

# Sincronización y resincronización de celos y de ovulaciones en ganado de leche y carne

John Jairo Giraldo Giraldo<sup>1</sup>

Línea de Investigación: Biotecnología Pecuaria, Semillero de Investigación BIPE/ Grupo de investigación en producción, desarrollo y transformación agropecuaria

**Synchronization and re-synchronization of estrus and ovulations in dairy and meat herds**

**Sincronização e re-sincronização do cio e de ovulações em gado de leite e carne**

## Resumen

En los hatos lecheros la labor de la detección de celos se ha convertido en uno de los factores más importantes que disminuyen la eficiencia reproductiva. Si bien existen diversos métodos complementarios para mejorar la detección de celo, la sincronización de ovulaciones e inseminación sistemática de todos los animales sin detectar celos se ha convertido en una alternativa viable y fácil de implementar con la que se puede obtener una fertilidad del 35 al 40%. En los hatos de carne, la inseminación artificial no se ha utilizado como herramienta para la mejora genética debido a la dificultad en detectar los animales en celo debido a la geografía de los potreros y a la capacidad técnica del personal que detecta celos e insemina. La implementación de programas de sincronización de ovulaciones e inseminación sistemática permite eliminar la detección de celos en rodeos de cría y permite concentrar la tarea de inseminación artificial en un corto tiempo permitiendo que dicha tarea sea realizada por el veterinario o por un técnico capacitado logrando una fertilidad del 40 al 50%. La combinación de programas de resincronización de ovulaciones con la detección precoz de los animales vacíos permite realizar la inseminación sistemáticas de los animales vacíos sin necesidad de detectar celos en los retornos y alcanzar una fertilidad del 55 al 75% en dos rondas de inseminaciones. En resumen, los programas de resincronización de ovulaciones e inseminación sistemática permiten eliminar la detección de celos en rodeos de leche y carne y mantener un nivel de fertilidad viable.

**Palabras clave:** Sincronización de celos. Sincronización de ovulaciones. GnRH. Prostaglandinas Ovsynch. Resynch

## Abstract

In the dairy cattle the detection of cows in state of zeal has become one of the most important factors that diminish the reproductive efficiency. Although diverse complementary methods exist to improve the detection of those cows, the synchronization of ovulations and systematic insemination of all of the animals which state of zeal has not been detected, has become a viable and easy alternative of implementing with that from which a fertility rate from 35 to 40% can be obtained. In meat herds, artificial insemination has not been used as a tool for the genetic improvement, due to the difficulty in detecting the animals in zeal, and this is due to the geography of the pasture grounds and to the technical capacity of the personnel in charge of detecting animals in zeal, and of inseminating them. The implementation of programs for synchronizing ovulations and systematic insemination allows the elimination of the zeal detection process in breeding herds and concentrate the efforts on the artificial insemination task in a short time, allowing this task to be made by the veterinarian or a qualified technician and achieving a fertility rate from 40 to 50%. The combination of programs of ovulation re-synchronizations with the precocious detection of empty animals, allows the systematic insemination of the empty animals without detecting zeal in the

<sup>1</sup> Agrónomo Zootecnista, Especialista en Reproducción Bovina, aspirante a Maestría en Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, coordinador del Semillero de Investigación BIPE y miembro del Grupo de investigación en producción, desarrollo y transformación agropecuaria y profesor de la Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias, Corporación Universitaria Lasallista.

Correspondencia: John Jairo Giraldo Giraldo; email: jogiraldo@lasallista.edu.co

Fecha de recibo: 05/11/2007; fecha de aprobación: 22/09/2008

returns and to achieve a fertility rate from 55 to 75%, in two insemination rounds. In summary, the re-synchronization ovulation and systematic insemination programs allow the elimination of the zeal detection in dairy cattle and beef cows, and also helps to maintain a level of viable fertility.

**Key words:** Synchronization of estrus. Synchronization of ovulations. GnRH. Prostaglandins. Ovsynch. Resynch.

## Resumo

Nos farnéis leiteiros o trabalho da detecção do cio se converteu num dos fatores mais importantes que diminuem a eficiência reprodutiva. Conquanto existam diversos métodos complementares para melhorar a detecção do cio, a sincronização de ovulações e inseminação sistemática de todos os animais sem detectar o cio se converteu numa alternativa viável e fácil de programar com a que se pode obter uma fertilidade de 35 a 40%. Nos farnéis de carne, a inseminação artificial não se utilizou como ferramenta

para a melhora genética devido à dificuldade em detectar os animais no cio devido à geografia dos poteiros e à capacidade técnica do pessoal que detecta o cio e insemina. A implementação de programas de sincronização de ovulações e inseminação sistemática permite eliminar a detecção do cio em rodeios de criança e permite concentrar a tarefa de inseminação artificial num curto tempo permitindo que dita tarefa seja realizada pelo veterinário ou por um técnico capacitado conseguindo uma fertilidade de 40 a 50%. A combinação de programas de re-sincronização de ovulações com a detecção precoce dos animais vazios permite realizar a inseminação sistemáticas dos animais vazios sem necessidade de detectar o cio nas voltas e atingir uma fertilidade de 55 a 75% em duas rondas de inseminações. Em resumo, os programas de re-sincronização de ovulações e inseminação sistemática permitem eliminar a detecção do cio em rodeios de leite e carne e manter um nível de fertilidade viável.

**Palavras chaves:** Sincronização de cio. Sincronização de ovulações. GnRH. Prostaglandinas Ovsynch. Resynch.

---

## Introducción

La eficiencia reproductiva de los hatos lecheros ha disminuido durante los últimos 10 años debido principalmente a un aumento de la producción individual de las vacas, a un aumento del número de total de animales y a una intensificación de las medidas de manejo del hato. Esta disminución de la eficiencia reproductiva se debe principalmente a una disminución en el porcentaje de detección de celo (disminución de la exactitud y en la intensidad de detección de celos) en dichos hatos. Los protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo IATF pueden mejorar la eficiencia reproductiva de los hatos lecheros eliminando los errores de detección de celo.

### Impacto de la eficiencia de detección de celos sobre la eficiencia reproductiva

La eficiencia reproductiva de los rodeos lecheros es comúnmente medida mediante el intervalo entre partos (IEP) de cada hato. El IEP afecta la producción diaria de leche (litros) de la vaca en el hato durante su vida productiva y afecta el ingreso asociado por las ventas de leche de su

producción a la rentabilidad del rodeo<sup>1</sup>. El IEP está determinado por el período de espera voluntario (PEV), por el porcentaje de detección de celo (PDC), por el porcentaje de concepción (PC) y por el porcentaje de muerte embrionaria y aborto del hato. Las vacas de un hato quedarán preñadas (porcentaje de preñez, PP) luego del PEV en función del PDC y del PC ( $PP = PDC \times PC$ ). El PP representa la proporción de vacas que quedan preñadas durante cada ciclo estral y determina el número de días con posterioridad al PEV en que las vacas quedan preñadas<sup>1</sup>. A medida que el PP aumenta debido a que el PDC y el PC son mayores, el IEP disminuye<sup>2</sup>.

Ferguson y Galligan<sup>1</sup> han demostrado que el PP a la primera inseminación (IA) explica el 79% de la variación en el IEP. Ellos concluyeron que la maximización del PDC y del PC a la primera IA son los dos factores más importantes para disminuir el IEP. Por lo tanto los productores lecheros deberían asignar una significativa cantidad de esfuerzos y recursos para mejorar el PDC y PC con el fin de alcanzar en sus rodeos la máxima eficiencia reproductiva posible. El impacto que posee el PDC sobre el PP de un rodeo puede visualizarse utilizando el ejemplo que se presenta en la tabla 1. El PDC está determinado

por la exactitud (habilidad del operador de reconocer los signos clínicos del celo) y por la intensidad de DC (habilidad del operador para detectar el número esperado de vacas en celo diariamente (celo natural= 3-5% diario).

El PC está determinado por el número de animales diagnosticados preñados sobre el número inseminado. Para obtener un PP del 81% durante un ciclo de inseminaciones de 21 días, es necesario alcanzar un PDC y un PC del 90%. Si se mantiene el PC constante y el PDC disminuye al 50% (se detecta 1 de cada 2 vacas en celo) el PP disminuirá al 45%. Esta situación es bastante común en hatos de mediana y alta producción. Heersche y Nebel en 2001<sup>2</sup> reportan un 38% de PDC en un estudio en 4550 hatos en USA y Van Vliet y Van Eerdenburg en 2001<sup>3</sup> reportaron un 36% de PDC en 2 hatos de Holanda. La duración promedio del estro en la hembra bovina es de 18 horas. Sin embargo, más recientemente, Xu y col en 2000<sup>4</sup> utilizando un método radiotelemétrico de detección de celos estudiaron la duración del celo, el número de montas y la duración de las montas en vacas en pastoreo en Nueva Zelanda durante las estaciones reproductivas de otoño y primavera. La duración promedio del celo fue de 9,7 vs. 7,3 h, el número de montas fue de 36,8 vs. 19,9 y la duración de la monta fue de 2,6 vs. 2,3 s en otoño y primavera respectivamente. Además, se observó que la duración promedio (?ES) del celo era de 8,6 h, que el número de montas era de 29,2, y la duración de la monta era de 2,5 segundos. En contraste con trabajos previos, los autores encontraron que el inicio del celo ocurrió durante el día, que no había mayor número de montas en la tarde; y argumentaron que probablemente las variaciones diarias en la actividad de monta se deban a interrupciones causadas por el manejo tales como la alimentación.

En un trabajo similar utilizando el mismo sistema de detección de celos realizado por Dransfield y col en 1998<sup>5</sup> en EEUU en animales estabulados o semiestabulados determinaron que el número de montas promedio (?DS) durante el celo era de 56,6 y que duración del celo era de 15,4 h. En resumen, el acortamiento en la duración y manifestación del celo, las interrupciones en su expresión causadas por el manejo de los animales, el incremento del tamaño del

hato y las modificaciones del medio ambiente dificultan la detección diaria de celo y como consecuencia se produce una disminución en la eficiencia reproductiva del hato.

Actualmente existen dos alternativas para solucionar la baja detección de celos en los hatos lecheros: la primera alternativa consiste en utilizar métodos complementarios de detección de celos tales como pintura y observación visual, marcadores (chin -ball), detectores de monta (Kamar, Bovine Beacon™), detectores de monta radiotelemétricos (Heat Watch®) y podómetros (Afiact™, Heat Seeker-TX®) que han sido desarrollados con el objetivo de hacer la detección de celo más fácil y más eficiente (aumentar el PDC). La segunda alternativa consiste en eliminar la detección de celos y realizar la inseminación sistemática de todos los animales mediante programas de sincronización de celos (Targeted Breeding™) o sincronización de celos y ovulaciones.

El impacto de la implementación de la inseminación a tiempo fijo mediante un programa de sincronización de celos y ovulaciones en un hato con problemas de eficiencia reproductiva puede verse claramente en la primera ecuación de la tabla 1. Si a un hato posee un bajo PP (24%) debido a que solamente se detectan la mitad de las vacas que están en celo y conciben la mitad de las vacas inseminadas (50% de PDC y 50% PC), se realiza la implementación de la ITF sin detección de celo, el 100% de las vacas serán IA, y por lo tanto el PP se elevará al 49%. En esta revisión se describirá el uso de análogos de GnRH y PGF para sincronizar celos e inseminar a celo detectado (ICD) y para sincronizar ovulaciones e inseminar a tiempo fijo (IATF, Ovsynch).

**Tabla 1. Impacto de los distintos índices de eficiencia reproductiva en el porcentaje de preñez de un hato lechero.**

% preñez	=	% detec. celo	x	% concepción
810	=	900	x	900
440	=	490	x	900
240	=	490	x	490
490	=	1000	x	490

## **Protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo y/o sincronización de celos (Targeted Breeding™)**

La utilización de Prostaglandinas F2a (PGF2a) para sincronización de celos no es de suficiente precisión como para obtener una PC aceptable cuando se realiza inseminación a tiempo fijo. Esto se debe a que este tratamiento no sincroniza el crecimiento folicular y la onda preovulatoria de LH. Las PGF2 solo regulan la duración de la vida del CL. Por lo tanto se necesita realizar la detección de celo durante un período de 7 días luego de la administración de PGF2a<sup>3</sup>. Cuando se sincronizan las vacas utilizando dos dosis de Prostaglandinas F2a separadas por 14 días (Targeted Breeding™) y se realiza la IATF entre 70 y 82 h posteriores a la segunda dosis de PGF2a, el PC es menor en las vacas IATF que en las vacas ICD<sup>6</sup>. Esta baja en la fertilidad luego de la utilización de PGF2 radica en una falta de precisión entre el tratamiento y el tiempo de ovulación en relación con la IA.

Otros dos protocolos de IATF han sido probados con el fin de inducir una onda de LH con posterioridad a la inyección de PGF2 $\alpha$ . Rodriguez y col<sup>7</sup> obtuvieron un menor PP cuando compararon la utilización de una dosis de GnRH 48 h después de la inyección de PGF para inducir una onda preovulatoria de LH e IATF las vacas 15 horas después; con la detección diaria de celo e IA en el estro durante un período de 25 días (22% vs. 36%;  $p < .05$ ). Dailey y col<sup>8</sup> estudiaron el efecto de la utilización de una inyección de 2.5 mg de benzoato de estradiol 48 h más tarde de la inyección de PGF2 $\alpha$  y de la IATF 80 horas después de la inyección de PGF2 $\alpha$ . De las vacas sincronizadas, hubo una mayor proporción de vacas tratadas con estrógenos que estuvieron en celo en el día 3 comparadas con las control (66.9 vs. 48.2%) pero no hubo diferencias significativas en el PP.

La inyección de GnRH (o sus análogos) seguida por la administración de PGF2 $\alpha$  7 días más tarde ha sido bastante efectiva en la sincronización de celos<sup>10-12</sup>. En contraste con la sincronización con PGF2 $\alpha$  solamente, la combinación de GnRH y PGF2 $\alpha$  tiene la ventaja de sincronizar el desarrollo folicular, la secreción de

estradiol y la luteólisis en una manera secuencial que en última instancia contribuye a una mayor precisión en la manifestación del celo.

## **Protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo IATF y sincronización de ovulaciones (Ovsynch)**

La investigación realizada por los grupos de la Universidad de Wisconsin y de Florida en USA han llevado al desarrollo de un programa de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF, Ovsynch) que no requiere de la detección de celos en vacas lactantes<sup>13-18</sup>. La primera inyección de GnRH induce la liberación de LH y FSH que a su vez producen la ovulación o luteinización del folículo dominante FD e inician una nueva onda de crecimiento folicular respectivamente. La inyección de PGF2a 7 días más tarde produce la regresión del CL. Si se produce la formación de un CL por la inyección inicial de GnRH, el intervalo de 7 días usualmente es suficiente para madurar y responder a la PGF2a. Una segunda dosis de GnRH se administra 48 horas después de la inyección de PGF2a y esta deberá causar la liberación de LH y la ovulación del FD. El intervalo entre la primera y la segunda dosis de GnRH (9 días) es suficiente para producir el reclutamiento, selección y crecimiento al tamaño preovulatorio de un nuevo FD que será sensible a la onda de LH inducida por la segunda inyección de GnRH. La GnRH inducirá la ovulación del FD en aproximadamente 30 h, por lo tanto las vacas son IATF (sin detección de celo) 16 a 20 horas después de la segunda inyección de GnRH (aproximadamente 10 a 14 h antes de la ovulación).

Varios trabajos han estudiado en hatos lecheros el PC y el PP en vacas lactantes comparando un protocolo de ITF con uno ICD<sup>13,14,16,18</sup>. El PC fue definido como el número de vacas preñadas sobre el número de vacas inseminadas a celo detectado. El PP fue definido como el número de vacas preñadas sobre el número de vacas en el grupo en estudio. Debido a que en los grupos de IATF todas las vacas fueron inseminadas sin detectar celo, el PC y el PP son iguales. Las vacas en los grupos de ICD fueron sincronizadas con PGF2a solamente o con una

combinación de GnRH y PGF2a y fueron inseminadas entre 60 y 289 días postparto (ver tabla 2). En general, es factible en los hatos lecheros alcanzar un PP entre un 35% y 40% con la aplicación de un protocolo de IATF.

**Problemas con la implementación de un programa de sincronización de ovulaciones-Ovsynch.** Varios problemas de manejo pueden afectar el éxito de un programa de sincronización de ovulaciones y por lo tanto es necesario tenerlos en cuenta para intentar mejorar el PP. Desde el momento de la inyección de PGF y hasta 36 horas posteriores a dicha inyección hay un 10% de vacas que expresan celo. Estas vacas deben ser IA y no deben recibir la segunda dosis de GnRH. Estas vacas están aproximadamente en el día 14 al 15 del ciclo estral en el momento de la primera inyección de GnRH y no producen un CL en respuesta a dicha inyección, por lo tanto 7 días más tarde cuando se inyecta la PGF ellas están en celo y por lo tanto deberían ser IA.

Otra pregunta común del productor concierne al momento de IA luego de la segunda inyección de GnRH que se realiza 2 días después de la inyección de PGF2a. Pursely y col<sup>16</sup> evaluaron el PC obtenido luego de la IA a 0 (37%), 8 (40%), 16 (44%), 24 (40%) y 32 (32%) horas después de la inyección de GnRH. El PP máximo fue a las 16 horas, pero sorprendentemente un porcentaje de vacas quedaron preñadas cuando el momento de la IA fue al mismo tiempo que la inyección de GnRH (0 horas) y cuando fue cerca del momento de ovulación (24 horas); sin embargo el PP se redujo significativamente cuando la IA se realizó a las 32 horas. Por lo tanto es factible realizar la IA dentro de una ventana de tiempo razonable, si bien los máximos PP se obtienen entre 8 y 24 horas o a las 16 horas post inyección de GnRH.

Existe una correlación lineal, positiva y significativa entre el PP y el puntaje de condición corporal (PCC) en protocolos de IATF (Burke y col., 1996). Las vacas que sufren anestro postparto (concentraciones de  $P_4 < 1$  ng/ml hasta los 60 días postparto) aparentemente ingieren menor cantidad de alimentos, producen menor cantidad de leche/día y pierden mayor peso corporal lo que resulta en un menor PCC que las vacas que ciclan durante el mismo periodo postparto<sup>19</sup>. Debido a que luego del tratamiento con GnRH,

la eficiencia reproductiva de las vacas en anestro (determinado por ausencia de estructuras ováricas o por concentraciones de  $P_4 < 1.5$  ng/ml) no mejoró comparado con las no tratadas del grupo control<sup>20,21</sup>, las vacas que están en anestro no tendrán un porcentaje de respuesta normal/esperado en los programas de IATF. La mayoría de nuestros trabajos a campo con el protocolo de IATF demuestran que existe una menor fertilidad en las vacas que son identificadas en anestro.

La ventaja que posee el protocolo de IATF es que garantiza la IA de todas las vacas en un momento preciso durante el postparto, y por lo tanto permite al productor alargar el PEV sin mayores inconvenientes para maximizar los PP obtenidos. Si todas las vacas del rodeo están ciclando, un programa de ICD (asumiendo 50 PDC) comienza alrededor del día 40 postparto para asegurar que la primera inseminación ocurra en promedio alrededor del día 70 (rango de 40 a 100 días postparto). Un programa de IATF permite realizar la primera inseminación al día 7,03 si se implementa en forma semanal. De hecho el PP obtenido con un protocolo de IATF iniciado desde el día 70 al 100 post parto fue mayor que el obtenido con uno iniciado desde el día 50 a 75 postparto (47% vs. 35%;  $p < .01$ ). Por lo tanto puede llegar a ser ventajoso para el productor retrasar la primera IA postparto hasta llegar a un período de mayor fertilidad y luego utilizar el protocolo de IATF para asegurarse la IA del 100% de los animales sin ver reducido el tiempo a la primer IA.

En la mayoría de los estudios citados (tabla 2), el programa de IATF fue realizado solamente en la primera IA. De acuerdo a lo demostrado por Pursely y col<sup>22</sup>, luego de implementar un protocolo de ICD o IATF se puede realizar el diagnóstico ultrasonográfico de gestación entre los días 32 a 38 post inseminación con el objetivo de resincronizar las vacas vacías para realizar una IA subsecuente. Resultados recientes en ganado de carne demuestran que es factible realizar el diagnóstico precoz de gestación y resincronización de los animales vacíos en protocolos de ICD e IATF con los que se obtienen resultados de fertilidad aceptable<sup>14,23</sup>. Dichos protocolos deberán ser probados y adaptados para su uso en ganado de leche donde el beneficio de la eliminación de la detección de celo es aún mayor que en el ganado de carne.

**Tabla 2. Resultados de la implementación en hatos lecheros de protocolos de sincronización de celos e IA a celo detectado (ICD) o sincronización de ovulaciones e IA a tiempo fijo (IATF)**

	IATF	ICD	Probabilidad	Referencia
n	85	85		Stevenson et al., 1996 <sup>a</sup>
% preñez	35,3	26,5	0,15	
% concepción	35,3	47,1	0,18	
n	171	128		Burke et al., 1996 <sup>b</sup>
% preñez	30,5	29,0	NS	
% concepción	41,5	26,5	<0,05	
n	154	154		Pursely et al., 1997 <sup>c</sup>
% preñez	38,9	37,8	<0,10	
n	167	166		Pursely et al., 1997b <sup>d</sup>
% preñez	37,0	39,0	0,26	
n	148	156		de la Sota et al., 1998 <sup>e</sup>
% preñez	13,9	4,8	<0,05	
% concepción	13,9	25,9	<0,05	
n	149	149		Pursely et al., 1998 <sup>f</sup>
% preñez	37,0	41,0	NS	
n	173	175		LeBlanc et al., 1998 <sup>g</sup>
% preñez	28,9	27,4	0,90	
% concepción	37,3	38,1	0,85	

<sup>a</sup>TRT: GnRH d0, PGF d7, GnRH 30-32 hrs, ITF 18-19 hrs ; **Control:** PGF, ICD

<sup>b</sup>TRT: GnRH d0, PGF d7, GnRH 48 hrs, ITF 16 hrs ; **Control:** PGF, ICD

<sup>c</sup>TRT: GnRH d0, PGF d7, GnRH 30-36 hrs, ITF 16-20 hrs ; **Control:** PGF d0, ICD, PGF d14, ICD, PGF d28, ICD, ITF 72-80 hrs

<sup>d</sup>TRT: GnRH d0, PGF d7, GnRH 48 hrs, ITF 16-20 hrs ; **Control:** detección de celo AM-PM e ICD

<sup>e</sup>TRT: GnRH d0, PGF d7, GnRH 48 hrs, ITF 16-20 hrs ; **Control:** PGF, ICD

<sup>f</sup>TRT: GnRH d0, PGF d7, GnRH 48 hrs, ITF 0 hrs ; **Control:** GnRH d0, PGF d7, GnRH 48 hrs, ITF 16 hrs

<sup>g</sup>TRT: PGF d0, GnRH d7, PGF d14, ICD ; **Control:** PGF, ICD

### Protocolos de inseminación sistemática-sincronización de ovulaciones (Ovsynch y Cosynch).

Las principales limitantes para alcanzar dichas metas son las dificultades en detectar en celo a los animales debido a la geografía de los potreros y a la calidad del personal que recorre los potreros y que insemina<sup>24</sup>. En la mayoría de los casos solo se realiza la IA al primer celo sincronizado y luego se introducen los toros para que estos realicen el servicio natural de los animales vacíos de la IA. Dichas limitantes pueden ser superadas con la implementación de un programa de sincronización de ovulaciones e IATF (Ovsynch, Cosynch). En la tabla 3 se presentan resultados de la implementación de dichos programas en hatos de carne.

### Protocolos de resincronización de ovulaciones e inseminación sistemática (Resynch).

La resincronización de los animales que retornan al celo entre los días 18-24 post IA o que son diagnosticados vacíos a los 35-42 días post IA es un área que ha recibido gran interés últimamente. Penny y col<sup>25</sup> han desarrollado un protocolo muy similar al utilizado por De la Sota<sup>14</sup> en ganado de leche para resincronizar ganado de carne en base al uso de Norgestomet, PGF2a, e IATF 56 luego de retirar el implante (ver tabla 4). Dicho protocolo coloca un segundo implante de Norgestomet al día 12 post IA y lo saca el día 21 cuando se realiza una prueba de P<sub>4</sub> en leche. Si las concentraciones de P<sub>4</sub> en leche son >5 ng/ml se asume que el animal está preñado y no se IA, si son entre 3.5 y 5 ng/ml se IA si el animal presenta celo y si son <3,5 se IA 56 h después de sacar el implante.

**Tabla 3. Resultados de la implementación en hatos de cría de protocolos de sincronización de celos e IA a celo detectado (ICD) o sincronización de ovulaciones e IA a tiempo fijo (IATF) en ganado de cría**

	TRT	CON	Probabilidad	Referencia
n	173	179		
% concepción total	60.1%	48.0%	<0,01	
Novillas	64.9%	50.0%	<0,05	
vacas 1º parto	50.0%	41.1%	<0,05	
vacas 2º parto	64.0%	51.1%	<0,05	Stevenson et al., 1997 <sup>a</sup>
IA 12-16 h del celo	63.1%	68.7%	NS	
a tiempo fijo	583	225	<0,01	
ciclando	59.2%	56.2%	NS	
anestro	62.2%	26.5%	<0,06	
n	216	220		
% preñez (total)	54%	38%	<0,025	Geary et al., 1998 <sup>b</sup>
% preñez (ciclando)	59%	38%	<0,005	
n	124	119		
% preñez (destete 48h)	66%	64%	NS	Geary et al., 1999 <sup>c</sup>
n	113	118		
% preñez (sin destete)	55%	53%	NS	Geary et al., 1999 <sup>c</sup>
n	100	123		
% concepción	38%	65%	<0,01	De la Sota y col., 1999 <sup>d</sup>
% preñez	31%	39%	NS	
n	45	44		
% concepción	40%	35%	NS	De la Sota y col., 1999 <sup>e</sup>
% preñez	38%	16%	<0,05	

<sup>a</sup>TRT: PGF d0, Norgestomet+GnRH d7, PGF d14, sacar Norgestomet d15, IA 12 h despues de celo detectado hasta 54 h post PGF, No IA GnRH a las 54 h post PGF e ITF 18 h; **Control:** PGF c/14 d, IA 12 h a celo detetado a 80 h sin celo

<sup>b</sup>TRT: GnRH d0, PGF d7 y destete /48 h, GnRH 48 h, ITF 24 h; **Control:** Synchronate-B

<sup>c</sup>TRT: GnRH d0, PGF d7 y destete /48 h, GnRH e ITF 48 h; **Control:** GnRH d0, PGF d7 y destete /48 h, GnRH 48 h, ITF 24 h

<sup>d</sup>TRT: GnRH d0, PGF d7, GnRH d9, ITF 16 h; **Control:** GnRH d0, PGF d7, ICD

<sup>e</sup>TRT: GnRH d0, PGF d7, GnRH d9, ITF 16 h; **Control:** PGFd0, PGF+bovine beacon™ d14, ICD

De la Sota y col<sup>14,23</sup> han desarrollado un protocolo alternativo de resincronización que utiliza GnRH y PGF2a y que permite la realización de ICD o IATF (ver tabla 4). En este protocolo se utilizó el diagnóstico de gestación mediante ultrasonografía al día 28 post inseminación para aumentar la sensibilidad, la especificidad y la precocidad del diagnóstico. Además se implementó una modificación al protocolo original de ICD o IATF para resincronizar los animales vacíos el mismo día del diagnóstico precoz de gestación. Este cambio se realizó bajo la hipótesis de que el día 28 post IA es aproximadamente el día 73 de un nuevo ciclo estral si el animal no concibió y que por lo tanto dicho ani-

mal se encontraría en la primera onda de crecimiento folicular. Por lo tanto en ambos protocolos de resincronización, se omite la primera dosis de GnRH y en el protocolo de ICD inyecta una dosis de PGF2a para producir la lisis del CL e inducir la ovulación del FD entre 24 y 72 horas más tarde. A dichos animales se les realiza la IA a celo detectado. En el protocolo de IATF se inyecta una dosis de PGF2a para producir la lisis del CL y 48 horas más tarde se administra una inyección de GnRH para inducir la ovulación. Los animales pertenecientes a este grupo se les inseminó a tiempo fijo sin detección de celo 15 horas más tarde. Al día 10 post IA se introducen los toros para que den servicio natural a las va-

**Tabla 4. Resultados de la implementación en hatos de cría de protocolos de resincronización de celos e IA a celo detectado (ICD) o de resincronización de ovulaciones e IA a tiempo fijo (IATF)**

	Penny y col. (1997)	De la Sota y col. (1999, 2000)	
		ICD	ITF
<b>1º sincronización</b>			
n	69	123	100
% detección de celo	-	60% (74/123)	82% (82/100)**
% concepción	-	65% (48/74)**	38% (31/82)
% preñez	58% (40/69)	39% (48/123)	31% (31/100)
<b>2º sincronización</b>			
n	23		
% detección de celo	-	61% (19/31)	52% (36/69)
% concepción	-	68% (13/19)	58% (21/36)
% preñez	48% (11/23)	42% (13/31)	30% (21/69)
<b>3º sincronización</b>			
n	12		
% preñez	33% (4/12)	-	-
% de preñez (1º+2ºIA)	73% (51/69)	50% (61/123)	52% (52/100)
% preñez (1º+2º+3ºIA)	79% (55/69)	-	-

\*\*Diferencia significativa  $p < 0,01$  entre ICD e ITF.

cas que retornen al celo de la 2º IA. Se realiza el diagnóstico precoz de gestación al día 28 post IA y al día 71 post introducción de toros por palpación rectal. En la tabla 3 se encuentran los resultados obtenidos de la implementación de ambos protocolos de sincronización en un hato de Bradford (Brahman x Herdford) en la Provincia de Corrientes (ICD, n=123; IATF, n=100).

Durante la 1º sincronización, solo el 60% de los animales fue detectado en celo e IA en el grupo de ICD mientras que el 82% fue IA en el grupo de IATF ( $p < 0,01$ ). Si bien el grupo de ICD tuvo un PC más alto que el grupo de IATF (65 vs. 38%;  $p < 0,01$ ) el PP fue similar para ambos grupos (31 vs. 39%;  $p = 0,21$ ). Debido a la rotura del termo de semen, 44 vacas del grupo ICD no fueron inseminadas luego de la resincronización y por lo tanto no fueron incluidas en el análisis de la segunda sincronización. Si bien el PDC y el PC en el grupo de ICD fue superior numéricamente no lo fue estadísticamente al PC del grupo de IATF durante la 2º sincronización (61 vs. 52%;  $p = 0,39$ ; 68 vs 58%,  $p = 0,46$ ; respectivamente). No se encontraron diferencias significativas en el PP entre el grupo de ICD y el grupo de IATF (42 vs 30%,  $p = 0,26$ ). La fertilidad final lue-

go de las dos sincronizaciones fueron similares en el grupo de IATF y en el grupo de ICD (52 vs. 50%;  $p = 0,72$ ).

Más recientemente, se realizaron tres modificaciones al protocolo de IATF descrito previamente con el objetivo optimizarlo y se le ha denominado Resynch.

Se adelantaron las inseminaciones a tiempo fijo al momento de la aplicación de la segunda dosis de GnRH, se incluyó una inyección de GnRH al día 18 post IA para resincronizar el inicio de la onda folicular en todos los animales previamente sincronizados e inseminados y se adelantó el diagnóstico de gestación por ultrasonografía al día 25 post IA. Además, en los animales con terneros al pie, se realizó el destete temporal de los terneros durante 48 h (intervalo desde la inyección de PGF a la 2º inyección de GnRH). El protocolo Resynch fue evaluado en un hato Angus x Hereford en la Provincia de Buenos Aires (n=60)<sup>25</sup>. Se utilizaron dos protocolos de sincronización de ovulaciones e IATF, uno con Norgestomet + eCG (Crestar®+Folligon®) y otro con GnRH y PGF2a (Fertagyl®+Preloban®-Ovsynch.), y todos los animales fueron



resincronizados con el protocolo Resynch. Si bien no hubo diferencias significativas en el porcentaje de preñez a la 1º IA entre el protocolo Crestar y el Ovsynch (42.8 vs 43.5%, ver tabla 5), el porcentaje de preñez para la resincronización (58,3 vs 22,7%,  $p<0,01$ ), y el porcentaje de preñez total de ambas rondas de inseminación fue superior para la secuencia

Crestar+Resynch que para la secuencia Crestar+Ovsynch (76,1 vs 56,1%,  $p<0,05$ ). No hubo diferencias significativas en el porcentaje de preñez obtenido por el servicio natural (33,3 vs 29,4%). El porcentaje de preñez total para las dos rondas de inseminación y el servicio natural fue superior en la secuencia Crestar+Resynch que en la secuencia Crestar+Ovsynch (85,7 vs 69,2%,  $p<0,05$ ).

**Tabla 5. Resultados de la implementación en hatos de cría de protocolos de resincronización de ovulaciones e IA a tiempo fijo (IATF)**

	Crestar+Resynch	Cosynch+Resynch
<b>1º sincronización</b>		
n	21	39
% preñez	42,8% (9/21)	43,5% (9/21)
<b>2º sincronización</b>		
n	22	
% preñez	58,3% (7/12)	22,7% (5/22)**
<b>Servicio natural (SN)</b>		
n	6	17
% preñez	33,3% (2/6)	29,4% (5/17)
% de preñez (1º+2ºIA)	76,1% (16/21)	56,4% (22/39)*
% preñez (1º+2º+SN)	85,7% (18/21)	69,2% (27/39)*

\*\*diferencia significativa  $P < 0.01$  entre Crestar+Resynch y Ovsynch+Resynch

\*diferencia significativa  $P < 0.05$  entre Crestar+Resynch y Ovsynch+Resynch

Estos resultados en ganado de carne demuestran que es factible realizar el diagnóstico precoz de gestación y resincronización de los animales vacíos (Resynch) en protocolos de IATF con los que se obtienen resultados de fertilidad aceptable<sup>6</sup>. La utilización de protocolos de sincronización de ovulaciones e IATF en ganado de carne permite la introducción de la IA en rodeos pequeños, en hatos donde las instalaciones o el personal no son óptimos y en hatos en donde la detección de celo es difícil por la topografía de la región.

## Referencias

1. FERGUSON, S.D. and GALLIGAN, D.T. Reproductive programs in dairy herds. In: Proceedings Central Veterinary Conference. No. 1 (1993); p. 161-178.
2. HEERSCHKE, G. and NEBEL, R.L. Measuring efficiency and accuracy of detection of estrus. In: Journal of Dairy Science. Vol. 77, No. 9 (2001); p. 2754-2761.
3. VANVLIET, J.H. and VANEERDENBURG, FJCM. Sexual Activities and Estrus Detection in Lactating Holstein Cows. In: Applied Animal Behavior Science. Vol. 50 (2001); p. 57-69.
4. XU, Z.Z. et al. Estrus detection using radiotelemetry or visual observation and tail painting for dairy cows on pasture. In: Journal of Dairy Science. Vol. 81 (1998); p. 2890-2896.
5. DRANSFIELD, MBG. Timing of Insemination for Dairy-Cows Identified in Estrus by a Radiotelemetric Estrus Detection System. In: Journal of Dairy Science. Vol. 81 (1998); p. 1874-1882.
6. LARSON LL, BALL PJH. Regulation of estrous cycles in dairy cattle: A review. In: Theriogenology. Vol. 38, No. 2 (aug. 1999); p. 255.
7. RODRIGUEZ, T.R. et al. Breeding at a predetermined time in the bovine following PGF<sub>2α</sub>+GnRh (Abstr). Journal Animal Science. Vol. 40 (2001); p. 188.

8. DAILEY, R.A. et al. Synchronization of estrus in dairy heifers with prostaglandin F<sub>27</sub> with or without estradiol benzoate. In: Journal of Dairy Science. Vol. 66, No. 4 (2000); p. 1110.
9. STEVENSON, J.S.; LUCY, M.C. and CALL, E.P. Failure of timed insemination and associated luteal function in dairy cattle after two injections of prostaglandin F<sub>27</sub>. In: Theriogenology. Vol. 28 (1999); p. 397.
10. THATCHER, W.W. et al. Concepts for the regulation of corpus luteine function by the conceptus and ovarian follicles to improve fertility. In: Theriogenology. Vol. 31 (1999); p. 149.
11. TWAGIRAMUNGU, H.; GUILBAULT, L.A. and DUFOUR, J. Synchronization of ovarian follicular waves with a gonadotropin-releasing hormone agonist to increase precision of estrus in cattle: a review. In: Journal Animal Science. Vol. 73 (2005); p. 3141.
12. WOLFENSON, D. ET AL. The effect of GnRH alone on the dynamics of follicular development and synchronization of estrus in lactating dairy cows. In: Theriogenology. Vol. 42 (2004); p. 633.
13. BURKE, J.M. et al. Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. In: Journal Animal Science. Vol. 79 (1999); p. 1385.
14. SOTA, L. de la y CRUDELI, G.A. Inseminación a tiempo fijo en ganado bovino de leche. En: Simposio Internacional De Reproducción Animal. [3:1994:Villa Carlos Paz, Córdoba]. Memorias. Villa Carlos Paz, Córdoba: El Simposio, 19-21 de Junio. 1999, p. 83-94.
15. PURSELY, J.R. et al. Synchronization of ovulation in dairy cows using GnRH and PG F<sub>27</sub>. (Abstr). In: Journal Animal Science. Vol. 72 (Suppl 1. 1994); p. 230.
16. \_\_\_\_\_; SILCOX, R.W. and WILTBANK, M.C. Conception rates at different intervals between AI and ovulation. (Abstr). In: Journal of Dairy Science. Vol. 78 (Suppl 1. 1995); p. 279.
17. SCHMITT, EJP. et al. Use of a gonadotropin-releasing hormone agonist or human chorionic gonadotropin for timed insemination in cattle. In: Journal Animal Science. Vol. 74 (1996); p. 1084.
18. SILCOX, R.W. Use of GnRH to synchronize ovulation in Holstein cows and heifers treated with GnRH and prostaglandin. In: Theriogenology. Vol. 43 (2005); p. 325.
19. STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W. and CLARK, J.H. Relationship between various cyclicity and energy states during early postpartum period of high producing cows. In: Journal of Dairy Science. Vol. 73 (2000); p. 938.
20. DAILEY, R.A. Use of prostaglandins F<sub>27</sub> and gonadotropin -releasing hormone in treating problem breeding cows. In: Journal of Dairy Science. Vol. 66 (1999); p. 1721.
21. HUMBOLT, P. y THIBIER, M. Progesterone monitoring of anestrous dairy cows and subsequent treatment with a prostaglandins F<sub>27</sub> analog or and gonadotropin -releasing hormone. In: American journal of veterinary research. Vol. 41, No. 11 (nov. 1980); p. 1762.
22. PURSLEY, J.R. et al. Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at synchronized ovulation or synchronized estrus. In: Journal of Dairy Science. Vol. 80 (1997); p. 295.
23. \_\_\_\_\_; CRUDELI, G.A. and TORRES JIMENEZ, G. Repeated synchronization of ovulation and timed insemination in commercial brahman and bradford cows. In: ICAR. Proceedings Stockholm, Sweden. Vol. 2, (2000); p. 97.
24. PURSELY, J.R.; KOSOROK, M.R. and WILTBANK, M.C. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronized ovulation. In: Journal of Dairy Science. Vol. 80 (2004); p. 301.
25. PENNY, C.D. et al.. Repeated Estrus Synchrony and Fixed-Time Artificial-Insemination in Beef Cows. In: The Veterinary record. Vol. 140, No. 19 (2000); p. 496-498.