con celo detectado o TAI, debido a la ausencia de estructuras de manga adecuadas o personal especializado (Chenoweth, 2002) y la demanda de un manejo más ordenado (Chenoweth y Lennon, 1984; Chenoweth, 2002). Sin embargo, después del parto, las vacas pueden someterse a un período de anestro prolongado, durante el cual las vacas no muestran los signos de comportamiento del estro, que es crucial cuando la reproducción depende del apareamiento del toro.

Retrasos en la reanudación de la ciclicidad posparto puede aumentar el intervalo desde el parto hasta la concepción y reducen la eficiencia reproductiva (Diskin y Sreenan, 2000; Baruselli et al., 2004; Crowe, 2008), lo que puede dar lugar a importantes pérdidas económicas. Así, el desarrollo de una estrategia que permita la concepción temprana de vacas posparto expuestas al apareamiento de toros con tasas de preñez satisfactorias es fundamental para potenciar la eficiencia reproductiva. Experiencias anteriores han demostrado la eficiencia de la sincronización de la onda folicular y ovulaciones (como para los programas TAI) y la adición de eCG para inducir ciclicidad después del parto. Se realizó un experimento para evaluar el efecto de un tratamiento con un dispositivo intravaginal con 1 g de progesterona (DISP) combinado o no con eCG sobre el porcentaje de preñez en vacas con cría en anestro en servicio

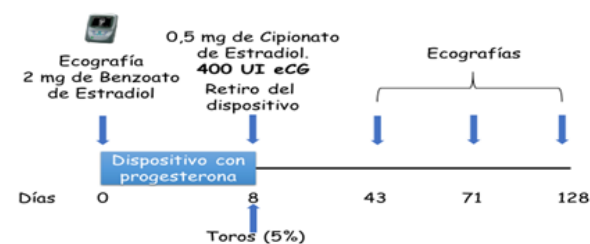
natural. El trabajo fue realizado en un establecimiento ubicado al sur de la provincia de San Luis (Huguenine et al., 2017). Se utilizaron 203 vacas con cría al pie de segundo servicio, de raza Aberdeen Angus, Simangus y Simmental, con un post parto de 50 a 80 días. La alimentación fue sobre la base de pastizal natural con baja disponibilidad. El 92 % del rodeo presentaba folículos < 8 mm de diámetro y el resto tenía folículos mayores. Las vacas con un CL (5%) fueron excluidas del experimento. La condición corporal promedio al momento de iniciar el tratamiento fue de  $1,8 \pm 0,3$ ; manteniéndose durante el experimento (Día 43 =  $1,8 \pm 0,3$ ; Día 71 =  $1,9 \pm 0,3$ ; Día 128 =  $2 \pm 0,3$ ). Las vacas iban con destino a destete precoz, que por ciertas circunstancias no se realizó, lo que permitió que mantuvieran la condición corporal durante el servicio. Las vacas fueron distribuidas en forma aleatoria a tres grupos que recibieron los siguientes tratamientos:

Grupo DISP (n = 67): El Día 0 se colocó un dispositivo intravaginal con 1 gr de progesterona, más una inyección intramuscular de 2 mg de BE. El Día 8, se retiró el dispositivo y se administró 0,5 mg de ECP por vía i.m., iniciándose el mismo día el servicio natural (Figura 4).



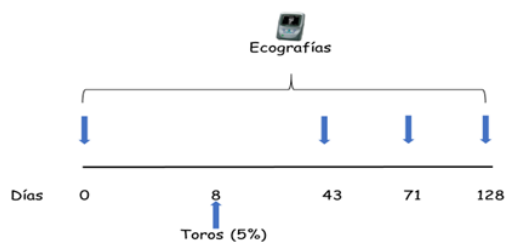
**Figura 4.** Representación esquemática del Grupo DISP. Colocación de un dispositivo intravaginal con progesterona el Día 0

Grupo DISP+eCG (n = 62): Ídem Grupo DISP, más la administración de 400 UI de eCG por vía i.m. (Figura 5).



**Figura 5.** Representación esquemática del Grupo DISP + eCG.

GRUPO TESTIGO (n = 64): No recibió tratamiento hormonal y el servicio se inició el Día 8 (Figura 6).



**Figura 6.** Representación esquemática del tratamiento Testigo. Para el servicio natural se utilizó un 5% de toros, controlados clínica y sanitariamente (Negativo a Brucelosis y 2 raspajes negativos a Tricomoniasis y *Campylobacteriosis*). El diagnóstico de gestación se realizó en los Días 43, 71 y 128 del experimento (35 días, 63 días y 120 días posteriores al inicio del servicio, respectivamente). Se evaluó el efecto del tratamiento sobre el porcentaje de preñez a los 7, 30 y 90 días de servicio.

Los Resultados de este experimento están indicados en la Tabla 1. El uso de eCG combinado con dispositivos intravaginales con progesterona en vacas con cría en anestro permitió mejorar el porcentaje de preñez en los primeros 7 días de un servicio natural ( $P < 0,05$ ). No obstante, cuando se evaluaron los porcentajes de preñez a los 30 y 90 días de iniciado el servicio no hubo diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ). Estos resultados demuestran que se pueden aplicar protocolos similares a los de TAI para mejorar la cabeza de parición en los rodeos con servicio natural, mejorando de esta manera la performance reproductiva en los rodeos de carne.

**Tabla 1.** Porcentaje de preñez ( $\pm$ EEEM) en vacas con cría según tratamiento utilizado para inducir actividad sexual cíclica en diferentes momentos del servicio natural.

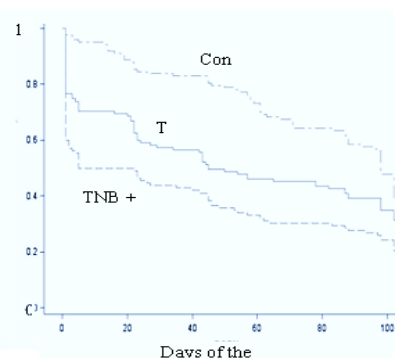
Tratamientos	Porcentaje de preñez según días de servicio*		
	7	30	90
DISP	19,4 <sup>a</sup> (13/67)	56,7 <sup>a</sup> (38/67)	58,2 <sup>a</sup> (39/67)
DISP + eCG	43,5 <sup>b</sup> (27/62)	61,3 <sup>a</sup> (38/62)	67,7 <sup>a</sup> (42/62)
Testigo	12,2 <sup>a</sup> (9/74)	44,6 <sup>a</sup> (33/74)	56,7 <sup>a</sup> (42/74)

\*Valores con superíndices distintos dentro de una misma columna difieren:  $P < 0,05$ .

Se realizó otro experimento para evaluar si diferentes tratamientos de sincronización de progesterona-estradiol (con y sin eCG) utilizados antes del servicio natural con toros (denominado TNB), son eficientes para acelerar y mejorar las tasas de preñez de vacas posparto, mejorando así su eficiencia reproductiva durante la temporada de reproducción (Ferreira et al., 2017). Para eso, un total de 350 primíparas Nelore (*Bos indicus*) de entre 35 y 60 posparto se asignaron al azar a uno de tres grupos experimentales: el grupo de control ( $n = 123$ ; ningún tratamiento hormonal); el grupo TNB ( $n = 115$ ; protocolo hormonal con P4 y E2 sin eCG); o el grupo TNB + eCG ( $n = 112$ ; protocolo hormonal con P4 y E2 con eCG). La relación toro: vaca fue 1:10 dentro de los primeros 7 días y 1:25 dentro de los siguientes 98 días de la temporada de

servicio. Los toros fueron removidos en D105. El diagnóstico de preñez se realizó 40 días después de la exposición al toro y luego cada 50 días hasta D140. Una evaluación ecográfica de la vesícula amniótica y el tamaño del embrión o el feto (Youngquist y Threlfall, 2007) fue utilizada para predecir el momento de la concepción y el número de nuevas gestaciones en cada período de 21 días (P21, P42, P63, P84 y P105), comenzando en la exposición del toro (P21). La tasa de preñez acumulativa fue calculada como el número de vacas preñadas después de la exposición al toro dividido por el número total de vacas por período (P21, P42, P63, P84 y P105).

Las vacas del grupo control tuvieron una menor tasa de preñez en P21 (5.7%, 7/123) que las vacas del grupo TNB (30.4%, 35/115) y TNB + eCG (51.8%, 58/112;  $P = 0.001$ ). En períodos subsiguientes, la tasa de preñez aumentó para todos los grupos, pero las diferencias persistieron entre tratamientos. Las vacas TNB + eCG lograron una tasa de concepción del 50% dentro de los primeros 21 días después de la exposición del toro, mientras que las vacas TNB y Control respectivamente tomaron más de 40 y 90 días de servicio anticipación para lograr una tasa de concepción del 50% (Figura 8).



**Figura 7.** Curvas de supervivencia para vacas en servicio natural que recibieron tres tratamientos: grupo Control ( $n = 123$ ; ningún tratamiento hormonal); el grupo TNB ( $n = 115$ ; protocolo hormonal con P4 y E2 sin eCG); o el grupo TNB + eCG ( $n = 112$ ; protocolo hormonal con P4 y E2 con eCG).

Al final de la temporada de reproducción, las vacas tratadas con eCG tenían 21% y 16% más preñeces que el Control y el tratamiento sin eCG, respectivamente (Figura 8). Además, la probabilidad de concebir aumentó 1.5 veces cuando las vacas fueron tratadas con el protocolo TNB y aumentaron 2.2 veces cuando se agregó eCG al protocolo (TNB + eCG). El intervalo medio entre el inicio de la temporada de reproducción y la concepción se redujo considerablemente ( $P < 0,0001$ ) cuando las vacas fueron tratadas con TNB + eCG ( $26.5 \pm 3.8$  días) en comparación con aquellos tratados con TNB sin eCG ( $35.7 \pm 4.1$  días) y a aquellas en el grupo Control ( $64.7 \pm 3.9$  días). En consecuencia, el intervalo parto concepción también se redujo en aproximadamente 120 (Control) a 91 (TNB) y 82 (TNB + eCG) días en las vacas que recibieron los protocolos hormonales (las vacas comenzaron la temporada de reproducción a los 55 días postparto en promedio). En conclusión, el uso de TNB, especialmente cuando se asocia con eCG, mejoraron de manera eficiente la concepción temprana de vacas primíparas posparto que fueron expuestas al servicio natural. El aumento del número de vacas que conciben temprano en la época de servicio es crucial para mejorar la

eficiencia reproductiva, reduciendo el intervalo entre partos y aumentando el número de vacas preñadas al final del periodo de servicio).

### EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE INDUCCIÓN DE CICLICIDAD SOBRE EL PESO AL DESTETE DE LOS TERNEROS

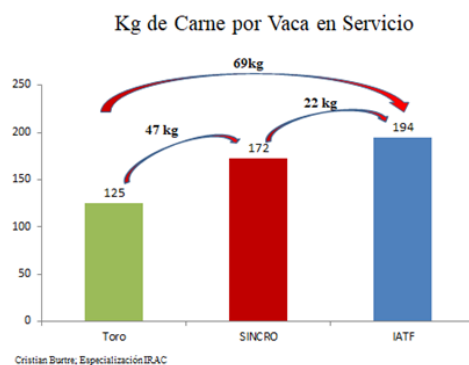
El objetivo de este trabajo fue comparar el impacto de la inseminación a tiempo fijo (TAI), sincronización y servicio natural (SINCRO) o servicio natural (TORO) sobre la eficiencia reproductiva y productiva en campos de la Patagonia Norte (Departamento de Pichi Mahuida, Río Negro), Argentina. Vacas (n=353) en tres establecimientos fueron asignadas al azar a uno de los siguientes grupos: 1) TORO: En el Día 0 se introdujo un 5% aproximadamente de toros por 90 días; 2) SINCRO: en el Día 0 recibieron un dispositivo intravaginal con 0,5 g progesterona (DIB® 0,5 g de P4, Syntex, Argentina) y 2 mg IM de benzoato de estradiol (Gonadiol®, Syntex, Argentina). En el Día 8 se retiraron los DIV, se aplicó IM 500 µg de cloprostenol sódico (Ciclaste® DL, Syntex, Argentina), 400 UI de eCG (Novormon®, Syntex, Argentina) y 0,5 mg de cipionato de estradiol (Cipiosyn®, Syntex, Argentina) y se juntaron con el rodeo CON con un 5% de toros sobre el total; 3) TAI: que recibió el mismo protocolo hormonal que el grupo SINCRO, pero las vacas fueron TAI entre las 52 y 56 h de retirado el dispositivo (Día 10) con semen congelado-descongelado, y en el Día 13 ingresaron al mismo rodeo que los otros dos grupos con un 5% de toros sobre el total. Los toros utilizados fueron inspeccionados aptos clínica y sanitariamente y se encontraban aptos para el servicio. El diagnóstico de preñez se realizó por ecografía el día 55 y 150. Al momento del destete, en un establecimiento los terneros (n=48) fueron identificados y pesados. El análisis estadístico se realizó con distribución logística múltiple. Las variables de respuesta fueron porcentaje de preñez los primeros 25 días de servicio (PP25D), porcentaje de preñez general (PPG), kg de peso promedio de los terneros (PESO). Los resultados se muestran en la Tabla 2.

Además, en la Figura 8 se muestran los kg de carne producidos por sistema, considerando el número de vacas que entraron en servicio. Como se puede ver en la Figura la diferencia entre el grupo de vacas cuya temporada se inició con una TAI y las que tuvieron servicio natural fue de 69 kg. Se concluye que la utilización de TAI o de SINCRO impacta de manera significativa sobre el resultado reproductivo y productivo, con un mayor peso al destete de los terneros.

**Tabla 2.** Porcentaje de preñez primeros 25 días de servicio, porcentaje de preñez general y peso promedio de los terneros.

	PP25D (n/n)	PPG (n/n)	PESO (kg±DS)*
TORO	25,5% (35/137) <sup>a</sup>	83,9% (115/137) <sup>c</sup>	191±18,2 <sup>e</sup>
SINCRO	54,1% (60/111) <sup>b</sup>	94,6% (105/111) <sup>d</sup>	204±28,8 <sup>f</sup>
TAI	58,1% (61/105) <sup>b</sup>	96,2% (101/105) <sup>d</sup>	216±19,8 <sup>g</sup>

\*Sacados de un establecimiento; letras diferentes dentro de la misma columna difieren estadísticamente (P<0,05).



**Figura 8.** Producción (kg) de carne producido en vacas sometidas a tres sistemas de manejo diferente. Servicio Natural (Toro), sincronización con servicio natural (SINCRO) o TAI mas repaso con toros (TAI; P<0,01).

### OTROS FACTORES QUE HAY QUE TENER MUY CUENTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PROTOCOLOS REPRODUCTIVOS

Cuando se implementan protocolos reproductivos hay que tener en cuenta muchas cuestiones además del tratamiento. Nosotros como Médicos Veterinarios debemos tomar cuidado de todas estas cuestiones para asegurar resultados satisfactorios y no tener sorpresas desagradables. La sanidad es un tema que no es el foco de esta revisión, pero indudablemente es fundamental. Es necesario implementar un control anual de brucelosis y tuberculosis de todo el rebaño y eliminar los animales positivos, hasta llegar a tener un rebaño libre. Además, controlar muy bien la entrada de animales nuevos que pueden traer otras enfermedades. Es además ya habitual un programa de vacunación contra enfermedades reproductivas antes del servicio y si se utilizan vacunas inactivadas una revacunación en el momento del tacto. Además, hay otra serie de variables a tener en cuenta que se enumeran a continuación.

### CALIDAD SEMINAL

La calidad del semen a utilizar es uno de los factores más importantes a tener en cuenta a la hora de realizar un programa. Inseminar con un semen de mala calidad tiraría por la borda todos los esfuerzos realizados con el manejo de las vacas, su nutrición, tratamiento, etc. Es recomendable realizar un examen de calidad seminal previamente a la TAI de todos los toros a utilizar. El semen para utilizar debe tener, según las recomendaciones de la NAAB (National Association of Animal Breeders, USA), como mínimo un 25% de células motiles a una velocidad 3 (0=sin movimiento, 5=movimiento rápido donde es difícil seguir una célula) inmediatamente después del descongelado y un 15% de células motiles a una velocidad de 2 luego de 2 horas de incubación a 37°C. La concentración estándar de una dosis de semen debe ser de entre 5 y 10 millones de células motiles. Nosotros empíricamente preferimos tener más de un 30% de motilidad a la 0 h. Sin embargo, no hay datos en la literatura donde se hayan determinado los estándares mínimos del semen para un planteo de TAI. Con respecto a la morfología, el semen debe tener un mínimo del 70% de espermatozoides normales y con no más del 15 a 20% de defectos de cabeza y del 25% de defectos de cola y acrosoma (Barth, 1995).

En la Tabla 3 se observan las tasas de preñez de dos toros con diferentes calidades seminales. El semen 1 era proveniente de un toro usado en esa temporada previamente, con el cual se habían obtenido aceptables tasas de preñez (entre el 45 y el 50%) y presentaba a la evaluación una motilidad individual del 50% a una velocidad de 3 a la hora 0 y 25% con velocidad 2 a las 2 horas de incubación a 37°C. El porcentaje de espermatozoides normales de este semen era del 77% con una concentración de 12 millones de espermatozoides motiles. El semen 2 era proveniente de un toro nuevo, no había sido utilizado y no pudimos evaluarlo antes de hacer la TAI. Las tasas de preñez fueron 34,2% para el semen 1 y 11,8% para el semen 2 ( $P<0,001$ ), estas diferencias se las adjudicamos a la baja cantidad de espermatozoides motiles por dosis de semen que tenía el semen 2 ya que su análisis de calidad determinó que su motilidad individual era de 10% con velocidad 1 a la hora 0 y 5% a las 2 horas de incubación, debido a esto la cantidad de espermatozoides motiles a la hora 0 era de 2,5 millones.

**Tabla 3.** Características seminales y tasas de preñez de 2 toros utilizados en el mismo programa de TAI.

	Toro 1	Toro 2
Calidad Seminal		
* Viabilidad/Velocidad		
Hora: 0	50/3	10/1
Hora: 2	25/2	5/1
* Morfología (% de espermatozoides normales)	77 %	50 %
* Concentración (millones)		
Total	23,7	25,7
Motiles	11,8	2,5
Tasa de Preñez a la TAI	34,2 <sup>a</sup> % (53/155)	11,8 <sup>b</sup> % (9/76)

<sup>ab</sup> Los porcentajes difieren ( $P<0,001$ )

Es importante destacar que el análisis de calidad seminal debe ser completo y no tomar algunos parámetros en forma aislada, ya que, por ejemplo, hay defectos morfológicos de cabeza que no necesariamente afectan la motilidad, pero la fertilidad de estos toros esta seriamente afectada. En la Tabla 4 se puede observar las tasas de preñez de tres toros que presentan aceptables valores de motilidad individual tanto a la hora 0 como a las 2 h y de concentración, pero no todos superaban el 70% de espermatozoides normales. El toro que no alcanzaba este parámetro (51%) tuvo una tasa de preñez significativamente menor (36,8% vs 52,9% y 59,7%;  $P=0,01$ ) que aquellos que superaban el 70%.

**Tabla 4.** Características seminales y tasas de preñez de 3 toros utilizados en el mismo programa de TAI.

	Toro A	Toro B	Toro C
Calidad Seminal			
Viabilidad/Velocidad	aceptable	Aceptable	aceptable
Concentración	aceptable	Aceptable	aceptable
Morfología (espermatozoides normales)	>70%	>70%	51%
Tasa de preñez a la TAI	52,9 <sup>a</sup> % (18/34)	59,7 <sup>a</sup> % (43/72)	36,8 <sup>b</sup> % (35/95)

<sup>ab</sup> Los porcentajes difieren significativamente ( $P=0,01$ ).

Si bien los resultados anteriores demuestran resultados claros en los que las evaluaciones de calidad seminal en el laboratorio explican los bajos resultados de fertilidad de un toro, estas pruebas no hay demostrado ser eficientes para encontrar los de alta fertilidad entre los toros aprobados por el control de calidad de los centros de inseminación. Sin embargo, la aplicación reciente de bioestadísticas robustas para evaluar la fertilidad de los toros a campo ha demostrado ser una alternativa efectiva para llenar este vacío, ya que permite aislar la contribución de los toros, en contraste con los otros factores que también influyen en la tasa de preñez a la TAI. Por lo tanto, la incorporación de grandes bases de datos, asociadas con el control de calidad, puede aumentar la capacidad de asociación entre los resultados en el campo y los datos de laboratorio. Se han encontrado toros de muy alta de fertilidad a campo, con resultados repetibles en distintos rebaños comerciales. Indudablemente la elección de estos toros fértiles dentro de los que se ofrecen en el mercado potenciara aún más el uso comercial de la TAI.

## IMPLEMENTACION DE LOS PROTOCOLOS: EFICIENCIA

### ¿Qué es un buen resultado?

La técnica de TAI es una de las biotecnologías que más se ha difundido en los últimos años y es bastante conocida por los ganaderos. Esto hace que por “moda” muchos de ellos la quieran aplicar en sus establecimientos, aunque no cumplan con algunos parámetros mínimos que se requieren como ser: servicios cortos y estacionados, sistemas ordenados de pastoreo y/o suplementación en distintas épocas del año y una exigente selección de las hembras y los machos que van a entrar a servicio. Es importante que el técnico que monitoree estos programas conozca el manejo general del establecimiento (aunque no sea él mismo el que lo lleve adelante) para determinar si es posible la implementación de una TAI.

Cuando se habla de TAI es común escuchar que el resultado de preñez es de 50% y que es un fracaso cuando no se logra este resultado. Pero ¿está bien generalizar y hablar solamente de estos porcentajes? Si lo pensamos técnicamente no es lo mismo hablar de vaquillonas de 15 o 24 meses, no es lo mismo vacas sin ternero al pie que vacas con cría y principalmente no es lo mismo hablar de establecimientos ubicados en diferentes regiones productivas. Por esto es que previo a la organización de una TAI es importante tener en claro en qué condiciones vamos a realizar el trabajo y con qué tipo de animales, porque según esto van a variar nuestros resultados.

Para dar un ejemplo realizamos recientemente un experimento para evaluar el efecto del tratamiento con en las tasas de preñez. Catosal® (Bayer SA, Argentina) es un estimulante metabólico, que contiene Butafosfan y vitamina B12. Ha sido ampliamente utilizado durante muchos años en animales de producción para la prevención y el tratamiento de enfermedades metabólicas y reproductivas. El modo de acción de Catosal® es a través de la regulación de la enzima ACSL1 que está implicada en la oxidación de ácidos grasos en el hígado. Catosal® ha sido ampliamente utilizado para controlar la cetosis subclínica en vacas lecheras. Además, Catosal® también puede tener un efecto beneficioso sobre la reproducción. En un experimento llevado a cabo en Brasil (Reis et al., 2012) con donantes de ovocitos de la raza Gyr, el



tratamiento con 25 ml de Catosal® B12 por vía subcutánea cinco días antes y en el momento de la OPU aumentó el número de ovocitos viables recuperados y de los embriones producidos in vitro. Por otra parte, en un estudio preliminar realizado en nuestro laboratorio (Pelizzari et al., 2013) se ha mostrado un aumento numérico en las tasas de preñez a la IA a tiempo fijo (TAI) en vacas de carne y vaquillonas que fueron tratadas con 10 ml de Catosal® por vía intramuscular (im), en el momento de la inserción y extracción de un dispositivo de liberación de progesterona (88/185; 47,56% frente a 93/178; 52,24% para los no tratados con Catosal®, respectivamente). Por lo tanto, se realizó un estudio de mayor escala para evaluar el efecto del tratamiento con Catosal® en las tasas de preñez a la TAI en vacas de Carne.

**Tabla 5.** Tasas de preñez en vacas de carne en programas de TAI con dispositivos con progesterona, estradiol y eCG. Efecto establecimiento, condición corporal y estructural ováricas presentes sobre la tasa de preñez.

Efectos	Grupo	N	Preñadas	%
<b>Principales</b>				
<b>Establecimiento</b>				
	1	76	25	32.9 <sup>b</sup>
	2 <sup>a</sup>	207	92	44.4 <sup>a</sup>
	2 <sup>b</sup>	185	69	37.3 <sup>b</sup>
	3	124	58	46.7 <sup>a</sup>
	4 <sup>a</sup>	216	113	52.3 <sup>a</sup>
	4 <sup>b</sup>	153	77	50.3 <sup>a</sup>
	4 <sup>c</sup>	66	24	36.4 <sup>b</sup>
	5	169	101	60.0 <sup>a</sup>
	6	61	38	62.3 <sup>a</sup>
<b>Condición Corporal</b>				
	1.5	49	12	24.5 <sup>c</sup>
	2	500	220	44.0 <sup>b</sup>
	2.5	492	241	49.0 <sup>b</sup>
	3	249	137	55.0 <sup>a</sup>
<b>Estructuras Ováricas</b>				
	CL	158	79	50.0 <sup>a</sup>
	Fol. ≥ 8 mm	659	336	51.0 <sup>a</sup>
	Fol. < 8 mm	473	473	42.1 <sup>b</sup>

<sup>abc</sup> Los porcentajes con distinta letra difieren (P<0.05).

El experimento se realizó en establecimientos ganaderos de la Provincia de Córdoba y San Luis. Se utilizaron 1350 vacas con cría al pie, 45 a 90 días posparto y una condición corporal entre 2 y 3 (escala del 1 al 5). Las vacas fueron ubicadas aleatoriamente en dos grupos: 1) Grupo Catosal que recibieron 10 ml de Catosal® im en los Días 0 y 8; y 2) Grupo Control que no recibió Catosal®. En el Día 0, todos los animales recibieron un dispositivo intravaginal con progesterona (Bayer, Nueva Zelanda) junto con la aplicación de 2 mg de EB. En el Día 8 se retiraron los dispositivos intravaginales con progesterona y en ese mismo momento, todos los animales recibieron 500 µg de cloprostenol (Ovuprost, Bayer Nueva Zelanda) y 400 UI de eCG (Pregneol, Bayer Nueva Zelanda) y 1 mg de ECP y se realizó la TAI, con semen congelado de toros de comprobada fertilidad, entre las 48 y 54 horas de retirado el dispositivo intravaginal con progesterona. Todos los animales fueron examinados en el Día 0 con ultrasonografía transrectal (Chison 600 Vet) con un transductor de 5 Mhz, para determinar el status ovárico en el día de inicio del protocolo de TAI y clasificar las vacas en las que tienen un CL (vacas

cíclicas) y las con folículos > 8 mm de diámetro o < 8 mm de diámetro (vacas en anestro anovulatorio). Luego todas las vacas fueron examinadas a los 30 días de la TAI para realizar el diagnóstico de gestación. Para el análisis de los porcentajes de preñez obtenidos se utilizó regresión logística con el Software Infostat (UNC, 2012). Los datos que se muestran en la Tabla 5 demuestran que los factores que más afectan la preñez son el establecimiento, el estado de ciclicidad de las vacas y la condición corporal. Por su parte no hubo un efecto significativo del Catosal® sobre las tasas de preñez.

## INSTALACIONES Y PERSONAL

Es fundamental tener en cuenta al momento de la programación de un planteo de TAI el tipo y estado de las instalaciones y el personal que contamos para trabajar. El tratamiento de sincronización es bastante estricto en cuanto a los tiempos de realización de cada actividad. Por lo tanto, antes de determinar la cantidad de animales que van a ser tratados se debería conocer los tiempos requeridos para cada actividad a desarrollar y esto va a depender fundamentalmente del tamaño de los corrales, manga, del tipo de casilla de operar y de la cantidad de personal con el cual se cuenta. Lo recomendable sería no tardar más de 2 a 3 horas durante cada tratamiento y por otro lado realizar la TAI en un período de 4 a 6 h.

Disponer de potreros cercanos a la manga y con buena disponibilidad de pasturas es de suma importancia durante todo el tratamiento, ya que de esta forma se minimiza el traslado de animales. Es de fundamental importancia evitar toda situación que genere estrés a los animales durante los tratamientos, ya que esto afecta significativamente los resultados. Si no hay potreros cercanos en buena condición se debe prever tener heno disponible para el consumo de los animales. Además, los animales deben tener libre acceso a sombra y agua. Es recomendable que los arrees sean lo más tranquilos posibles y sin la utilización de perros, gritos o golpes.

## HORARIO DE LOS TRATAMIENTOS

Como hemos visto en el ítem instalaciones y personal, estos programas requieren que respetemos los horarios de las aplicaciones. Para esto es importante que el grupo de trabajo conozca el protocolo y en qué momento deben realizarse las aplicaciones para planificarlas adecuadamente.

## DOSIFICACIÓN Y LUGAR DE APLICACIÓN

Aunque como hemos mencionado anteriormente estos programas muchas veces parecen "recetas de cocina" hay que recordar que las aplicaciones son intramusculares profundas (no subcutáneas ni pour-on), además deben hacerse con jeringas descartables individuales y de tamaño adecuado según la aplicación que hagamos.

## MÉDICO VETERINARIO RESPONSABLE

La gran cantidad de factores que influyen en un programa de TAI hace que sea necesario que estas biotecnologías sean manejadas y monitoreadas por un Médico Veterinario responsable para que no solo "inseminemos vacas" si no que llevemos adelante un plan productivo en el establecimiento que manejamos.



La Tabla 6 muestra las potenciales tasas de preñez que podemos obtener según el nivel de eficiencia que tengamos en los tratamientos que realicemos. Si tomamos el protocolo clásico (Día 0: dispositivo + estradiol; Día 8: retiro del dispositivo + PGF + ECP y Día 10: TAI, Figura 10) y le asignamos diferentes niveles de eficiencia, en este caso vamos a comparar un 95% vs un 80% con una tasa de concepción estándar del 60% vemos que en el primer caso nuestra tasa de preñez potencial va a ser del 43% y en el segundo se va a reducir al 26%. Cuando hablamos de eficiencia en los tratamientos nos referimos a errores en la selección de los vientres, aplicaciones mal realizadas (dosis o lugar inadecuado), animales que no se les retira el dispositivo en el tiempo correcto, mal manejo del semen, cansancio del inseminador, etc.

**Tabla 6.** Tasa potencial de preñez según la eficiencia en la realización de los tratamientos a una tasa fija de concepción.

Eficiencia	% D 0 (Selección de vientres y colocación disp., estradiol, etc.)	% D 8 (retiro disp., colocación PGF)	% D 10 (TAI)
Buena	95%	95%	95%
Baja	80%	80%	80%

## IDENTIFICACIÓN DE LOS VIENTRES A INSEMINAR

Para disminuir los errores en los tratamientos necesitamos identificar los animales que están en el programa de TAI ya sea con caravanas o pinturas de diferentes colores. Para evaluar los programas es importante que los animales estén identificados individualmente.

## REGISTRO DE DATOS

Un adecuado registro de los datos nos va a permitir evaluar las diferentes variables de un programa y en muchos casos nos es de utilidad para predecir resultados o tomar medidas que corrijan problemas que puedan surgir.

## CONCLUSION

La alta incidencia de anestro posparto y el tiempo prolongado hasta la concepción afectan significativamente la performance reproductiva de los rodeos de carne. Esta condición debe tenerse en cuenta cuando se está decidiendo comenzar un programa reproductivo. Sin embargo, implementación de eficientes programas de inducción de ciclicidad y sincronización de la ovulación para el servicio natural o la TAI permiten la obtención de una mayor cantidad (obteniendo una alta tasa de preñez al principio de la temporada de reproducción) y calidad (maximización del uso de la IA con toros de genética superior) de los terneros. Además, si bien son protocolos de TAI son simples, deben realizarse con responsabilidad. Es necesario conocer el establecimiento y los objetivos productivos para determinar si efectivamente la aplicación de esta técnica es lo adecuado.

El conocer las características de los vientres con que vamos a trabajar nos permitirá realizar una adecuada selección del

protocolo, sabiendo que éste debe ejecutarse con eficiencia para optimizar las tasas de preñez. Aunque obtengamos excelentes tasas de preñez hay que tener en claro que los establecimientos de carne no producen, o mejor dicho no venden, tasas de preñez, sino que su resultado se evalúa en kilogramos de ternero o número de terneros. Es por esto que nuestra responsabilidad es coordinar un programa de actividades que contemplen todo lo necesario para que la implementación de los programas reproductivos tenga la mayor eficiencia posible. Estas tecnologías pueden contribuir a mejorar la eficiencia reproductiva y, en consecuencia, mejorar la rentabilidad de los sistemas ganaderos de producción de carne.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Contribución de los autores

Los autores de este trabajo prepararon el artículo y contribuyeron de manera similar con las figuras y referencias del mismo, y todos realizaron los ajustes finales y la supervisión de la escritura del artículo.

## REFERENCIAS

- Baruselli PS- TAI supera dez milhões de procedimentos e amplia o mercado de trabalho. Revista CFMV. 2016. 69, 57–60.
- Baruselli PS, Ferreira RM, Colli MHA, Elliff FM. Timed artificial insemination: current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. *Animal Reproduction*. 2017; 14: 558–571.
- Baruselli PS, Reis EL, Marques MO, Nasser LF, Bó GA. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Anim Reprod Sci*. 2004;82-83:479-486. doi:10.1016/j.anireprosci.2004.04.025
- Bó GA, Cutaia L, Peres LC, Pincinato D, Maraña D, Baruselli PS. Technologies for fixed-time artificial insemination and their influence on reproductive performance of *Bos indicus* cattle. *Soc Reprod Fertil Suppl*. 2007;64:223-236. doi:10.5661/rdr-vi-223
- Bó GA, de la Mata JJ, Baruselli PS, Menchaca A. Alternative programs for synchronizing and resynchronizing ovulation in beef cattle. *Theriogenology*. 2016;86(1):388-396. doi:10.1016/j.theriogenology.2016.04.053.
- Burtre C, Pérez Wallace S. Evaluation of FTAI, the synchronization and natural service in the reproductive and productive performance in beef cows in the north of patagonia. *Proc XII International Symposium on Animal Reproduction, IRAC, Cordoba, Argentina 2017*; p. 366 (abstract).
- Chenoweth P. Use of Bulls with estrus synchronization 'Bull-Sync.' Manhattan Kansas. In *Proceedings of The Applied Reproductive Strategies in Beef Cattle Workshop, 2002*; pp. 132–136.
- Chenoweth PJ, Lennon PE. Natural breeding trials in beef cattle employing oestrus synchronisation and biostimulation. *Animal Production in Australia*, 1984;15: 293–296.

- Crepaldi GA, Freitas BG, Mingoti RD, Colli MHA, Gonçalves Junior WA, Ferreira RM, Baruselli PS. Reproductive efficiency of Nelore cows submitted to three different reproductive strategies in a 64 days breeding season. *Animal Reproduction SBTE*, Sent for publication (abstract). 2017.
- Crowe MA. Resumption of ovarian cyclicity in post-partum beef and dairy cows. *Reprod Domest Anim*. 2008;43 Suppl 5:20-28. doi:10.1111/j.1439-0531.2008.01210.x
- Diskin MG, Sreenan JM. Expression and detection of oestrus in cattle. *Reprod Nutr Dev*. 2000;40(5):481-491. doi:10.1051/rnd:2000112
- Ferreira RM, Conti TL, Gonçalves RL, et al. Synchronization treatments previous to natural breeding anticipate and improve the pregnancy rate of postpartum primiparous beef cows. *Theriogenology*. 2018;114:206-211. doi:10.1016/j.theriogenology.2017.11.022
- Huguenine E, Cleodou G, Bo GA, Callejas S. Efecto del uso de dispositivos intravaginales con progesterona combinados con eCG para mejorar la preñez en vacas en anestros con servicio natural. *Taurus*. 2017; 76, 22-25.
- Lamb GC, Stevenson JS, Kesler DJ, Garverick HA, Brown DR, Salfen BE. Inclusion of an intravaginal progesterone insert plus GnRH and prostaglandin F2alpha for ovulation control in postpartum suckled beef cows. *J Anim Sci*. 2001;79(9):2253-2259. doi:10.2527/2001.7992253x
- Lima FS, De Vries A, Risco CA, Santos JE, Thatcher WW. Economic comparison of natural service and timed artificial insemination breeding programs in dairy cattle. *J Dairy Sci*. 2010;93(9):4404-4413. doi:10.3168/jds.2009-2789
- Marques Mde O, Morotti F, da Silva CB, et al. Influence of category--heifers, primiparous and multiparous lactating cows--in a large-scale resynchronization fixed-time artificial insemination program. *J Vet Sci*. 2015;16(3):367-371. doi:10.4142/jvs.2015.16.3.367
- Marques MO, Ribeiro Júnior M, Silva RCP, Sá Filho MF, Vieira LM, Baruselli PS. Ressonância em bovinos de corte. In *5o Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada (SIRAA)*, 2012; pp. 82–92. Londrina - PR, Brazil.
- Penteado L, Rezende RG, Mingoti RD, Colli MHA, Sá Filho MF, Santos FB, Lemos Motta JC, Bayeux BM, Vieira LM and Baruselli PS. Pregnancy rate of Nelore cows submitted to resynchronization starting 14 or 22 days after FTAI. *Animal Reproduction*. 2016; 13, 450 (abstract).
- Pugliesi G, Rezende RG, Silva JCB, Lopes E, Nishimura TK, Baruselli PS, Madureira EH and Binelli M. Uso da ultrassonografia Doppler em programas de TAI e TETF em bovinos. In *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 2017. pp. 140–150. Santos - SP, Brazil.
- Rhodes FM, McDougall S, Burke CR, Verkerk GA, Macmillan KL. Invited review: Treatment of cows with an extended postpartum anestrous interval. *J Dairy Sci*. 2003;86(6):1876-1894. doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)73775-8
- Rubin MIB, Martini AP, Simões DF, Oliveira JAR, Trentin JM, Sá Filho MF, Baruselli PS and Pessoa GA. Resynchronization protocols improve reproductive efficiency of suckled beef cows subjected to a breeding season during autumn-winter. *Animal Reproduction*. 2015; 12, 659 (abstract).
- Sá Filho MF, Marques MO, Giroto R, et al. Resynchronization with unknown pregnancy status using progestin-based timed artificial insemination protocol in beef cattle. *Theriogenology*. 2014;81(2):284-290. doi:10.1016/j.theriogenology.2013.09.027
- Sá Filho MF, Penteado L, Reis EL, Reis TA, Galvão KN, Baruselli PS. Timed artificial insemination early in the breeding season improves the reproductive performance of suckled beef cows. *Theriogenology*. 2013;79(4):625-632. doi:10.1016/j.theriogenology.2012.11.016
- Siqueira LG, Areas VS, Ghetti AM, et al. Color Doppler flow imaging for the early detection of nonpregnant cattle at 20 days after timed artificial insemination. *J Dairy Sci*. 2013;96(10):6461-6472. doi:10.3168/jds.2013-6814
- Stevenson JS, Cartmill JA, Hensley BA, El-Zarkouny SZ. Conception rates of dairy cows following early not-pregnant diagnosis by ultrasonography and subsequent treatments with shortened Ovsynch protocol. *Theriogenology*. 2003;60(3):475-483. doi:10.1016/s0093-691x(03)00042-6
- Vieira LM, Sá Filho MF, Pugliesi G, Guerreiro BM, Cristaldo MA, Batista EOS, Freitas BG, Carvalho FJ, Guimaraes LHC, Baruselli PS. Resynchronization in dairy cows 13 days after TAI followed by pregnancy diagnosis based on corpus luteum vascularization by color doppler. *Animal Reproduction*. 2014; 11:378 (abstract).
- Vishwanath R. Artificial insemination: the state of the art. *Theriogenology*. 2003;59(2):571-584. doi:10.1016/s0093-691x(02)01241-4
- Youngquist RS, Threlfall WR. Current therapy in large animal. *Theriogenology*. Second Edi, 2007; 298–299.