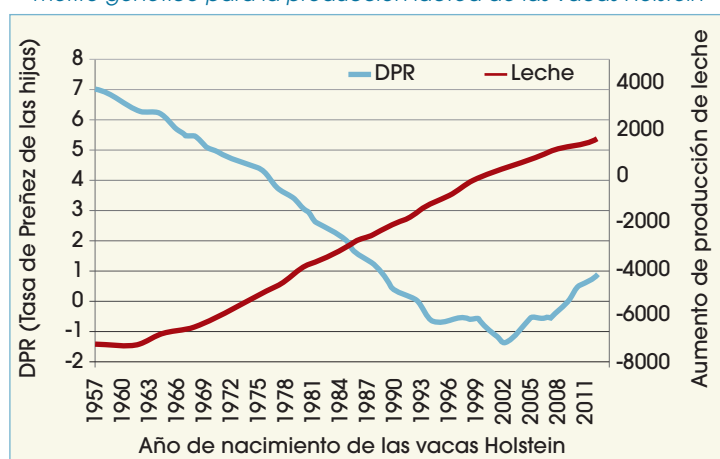


Las explotaciones lecheras no tienen que asumir una mala eficiencia reproductiva

Sin lugar a dudas, la ineficiencia reproductiva compromete la rentabilidad de los rebaños (Giordano *et al.*, 2012). Desde los años 60, hemos ido observando cómo los índices reproductivos, en especial la tasa de concepción, ha ido disminuyendo a medida que la producción por lactación y vaca se elevaba (Lucy *et al.*, 2001), gracias, sobre todo, a una selección genética enfocada fundamentalmente a la mejora productiva (Spencer *et al.*, 2013). Sin embargo, desde principios del presente siglo ya comprobamos un freno, al menos, de esta tendencia, y finalmente, durante la década pasada, la fertilidad ha vuelto a recuperarse, mientras que la producción continúa su línea ascendente (figura 1; Stevenson, 2016).

Figura 1. Gráfica que muestra el descenso continuo de la eficiencia reproductiva (hasta 2002), representada por el índice "DPR" (Daughter Pregnancy Rate, por sus siglas en inglés; % de las hijas de los toros que quedan preñadas cada 21 días) y el progresivo aumento del mérito genético para la producción láctea de las vacas Holstein



FUENTE: Spencer *et al.* Improving Fertility of Dairy Cattle Using Translational Genomics AFRI 2013-68004-20365. (<https://www.slideshare.net/DAIReXNET/an-overview-of-genomic-selection-and-fertility>) Último acceso 17 de enero 2018)

Tenemos que agradecer este cambio de tendencia al esfuerzo de muchos y variados profesionales (asesores y científicos, genetistas, veterinarios, ganaderos...) que han comenzado a comprender cómo manejar la vaca lechera de alta producción y que han incrementado los conocimientos sobre fisiología reproductiva, inmunología, salud y también sobre medicina de rebaño y selección genética (Weigel *et al.*, 2006). Hoy en día, sabemos que es imposible optimizar la reproducción sin una sanidad óptima, lo que incluye instalaciones, alimentación, cuidados y un manejo general adecuado. No nos podemos olvidar de lo que denominamos el factor "granja" que afecta a todas las características de nuestras vacas, y más aún a la reproducción. Por eso, a la hora de estudiar manejos, o características reproductivas, los trabajos deben realizarse, cuando sea posible, dentro de una misma granja. Y, debido a este factor "granja" tampoco existe una única estrategia reproductiva óptima para todas las explotaciones (Chebel y Ribeiro 2016), hecho que debemos tener siempre presente, principalmente los asesores veterinarios.

¿Qué cosas han cambiado en el "mundo reproductivo" de la vaca Holstein, que hayan contribuido a esta mejora de la eficiencia reproductiva?

No ha sido sólo un factor, sino un conjunto de varias cosas que hemos mejorado en las últimas décadas. Cuando trabajamos en reproducción, se deben tener en cuenta una serie de componentes importantes más allá de la salud de la vaca en transición (tema muy importante pero fuera del alcance del presente artículo). Los puntos que creemos relevantes y que constituyen un cambio en el manejo reproductivo son los que desgranaremos a continuación.

Número de partos: primíparas versus multíparas

Actualmente, en cualquier estudio de reproducción y producción en vacas de leche, acostumbra-

Susana Astiz¹, Octavi Fargas², Francisco Sebastián³, Javier Heras⁴, Raquel Patrón⁵ y José Luis Pesántez Pacheco^{1,6}

¹ Dpto. Reproducción Animal (INIA), Madrid; ² VAPL SL, Barcelona; ³ Cowvet SL, Valencia; ⁴ VETHER GIRONA SL, Girona; ⁵ TRIALVET S.L., Madrid; ⁶ Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Cuenca, Ecuador

mos a diferenciar el tipo de vaca con respecto a su número de partos y sin embargo, esto es algo que aplicamos en los últimos 15 años. Y es tremendamente importante: ¡las vacas primíparas muestran una fisiología reproductiva muy diferente! La ausencia de estrés metabólico durante la gestación de la novilla que no está dando leche parece inducir diferencias en la fisiología ovárica de las primíparas, con varios estudios que muestran diferencias en la eficiencia reproductiva (Tenhagen *et al.*, 2004). Por ejemplo, las vacas primíparas muestran mayores tasas de concepción (> 10 puntos) después de la primera inseminación cuando se sincronizan con el protocolo Double Ovsynch (Souza *et al.*, 2008), mientras que las multíparas presentan mejor fertilidad a primera IA tras la sincronización con el G6G (Astiz y Fargas 2013).

Por lo tanto, cuando la administración y la carga de trabajo de la granja lo permiten, se aconseja adaptar los protocolos hormonales de sincronización a primera IA según su número de parto, considerando el protocolo más efectivo, el Double Ovsynch para primíparas, y Presynch, Double Ovsynch o G6G para multíparas.

Período de espera voluntario

El período de espera voluntario (PEV) es esencial en el ritmo reproductivo de los animales (Schäfers *et al.*, 2010). Durante este período se suceden importantes eventos fisiológicos, de manera que, en vacas lecheras sanas, el primer celo postparto suele ocurrir entre 25 y 45 días pp (Croew *et al.*, 2014).

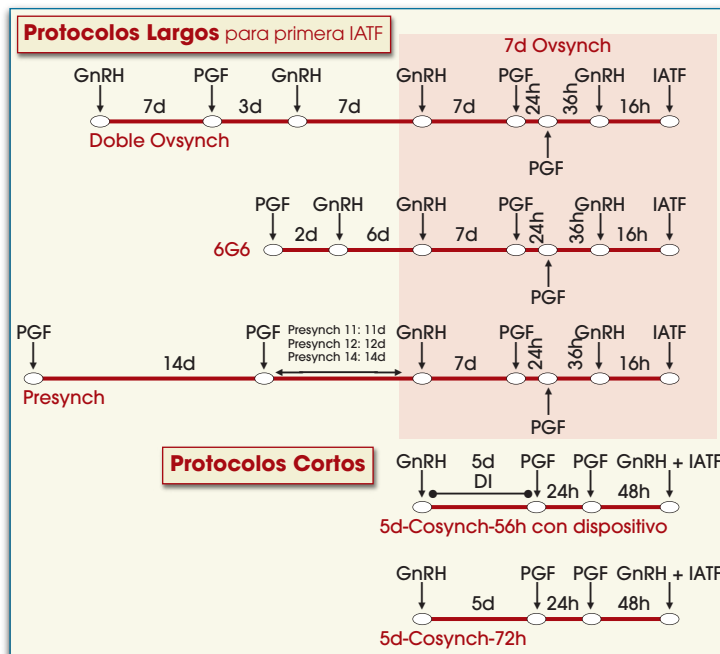
Pero, y esto también es un concepto novedoso, cada granja tiene un valor de PEV óptimo, dependiendo de factores como la tasas de concepción media, el nivel productivo medio y el porcentaje medio de primíparas. Probablemente, de hecho, cada vaca tenga un PEV óptimo individual. Para dar valores orientativos, se consideran 60 días para vacas multíparas y 88 días para primíparas (Stangafiero *et al.*, 2017), especialmente cuando la fertilidad media (> 35% de CR) y la producción media de la granja (> 10000l/lactación a 305d) son altas. Pero, nuevamente, esto se debe afinar en cada explotación. En general, los rebaños menos productores, con curvas menos persistentes y con una fertilidad media baja deberían tener un PEV menor (aunque nunca menos de 50d) y estrategias reproductivas más intensivas. Por otro lado, se ha demostrado que en granjas con tasas de fertilidad altas (PR> 25%) y con curvas de lactación persistentes, el dejar las vacas gestantes en periodos tempranos de la lactación induce pérdidas económicas (DeVries *et al.*, 2006), de manera que se pueden extender los PEV en torno a los 90d (Astiz y Fargas 2013; Chebel y Ribeiro 2016).

Protocolos de sincronización y resincronización para Inseminación Artificial a tiempo Fijo (IATF)

Desde el protocolo original de sincronización de la ovulación (Ovsynch o GPG llamado frecuentemente en nuestro país) en 1995, se han publicado cientos de artículos trabajando variaciones y resultados de este protocolo. Estos protocolos de sincronización juegan sin duda un papel muy relevante en la mejora general de la eficiencia reproductiva observada en los últimos 15 años, no sólo porque se hayan aplicado cada vez más en las granjas, sino también, debido a la enorme contribución que han supuesto en el conocimiento de la fisiología reproductiva de la vaca lechera. El aumento constante en el tamaño medio de las explotaciones ha contribuido a su difusión, ya que la necesidad de pro-

gramas sistemáticos para gestionar la reproducción es aún mayor en rebaños grandes (Bisinotto *et al.*, 2014). Desde luego, actualmente, los protocolos de sincronización son un componente integral de la gestión reproductiva en la mayoría de las granjas.

Figura 2. Vista esquemática de los diferentes protocolos de sincronización



GnRH: hormona liberadora de gonadotropina; **PGF:** prostaglandina $F_{2\alpha}$; **IATF:** inseminación artificial a tiempo fijo; **DI:** dispositivo intravaginal liberador de progesterona). Los tres primeros protocolos son protocolos de presincronización principalmente utilizados para la primera IATF. Los dos protocolos inferiores se utilizan normalmente para resincronización en segundas o más IATFs.

Una variación introducida eficaz, que no reduce mucho la fertilidad pero que sí facilita el manejo es la variación Cosynch (IA al mismo tiempo que la última GnRH; figura 2; Portaluppi *et al.*, 2005). A día de hoy sabemos, además, que al comenzar el Ovsynch en fase luteal (días 5-12 tras el celo), mejoramos la tasa de concepción en aproximadamente 10 puntos y, en base a esto apareció el protocolo denominado "Presynch", dependiendo del intervalo segunda prostaglandina-comienzo del Ovsynch su nombre concreto, teniéndose "Presynch-14", "Presynch-12" o "Presynch-11" (Moreira *et al.*, 2001; El-Zarkouny *et al.*, 2004; Navanukraw *et al.*, 2004, figura 2). Una ventaja adicional importante de este sistema es que permite la inseminación de vacas a celo visto (CV) durante todo el período de aplicaciones hormonales.

La introducción en los protocolos de presincronización de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) ha resuelto otro de los problemas que teníamos con los protocolos Presynch y Ovsynch. Estos sistemas NO inducen la ovulación en vacas anovulatorias, que pueden llegar a suponer hasta el 41% de las vacas lecheras a primera inseminación (Bisinotto *et al.*, 2014). Los sistemas más difundidos de presincronización a primera IA que incluyen GnRH son el Doble Ovsynch (Souza *et al.*, 2008) y el protocolo llamado G6G (17 Bello *et al.*, 2006). Estos sistemas inducen una mayor proporción de vacas en el momento óptimo del ciclo al iniciar el Ovsynch y mejoran la mayoría de los aspectos de la sincronización antes o durante el mismo.

Las explotaciones lecheras no tienen que asumir una mala...

También sabemos ahora que la reducción del período de dominancia folicular durante el desarrollo del folículo que contiene el ovocito que debe ovular para la IATF mejora la fertilidad de dicho ovocito (Santos *et al.*, 2010), dando paso a los "protocolos cortos o de cinco días". Estos protocolos cortos requieren indefectiblemente de dos administraciones de prostaglandina antes de la última GnRH (figura 2) para asegurar la luteolisis. Sin embargo, esta práctica de aplicar dos prostaglandinas está ya muy extendida también para los protocolos de 7 días, pues mejora la fertilidad, fundamentalmente en multíparas (Wiltbank *et al.*, 2015). Por esta razón en el esquema presentado (figura 2), ya hemos incluido dos prostaglandinas como rutinarias en todos los protocolos descritos.

Finalmente, en estos protocolos se puede incluir también la inserción de dispositivos intravaginales

bargo, debemos apuntar que la técnica de ecografía para detectar la DNP de manera temprana requiere un cierto período de aprendizaje por parte del profesional que la realiza. Si esto no se cumple, cabe la posibilidad de inducir mayores tasas de pérdida de preñez tras el diagnóstico de gestación (Patron *et al.*, 2018).

Como podemos ver en la tabla 1, la decisión de un protocolo de sincronización para conseguir un ritmo de gestación (es decir, *Pregnancy Rate*) determinado, puede alcanzarse con diferentes protocolos, pero depende de la fertilidad media que se consigue en granja, y en gran parte, del intervalo IA-diagnóstico de gestación. Por lo general, el DNP se realiza con un ritmo semanal en las granjas, de manera que suele ser, de media, en día 32 o 39 post-IA para la mayoría de las vacas, dependiendo del método de diagnóstico.



Tabla 1. Tasas de preñez estimadas (PRE, de *Pregnancy Rate*) en vacas resincronizadas con un protocolo de resincronización de cinco días (5d-Ovs) o con G6G, según el número de días al diagnóstico de no preñez (días al DNP) después de la IATF.

Protocolo	Días al DNP	Longitud (d)	IATF-IATF (d)	IR	CR	PRE
5d-Ovs	27	8	35	60%	27%	16,2%
G6G	27	18	45	47%	38%	17,7%
5d-Ovs	31	8	39	54%	27%	14,5%
G6G	31	18	49	43%	38%	16,3%
5d-Ovs	34	8	42	50%	27%	13,5%
G6G	34	18	52	40%	38%	15,3%
5d-Ovs	38	8	46	46%	27%	12,3%
G6G	38	18	56	38%	38%	14,3%

Días al DNP: días entre IATF y el diagnóstico de no preñez; **Longitud (d):** días entre el inicio de la sincronización y la siguiente IATF; **IATF-IATF (d):** intervalo mínimo de días entre inseminaciones; **IR:** *insemination rate* o tasa de inseminaciones (21 días/IATF-IATF); **CR:** *conception rate* o tasa de concepción (gestación/IA); **PRE:** *pregnancy rate* o tasa de preñez estimada; **IATF:** inseminación artificial a tiempo fijo

liberadores de progesterona (DI) durante el intervalo entre la primera GnRH y la primera prostaglandina (figura 2). Las vacas que más se benefician de la progesterona suplementaria son aquellas con problemas de anovulación o que no se encuentran en diestro al inicio del Ovsynch (Stevenson *et al.*, 2016).

Protocolos y programas de resincronización

Un punto clave para asegurar un ritmo reproductivo adecuado es detectar cuanto antes y con fiabilidad las vacas no gestantes tras una IA. En las granjas que observan celos, se estima que entre el 40% y el 60% de estas vacas se vuelven a IA durante los siguientes 23 días (Chebel y Ribeiro, 2016).

El desarrollo y mejora en la tecnología de los sistemas de detección automatizada de celos que no vamos a abordar en este trabajo, es otro de los cambios clave que contribuyen a la mejora de la fertilidad de las vacas de alto rendimiento, durante estos 15 años.

El "diagnóstico de no preñez" (DNP) determina el intervalo de días entre inseminaciones, lo que a su vez marca el ritmo reproductivo de la granja (tabla 1). Actualmente, y basándonos en el diagnóstico de gestación por ecografía o en kits comerciales de diagnóstico de gestación basados en glicoproteínas asociadas a la gestación (PAG) el DNP se puede efectuar a los 26-28d. La evolución de los ecógrafos (realmente portátiles y económicamente asequibles), así como de los kits laboratoriales de PAG realizables en granja, son otros factores importantes en la mejora de la eficiencia reproductiva de nuestras vacas lecheras. Sin em-

Los protocolos de resincronización pueden incluir también una presincronización y pueden comenzar antes del momento del DNP con la administración de GnRH o gonadotropina coriónica (hCG) antes de saber si las vacas están o no gestantes. La inclusión de este tipo de hormonas en estos protocolos eleva la fertilidad en 4-5% (revisado por Stevenson *et al.* 2016). En nuestra experiencia, hemos obtenido tasas de PR adecuadas utilizando el G6G en resincronización, a pesar de ser un protocolo largo. Pero si en las granjas la fertilidad obtenida es mucho mejor que la observada con protocolos cortos, puede ser un protocolo a valorar. Sin embargo, en general, para la resincronización son más adecuados programas cortos, como el clásico Ovsynch o Cosynch (Sterry *et al.*, 2007). Los dispositivos intravaginales también tienen cabida en los protocolos de resincronización, habiéndose publicado mejora de fertilidad al incluirlos en resincronizaciones con 5d-Ovsynch-DI respecto al clásico 5d-Ovsynch (Bisnatto *et al.*, 2010).

Realmente, de manera similar a lo que comentábamos con el PEV, puede que cada vaca tenga un protocolo de resincronización específico. En un trabajo reciente, se aplicó el siguiente sistema: en vacas vacías con un cuerpo lúteo ≥ 15 mm y un folículo ≥ 10 mm, el día del DNP se administraba PGF_{2 α} ; 24h más tarde, otra vez PGF_{2 α} ; GnRH 32h después e IATF a las 16-18 h. En vacas vacías sin CL ≥ 15 mm o sin folículo ≥ 10 mm, el día del DNP se aplicaba GnRH más dispositivo intravaginal, PGF_{2 α} y retirada del DI 7 d después; PGF_{2 α} 24 h más tarde; GnRH 32 h después y IATF a las 16-18 h más tarde.

Este programa de resincronización se comparó con un protocolo clásico de Ovsynch de siete días, y aunque no mejoró la tasa de concepción (P/AI 32± 3d tras la IATF en Ovsynch clásico 31,0% versus nuevos sistemas 33,9%), redujo el tiempo parto-concepción al acortar el intervalo IATF-IATF en vacas con CL. Además, en vacas sin CL el día del diagnóstico de no preñez sí se elevó la fertilidad respecto de un Ovsynch clásico (Wijma *et al.*, 2017).

Si optamos por protocolos de resincronización más intensivos con la administración de hormonas antes del DNP debemos tener en cuenta que el porcentaje de vacas observadas (e inseminadas) a celo visto se reduce (del 50,3 al 37,4%). Elevar el porcentaje de vacas inseminadas a celo visto sí se puede lograr presincronizando con prostaglandina en el momento del DNP (Stevenson, 2016).

En general, el ritmo entre inseminaciones lo aceleramos aumentando la detección de celo. Sin embargo, hay que conocer la eficiencia de la detección de celo en cada granja, porque hay granjas que alcanzan altas tasas de detección de celo, pero con baja precisión (baja fertilidad en las inseminaciones a celo visto). En estos casos, aumentar aún más el porcentaje de vacas inseminadas a CV puede ser perjudicial (Giordano *et al.*, 2011). Por otro lado, cuando la detección de celos es precisa (buena fertilidad) pero baja (<30%) parece ser más rentable basar la estrategia reproductiva en protocolos de IATF. En general, la combinación de ambas estrategias: resincronización para IATF con celos vistos parece ser la estrategia más rentable (Galvao *et al.*, 2013; Robichaud *et al.*, 2018), dependiendo el porcentaje de vacas sometido a cada estrategia del factor "granja".

Pérdida fetal temprana: un índice reproductivo adicional

La pérdida de la gestación que ocurre durante el segundo mes de gestación, desde el día 28 al 60 en vacas lecheras lactantes (una vez que se ha producido un diagnóstico de gestación positivo) o pérdida fetal temprana ha aumentado en relevancia desde el comienzo de este siglo XXI, de modo que hoy en día casi no se dan resultados reproductivos sin detallar este índice de "pregnancy loss", facilitándose siempre resultados de DNP a 30d, y DNP a 60d (o reconfirmación de gestación, decimos también en España).

La media de pérdida fetal temprana parece estar en torno del 12% en vacas lecheras, pero con una variación sustancial entre granjas, que va del 3,5% al 26,3% (Wiltbank *et al.*, 2016). Se han listado factores que influyen como el factor granja, los protocolos de sincronización, estado de salud general, el tipo de manejo, tasa de gemelos o las condiciones ambientales (García-Ispuerto *et al.*, 2007). Sin embargo, este índice parece depender en gran parte de la genética individual de la vaca (Bamber *et al.*, 2009).

Esto nos lleva a introducir una última clave que también ha contribuido a la mejora de la eficiencia reproductiva de nuestras vacas lecheras: la selección genética. Desde hace años ya, no sólo tienen como objetivo elevar la producción de los animales, sino que se han introducido otros caracteres como longevidad, salud y eficiencia reproductiva. El uso de la "capacidad de transmisión predictiva genómica" dentro de una estrategia definida para la seleccionar las novillas de reposición contribuirá en un futuro cercano a mejorar aún más la eficiencia global de nuestras granjas (Chebel y Ribeiro, 2016).

En conclusión, los cambios reproductivos relevantes que se han convertido en "nuevos" puntos clave en las estrategias reproductivas actuales son los siguientes:

- considerar el número de parto de las vacas (primíparas versus multíparas),
- ajustar el PEV,
- protocolos de IATF adaptados a la granja,
- optimizar la detección de celos,
- optimización del diagnóstico de no preñez (precoz y fiable) y
- minimizar la tasa de pérdidas fetales tempranas.

El objetivo es hacer que el sistema productivo (la granja) sea más rentable, de manera que tengamos que adaptar la estrategia reproductiva a cada granja y de esta manera es como estamos consiguiendo unos resultados reproductivos satisfactorios, mientras (y a pesar de!!) que la producción de nuestras vacas sigue incrementándose.

Referencias

- Astiz and Fargas. *Theriogenology*. 2013;79(7):1065-1070.
- Bamber *et al.* *J Dairy Sci*. 2009;92:5739-53.
- Bello *et al.* *J Dairy Sci*. 2006;89:3413-24.
- Bisinotto *et al.* *J Dairy Sci*. 2010;93:5798-808.
- Bisinotto RS *et al.* *Animal*. 2014;8Suppl 1:151-9.
- Chebel *et al.* *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 2016;32(2):267-84.
- Crowe *et al.* *Animal*. 2014;8:40-53.
- De Vries. *J Dairy Sci*. 2006;89:3876-85.
- El-Zarkouny *et al.* *J Dairy Sci*. 2004;87:1024-37.
- Galvao *et al.* *J Dairy Sci*. 2013;96:2681-93.
- García-Ispuerto *et al.* *Theriogenology*. 2006;65(4):799-807.
- Giordano *et al.* *J Dairy Sci*. 2011;94:6216-32.
- Giordano *et al.* *J Dairy Sci*. 2012; 95(9):5442-60.
- Lucy. *J Dairy Sci* 2001;84:1277-93.
- Moreira *et al.* *J Dairy Sci*. 2001;84:1646-59.
- Navanukraw *et al.* *J Dairy Sci*. 2004;87:1551-7.
- Patron-Collantes *et al.* *Reprod Domest Anim*. 2018 In Press; doi: 10.1111/rda.13033.
- Portaluppi *et al.* *J Dairy Sci*. 2005;88:914-21.
- Robichaud *et al.* *J Dairy Sci*. 2018;101:624-636.
- Santos *et al.* *J Dairy Sci*. 2010;93:2976-88.
- Schaefer *et al.* *J Dairy Sci*. 2010;93(4):1459-67.
- Souza *et al.* *Theriogenology*. 2008;70: 208-15.
- Spencer *et al.*, (<https://www.slideshare.net/DAIReX-NET/an-overview-of-genomic-selection-and-fertility>) Ultimo acceso 17 de enero 2018
- Stangaferro *et al.* *J Dairy Sci*. 2018;101(1):717-735.
- Sterry *et al.* *Theriogenology*. 2007;67(7):1211-6.
- Stevenson. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 2016;32(2):349-64
- Tenhagen *et al.* *Anim Reprod Sci*. 2004;81:1-11.
- Weigel. *Anim Reprod Sci*. 2006;96:323-30.
- Wijma *et al.* *J Dairy Sci*. 2017 In press
- Wiltbank *et al.* *J Dairy Sci*. 2015;98:8644-54.
- Wiltbank *et al.* *Theriogenology*. 2016;86(1):239-53.