

2014

- Wiltbank MC, Souza AH, Carvalho PD, Cunha AP, Giordano JO, Fricke PM, Baez GM, Diskin MG. Physiological and practical effects of progesterone on reproduction in dairy cattle. *Animal* 8, 70-81, 2014
- Wiltbank MC, Baez GM, Cochrane F, Barletta RV, Trayford CR, Joseph RT. Effect of a second treatment with prostaglandin F_{2a} during the Ovsynch protocol on luteolysis and pregnancy in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 98, 8644-54, doi:10.3168/jds.2015-9353, 2015
- Xu ZZ, Burton LJ, Macmillan KL. Reproductive performance of lactating dairy cows following oestrous synchronisation with progesterone, oestradiol and prostaglandin. *New Zealand Veterinary Journal* 44, 99-104, 1996

- Xu ZZ, Burton LJ. Effects of oestrus synchronisation and fixed-time artificial insemination on the reproductive performance of dairy heifers. *New Zealand Veterinary Journal* 47, 101-4, doi:10.1080/00480169.1999.36122, 1999
- Xu ZZ, Burton LJ. Estrus Synchronization of Lactating Dairy Cows with GnRH, Progesterone, and Prostaglandin F₂. *Journal of Dairy Science* 83, 471-6, 2000
- Yan L, Robinson R, Shi Z, Mann G. Efficacy of progesterone supplementation during early pregnancy in cows: A meta-analysis. *Theriogenology* 85, 1390-8.e1, doi:<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.12.027>, 2016

Programas de IATF seriadas en la cria: desafíos y oportunidades.

Guillermo de Nava, DMV, MAgrSc (Hons).

E-mail: gtdens@adinet.com.uy

INTRODUCCIÓN

Se están produciendo avances cada vez más vertiginosos en las áreas de las biotecnologías que tienen un gran impacto en las herramientas que el sector productivo tiene disponible en el campo de la reproducción bovina. La disponibilidad de estas tecnologías reproductivas significa desafíos y oportunidades permanentes para el sector criador y para la profesión veterinaria.

Hace 20 años, apenas unos meses después de los primeros reportes publicados internacionalmente sobre la posibilidad de inseminar vacas sin necesidad de detectar celos, comenzábamos a aplicar programas de inseminación a tiempo fijo (IATF) en predios comerciales uruguayos, instrumentando un protocolo que fue desarrollado y validado en nuestro país (de Nava et al, 2000; de Nava, 2001, 2004, 2013). Este protocolo nos ha permitido obtener, hasta el presente, tasas de preñez mejores a otras que han sido históricamente recomendadas por muchos

laboratorios y prestigiosos investigadores de la región (de Nava, 2015b). Dos décadas después, ya estamos en los albores de una nueva era en la que la prescindencia de los toros en los predios criadores de Uruguay no solo es factible, sino que incluso puede llegar a ser económicamente justificable en muchas circunstancias.

En efecto, el gran desarrollo y difusión de los programas de IATF en distintos países ha llevado a que algunos científicos (Baruselli et al, 2015; 2017; Baruselli y Vieira, 2017) hayan recientemente puesto su foco en la puesta a punto de programas que permiten asociar varias instancias de IATF de forma sucesiva. IATF seriadas es un término acuñado para denominar aquellos programas en que a una primera IATF se le asocia seguidamente protocolos de re-sincronización para proceder a aplicar dos o más IATF consecutivas. De esta forma, se incrementa la cantidad de gestaciones obtenidas por inseminación, se acelera even-

tualmente la mejora genética de la población y se reduce o elimina la necesidad de repaso con monta natural en el rodeo, todo eso sin perder calidad de preñez, esto es sin sacrificar la concentración de las gestaciones en un lapso reducido de tiempo, y, en algunos casos, permitiendo incluso mejorar el perfil de la parición, entre otras ventajas.

La información publicada sobre esos avances nos ha llevado a implementar algunos ensayos de campo para determinar la validez de estos programas en nuestras condiciones usando nuestros propios protocolos y, a partir de esos resultados, comenzar recientemente a instrumentar programas de IATF seriadas en rodeos comerciales uruguayos. El objetivo de este trabajo es describir brevemente la información publicada hasta ahora, presentar los hallazgos que hemos tenido en algunos ensayos que llevamos a cabo, reportar los resultados de campo que estamos logrando, así como identificar y discutir algunas de las limitantes y oportunidades que visualizamos con la implementación de programas de IATF seriadas en nuestras condiciones de explotación.

IATF Seriadas: Antecedentes

La implementación de la IATF supone que entre 18 y 24 días después va a haber una gran cantidad de vientres vacíos retornando al celo, por lo que la necesidad de disponer de toros para ese rodeo se mantiene alta si el repaso se realiza con monta natural (Baruselli et al, 2015). Este ha sido uno de los disparadores principales para intentar re-sincronizar los animales vacíos a la primera IATF en los rodeos de cría.

En el Cuadro 1 se resume las alternativas que se están llevando a cabo hasta ahora en programas de IATF seriadas. La primera opción es la re-sincronización al diagnóstico de gestación convencional por ecografía en el día 30 después de la primera IATF. En este caso, solo se requiere un ecógrafo convencional, solamente se re-sincronizan los animales vacíos, lo que baja los costos, y es relativamente flexible en cuanto al inicio de esa re-sincronización. Sin embargo,

tiene como limitante que el período de tiempo entre dos IATF es de unos 40 días, el más prolongado de todas las alternativas presentadas en el Cuadro 1. Como este intervalo entre las dos IATF se consideró demasiado prolongado en algunas circunstancias, hemos implementado en vaquillonas (de Nava, 2016) la inseminación con detección de celo entre el día 17 y 24 de la primera IATF, continuada con una primera ecografía de diagnóstico de gestación en el día 30, para detectar aquellos vientres vacíos al primer servicio que no se detectaron en celo durante el repaso. A estos vientres vacíos se los somete a una segunda IATF aproximadamente en el día 40 de la IATF I. Una segunda ecografía para diagnóstico de gestación se lleva a cabo alrededor de 30 días después del último servicio realizado durante el repaso (aproximadamente día 54) en todas las vaquillonas inseminadas durante el período de detección de celo, y una tercera IATF se implementa en las vacías a esta segunda ecografía en el día 64, aproximadamente. Aunque se logra acortar el servicio con respecto a la opción anterior y se han reportado (de Nava, 2016) tasas de preñez que superan largamente el 90% con este programa que prescinde totalmente de la necesidad de toros, esta opción tiene el inconveniente que requiere todo el manejo de la detección de celos dos veces por día durante una semana, lo que en muchos establecimientos puede dificultar y limitar su aplicación.

Otra de las alternativas presentadas en el Cuadro 1 refiere a la re-sincronización iniciada en el día 22 a 23 después de la primera IATF a todos los animales inseminados, desconociendo el estatus reproductivo de los vientres servidos en primera instancia (Sá Filho et al, 2014; Rubin et al, 2015; Baruselli y Vieira, 2017; Baruselli et al, 2015, 2017). En este caso, se incurre en mayores gastos de re-sincronización, pero se reduce a unos 32 días el intervalo entre dos IATF sucesivas, lo que concentra los servicios en relación a la primera opción. Debido a que el diagnóstico de gestación se realiza en el día 30, se lleva a cabo por ultrasonografía en Modo B convencional. Este diagnóstico es bastante inflexible porque se realiza asociado al retiro de los dispositivos de progester-

ona y a la administración de prostaglandina (PG) a los vientres vacíos, de manera que no existe la posibilidad de modificar el momento de la ecografía sin modificar a su vez el protocolo de la IATF subsecuente. Este es el protocolo de re-sincronización para IATF seriadas en el que hemos centrado nuestra atención y con el que hemos trabajado en algunos ensayos de campo y a nivel comercial en Uruguay (ver Figura 1), cuyos resultados se presentan en este artículo.

El Cuadro 1 muestra, por su parte, una siguiente alternativa que consiste en la re-sincronización también iniciada en el día 22 a 23 después de la primera IATF, pero selectivamente a los vientres vacíos. Esta opción supone necesariamente un diagnóstico hiper precoz de gestación que requiere de la tecnología del eco Doppler-color (Siqueira et al, 2013; Pugliesi et al, 2014; Baruselli y Vieira, 2017; Baruselli et al, 2017). Los ecógrafos Doppler-color permiten evaluar la perfusión sanguínea del cuerpo lúteo, lo que está relacionado a su función. El diagnóstico se basa en que el flujo de sangre del CL se reduce al día 19 de la ovulación en los vientres no-preñados, mientras que, en aquellos gestantes, ese flujo se mantiene a los 19 a 23 días después de la ovulación. Siqueira et al (2013) compararon en ganado de leche el diagnóstico hiper precoz de gestación mediante la tecnología eco Doppler-color (20 días pos servicio) con el diagnóstico más tardío por la ecografía de modo B (30 a 35 días pos servicio), y determinaron que la sensibilidad y especificidad de la técnica para el diagnóstico a 20 días es de un 99% y un 53,7% respectivamente.

El valor predictivo negativo fue de un 98,5%, siendo los falsos negativos únicamente un 0,4% de los exámenes realizados. Estos datos coinciden con los reportados por Pugliesi et al (2014), que reportaron en ganado de carne una ausencia de diagnósticos falsos negativos, un 100% de sensibilidad y un 91% de especificidad, cuando a la evaluación de la perfusión sanguínea del CL se le asocia su tamaño (vacías con señales coloridas indicando flujo sanguíneo de $<25\%$ y tamaño del CL de $<2\text{ cm}^2$). Por lo tanto, hay muy bajo riesgo de diagnosticar como vacío a un vientre preñado y provocar una interrupción iatrogénica de la gestación cuando ese vientre es re-sincronizado. Lo atractivo de

esta alternativa para las IATF seriadas es que devuelve cierta flexibilidad al programa y requiere menores costos de hormonas, ya que solo se las utiliza en los vientres vacíos al día 22 o 23. Una de sus limitantes es que requiere de un equipo más costoso que el ecógrafo convencional, que además debe ser operado por un veterinario entrenado en su uso. La otra limitante es que un porcentaje variable de vientres que van a ser diagnosticados como preñados con el eco Doppler-color resultarán vacíos en diagnósticos más tardíos. Esto ocurre posiblemente por una combinación de factores que pasan por la falta de sincronización en el primer protocolo que lleva a que haya un CL funcional al momento del diagnóstico, pero en un vientre vacío, por mortandad embrionarias tempranas y eventualmente por ciclos estrales prolongados (Pugliesi et al, 2014; Baruselli et al, 2017).

A pesar de estas limitantes, muchos especialistas (Pugliesi et al, 2017) ven ventajas en considerar la última alternativa que se presenta en el Cuadro 1, consistente en iniciar la sincronización en el día 14 a 15 después del servicio a todos los animales inseminados. En este caso, a pesar que se requiere mayores costos de hormonales y se pierde flexibilidad en el cronograma por la necesidad de proceder al diagnóstico hiper precoz de preñez en el día 22, el intervalo entre dos IATF seriadas se reduce a solo 24 días, lo que promueve una aún mayor concentración de los servicios.

Ensayos con IATF seriadas en Uruguay

Los primeros reportes de IATF seriadas aplicados con éxito comercialmente en Brasil (Baruselli et al, 2015) nos alentó a llevar a cabo un ensayo con el objetivo de comparar el comportamiento reproductivo de un grupo de vaquillonas ciclando sometidas a una IATF en el primer día de la estación reproductiva manejadas con repaso con monta natural como hacemos tradicionalmente, con otro grupo de vaquillonas manejadas con un programa de tres IATF seriadas en 64 días, como se detalla en la Figura 1. En este trabajo combinamos los protocolos utilizados comercialmente por nuestro equipo (ver Figuras 2 y 3; de Nava, 2013; de Nava, 2015b); en donde un primer protocolo

de IATF “Convencional” fue utilizado en el primer servicio y se lo asoció con dos protocolos del programa que denominamos “Alternativo” en las IATF II y III. Los resultados de este ensayo nos proporcionaron evidencia que los programas de re-sincronización al día 23 en vaquillonas, utilizando 1 mg de benzoato de estradiol (BE) para promover una nueva onda folicular, no afectaron la tasa de preñez de la primera IATF, y que tres IATF seriadas implementadas en los primeros días de la estación reproductiva, permiten alcanzar tasas de preñez acumuladas altas y muy similares a las que se obtienen con el repaso con monta natural (ver Cuadro 2). Un segundo trabajo llevado a cabo en Uruguay (Berruti et al, 2018), con el objetivo de estudiar el efecto del recuento de folículos antrales (RFA) sobre el resultado de un programa de dos IATF seriadas reveló que las vaquillonas con alto RFA no son las que alcanzan mayores tasas de preñez acumulada (ver Cuadro 3), pero proporcionó evidencia adicional que se pueden alcanzar altas tasas de preñez acumulada en vaquillonas con programas de IATF seriada combinando el protocolo convencional en la IATF I con el protocolo alternativo en la IATF II.

Resultados de campo con IATF seriadas

Los hallazgos de esos ensayos descritos anteriormente, llevados a cabo ambos en un establecimiento del departamento de Tacuarembó, alentaron la posibilidad de aplicar programas de IATF seriadas en diferentes condiciones comerciales de Uruguay. En todos los programas que hemos implementado hasta ahora, aplicamos nuestro protocolo convencional en la IATF I, dividiendo los servicios en dos medias jornadas como se muestra en la Figura 2, considerando que es la instancia en donde se inseminan más cantidad de animales. Desde que el diagnóstico de gestación asociado al retiro de dispositivos intravaginales de progesterona y a la administración de PG lo hacemos en la mañana del día 30, las IATF II se instrumentan con nuestro protocolo alternativo que realiza el servicio en la tarde del día 32 junto con la administración de GnRH en ese mismo momento.

Un aspecto que requirió especial atención refiere a la hormona y las dosis a utilizar en el comienzo de la re-sincronización a efectos de promover una nueva onda folicular. Sá Filho et al (2014) publicaron un trabajo llevado a cabo con vaquillonas Nelore proporcionando evidencia que con el BE se obtienen mejores tasas de preñez en la IATF subsecuente que con la GnRH cuando se los usa al comienzo de la re-sincronización para promover la emergencia de una nueva onda folicular en el día 22 de la primera IATF. Otro trabajo llevado a cabo para evaluar el impacto de la dosis de BE (1mg ó 2mg) utilizada al inicio de la re-sincronización en el día 22 (Pessoa et al, 2015), utilizando 1.426 vacas con cría al pie *Bos taurus* y *Bos indicus*, concluyó que la dosis de 2 mg de BE proporcionaba una mayor tasa de preñez acumulada en dos IATF (62,8% vs 68,2%, 1mg vs 2mg, respectivamente) porque la onda folicular promovida por una mayor dosis de BE era menos dispersa que con una dosis más reducida. Aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($P=0,37$), las pérdidas de gestación entre el día 30 y 60 de este ensayo fueron 3,8% y 5,5% para las vacas en las que se utilizaron 1mg y 2mg, respectivamente. En uno de los experimentos del trabajo previo, utilizando 664 vacas y vaquillonas *B. indicus* sometidas a una IATF en las que un grupo fue re-sincronizado en el día 22 y otro recibió un repaso con monta natural, se reportó que la tasa de pérdida de gestación entre el día 30 y 60 de la esa primer IATF fue de 4,1% y 2,0%, respectivamente ($P=0,21$; Sá Filho et al, 2014). De manera que podría llegar a establecerse como una hipótesis que la dosis de BE utilizada en la re-sincronización puede llegar a tener, eventualmente, un impacto en la capacidad de los vientres de mantener la preñez de la IATF I. Con el estudio de estos reportes, y ante la ausencia de una evidencia más concluyente, tomamos la decisión de utilizar para los trabajos de campo en nuestras condiciones una dosis de 1mg y 1,5mg de BE en el inicio de los programas de re-sincronización para vaquillonas y vacas con cría al pie, respectivamente. Todos los resultados presentados en este reporte refieren a esas dosis utilizadas para cada categoría.

Los resultados en tasas de preñez alcanzadas en 14 programas de IATF seriadas en Uruguay, llevados a cabo entre el 2016 y 2018 siguiendo el protocolo de la Figura 1, pueden verse en el Cuadro 4. Estos resultados muestran que la tasa de preñez a la IATF II tendió a ser inferior a la que se alcanzó en la IATF I, tanto en vaquillonas como en vacas con cría al pie, y menor a aquellas reportadas para ambas categorías en todos los programas de IATF llevados a cabo en predios comerciales en los últimos 14 años (ver Cuadro 5). A pesar de esta menor tasa de preñez obtenida en la IATF II, que no debería explicarse por el eventual uso del protocolo alternativo (de Nava, 2013; 2015b), la tasa de preñez acumulada en las dos IATF fue de 84,5% de preñez en los 14 programas con 3.584 vientres, alcanzados en los primeros 32 días de la estación reproductiva. La Figura 4 muestra los rangos de preñez acumulada en cada categoría obtenidos con estas IATF seriadas.

Aunque la tasa de preñez acumulada en estos programas tendió a ser menor en vacas con cría que en vaquillonas, se debe considerar que todas las vaquillonas inseminadas en las IATF seriadas estaban ciclando, mientras que la amplia mayoría de las vacas con cría en estos programas estaban en anestro superficial al inicio de la primera sincronización. Las vacas con cría al pie, tal como lo hacemos en la IATF tradicional, recibieron 400 UI de eCG al momento del retiro del dispositivo (día -3) y se les colocó tablillas nasales a sus terneros durante el período de sincronización (días -10 a 0). La administración de eCG en el día 30 fue selectivo solamente a aquellos vientres que permanecieron en anestro en ese momento y normalmente no se hizo ningún manejo del control del amamantamiento en esta instancia. Se ha descrito (de Nava, 2013) que en promedio suele haber entre 10% y 15% de vacas que permanecen en anestro al día 30 de la IATF I, pero esta cantidad puede ser variable entre años, rodeos y ambientes. Hay reportes que indican que las vacas de cría con terneros al pie manejadas en condiciones pastoriles mejoran la concentración de la preñez y su tasa preñez global cuando una IATF coincidente con el primer día de la estación reproductiva se asocia a monta natural, en comparación con aquellas que solo reciben monta natural, por efecto de la

inducción hormonal de la ovulación que se ejerce en estos programas (de Nava, 2013; 2015a; Rubin et al, 2015; Baruselli et al, 2018). Crepaldi et al, 2017, en tanto, trabajando con vacas Nelore multíparas encontraron que dos o tres IATF seriadas permitieron obtener mejores tasas de preñez en una estación reproductiva de 64 días que solo una IATF más repaso con toros. La posibilidad de obtener más de 80% de preñez en los primeros 32 días de la estación reproductiva mediante un programa de dos IATF seriadas, como muestra el Cuadro 4, puede tener un gran impacto en la productividad de la cría, cuyas ventajas por la concentración de la parición y por el incremento concomitante del peso del ternero al destete no deberían ser subestimadas.

Aspectos prácticos de la aplicación de IATF seriadas

La instrumentación de IATF seriadas implica, en la práctica, la integración de diferentes tecnologías reproductivas como son las evaluaciones del estatus fisiológico de los animales ofrecidos, el uso de protocolos de IATF efectivos, diagnósticos tempranos y precisos de gestación, y protocolos de re-sincronización adecuados. Esa integración de tecnologías debe, además, aplicarse respetando los cronogramas de trabajo. Para que estas tecnologías reproductivas puedan ser exitosamente integradas y aterrizadas en los predios, es necesario que existan equipos de trabajo que se especialicen en su instrumentación, liderados por veterinarios que deben conocer el potencial y también las limitaciones de las IATF en general y de las IATF seriadas en particular, así como tener la habilidad y el manejo preciso de las tecnologías. El rol del veterinario en la IATF ha sido discutido con anterioridad (de Nava, 2015b), mientras que Diskin (2018), por su parte, publicó recientemente una muy buena revisión sobre los aspectos prácticos del manejo del semen y de la técnica de inseminación propiamente dicha, por lo que su discusión escapa a los objetivos de este trabajo. Sin embargo, debe mencionarse que la aplicación de estos programas de IATF seriadas requieren actividades que siguen un cronograma bastante inflexible, por lo que se mejora su factibilidad en la medida que existan buenos accesos al establecimiento y buenas instalaciones para trabajar con ganado. Los

buenos accesos y el techo en el tubo son fundamentales ante la eventualidad de condiciones climáticas adversas al momento de manejar el ganado en las instancias de la IATF seriadas, mientras que la infraestructura adecuada permite llevar a cabo los diferentes trabajos en las mangas de manera eficiente. La disponibilidad de suficiente personal de campo, con la debida capacidad para manejar la hacienda de forma correcta también es un aspecto fundamental para el éxito de estos programas. Lamentablemente, no todos los establecimientos cuentan con todos estos componentes, aspectos que también deberían ser evaluados por el o los profesionales a cargo a la hora de decidir la factibilidad de un programa de este tipo. Por su parte, debe considerarse que el programa de dos IATF seriadas que estamos actualmente aplicando en condiciones comerciales (Figura 1), que combina un protocolo convencional (IATF I) y uno alternativo (IATF II) requiere que se comience a sincronizar el lunes, miércoles o sábado para evitar trabajar un domingo. Si se aplicara ambos protocolos alternativos (IATF I y II), con retiro de los dispositivos en la mañana e inseminación a la tarde, entonces la sincronización debe comenzar un martes, jueves o sábado. La adopción más general de estos programas en los rodeos va a demandar una mayor cantidad de equipos ofreciendo este servicio y puede, eventualmente, requerir trabajar también los domingos, por la necesidad de llevar a cabo muchos programas en un período reducido de tiempo.

Se mencionó la información publicada sobre cierta tendencia, aunque no estadísticamente significativa, a que las interrupciones de la gestación sean algo mayores cuando se aplica IATF seriadas que cuando se repasa con monta natural. En uno de nuestros ensayos, las discrepancias en vaquillonas fueron de 4% y 5% en el grupo con repaso con toros y en el de tres IATF seriadas, respectivamente (Feola et al 2017), mientras que, en otro trabajo, también con vaquillonas, encontramos un 9,3% de interrupciones de la gestación entre el día 30 y el parto. Estas pérdidas fueron de 7,2%; 9,7% y 10,7% para los grupos con RFA Altos, Medios y Bajos, respectivamente (P=0,16; Berruti et al, 2018). Ante estos hallazgos, procedimos a realizar la ecografía en el día 62 también a

las vacas con cría al pie que habían sido diagnosticadas como preñadas en la IATF I en el día 30. Las tasas de pérdidas entre el día 30 y el 62 del programa fueron de 6,3% (7/112), 7,5% (10/133) y 2,6% (1/38) en los tres programas en las que se las evaluó. Mientras que está descrito que un porcentaje variable de las preñeces que se detectan tempranamente en monta natural o con IATF más repaso con toros puedan llegar a interrumpirse (Diskin y Morris, 2008), no se puede descartar en este momento, que las pérdidas puedan llegar a ser eventualmente algo mayores en los programas de IATF seriadas que en los escenarios anteriores, un aspecto que debe registrarse y estudiarse con mayor profundidad. Por su parte, se recomienda que el diagnóstico de preñez en la ecografía en el día 30 luego del servicio se base en la detección del embrión y no meramente en la presencia de líquido en útero.

En la Figura 5 se muestran los costos por animal y por preñez alcanzada en el programa. Para su estimación se consideró un costo de U\$S 5 y U\$S 7,5 de sincronización inicial para vaquillonas y vacas, respectivamente, U\$S 3,1 de costo de inicio de re-sincronización (dispositivo de progesterona y BE), U\$S 6/dosis de semen utilizado y U\$S 10/animal inseminado en cada IATF por concepto de honorarios. Por su parte, para cada categoría, se tomó en cuenta el promedio de tasa de preñez reportada a la IATF para los últimos 14 años (Cuadro 5) para la IATF I, el promedio de tasa de preñez registrado para la IATF II (Cuadro 4) y una tasa de preñez de 50% para la IATF III. Como se ve en la Figura 5, el costo de las preñeces en las IATF seriadas que llevamos a cabo hasta ahora, tiende a incrementarse en las sucesivas IATF. Sin embargo, cuando comparamos los costos/preñez estimados para monta natural (ver Cuadro 6) se puede ver que, al menos para los programas con dos IATF seriadas, los costos por gestación se asemejan a muchos de los rangos de escenarios de distintos precios de compra y mantenimiento de toros y de años de uso. Esto último es particularmente cierto en vaquillonas, ya que la utilización de eCG en vacas con cría al pie, y la tendencia a obtener resultados de preñez algo más reducidos que en la otra categoría, hacen que los costos de la IATF seriadas sean algo más altos. Sin embargo, los

reportes de mejores tasas de preñez global cuando se usan programas de IATF seriadas en comparación a monta natural, así como la posibilidad de usar materiales con mayor valor genético, o las ventajas de manejo por no mantener toros en el predio, hacen atractiva la adopción de las IATF seriadas en vacas de cría en muchos escenarios productivos.

Otro desafío que tarde o temprano enfrentamos los veterinarios llevando a cabo programas de IATF seriadas (Figura 1) es analizar la adopción de la tecnología Eco Doppler-color (Cuadro1) porque eso podría significar, o una reducción de los costos en programas que inician la re-sincronización a los 22 días al solo sincronizar los vientres vacíos, o la ventaja de acortar aún más el intervalo entre dos IATF consecutivas a solamente 24 días. Aunque exige la adquisición de un equipo de ultrasonografía con esa tecnología y un adecuado entrenamiento en su uso, estas posibilidades estimulan nuestra imaginación respecto a la oportunidad de reducir la estación reproductiva en la cría obteniendo gestaciones exclusivamente por programas de IATF seriadas. Para proceder a ascender a este siguiente escalón, será necesario implementar más investigación local comparando los diferentes métodos de re-sincronización asociados al uso del Eco Doppler-color y determinar el posible impacto que tienen los diagnósticos falso-positivos sobre la concentración de las gestaciones y sobre la tasa global de preñez. La extraordinaria herramienta que significan los programas de IATF seriadas para modificar, al cabo de poco tiempo, el pool genético de una población abre, por su parte, otros desafíos. Estos escenarios de reducción o prescindencia de la necesidad de toros por una alta o total proporción de preñeces que se alcanzan en el rodeo por inseminación con semen de toros de elite permiten controlar hasta el 87,5% de los genes de una población al cabo de solo tres generaciones. Mientras que las ventajas que puede eso suponer para los diferentes programas de mejoramiento genético y para programas de cruzamiento son considerables, se ha advertido sobre la necesidad de ser cuidadosos con los antagonismos que pueden existir entre algunas características productivas como el crecimiento y la habilidad de los vientres para preñarse y hacerlo temprano en la estación reproductiva en la mayoría de los ambientes en los que se manejan rodeos de cría en el Uruguay (de

Nava, 2011; 2015a; 2016). La conveniencia de considerar a la fertilidad dentro de las primeras prioridades en los objetivos de selección para las hembras de reposición ha sido ampliamente discutida y enfatizada en esos otros trabajos. La implementación de programas de selección por fertilidad, entre otras características, en los rodeos de cría permite lograr mejores comportamientos reproductivos en la reposición. En la Figura 6 se puede ver una consecuencia práctica de seleccionar por fertilidad en los resultados de los programas de IATF que llevamos a cabo en los últimos 9 años en vaquillonas ciclando. La tasa de preñez promedio de 119 programas con 31.192 animales fue de 59,8% en aquellos rodeos en los que la fertilidad no es una prioridad, mientras que esa preñez alcanzó 64,6% en 135 programas con 27.267 animales en rodeos con programas que seleccionan por fertilidad, una evidencia más de la importancia de considerar a la fertilidad de los ganados en los objetivos de selección para la cría, un aspecto que deberían conocer los veterinarios implementando programas de IATF seriadas.

CONCLUSIONES

La tecnología para prescindir de toros parcial o totalmente en predios ganaderos parece estar validada también en Uruguay. La evidencia disponible, por los datos generados en el país y por aquellos reportados internacionalmente, indica que la aplicación adecuada de programas de IATF seriadas no sacrifica ni la tasa de preñez global ni la concentración de preñeces en vaquillonas, y que, en vacas con cría al pie, pueden incluso ser una herramienta costo-efectiva para mejorar su comportamiento reproductivo. Los resultados reportados en este artículo revelan que es posible sobrepasar el 80% de preñez en los primeros 32 días de la estación reproductiva utilizando estos programas. Esto, no solo abre nuevas perspectivas en la velocidad de progreso genético de los rodeos, sino que hace posible reducir considerablemente, o incluso eliminar, una categoría que puede llegar a ser problemática en los predios y que permanece improductiva durante la mayoría de los meses del año. Por su parte, se genera la posibilidad de que surjan muchos equipos especializados para brindar este servicio de IATF en el campo de manera efectiva. Eso necesariamente va a significar la necesidad de con-

tar con profesionales veterinarios que se especialicen en todas las tecnologías que componen los programas de IATF seriadas y en su integración. De cualquier forma, más trabajos de investigación parecen necesarios para generar información local sobre el impacto de las pérdidas de gestación y sobre las ventajas adicionales por uso de la tecnología

de ultrasonografía Doppler-color para diagnóstico hiper precoz de preñez. Finalmente, la aplicación de las IATF seriadas en el campo, con su enorme impacto en la difusión de los genes de una población, puede requerir la consideración del uso de germoplasmas que permitan obtener vientres fértiles para su uso en la reposición.

Cuadro 1. Alternativas en programas de IATF seriadas disponibles comercialmente.

	IATF Seriadas			
	Re-sincr 30	Re-sincr 22-23	Re-sincr 22-23 Selectivo	Resinc 14
Animales a re-sincronizar	Vacíos	Todos	Vacíos	Todos
Inicio de la re-sincronización (días de la IATF I)	30	22-23	22	14
Hormona para iniciar onda folicular	1-2 mg BE	1-2 mg BE	1-2 mg BE	100 mg Progesterona inyectable
Diagnóstico de gestación (días de la IATF I)	30	30	22	22
Tecnología ultrasonográfica	Modo B (Convencional)	Modo B (Convencional)	Eco Doppler color	Eco Doppler color
Período entre dos IATF	40	32	32	24
Período entre tres IATF	80	64	64	48
Costo Hormonales	+	++	+	++
Flexibilidad	++	+	++	+

Cuadro 2. Alternativas en programas de IATF seriadas disponibles comercialmente. Comparación del comportamiento reproductivo de vaquillonas con una IATF el primer día del servicio que fueron sometidas a IATF seriadas (IATF S) o a repaso con monta natural (MN) (Feola y col, 2017).

	Día 0			Día 32			Día 64		
	IATF S	MN	P	IATF S	MN	P	IATF S	MN	P
Servicios	324	321		105	102		34	34	
Preñadas	219	219		71	67		17	23	
% de Preñez	67,6	68,2	0,86	67,6	65,7	0,77	50,0	67,7	0,14
Servicios Acumulados	321	321		429	-		463	-	
Servicios / Concepción	1,48	1,47		1,49	-		2,0	-	
Preñeces Acumuladas	219	219		290	286		307	309	
% de Preñez Acumulada	67,6	68,2	0,86	89,5	89,1	0,26	94,8	96,6	0,26

Cuadro 3. Efecto del recuento de folículos antrales (RFA) en las tasas de preñez (%) obtenidas en un programa de dos IATF seriadas en un lapso de 32 días (Berruti et al, 2018).

	RFA BAJO	RFA MEDIO	RFA ALTO	TOTAL
IATF I	72,2 ± 3,4 ^{ab}	75,7 ± 3,4 ^b	64,5 ± 3,9 ^a	70,8 ± 4,5
IATF II	52,0 ± 6,7 ^a	60,2 ± 6,3 ^a	51,3 ± 6,5 ^a	54,1 ± 5,0
Total Acumulado	86,3 ± 2,4 ^{ab}	90,3 ± 2,3 ^b	82,1 ± 2,7 ^a	86,6 ± 3,4

Cuadro 4. Cantidad de vientres inseminados (N), preñados (P) y tasa de preñez (%P) en programas de IATF seriadas llevados a cabo 32 días de servicio en predios comerciales entre el 2016 y el 2018 (de Nava, datos no publicados).

Categoría	Programas	IATF I			IATF II			TOTAL ACUMULADO		
		N	P	%P	N	P	%P	N	P	%P
Vaquillonas	7	2.174	1.459	67,1%	710	406	57,2%	2.174	1.865	85,3%
Vacas	7	1.409	884	62,7%	523	278	53,2%	1.409	1.162	82,5%
Total	14	3.583	2343	65,4%	1.233	684	55,5%	3.583	3.027	84,5%

Cuadro 5. Resultados de programas de IATF implementados en rodeos comerciales de Uruguay en diferentes categorías durante los últimos 14 años (de Nava, datos no publicados).

Período	Vaquillonas			Vacas con cría		
	Programas	Cantidad	% Preñez	Programas	Cantidad	% Preñez
2018	28	8.468	63,8%	19	4.711	62,4%
2005-2018	342	69.324	62,5%	194	39.012	59,5%

Cuadro 6. Variación del costo de la preñez (U\$S) obtenida por monta natural según el promedio en vida productiva y costo de los reproductores (de Nava, 2015a).

Años de Uso	Cantidad de hijos ^a	Costo del toro ^b (U\$S)					
		2.500	2.750	3.000	3.250	3.500	3.750
2,5	63,8	39,2	43,1	47,0	50,9	54,9	58,8
3	76,5	32,7	36,0	39,2	42,5	47,8	49,0
3,5	89,3	28,0	30,8	33,6	36,4	39,2	42,0
4	102	24,5	27,0	29,6	31,9	34,3	36,8
4,5	114,8	21,8	24,0	26,1	28,3	30,5	32,7

^aNota: Se calcula estimando una relación toro: vaca de 1:30 y 85% de preñez.

^bNota: Refiere al costo de compra del toro - el costo de venta + costo total de mantenimiento

Figura 1: Cronograma de un programa de IATF seriadas en una estación reproductiva de 64 días

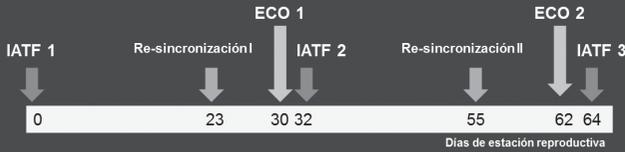


Figura 2: Protocolo convencional de inseminación a tiempo fijo para vaquillonas ciclando

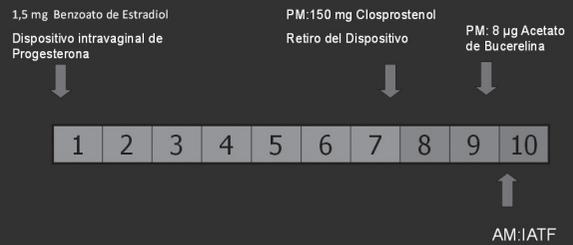


Figura 3: Protocolo alternativo de inseminación artificial para vaquillonas ciclando

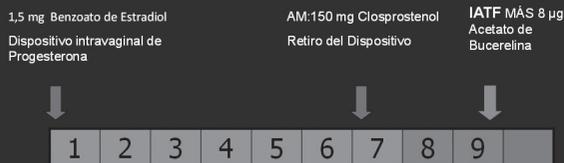
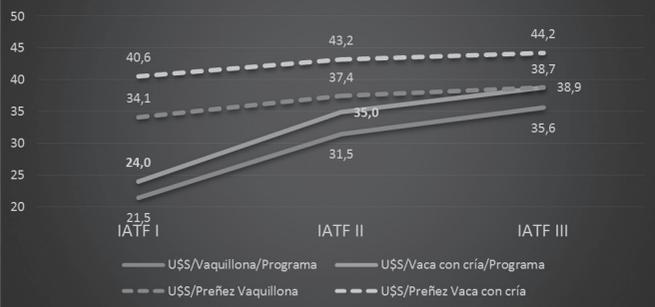


Figura 4: Menor, promedio y mayor Preñez Acumulada (%) con dos IATF seriadas según categoría

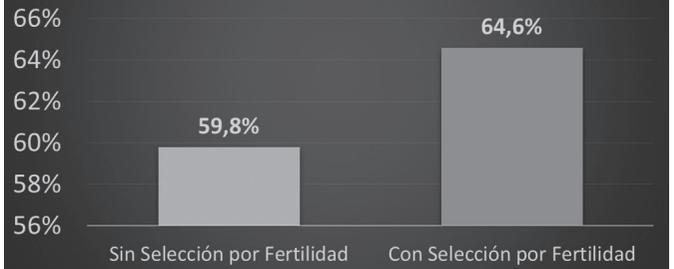


Figura 5: Costos (U\$S) de un programa de IATF seriadas^a



^a Nota: Para estimar los costos se asume que el % de preñez a la IATF I es el histórico representado en el Cuadro 5, que la tasa de preñez a la IATF II es igual a la que se registró en el reporte de IATF seriadas (Cuadro 4) y que la tasa de preñez a la IATF III es de 50%

FIGURA 6: Diferencias en los resultados de 254 programas de IATF en vaquillonas (n=58.459) llevados a cabo entre el 2010 y el 2018 según la fertilidad esté (135 programas, n=27.267) o no dentro de los objetivos de selección en el rodeo (119 programas, n=31)



Bibliografía

- Baruselli PS, Vieira LM, Sá Filho, MF, Marques MO. 2015. Programa de re-sincronización en vacas de carne y leche. 11 Simposio internacional de reproducción animal, Córdoba, Argentina 11:235-255
- Baruselli, P.S.; Vieira, L.M. 2017. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo seriadas sin el uso de toros. Jornadas Uruguayas de Buiatría XLV:99-104.
- Baruselli, P.S., Machado Ferreira, R.; Alcan-

- tara Colli, M.H.; Morag Elliff, F.; Sá Filho, M.F.; Vieira, L.; Gonzales de Freitas, B. 2017. Timed artificial insemination: current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. Anim. Reprod., 14:558-571.
- Baruselli, P.S.; Ferreira, R.M.; Sá Filho, M.F.; Bó, G.A. 2018. Review: Using artificial insemination v. natural service in beef herds. International Bull Fertility Conference – Theory to Practice, Westport, Ireland, 2018.45-52.
- Berruti, M.S.; Panissa, F.; Rodríguez, M. 2018. Impacto del recuento de folículos antrales sobre la fertilidad de vaquillonas de razas carniceras en un programa de inseminación a

tiempo fijo seriado. Tesis de Grado. Facultad de Veterinaria. UDELAR.

• Bo, G.; Huguenine, E; de la Mata, J; Núñez-Olivera, R.; Baruselli, P; Menchaca, A. 2018. Programs for fixed-time artificial insemination in South American beef cattle. *Anim. Reprod.*, 15 (Suppl.1):952-962.

• Crepaldi, G.A.; Gonzalez de Freitas, B.; Mingoti, R.D.; Alcantara Colli, M.H.; Gonçalves Junior, W.A.; Ferreira, R.M., Baruselli, P.S. 2017. Reproductive efficiency of Nelore cows submitted to three different reproductive strategies in a 64 days breeding season. *Anim. Reprod.*, 14(3):698

• de Nava, G.T.; Corti, M.; Rodríguez, M; Gil, A. 2000. Efecto del horario de servicio y de la presentación del semen en el resultado de un programa de inseminación a tiempo fijo en vacas y vaquillonas de carne. *Congreso Mundial de Buiatría* 21:46.

• de Nava, G.T. 2001. Aplicación de programas de inseminación artificial a tiempo fijo para vacunos en condiciones de explotación uruguayas. Aspectos Sanitarios y Reproductivos en Bovinos. Seminario JICA/DILAVE Agosto 2001. Treinta y Tres.86-95.

• de Nava, G. T. 2004. Resultados en programas de inseminación artificial en vacunos implementados durante la temporada 2003-2004 en estancias ganaderas comerciales del Uruguay. *Jornadas Uruguayas de Buiatría* 32:61-66.

• de Nava, G.T. 2011. Reproducción en los rodeos de cría pastoriles: el enfoque de un veterinario de campo. XXXIX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Congreso Latinoamericano de Buiatría 15:68-77.

• de Nava G. 2013. Reproducción bovina aplicada: desarrollo y validación de programas de inseminación artificial a tiempo fijo en Uruguay. *Ed. Hemisferio Sur*. 136 p

• de Nava GT. 2015a La IATF como tecnología reproductiva en el manejo de los rodeos de cría. 43 Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay, p 115-126.

• de Nava GT. 2015b. El rol del veterinario en la instrumentación de programas de IATF. 43 Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay, p 126-137.

• de Nava Silva, G. 2016. Manejo reproductivo controlado en la cría: Resultados de 17 años de implementación de tecnologías reproductivas. *Jornadas Taurus de Reproducción Bovina*. 8:8-19.

• Diskin MG, Morris DG. 2008. Embryonic and early foetal losses in cattle and other rumi-

nants. *Reprod Domest Anim*, 43:260-267.

• Diskin MG. 2018. Review: Semen handling, time of insemination and insemination technique in cattle. *International Bull Fertility Conference – Theory to Practice*, Westport, Ireland, 2018:75-84.

• Feola, N.; Panizza, V.; Ponce de León, J. 2017. Comparación de dos programas de manejo reproductivo en vaquillonas utilizando inseminación a tiempo fijo en forma seriada o inseminación a tiempo fijo más repaso con toros. Tesis de Grado. Facultad de Veterinaria. UDELAR.

• Pessoa, G.A.; A.P. Martini, M.F.C. Chaiben, L.M. Vieira, R.W.; Girotto, G. Pugliesi, T. Santin, M.I.B. Rubin, P.S. Baruselli, M.F. Sá Filho. 2015. Adjustment of the estradiol benzoate dose in the resynchronization protocol with unknown pregnancy status in suckled beef cows *Proceedings of the 29th Annual Meeting of the Brazilian Embryo Technology Society (SBTE)*; Gramado: 610.

• Pugliesi, G; Miagawa, B; Paiva, Y.N. Franc, M.; Silva, L.A. Binelli, M. 2014. Conceptus-Induced Changes in the Gene Expression of Blood Immune Cells and the Ultrasound-Accessed Luteal Function in Beef Cattle: How Early Can We Detect Pregnancy? *Biology of Reproduction* 91:1-12.

• Pugliesi, G; Rezende, R.G; Barboza da Silva, J.C.; Lopes, E.; Nishimura, T.K. Baruselli, P.S. Hoffmann Madureira, E.; Binelli, M. 2017. Uso da ultrassonografia Doppler em programas de IATF e TETF em bovinos *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, Belo Horizonte, 41:140-150.

• Rubin, M.I.B.; Martini, A.P.; Simões, D.F.; Oliveira, J.A.R.; Trentin, J.M.; Sá Filho, M.F.; Baruselli, P.S.; Pessoa, G.A. 2015. Resynchronization protocols improve reproductive efficiency of suckled beef cows subjected to a breeding season during autumn-winter. *Anim. Reprod.*, 12:659.

• Sá Filho MF, Marques MO, Girotto R, Santos FA, Sala RV, Barbuio JP, Baruselli PS. (2014) Resynchronization with unknown pregnancy status using progestin-based timed artificial insemination protocol in beef cattle. *Theriogenology*; 81: 284-290.

• Siqueira LG, Areas VS, Ghetti AM, Fonseca JF, Palhao MP, Fernandes CA, Viana JH, 2013. Color Doppler flow imaging for the early detection of non-pregnant cattle at 20 days after timed artificial insemination. *J Dairy Sci* 96: 6461-6472