

*Artículo de Revisión:*

## **APLICACIONES DE LA ULTRASONOGRAFÍA EN EL MANEJO REPRODUCTIVO Y DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES REPRODUCTIVAS EN GANADO BOVINO LECHERO**

### **Applying ultrasound to the reproductive management and diagnosis of reproductive diseases in dairy cows**

**R. L. De la Sota<sup>1</sup>, G. Domínguez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Cátedra y Servicio de Reproducción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata, Calle 60 y 118. La Plata. B1900AVW. Buenos Aires*

<sup>2</sup>*Práctica Privada, Goumond 1270, S2600, Venado Tuerto, Santa Fe, Argentina.*

*E-mail (Rodolfo de la Sota): dairydoc82@gmail.com*

#### **RESUMIO**

Mientras que algunos autores describen a la vaca lechera moderna como subfétil, otros autores aducen que en realidad esta disminución en la fertilidad es producto de que las vacas de alta producción son inseminadas un mayor número de veces y permanecen un mayor tiempo en el rodeo mientras que las vacas de baja producción son rechazadas del rodeo rápidamente. En otras palabras, la baja en la fertilidad es un problema de manejo inadecuado de estos animales con altas producciones, y basan esta afirmación en el hecho de que en muchos lugares las vacas de mayor producción, son las que tienen la mejor fertilidad poseen. Este trabajo apunta a realizar una actualización de la utilización de la ultrasonografía para detectar en forma rápida y precisa las vacas con anestro, quistes foliculares y luteales, e infecciones uterinas para ser tratadas y reevaluadas para darles el alta posparto de aquellas que están en condiciones de ser inseminadas por no poseer ninguna causa de infertilidad. La utilización conjunta protocolos de sincronización de la ovulación con el diagnóstico precoz de preñez mediante ultrasonografía al día 32 post IA permite rápidamente inseminar nuevamente las vacas diagnosticadas no-preñadas y mantener muy buenos niveles de fertilidad en rodeos de alta producción.

Palabras claves: *vaca lechera, reproducción, ultrasonografía*

#### **ABSTRACT**

Whereas several authors describe the modern dairy cows as subfertile, other authors argue that the reduction in fertility in high producing dairy cows is because they stay longer time in the herd while the low producing cows are culled earlier. Hence, low fertility is a result a poor management of high producing cows, and this is because in many dairies the high producing cows have the best fertility. This work summarizes an update on the use of ultrasonography during the postpartum period to quickly and precisely detect cows in anestrus, cystic, and/or with uterine diseases for treatment, that later should be rechecked before they are cleared to be inseminated. The combined use of timed insemination protocols with early pregnancy diagnosis at day 32 post AI will allow reinsemination of open cows to maintain good fertility in high producing dairy cows

Keywords: *dairy cattle, reproduction, ultrasound*



## Relación entre producción de leche y fertilidad

Una de las preguntas centrales al manejo reproductivo de rodeos lecheros es si actualmente existe un antagonismo entre alta producción y fertilidad, y como consecuencia de esta situación, se ha producido una disminución real en la fertilidad en las vacas lecheras de alta producción durante los últimos 30 años (LeBlanc, 2010). Varios autores sostienen que la vaca lactante en sistemas estabulados con producciones superiores a los 10.000 kg (Butler, 2003; Lucy *et al.*, 2001; Thatcher *et al.*, 2006) y en sistemas pastoriles con producciones superiores a los 7500 kg (Diskin *et al.*, 2006; Diskin y Morris, 2008) son vacas que poseen algún grado de subfertilidad (mantener la función reproductiva y una preñez en forma exitosa). Sin embargo, otros autores sugieren que realmente no existe una disminución en la fertilidad debido a la alta producción, sino que este fenómeno es una asociación temporal que no implica una relación causa efecto (LeBlanc, 2010; Walsh *et al.*, 2011).

De hecho, estos autores explican que la disminución de la fertilidad se debe a que las vacas de alta producción son inseminadas más veces y permanecen mayor tiempo en el rodeo mientras que las de menor producción son eliminadas antes del rodeo. Por lo tanto, parte del problema radicaría en que la mayoría de las medidas de eficiencia reproductiva que se utilizan habitualmente con intervalo entre partos, tasa de concepción y tasa de no retorno son incompletas o están sesgadas (LeBlanc, 2010). De hecho, varios trabajos en la última década han demostrado que no existe una asociación entre alta producción y reducción de la fertilidad (Eicker *et al.*, 1996; Morton, 2000; Fetrow y Eicker, 2003; Campbell *et al.*, 2011; Corva *et al.*, 2013; de la Sota *et al.*, 2011, 2014; Rearte *et al.*, 2013, 2014; Giuliodori *et al.*, 2014). Estos trabajos demuestran que si bien la reproducción está negativamente correlacionada con la producción en el tiempo, no necesariamente las vacas de mayor producción dentro de un cohorte son las que tienen peor reproducción (Morton, 2000; de la Sota *et al.*, 2011a, 2011b, 2014).

Actualmente existe gran cantidad de evidencia que demuestra que las vacas de alta producción sufren importantes desafíos para ser detectadas en celo, inseminadas y luego mantener la preñez (Lopez *et al.*, 2004; Wiltbank *et al.*, 2005; Walsh *et al.*, 2011). Por ejemplo, Lopez *et al.* (2004), demostraron que vacas con alta producción tenían un estro de menor duración, fueron montadas un menor número de veces y a pesar de tener folículos preovulatorios de mayor tamaño, tenían concentraciones de E2 más bajas que sus compañeras de menor producción (46 vs. 34 kg/día, 94 DEL). Posteriormente, Wiltbank *et al.* (2005), demostraron que vacas de alta producción tienen un mayor consumo de materia seca (MS) que produce un mayor flujo sanguíneo hepático, y esto incrementa el catabolismo de las hormonas esteroides lo que produce un aumento de la tasa de supresión de P4 y E2 resultando en menores circulaciones periféricas de dichas hormonas. Esto último explicaría en parte la baja fertilidad en vacas de altas producción al momento de la IA (bajo E2) o la muerte embrionaria muy temprana (baja P4; 0-7 días post IA), y muerte embrionaria temprana (7-24 días post IA; Walsh *et al.*, 2011). A esto se le debe agregar el efecto del balance energético negativo (BEN) y la pérdida de condición corporal (CC) durante el postparto y su relación con la subsecuente fertilidad (Butler y Smith, 1989; Crowe, 2008; Diskin y Morris, 2008; Walsh *et al.*, 2011).

De hecho, actualmente existe bastante evidencia que demuestra que los problemas de BEN no son comunes a todas las vacas. Una percepción común es que las vacas de alta producción son las que tienen mayor BEN, pero debe quedar claro que para que estas vacas alcancen su máxima producción ellas deben tener una máxima ingesta de MS y por lo tanto no tendrán un BE tan negativo (Staples *et al.*, 1990; LeBlanc 2010). Staples *et al.* (1990), demostraron que las vacas que ciclan antes de los 40 dpp son las que tienen menor BEN, menor pérdida de CC, y una mayor producción de leche que aquellas que ciclan luego de los 60 dpp. De lo anteriormente expuesto, surge el objetivo de caracterizar los periodos fisiológicos en los cuales existen limitantes a la eficiencia reproductiva para tratar de integrar medidas de manejo reproductivo que mejoren las tasas de preñez. La implementación de una estrategia conjunta de utilización de protocolos de sincronización de la ovulación y de la ultrasonografía para preñar las vacas vacías lo antes posible permite cumplir con el objetivo previamente delineado.

## Protocolos de sincronización de la ovulación e inseminación a tiempo fijo (IATF)

La implementación de protocolos de IATF como el Ovsynch (OVSYN) permite eliminar la detección de celos e inseminar en forma semanal a todas las vacas cuando finalizan el periodo de espera voluntario (PEV; Pursley *et al.*, 1995; Thatcher *et al.*, 2006). La implementación de dichos protocolos de sincronización (SYN) si bien ha solucionado el problema con la detección de celos, no lo ha hecho con el porcentaje de concepción ya que aun se siguen obteniendo resultados bajos (~30-35%). Esto se debe principalmente a la diferencias en fertilidad que se obtienen de acuerdo al momento que se inicia el protocolo, al cumplimiento del protocolo y a los problemas de fisiología reproductiva previamente descritos. Varios trabajos han demostrado que la tasa de concepción de un protocolo OVSYN varía mucho dependiendo de cuando el protocolo se inicia con respecto al momento del ciclo en que se encuentra la vaca (Vasconcelos *et al.*, 1999; Moreira *et al.*, 2000). La mayoría de los estudios han encontrado los mejores resultados con el OVSYN cuando este se inicia entre los días 5 y 12 del ciclo estral (Vasconcelos *et al.*, 1999; Moreira *et al.*, 2000). La utilización de la pre-sincronización (PRESYN) con dos inyecciones de prostaglandinas (PGF) cada 14 días y el inicio del protocolo Ovsynch 12 días más tarde permiten eliminar esta variación y aumentar el porcentaje de preñez a niveles aceptables (~40%). También se puede mejorar el porcentaje de preñez detectando celo e IA todas las vacas que entran en celo temprano con el protocolo OVSYN (~10%), la utilización de dispositivos intravaginales de liberación de P4 (DIV; Pursley *et al.*, 2001; Stevenson *et al.*, 2006) y muy recientemente el uso del protocolo Doble OVSYN (Souza *et al.*, 2008). Si bien existe una gran variabilidad en el porcentaje de preñez obtenido en el uso combinado de OVSYN + DIV (Stevenson *et al.*, 2006), la utilización del DIV mejora los porcentajes de preñez entre un 8% y un 25% (El-Zarkouny *et al.*, 2004; Moreira *et al.*, 2004; Melendez *et al.*, 2006; Stevenson *et al.*, 2006; Stevenson *et al.*, 2008). El uso del protocolo Doble OVSYN permite mejorar el porcentaje de preñez con respecto al PRESYN-OVSYN en un 8% (49.7% vs 41.7%; Souza *et al.*, 2008).

Una de las desventajas del protocolo OVSYN es que su utilización en vacas en anestro no es tan efectiva como su utilización en vacas ciclando (Rhodes *et al.*, 2003; Chebel *et al.*,

2006; MacMillan 2010). Chebel *et al.* (2006) demostró que el tratamiento durante 7 días con DIV en un protocolo OVSYN aumentó el porcentaje de ovulaciones al día 62 del protocolo/dpp del 30% al 46%. De hecho las vacas que ovularon un folículo a la primera inyección de GnRH tuvieron un porcentaje de preñez al día 31 de gestación del 37% comparado con el 21% en las que no ovularon. Más aun, las vacas que tuvieron un cuerpo lúteo (CL) al momento de la PGF previa a la segunda GnRH tuvieron un porcentaje de preñez aun mayor al día 31 de gestación del 40% comparado con un 8% en las que no tuvieron un CL. En resumen, las vacas ciclando tuvieron un porcentaje de preñez al día 31 y 60 post IA del 37% y 29% comparado con un 21 y 17% de preñez en las vacas en anestro (Chebel *et al.*, 2006).

Por último, es muy importante tener presente que el cumplimiento del protocolo OVSYN está directamente relacionado con la correcta aplicación en tiempo y forma de cada una de las inyecciones de las hormonas. Por ejemplo, si aplicamos el 95% de las inyecciones de GnRH, PGF y GnRH correctamente tendremos un porcentaje de cumplimiento del protocolo del 85% ( $95\% \times 95\% \times 95\% = 85\%$ ), pero se aplica incorrectamente 1 de cada 10 inyecciones (90% de cumplimiento) o si se aplica incorrectamente 2 de cada 10 inyecciones (80% de cumplimiento) el porcentaje de cumplimiento general del protocolo disminuirá al 72% ( $90\% \times 90\% \times 90\% = 72\%$ ) y 51% ( $80\% \times 80\% \times 80\% = 51\%$ ) respectivamente. Por lo tanto es muy importante asegurarse la correcta aplicación en tiempo y forma de cada una de las inyecciones del protocolo utilizado.

### Utilización de la ultrasonografía (US) en el manejo reproductivo individual de las vacas

A pesar que la US reproductiva ha estado disponible por casi 30 años, su utilización en forma sistemática por los veterinarios en el manejo reproductivo individual de las vacas en los rodeos lecheros es muy reciente (McSweeney, 2009). El principal uso de la US en reproducción ha sido el diagnóstico de gestación (Pierson y Ginther, 1984; Kastelic *et al.*, 1988). La US reproductiva permite realizar el diagnóstico de gestación en forma rápida y segura a partir de los 25-28 días post IA con una sensibilidad y especificidad superior al 98%. Además, se ha reportado que la US es más sensible y más específica para identificar la presencia de un CL activo que produce P4 comparado con la palpación rectal (Chebel *et al.*, 2003). También se puede utilizar la US evaluar la exactitud de la detección de celos ya que se puede utilizar para identificar vacas en diestro o vacas preñadas que han sido erróneamente detectadas en celo y van a ser IA (McSweeney, 2009). La US no solamente permite detectar con mayor precisión las estructuras normales en los ovarios (CL, CL cavitarios y folículos; sino que además permite detectar las estructuras anovulatorias presentes en los ovarios (Wiltbank *et al.*, 2002). Estas estructuras anovulatorias han sido clasificadas en tres categorías de acuerdo al diámetro folicular durante los estadios finales de la foliculogénesis en folículos anovulatorios que crecen solo hasta la emergencia folicular (~4 mm), folículos anovulatorios que crecen hasta la desviación folicular pero no alcanzan el tamaño ovulatorio (~9 mm), y folículos anovulatorios que alcanzan el tamaño ovulatorio o un tamaño mayor (>10 mm; Wiltbank *et al.*, 2002). Mientras que las vacas en anestro profundo durante el postparto (ovarios estáticos) corresponden a la primera categoría; las animales prepuberales, y las vacas de razas lecheras durante el postparto

y vaca de razas carniceras con ternero al pie durante el postparto corresponden a la segunda categoría; y las vacas con quistes foliculares y luteales corresponden a la tercera categoría (Wiltbank *et al.*, 2002). El diagnóstico de quistes foliculares y luteales mediante US tiene mayor sensibilidad y especificidad que con palpación rectal (86.7% y 82.3% vs. 43.3% y 64.7%; Farin *et al.*, 1990). De hechos, estos autores confirmaron que los quistes foliculares y luteales no podían ser diferenciados solamente basándose en la palpación rectal, y que la US permite diferencias ambos tipos de quistes (Farin *et al.*, 1990). Del mismo modo, estos autores determinaron una alto grado de concordancia en el diagnóstico de quistes ováricos cuando este fue realizado por dos operadores diferentes utilizando el mismo US (>80%, Kappa=0.5; Farin *et al.*, 1990; 1992).

Más recientemente, se ha reportado el uso de la US para el diagnóstico de metritis puerperal (Sheldon *et al.*, 2006), endometritis clínica (Kahn, 2004), piómetra (Sheldon *et al.*, 2006), y endometritis subclínica (ES; Kasimanickam *et al.*, 2004). Es de particular interés la utilización de la US para el diagnóstico de ES ya que los métodos del cytobrush o del lavaje uterino utilizados tradicionalmente para realizar el diagnóstico ES no son muy prácticos si se pretende utilizarlos en forma rutinaria. Por el contrario, la visualización de contenido líquido anormal en la luz del útero permite realizar el diagnóstico de ES (Kasimanickam *et al.*, 2006). Este diagnóstico se debe realizar distinguiendo la presencia de fluido normal durante el estro de la presencia de fluido anormal durante el resto del ciclo (Kasimanickam *et al.*, 2006).

Muy recientemente se ha utilizado la US para evaluar cambios en el grosor del endometrio (GE) alrededor del momento de la ovulación sincronizada para evaluar la relación entre el GE y la fertilidad en vacas lactantes a las que se suplementó con estradiol cerca del momento de la ovulación (Souza *et al.*, 2011). Se utilizó un protocolo Ovsynch para sincronizar la ovulación, y el GE aumento desde el momento de la administración de la PGF a la administración de GnRH de ~7 mm a ~9.5 mm y decreció nuevamente a ~7.4 mm los dos días subsiguientes a la administración de la segunda GnRH (Souza *et al.*, 2011). Estos autores concluyeron, que la evaluación mediante US del GE a las 48 h de la administración de la PGF en un protocolo Ovsynch es un buen predictor de fallas en la ovulación y éxito en la preñez y explican que probablemente las razones de baja fertilidad en vacas con GE reducido se debe a bajas concentraciones periféricas de E2 cerca del momento de IA, bajo priming de P4 o fallas en la luteólisis durante el proceso de IA.

La utilización de la US en rodeos lecheros permite realizar el diagnóstico precoz de gestación y la detección de los animales vacíos (Pierson y Ginther, 1984; Kastelic *et al.*, 1988) para resincronizar la ovulación e IATF con el objetivo de minimizar el problema de baja detección de celos (Nebel *et al.*, 1987). El inicio de la resincronización (RESYN) se puede realizar en forma previa a la realización del diagnóstico de no-gestación o luego de realizar el diagnóstico de no-gestación (Bartolome *et al.*, 2005). La primera opción consiste en iniciar el protocolo de RESYN 7 días antes de la realización del diagnóstico de gestación mediante US (Dominguez *et al.*, 2003; Moreira *et al.*, 2000; Fricke *et al.*, 2003) o permite realizar una sincronización corta aprovechando la resincronización natural posterior a la primera IA (Stevenson *et al.*, 2003). La segunda opción consiste en determinar el estadio del ciclo estral en que se encuentra la vaca antes de iniciar el protocolo RESYN mediante la



evaluación con US de las estructuras presentes en el ovario y las características del útero cuando se realiza en diagnóstico de no-gestación (Bartolome *et al.*, 2005).

Los protocolos RESYN se pueden iniciar al día 18-19 post IA (Domínguez *et al.*, 2003; Fricke *et al.*, 2003), al día 20 post IA (Moreira *et al.*, 2000); o a los días 26 y 33 post IA (Fricke *et al.*, 2003). Existe una gran variación en los porcentajes de preñez obtenidos a la RESYN debido a los diferentes porcentajes de muerte embrionaria tardía que se reportan en cada trabajo. Por ejemplo, se ha reportado un porcentaje de preñez de 23%, 34% y 38% para los protocolos RESYN iniciados los días 19, 26 y 33 post IA respectivamente (Fricke *et al.*, 2003). En otros dos trabajos se reportó un porcentaje de preñez del 25% cuando el protocolo RESYN se inició a día 20 post IA (Moreira *et al.*, 2000), o del 33% cuando el protocolo RESYN se inició a día 21 post IA (Chebel *et al.*, 2003; respectivamente). En vacas en condiciones de pastoreo, se ha reportado un porcentaje de preñez de 33% para el protocolos RESYN iniciados al día 18 post IA (Domínguez *et al.*, 2003).

Cuando se realiza el diagnóstico de no-gestación al día 27-29 post IA y luego se RESYN con un una PGF e IACD (inseminación a celo detectado) o IATF a 72-80 h, o con una PGF + GnRH e IACD o IATF a 16 h post GnRH; el porcentaje de preñez fue del 27%, 7%, 33% y 23% respectivamente (Stevenson *et al.*, 2003). Por último, cuando el diagnóstico de no-gestación se realiza al día 27 post IA y luego se RESYN con un protocolo OVSYN o HEATSYN, el porcentaje de preñez fue del 25% (Bartolome *et al.*, 2005).

Todos estos protocolos realizan un uso intensivo de trabajo y hormonas y permiten alcanzar porcentajes de preñez de ~40% en cada ronda de SYN dependiendo si se utiliza PRESYN o DIV de P4 y un porcentaje de preñez de ~30% en la RESYN sin realizar detección de celo. Sin embargo, la mayoría de los protocolos de RESYN tienen una desventaja en su implementación que hace que sean poco prácticos y no se utilicen en forma intensiva. Esta desventaja es que el día que se inicia la RESYN no es múltiplo de 7 y por lo tanto los trabajos de administración de hormonas e IA no están circunscritos a un solo a los días de la semana, sino que se deben repetir en días diferentes creando confusión y no dejando al personal libre los fines de semana (Figura 1, panel superior y medio). Por el contrario si el protocolo de RESYN se inicia los días 18 o 25 post IA (28 días o 35 días después del inicio de la SYN), la administración de hormonas y e IA siempre concuerda con los que se realiza en la SYN (Domínguez *et al.*, 2003; Figura 1, panel inferior). Si la SYN se inicia un Lunes para no IA durante los fines de semana, con un protocolo de la RESYN que se inicia al día 20 post IA, la RESYN se inicia los miércoles (Figura 1, panel superior; y si se inicia el día 26 post IA, la RESYN se inicia los martes (Figura 1, panel medio). Por el contrario, si el protocolo de RESYN se inicia el día 18 o 25 post IA, la RESYN se inicia los lunes (Figura 1, panel inferior). Siempre los protocolos de SYN y RESYN se deben iniciar los lunes martes o miércoles para que las IA no caigan los fines de semana.

Las pérdidas de gestación contribuyen a la ineficiencia reproductiva porque la eficiencia reproductiva de un rodeo lechero es función de la tasa de concepción y de las pérdidas de gestación. Las pérdidas de gestación pueden dividirse en mortalidad embrionaria (días 0-45 de gestación) y mortalidad fetal (días 46-285 de gestación; Committee on Bovine

Reproductive Nomenclature, 1972; citado por Walsh *et al.*, 2011). A su vez, la mortalidad embrionaria, se subdivide en mortalidad embrionaria muy temprana (0-7 días), mortalidad embrionaria temprana (7-24 días) y mortalidad embrionaria tardía (25-45 días; Walsh *et al.*, 2011). Según cálculos recientes, se estima que actualmente en vacas de alta producción se produce un 10% de fallas en la fecundación, un 43% de muerte embrionaria muy temprana y temprana, un 7% de muerte embrionaria tardía; por lo que solo el 40% de las vacas paren un ternero (Diskin *et al.*, 2006, 2008). El uso de la US ha permitido realizar estudios más pormenorizados para determinar el momento de las pérdidas de gestación en vacas lecheras de alta producción desde el día 28 post IA hasta el parto (Vasconcelos *et al.*, 1997). En este estudio, se realizó el diagnóstico de gestación por US a los 28, 42, 56, 70 y 98 días post IA en 1600 vacas de tres rodeos lecheros con producciones de leche superiores a 10000 kg/lactancia y se determinó que el porcentaje de concepción al día 28 post IA era de un 32% y que las pérdidas totales de gestación hasta el parto eran de aproximadamente un 25% (Fricke, 2000; adaptado de Vasconcelos *et al.*, 1997; Figura 2). En la Tabla 1 se observa un resumen de diferentes estudios muertes embrionarias tardías y fetales tempranas realizados en vacas lecheras que ocurrieron entre un primer diagnóstico de gestación realizado a los 27-30 días post IA y la reconfirmación de preñez realizada 14 a 42 días más tarde (Adaptado de Fricke, 2006). Debido a que la mayoría de las pérdidas de gestación ocurren antes del día 56 post IA (Fricke, 2000; adaptado de Vasconcelos *et al.*, 1997; Figura 2), en los rodeos en los cuales se realiza diagnóstico precoz de gestación (26-32 días post IA) es recomendable realizar un segundo diagnóstico de gestación a los 56-60 días post IA para reconfirmar la preñez (Fricke, 2000; Overton y Heins, 2011). A las vacas diagnosticadas vacías, si poseen un CL se les puede administrar una dosis luteolítica de PGF y realizar detección de celos con ayuda de pintura e IACD; o en caso contrario, si no poseen un CL, se las puede reintroducir en un protocolo de IATF (Fricke, 2000; McSweeney, 2009; Overton y Heins, 2011).

Tabla 1. Muertes embrionarias y fetales en vacas lecheras que ocurrieron entre un primer diagnóstico de gestación realizado a los 27-30 días post inseminación y la reconfirmación de preñez realizado 14 a 42 días más tarde (Adaptado de Fricke, 2006).

Número de preñeces evaluadas	Días de preñez al diagnóstico		Intervalo, días	Pérdidas en la preñez, %	Referencia
	Primera	Segunda			
256	28	38-58	~20	28.0	Cartmill <i>et al.</i>
195	28	42	14	17.9	Chebel <i>et al.</i>
89	28	56	28	13.5	Fricke <i>et al.</i>
209	26	68	42	27.8	Fricke <i>et al.</i>
77	33	68	35	11.7	Fricke <i>et al.</i>
139	27	45	18	20.7	Moreira <i>et al.</i>
172	28	45	17	9.3	Santos <i>et al.</i>
372	31	45	14	11.4	Santos <i>et al.</i>
215	27	41	14	9.9	Santos <i>et al.</i>
705	28	42	14	3.2	Silke <i>et al.</i>
347	33	61	28	6.6	Sterry <i>et al.</i>
526	28-35	35-42	7	9.0	Nation <i>et al.</i>

¿Cómo hacemos para integrar la utilización de protocolos de sincronización de la ovulación y de la ultrasonografía para preñar las vacas vacías lo antes posible? Se puede comenzar a integrar el uso de la US al momento de la realización del alta postparto antes de la primera IA (McSweeney, 2009; Figura 3).

Semana	Grupo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	I	GnRH-10						
2	I	PGF-3		GnRH-1	IATF 0			
3	II	GnRH-10						
4	II	PGF-3		GnRH-1	IATF 0			
5	I			GnRH 20				
6	I			US 27 PGF		GnRH 20	IATF 30	
7	II			GnRH 20				
8	II			US 27 PGF		GnRH 20	IATF 30	

Semana	Grupo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	I	GnRH-10						
2	I	PGF-3		GnRH-1	IATF 0			
3	II	GnRH-10						
4	II	PGF-3		GnRH-1	IATF 0			
6	I		GnRH 26					
7	I		US 33 PGF		GnRH 35	IATF 36		
8	II		GnRH 26					
9	II		US 33 PGF		GnRH 35	IATF 36		

Semana	Grupo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	I	GnRH-10						
2	I	PGF-3		GnRH-1	IATF 0			
3	II	GnRH-10						
4	II	PGF-3		GnRH-1	IATF 0			
5	I	GnRH 18						
6	I	US 25 PGF		GnRH 27	IATF 28			
7	II	GnRH 18						
8	II	US 25 PGF		GnRH 27	IATF 28			

Figura 1. Calendario de tareas semanales en un protocolo de sincronización y resincronización a base de GnRH, prostaglandina (PGF), diagnóstico precoz de gestación mediante ultrasonografía (US) e inseminación a tiempo fijo (IATF) en donde la resincronización se inicia el día 20 (panel superior; Moreira *et al.*, 2000), 26 (panel medio; Fricke *et al.*, 2003) o 25 (panel inferior; Domínguez *et al.*, 2003) postinseminación.

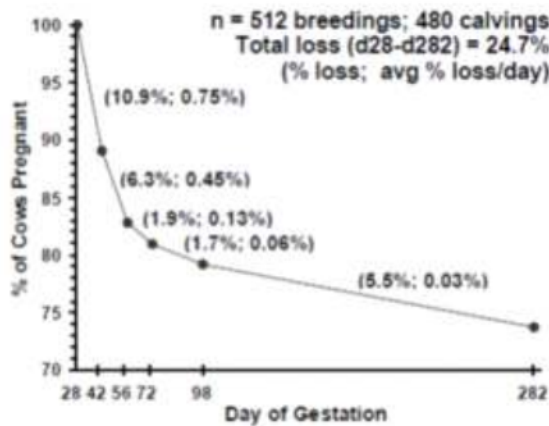


Figura 2. Pérdidas de preñez desde los 28 post IA hasta el parto. El diagnóstico de gestación se realizó mediante ultrasonografía a los 28, 42, 56, 70, y 98 días post IA, y los datos al parto. La tasa de concepción al día 28 post IA fue del 32%. (Datos adaptados de Vasconcelos *et al.*, 1997, citado por Fricke, 2000).

En este primer examen US se busca la presencia de un CL. Si la vaca no posee CL, y está quística, se debe hacer el diagnóstico diferencial si el quiste presente es folicular o luteal (grosor de la pared) y realizar el tratamiento correspondiente (Figura 3A). Las vacas con quistes foliculares (>20 mm, pared fina) serán tratadas con GnRH, y se les realizará US una semana más tarde; y si persiste el quiste (sin CL), se les insertará un DIV y comenzarán el protocolo Ovsynch. Si por el contrario tienen un CL se les administra una PGF y continúan con el Ovsynch.

Las vacas con quistes luteales (>20 mm, pared gruesa ~3-4 mm) serán tratadas con una PGF, y se les realizará US una semana más tarde; y si persiste el quiste (sin CL), se les insertará un DIV y comenzarán el protocolo Ovsynch. Si por el contrario tienen un CL se les administra una PGF y continúan con el Ovsynch o con un protocolo Ovsynch acordado.

Por el contrario, si las vacas en este primer examen no poseen CL, no están quísticas, y no poseen un contenido anormal en el útero (EC, ES) debemos evaluar el diámetro de los folículos en ambos ovarios para determinar si la vaca está en anestro (<9 mm) o está ciclando (>9 mm; Figura 3B). Si no tiene CL, se les realizará US una semana más tarde; y si aun continúa sin CL (anestro), se les insertará un DIV y comenzarán el protocolo Ovsynch. Si por el contrario posee un CL, y no poseen un contenido anormal en el útero (EC, ES, piómetra) se las inicia en el protocolo Ovsynch o con un protocolo Ovsynch acordado (Figura 3C). Si poseen contenido anormal en el útero y no poseen CL (EC, ES), se tratan con cefapirina (sal benzatínica), y si poseen contenido anormal en el útero y CL (piómetra) se tratan con una PGF (Figura 3D). En ambos casos, se les realizará US una semana más tarde y si no poseen contenido anormal y poseen CL se las inicia en un Ovsynch o con un protocolo Ovsynch acordado, y si no poseen CL se les insertará un DIV y comenzarán el protocolo Ovsynch (Figura 3D).

Por último, si las vacas en este primer examen poseen CL, no están quísticas, y no poseen contenido anormal en el útero (EC, ES) se las inicia en el protocolo Ovsynch o con un protocolo Ovsynch acordado (Figura 3E).

En todas las alternativas que se realizó IACD o IATF, se realiza el diagnóstico precoz de gestación al día 32 post IA, y a las vacas diagnosticadas preñadas se les reconfirma la gestación a los 56 días post IA (Fricke, 2000; (McSweeney, 2009; Figura 4) y a los 150 días post IA. Por el contrario, si el diagnóstico es no-gestante se procede como se explicó previamente (Figura 4A-F).

## CONCLUSIONES

La integración del uso estratégico de la US en el manejo individual de las vacas para realizar el diagnóstico precoz y tratamiento de las principales causas de infertilidad con protocolos de IATF permite mantener muy buenos niveles de fertilidad en rodeos de alta producción.



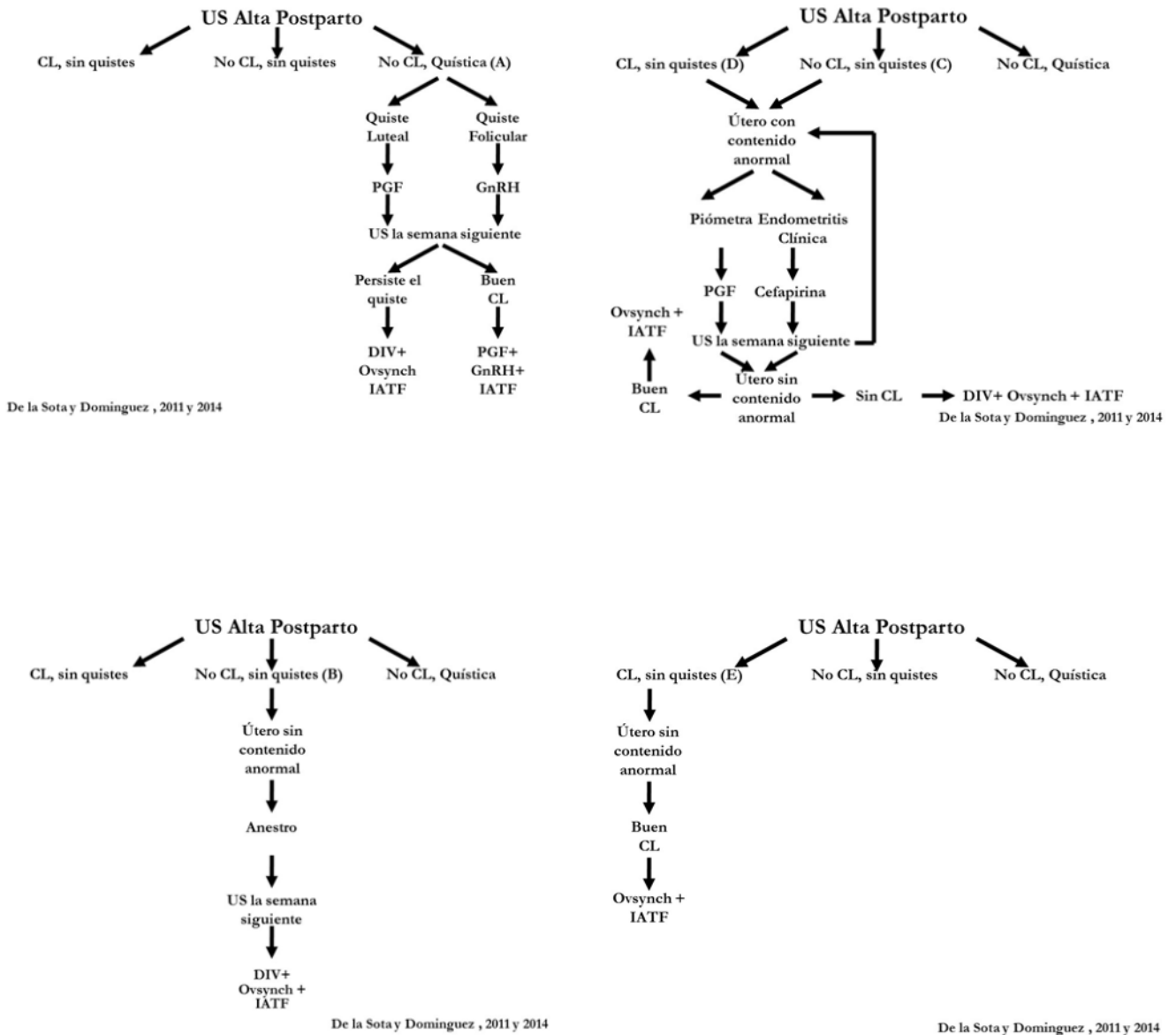


Figura 3. Diagrama de flujo de la utilización conjunta de protocolos de sincronización de la ovulación y ultrasonografía para preñar las vacas vacías lo antes posible. Uso de la ultrasonografía para el diagnóstico de folículos anovulatorios (A: quistes foliculares y luteales; B: anestro), infecciones uterinas (C: endometritis clínica y subclínica; D: piómetra), y vacas normales ciclando para darles el alta puerperal (E; De la Sota y Domínguez, 2011 y 2014).

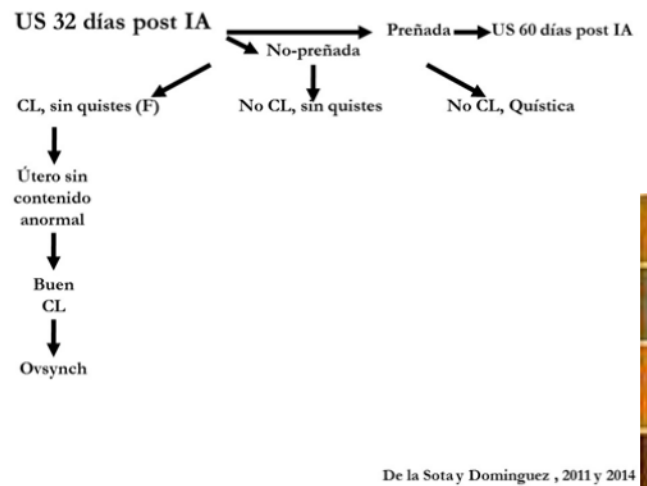
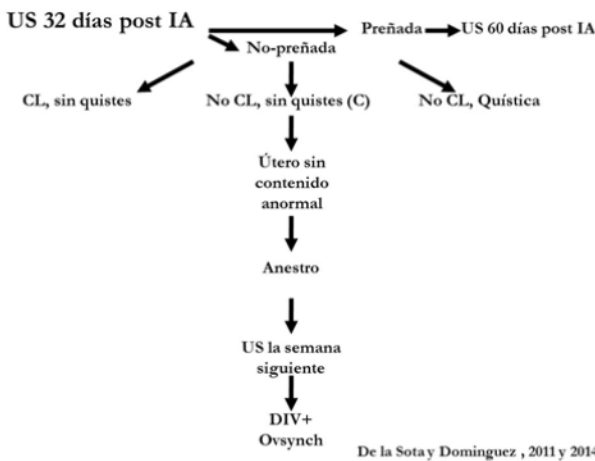
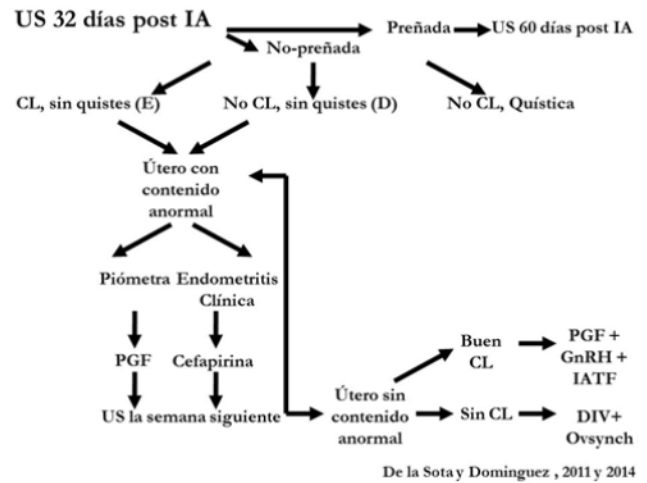
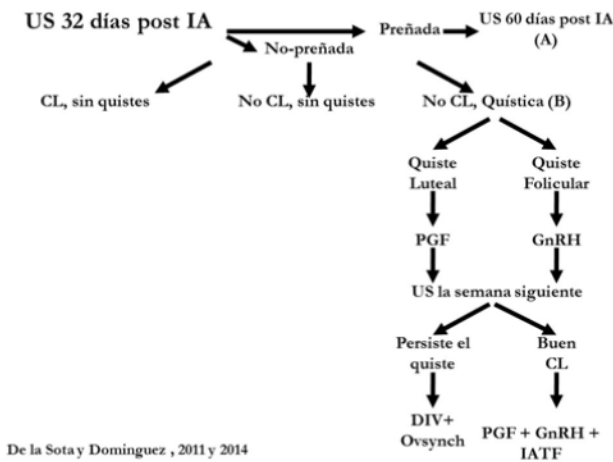


Figura 4. Diagrama de flujo de la utilización conjunta de protocolos de sincronización de la ovulación y ultrasonografía para preñar las vacas vacías lo antes posible. Uso de la ultrasonografía para el diagnóstico de gestación al día 32 post IA (A). En las vacas no-preñadas, diagnóstico de folículos anovulatorios (B: quistes foliculares y luteales; C: anestro), infecciones uterinas (D: endometritis clínica y subclínica; E: piómetra), y vacas normales ciclando para darles el alta puerperal (F; De la Sota y Dominguez, 2011 y 2014).



## REFERENCIAS

- Bartolome JA, Silvestre FT, Kamimura S, Arteche ACM, Melendez P, Kelbert D, McHale J, Swift K, Archbald LF, Thatcher WW. Resynchronization of ovulation and timed insemination in lactating dairy cows. I: use of Ovsynch and Heatsynch protocols after non-pregnancy diagnosis by ultrasonografía. *Theriogenology*. 2005, 63:1617-1627.
- Butler WR, Smith RD. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J Dairy Sci*. 1989, 72:767-783.
- Butler WR. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livest Prod Sci*. 2003, 83:211-218.
- Campbell MS, Hand K, Kelton DF, Miglior F, LeBlanc S. The association of level of milk production and reproductive performance. *J Dairy Sci*. 2009, 92(E-Suppl 1):335 (abstr).
- Chebel RC, Santos JEP, Cerri RLA, Galvao KN, Juchem SO, Thatcher WW. Effect of resynchronization with GnRH on day 21 after artificial insemination on pregnancy rates and pregnancy loss in lactating dairy cattle. *Theriogenology*, 2003, 60:1389-1399.
- Chebel RC, Santos JEP, Cerri RLA, Rutigliano HM, Bruno RGS. Reproduction in dairy cows following progesterone inserts presynchronization and resynchronization protocols. *J Dairy Sci*. 2006, 89: 4205-4219.
- Corva SG, Rearte R, Galassi J, Miranda A, de la Sota RL. Predictores de la duración del intervalo parto concepción en tambos de la Pampa Húmeda. *10 Simposio Internacional de Reproducción Animal. Instituto de reproducción Animal Córdoba (IRAC). 2013, Pabellón Argentina, UNC. 4-6 de julio. p 346.*
- Crowe MA. Resumption of ovarian cyclicity in postpartum beef and dairy cows. *Reprod Dom Anim*, 2008. 43(Suppl5):20-28.
- Diskin MG, Murphy JJ, Steenan JM. Embryo survival in dairy cows managed under pastoral conditions. *Anim Reprod Sci*. 2006. 96:297-311.
- Diskin MG, Morris DG. Embryonic and early fetal losses in cattle and other ruminants. *Reprod Dom Anim*. 2008. 43(Suppl 2):260-267.
- Eicker SW, Grohn YT, Hertl JA. The association between cumulative milk yield, days open, and days to first breeding in New York Holstein cows. *J Dairy Sci*. 1996. 79:235-241.
- De la Sota RL, Corva SG, Silvestrini MP. Descripción de parámetros productivos y reproductivos de usuarios del protambo master 3.0 (DIRSA®). 2011.
- De la Sota RL, Domínguez G. Utilización de protocolos de sincronización de la ovulación y ultrasonografía para preñar vacas vacías lo antes posible. *XXVII Conferencia Internacional sobre ganado Lechero-CIGAL. Guadalajara, México. 13-15 de Julio. 2011. pp. 20.*
- De la Sota RL, Rearte R, Corva SG, Giuliodori MJ. ¿Cuáles son los parámetros de eficiencia productiva y reproductiva en los 20 tambos de excelencia reproductiva bajo control lechero oficial nucleados en ARPECOL? *Informe Convenio ARPECOL y FCV-UNLP, 2014. (Expdte. 100-016.050/12). pp. 5.*
- Domínguez GA, Fernandez-Francia MG, Lares SF, Magnasco M, Magnasco R, Massara N, Lamberti J, de la Sota RL. Eficacia de tres protocolos de sincronización y resincronización de celos y ovulaciones en ganado lechero bovino. *23º Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal. Tandil, Argentina. 20-22 de Septiembre. 2004. Vol 24. Supl. 1. RF6.*
- El-Zarkouny SZ, Cartmill JA, Hensley BA, Stevenson JS. Pregnancy in dairy cows after synchronized ovulation regimens with or without presynchronization and progesterone. *J Dairy Sci*. 2004, 87:1024-1037.
- Farin PW, Younquist RS, Parfet JR, Garverick HA. Diagnosis of luteal and follicular ovarian cysts by palpation per rectum and linear-array ultrasonography in dairy cows. *JAVMA*. 1999, 200:1085-1089.
- Farin PW, Younquist RS, Parfet JR, Garverick HA. Diagnosis of luteal and follicular ovarian cysts in dairy cows by sector scan ultrasonography. *Theriogenology*. 1990, 34(4):633-42.
- Fetrow J, Eicker S. High production and health-A curious paradox. *Bov Pract*. 2003, 37:128-136.
- Fricke PM. Managing Reproductive Disorders in Dairy Cows. *NDSU Dairy Cow College*. 2000.
- Fricke PM, Caraviello DZ, Weigel KA, Welle ML. Fertility of dairy cows after resynchronization of ovulation at three intervals following first time insemination. *J Dairy Sci*. 2003, 86:3941-3950.
- Fricke PM. Sync programs and ultrasound: are we getting there too early. *The AABP Proceedings*. 2006, 39:173-180.
- Giuliodori MJ, Corva SG, Rearte R, de la Sota RL. Análisis de registros del control lechero de ARPECOL de la Pampa Húmeda: II-Análisis de Regresión, de Riesgos Proporcionales y de Sobrevivencia. *Informe Convenio ARPECOL y FCV-UNLP, 2014. (Expdte. 100-016.050/12). pp. 23.*
- Kähn W. Veterinary Reproductive Ultrasonography. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbh & Co, Hannover, Germany. 2004.
- Kasimanickam R, Duffield TF, Foster RA, Gartley CJ, Leslie KE, Walton JS, et al. Endometrial cytology and ultrasonography for the detection of subclinical endometritis in postpartum dairy cows. *Theriogenology* 2004; 62:9-23.
- Kasimanickam R, Cornwell JM, Nebel RL. Effect of presence of clinical and subclinical endometritis at the initiation of Presynch Ovsynch program on the first service pregnancy in dairy cows. *Anim Reprod Sci*, 2006. 95:214-223.
- Kastelic JP, Curran S, Pierson RA. Ultrasonic evaluation of the bovine conceptus. *Theriogenology*. 1988. 29:39-54.
- Lopez H, Satter LD, Wiltbank MC. 2004. Relationship between level of milk production and estrus behavior of lactating dairy cows. *Anim Reprod Sci*. 2004. 81:209-223.
- LeBlanc S. Does higher production imply worse reproduction? *WCDS Advances in dairy technology*. 2010. 22:253-263.
- Lucy MC. Reproduction losses in high production dairy cattle: where will it end? *J Dairy Sci*. 2001, 84:1277-1293.
- MacMillan KL. Recent advances in the synchronization of estrus and ovulation in dairy cows. *J Reprod Dev*. 2010, 56:S42-S47.
- McSweeney K. Applying ultrasound to the individual cow and herd level reproductive management. *Clinical Theriogenology*. 2009, 1:275-281.
- Melendez P, Gonzalez G, Aguilar E, Loera O, Risco C, Archbald LF. Comparison of Two Estrus-Synchronization Protocols and Timed Artificial Insemination in Dairy Cattle. *J Dairy Sci*. 2006, 89:4567-4572.
- Moreira F, Risco CA, Pires MFA, Ambrose JD, Drost M, Thatcher WW. Use of bovine somatotropin in lactating dairy cows receiving timed artificial insemination. *J Dairy Sci*. 2000, 83:1237-1247.





- Moreira F, Orlandi C, Risco CA, Lopez S, Mattos R, Thatcher WW. Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 2001. 84:1646-1659.
- Morton JM. Potential bias in observed associations between milk yield and reproductive performance in dairy cows. *Proc 11th Int Symp Vet Epidemiol Econ.* 2006.
- Nebel RL, Whittier WD, Cassell BG, Britt JH. Comparison of an on-farm and laboratory milk progesterone assay for identifying errors in detection of estrus and diagnosis of pregnancy. *J Dairy Sci.* 1987. 70:1471-1476.
- Overton M, Heins B. Concepts and considerations for successful reproductive management and monitoring. *Clin Therio.* 3:249-263.
- Pierson RA, Ginther OJ. Ultrasonic imaging of the ovaries and uterus in cattle. *Theriogenology.* 1988. 23:21-37.
- Pursley JR, Mee MMO, Wiltbank MC. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF<sub>2α</sub> and GnRH. *Theriogenology.* 1995. 44:915-923.
- Pursley JR, Fricke PM, Garverick HA, Kesler DJ, Ottobre JS, Stevenson JS, Wiltbank MC. NC-113 Regional Research Project. Improved fertility in noncycling lactating dairy cows treated with exogenous progesterone during Ovsynch. *Midwest branch. ADAS Meeting, Des Moines, IA.* 2001. 63.
- Rearte R, Corva SG, Galassi J, Miranda A, de la Sota RL. 2013. Factores de riesgo que afectan la eficiencia reproductiva en tambos de la Pampa Húmeda. 10 Simposio Internacional de Reproducción Animal. Instituto de reproducción Animal Córdoba (IRAC). Pabellón Argentina, UNC. Córdoba, 4-6 de julio. 2013. p 352.
- Rearte R, Corva SG, Giuliodori MJ, de la Sota RL. Análisis de registros del control lechero de ARPECOL de la Pampa Húmeda: I-Análisis Descriptivo por Cuencas y Definición de Indicadores de Metas Productivas y Reproductivas. *Informe Convenio ARPECOL y FCV-UNLP (Exp. 100-016.050/12).* 2014. pp. 13.
- Rhodes FM, McDougall S, Burke CR, Verkerk GA, MacMillan KL. Treatment of cows with an extended postpartum anestrus interval. *J Dairy Sci.* 2000, 83:1876-1894.
- Sheldon IM, Lewis GS, LeBlanc S, Gilbert RO. Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology* 2006; 65:1516-1530.
- Staples CR, Thatcher WW, Clark JH. Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing dairy cows. *J Dairy Sci.* 1990. 73:938-947.
- Stevenson JS, Cartmill JA, Hensley B, El-Zarkouny SZ. Conception rates of dairy cows following early not-pregnant diagnosis by ultrasonography and subsequent treatments with shortened Ovsynch protocol. *Theriogenology.* 2003. 60:475-483.
- Stevenson JS, Pursley JR, Garverick HA, Fricke PM, Kesler DJ, Ottobre JS, Wiltbank MC. Treatment of cycling and noncycling lactating dairy cows with progesterone during Ovsynch. *J Dairy Sci.* 2006, 89:2567-2578.
- Stevenson JS, Tenhouse DE, Krisher RL, Lamb GC, Larson JE, Dahlen CR, Pursley JR, Bello NM, Fricke PM, Wiltbank MC, Brusveen DJ, Burkhardt M, Youngquist RS, Garverick HA. Detection of anovulation by heatmount detectors and transrectal ultrasonography before treatment with progesterone in a timed insemination protocol. *J. Dairy Sci.* 2008, 91:2901-2915.
- Souza AH, Ayres H, Ferreira RM, Wiltbank MC. A new presynchronization system (Double-Ovsynch) increases fertility at first postpartum timed AI in lactating dairy cows. *Theriogenology.* 2008. 70:208-215.
- Souza AH, Silva EPB, Cunha AP, Gümen A, Ayres H, Brusveen DJ, Guenther JN, Wiltbank MC. Ultrasonographic evaluation of endometrial thickness near timed AI as a predictor of fertility in high producing dairy cows. *Theriogenology.* 2011. 75:722-733.
- Thatcher WW, Bilby TR, Bartolome JA, Silvestre F, Staples CR, Santos JEP. Strategies for improving fertility in the modern dairy cow. *Theriogenology.* 2006, 65:30-44.
- Vasconcelos JML, Silcox RW, Lacerda JA, Pursley JR, Wiltbank MC. 1997. Pregnancy rates, pregnancy loss, and response to heat stress after AI at 2 different times from ovulation in dairy cows. *Biol Reprod.* 1997, 56 (Suppl 1):140 (abstr).
- Vasconcelos JML, Silcox RW, Rosa GJ. Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rates after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrus cycle in lactating dairy cows. *Theriogenology.* 1999. 52:1067-1078.
- Walsh SW, Williams EJ, Evans ACO. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Anim Reprod Sci.* 2011, 123:127-138.
- Wiltbank MC, Gümen A, Sartori R. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology.* 2002;57(1):21-52.
- Wiltbank MC, Lopez H, Sartori R, Sangsritavong S, Gümen A. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology.* 2005, 65:17-29.

