

Evaluation of two formulations of progesterone in HeatSynch protocols in lactating Holstein cows in a pasture-based system

Martínez-Barbitta M¹, Gil J², Costa G³, Pombo I³, Peñagaricano J³, Lutz M⁴, Freire A⁴,
Cavestany D^{5*}

¹: DCV, Programa de Posgrados, Facultad de Veterinaria, Universidad de la Republica, Montevideo, Uruguay

²: Departamento Producción en los Sistemas Pecuarios, Facultad de Veterinaria, Universidad de la Republica, Paysandú, Uruguay

³: Doctor en Ciencias Veterinarias, Ejercicio Liberal, Uruguay

⁴: Doctor en Veterinaria, Ejercicio Liberal, Paysandú y Río Negro, Uruguay

⁵: DV, MSc, PhD, Departamento de Reproducción, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Lasplacas 1620, 11600 Montevideo, Uruguay

*: Autor para correspondencia: daniel.cavestany@gmail.com

Enviado: 29/10/2014 - Aceptado: 10/8/2015



[ver versión PDF.](#)

[Introducción](#) | [Materiales y Métodos](#) | [Resultados](#) | [Discusión](#) | [Conclusión](#) | [Bibliografía](#)

Resumen

Para evaluar dos formulaciones de progesterona (inyectable: MAD-4, o impregnada en un dispositivo intravaginal: DIV) incluidas en el protocolo de sincronización de celos HeatSynch, se utilizaron 377 vacas Holando en producción, primíparas y multíparas, ciclando y en anestro, ubicadas en tres tambos. El protocolo consistió en: Día 0: GnRH y administración de MAD-4 o DIV; Día 7: Prostaglandina (PG); Día 8: Benzoato de estradiol (BE); Día 9: detección de celo e IA; Día 10: Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) a vacas que no mostraron celo. Se realizó el diagnóstico de gestación mediante ultrasonografía a 45 días del inicio de los tratamientos. Se extrajeron muestras de leche los Días -7 y 0 para determinación de actividad ovárica mediante la dosificación de progesterona. Los porcentajes de preñez a la primera inseminación fueron: 20,5% en el tambo 1, 30,8% en el tambo 2, y 43,3% en el tambo 3 ($P < 0,05$). La fertilidad del tratamiento no fue afectada por la fuente de progesterona (DIV: 33,0, MAD-4: 33,1%; $P > 0,01$) la ciclicidad (Ciclando: 32,3%, Anestro: 35,3%; $P > 0,01$) ni la paridad (Primíparas: 36,1%, Multíparas: 30,2%; $P > 0,01$). Se encontró una interacción entre tambo y ciclicidad ($P < 0,05$). El porcentaje de preñez fue menor en las primíparas del tambo 1 que las de los tambos 2 y 3 (12,9% vs. 49,8% y 33,3%; $P < 0,05$). No se observaron diferencias entre los tratamientos, concluyéndose que es posible sustituir los dispositivos intravaginales por progesterona inyectable, como una presentación más fácil de aplicar y que no genera residuos hormonales contaminantes.

Palabras clave: vacas para leche, progesterona, sincronización de celos, anestro posparto

Summary

To evaluate two formulations of progesterone (injectable: MAD-4, or intravaginal: DIV) included in the estrus synchronization protocol HeatSynch, 377 lactating Holstein cows, primiparous and multiparous, cycling and in anestrus, located in three dairies were used. The Protocol consisted of: Day 0: GnRH and administration of MAD-4 or DIV; Day 7: Prostaglandin (PG); Day 8: (BE) Estradiol Benzoate; Day 9: heat detection and AI; Day 10: Fixed Time Artificial Insemination (FTAI) to cows that did not show heat; Day 45: pregnancy diagnosis using ultrasound. Milk samples were obtained at Days - 7 and 0 for determination ovarian activity according to levels of progesterone. First service pregnancy rates were: 20.5% in Farm 1, 30.8% in Farm 2, and 43.3% in Farm 3 ($P < 0.05$). Fertility of treatment was not affected by progesterone formulation (DIV: 33.0%, MAD-4: 33.1%; $P > 0.01$) cyclicity (Cycling: 32.3%, Anestrus: 35.3%; $P > 0.01$) or parity (Primiparous: 36.1%, Multiparous: 30.2%; $P > 0.01$). An interaction was found between farm and cyclicity ($P < 0.05$). Pregnancy rate was lower in Primiparous of farm 1 than in farms 2 and 3 (12.9% vs. 49.8% and 33.3%; $P < 0.05$). Bases on the lack of differences between treatments it was concluded that it is possible to replace intravaginal devices with injectable progesterone, as a presentation easier to apply and that does not generate wastes of hormonal pollutants.

Keywords: dairy cows, progesterone, estrus synchronization, postpartum anestrus

Introducción

El aumento de tamaño en los rodeos en sistemas pastoriles de Uruguay, la intensificación, así como la mayor producción individual, ha llevado a una creciente disminución en los parámetros reproductivos, anestros postpartos más largos, con pérdidas en la detección de celo, disminución o ausencia en la expresión del mismo y menor reflejo de aceptación de la monta (Roelofs y col., 2004), menor duración de celos e inseminaciones realizadas a destiempo por la pobre y breve expresión de celos. Asimismo, la presencia de mayor incidencia de enfermedades en el posparto y una mayor posibilidad de mortandad embrionaria temprana y tardía (Lopez et al, 2004) contribuyen a un descenso en la eficiencia reproductiva (Cavestany y col., 2009). Cavestany y Galina (2001) reportaron que un 8,5% de vacas ciclando al comienzo de la estación reproductiva invernal en tambos uruguayos nunca fueron detectadas en celo y reportan un porcentaje de detección de celos del 46,9%. En la región, la tasa de detección de celos promedio reportada para tambos de la cuenca de Santa Fe y Córdoba en Argentina también es baja, situándose en el entorno de 42% (Capitaine Funes, 2005). Esto resulta en una disminución del porcentaje de preñez (Yamada, 2005). Las vacas de alta producción tienen un mayor metabolismo hepático del estradiol, lo que repercute en una menor duración y por lo tanto expresión de celo (Lopez y col., 2004). Esta situación ha llevado a la aplicación cada vez más frecuente de programas de manejo reproductivo con el fin de sincronizar el desarrollo folicular a través de la administración de estradiol y/o GnRH, control del cuerpo lúteo utilizando PG y sincronización de la ovulación con o sin expresión de celo aplicando estradiol o GnRH, asociados además a inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) con resultados similares al manejo tradicional (Cavalieri y col., 2006). La progesterona (P4) aplicada en protocolos de sincronización ha demostrado ser efectiva ya sea concentrando los celos, previniendo ovulaciones prematuras (Andringa y col., 2013) o aportando el priming necesario para el reinicio de la actividad ovárica en vacas en anestro (Cutaiia y col., 2007). Muchos trabajos han reportado efectos beneficiosos de la adición de dispositivos intravaginales de P4 en protocolos de sincronización aplicados en vacas ciclando, como asimismo en animales en anestro (Cavestany y col., 2000; El-Zarkouny y col., 2004; Stevenson y col., 2006; Chebel y col., 2010), pero hay poca información respecto a la administración de P4 por otras vías. El objetivo de este trabajo fue comparar la respuesta a la administración de progesterona, inyectable (MAD-4) o en un dispositivo intravaginal de P4 (DIV), en protocolos HeatSynch (GnRH-PG-E2) en vacas primíparas y múltiparas, ciclando o en anestro.

([Volver arriba](#))

Materiales y Métodos

Predios y Animales

El mismo diseño experimental se aplicó en 377 vacas lactando en tres tambos, ubicados en los departamentos de Colonia (1), Río Negro (2) y Paysandú (3). Todos los animales eran de la raza Holando y la producción de leche por día promediada para los tres tambos en la semana del comienzo del tratamiento fue de $20,7 \pm 0,5$ L ($P > 0,1$). En el tambo 1 se utilizaron 88 vacas, 56 primíparas y 32 multíparas, con 64 ± 20 días posparto (DPP), y un estado corporal (EC) al día del comienzo del ensayo de $2,7 \pm 0,2$ (escala del 1 a 5 según Ferguson y col., 1994). En el tambo 2 se utilizaron 196 vacas, 98 primíparas y 98 multíparas, con 76 ± 25 DPP y EC al inicio del ensayo de $2,8 \pm 0,3$ y. En el tambo 3 se emplearon 93 vacas, 34 primíparas y 59 multíparas, 84 ± 40 DPP y con EC al comenzar el ensayo de $2,6 \pm 0,2$. La ciclicidad al comienzo del tratamiento se determinó por progesterona (P4) en leche en base a muestras obtenidas los Días -7 y 0 (comienzo del tratamiento), junto a esta última se realizó una palpación rectal de los ovarios; se definió en anestro a aquellos animales que no tenían estructuras palpables al tacto y menos de 1 ng/mL de P4 en ambas muestras de leche.

Tratamientos

Se aplicó el protocolo de sincronización de celos HeatSynch, variando la fuente de progesterona: dispositivo intravaginal (DIV, Cronipres; 558 mg de progesterona natural, Biogenesis Bagó, Montevideo, Uruguay) o progesterona inyectable s/c (MAD-4; 200 mg en una dosis única de 8 mL en solución oleosa, Laboratorio Río de Janeiro, Santa Fe, Argentina). Todas las hormonas fueron administradas a las 16 horas luego del ordeño. El protocolo HeatSynch consistió en: D0, administración i/m de 8 µg de un análogo sintético de la GnRH (GnRH: Acetato de Buserelina, Laboratorio Río de Janeiro, Santa Fe, Argentina) y aplicación de la fuente de progesterona; D7, administración i/m de 500 µg de un análogo sintético de prostaglandina F2α (PG) (Prostaglandina: d-cloprostenol, Laboratorio Río de Janeiro, Santa Fe, Argentina) y retiro del DIV; D8, administración i/m de 1 mg de benzoato de estradiol (BE,

Estradiol 10: Laboratorio Río de Janeiro, Santa Fe, Argentina), a partir de este momento se detectó celo de mañana y de tarde durante 30 minutos cada vez, inseminando 12 horas más tarde; D10, IATF a las 8 de la mañana a aquellas vacas que no mostraron celo. En el tambo 2 se realizó solamente IA a celo detectado por decisión de manejo. En todos los casos se utilizó semen previamente evaluado de reproductores de probada fertilidad. El inseminador fue un integrante del grupo de trabajo y fue el mismo para los 3 tambos.

Diagnóstico de gestación

A los 45 días de iniciado el experimento se realizó el diagnóstico de gestación mediante ultrasonografía transrectal con transductor lineal de 5 MHz en modo B.

Determinaciones hormonales

Las muestras de leche fueron obtenidas en el ordeño matinal los días -7 y 0 en tubos con azida de sodio, que fueron refrigerados 30 minutos más tarde. Dentro de la semana siguiente a la obtención, las muestras se centrifugaron a 3000 RPM durante 10 minutos y el suero fue almacenado a -20 °C hasta su análisis. Los niveles de progesterona se determinaron por un RIA en fase sólida (¹²⁵I Progesterona CAC, Siemens SA, Montevideo, Uruguay) en el Laboratorio de Técnicas Nucleares de la Facultad de Veterinaria (Universidad de la República). La sensibilidad del ensayo fue de 0,02 ng/mL y los coeficientes de variación intraensayo para controles bajo (0,8 ng/mL), medio (8,0 ng/mL) y alto (15 ng/mL) fueron de 6,5%, 9,8% y 6,1%, respectivamente. La variación interensayo fue de 8,9%, 10,9% y 6,4% para los mismos controles.

Análisis estadístico

Los porcentajes de preñez por tratamiento, actividad ovárica y paridad se analizaron por Chi cuadrado y por regresión logística (SAS). Para estudiar interacciones entre variables se realizó un análisis de varianza (Proc GLM, SAS) utilizando el porcentaje de preñez como variable

independiente continua (0,0 a 1,0) y como variables dependientes tambo, tratamiento, ciclicidad y estado corporal. Se determinó el nivel de significancia en 5%.

([Volver arriba](#))

Resultados

La distribución de animales entre tambos fue homogénea en cuando a días posparto y producción de leche, pero se registraron diferencias en paridad, actividad ovárica y estado corporal (Cuadro I).

Cuadro I. Distribución porcentual por tambo de vacas primíparas y multíparas, con diferente estado corporal (EC) y según actividad ovárica (Anestro o Ciclando)

Parámetro

Tambo

N

1

2

3

Primíparas

188

50,0

36,6

63,4

Múltiparas

189

50,0

63,4

36,6

EC \leq 2,5

122

7,1

67,7

51,4

2,5 < EC < 3,5

81

18,9

32,3

38,6

EC \geq 3,5

154

74,0

0

10,2

Anestro

148

33,2

58,1

33,0

Ciclando

229

66,8

41,9

67,0

En el tambo 2, donde no se realizó IATF, el porcentaje de vacas inseminadas fue del 75% en cada grupo (Figura 1). Aunque en un número muy bajo para detectar diferencias estadísticas, se registraron vacas en celo en los días 5 y 6 del tratamiento, todas del grupo MAD-4.

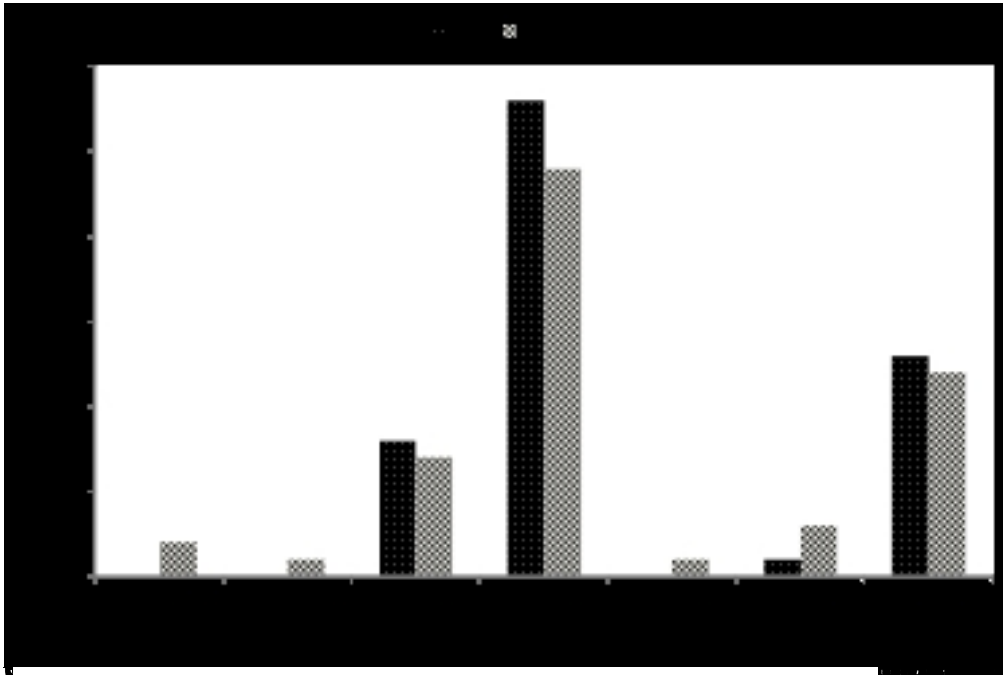
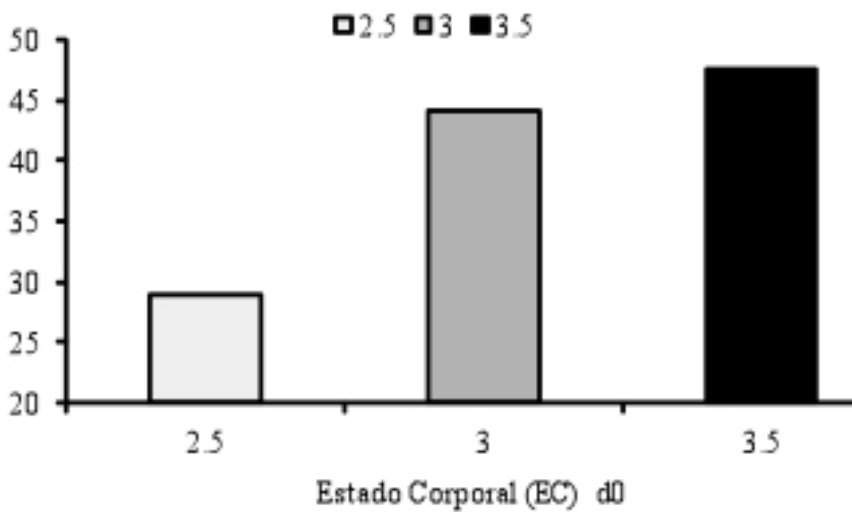


Figura 1. Distribución de las vacas en los diferentes estados corporales (EC) en



~~En el presente estudio se evaluó la disponibilidad (n=100) de vacas de tambos y tratamiento, según condición~~
Discusión

Un mayor porcentaje de vacas multíparas que de primíparas se encontraban ciclando al comenzar el experimento. Este dato concuerda con Santos y col. (2009) quienes evaluaron los

factores que tienen mayor incidencia en el reinicio de la actividad ovárica posparto, en un estudio que abarcó una muestra de más de 6.000 animales pertenecientes a varios establecimientos lecheros. Los investigadores observaron que más vacas multíparas retornaron a la ciclicidad luego del parto y más vacas cíclicas fueron diagnosticadas preñadas a los 30 y 58 días pos inseminación. En esta línea de trabajo Zhang y col. (2010) realizaron un experimento donde se evaluó la relación entre paridad, involución uterina postparto y reinicio de la actividad ovárica y concluyeron que las vacas multíparas tuvieron una involución uterina más rápida y un periodo más corto entre el parto y el reinicio de la actividad ovárica cíclica.

El porcentaje de preñez al primer servicio, determinado por ultrasonografía a los 45 días de iniciado el experimento, fue diferente entre tambos. No varió la fertilidad entre los tratamientos DIV y MAD-4, considerando la totalidad de condiciones reproductivas, lo que resulta un dato positivo considerando una posible sustitución de los dispositivos intravaginales por una presentación inyectable de fácil aplicación, que no requiere remoción y genera menores contaminantes para el medio ambiente. Esta variación entre tambos, reflejo de la dependencia multifactorial de la reproducción, implica que es muy difícil predecir el éxito o fracaso de programas de manejo reproductivo en los sistemas productivos pastoriles de Uruguay (Cavestany y col., 2007). A nivel nacional, entre los años 2004 y el 2007 de Nava y col. (2010) inseminaron a tiempo fijo 2659 vacas ciclando en 5 de establecimientos lecheros logrando una preñez de 45,5%, promedio comparada con los resultados obtenidos en este trabajo entre los animales en este estado reproductivo de los tambos 2 y 3.

El porcentaje de preñez obtenido en este experimento fue mayor que el reportado por Kasimanickam y col. (2005) quienes utilizaron protocolo similar, aunque sin suplementación con P4, y obtuvieron 15,5% de preñez al primer servicio. Estos resultados justificarían la adición de P4 no sólo en animales en anestro por el aporte del “priming” necesario para reiniciar la actividad ovárica posparto (Cutaia y col., 2007), sino también por su beneficio en la sincronización del desarrollo folicular y el bloqueo de ovulaciones prematuras (Cavestany y col., 2000; Andringa y col., 2013).

Aunque casi el 50% de las vacas de primer parto (47,3%) se encontraban en anestro al inicio de los tratamientos, presentándose grandes diferencias entre tambos, incidencia superior a los trabajos publicados a nivel nacional (de Nava y Cavestany, 1996; de Nava y Cavestany, 2000) e internacional (Chebel et al, 2009) justifica, sin duda la intervención en la prevención y eventualmente en el tratamiento del anestro. En el tambo 2, donde no se practicó IATF la inseminación sólo alcanzó el 75% lo que afectó el porcentaje de preñez. Esta incidencia en las tasas de preñez obtenidas con diferentes tratamientos de inducción de la ovulación en vacas lecheras en anestro asociados con detección de celo han sido bajas en nuestras condiciones de explotación (de Nava y Cavestany, 1996; de Nava y Cavestany, 2000). Para el tambo 2 del ensayo con un 75% de animales inseminados, se logró una concepción de 37,4%. A pesar de

ello, los tratamientos pueden estar igualmente justificados ya que muchos animales que no se preñan ante la IATF, reinician la ciclicidad luego de la inducción, aumentando notablemente su posibilidad de gestación.

En el tambo 1 la condición corporal de las vacas al comenzar el experimento fue en promedio de $2,7 \pm 0,2$ para ambos tratamientos, en el tambo 2 la condición corporal fue de $2,8 \pm 0,3$ y en el tambo 3 fue de $2,6 \pm 0,4$ puntos siendo el valor más bajo y variable de los tres tambos. De acuerdo a la revisión realizada por Crowe (2008) sobre el retorno de la actividad ovárica posparto en vacas para carne y leche, para lograr un óptimo retorno a la ciclicidad lo ideal es lograr una condición corporal al parto que se ubique entre 2,75 y 3,0. En este trabajo las vacas que iniciaron el tratamiento con una condición corporal menor a 3 obtuvieron una preñez inferior. De modo similar, Pancarci y col. (2002) observaron que las vacas multíparas tuvieron una fertilidad más baja a una condición corporal por debajo de 3,0. Es posible que la condición corporal de los animales al comienzo del experimento haya influido negativamente en los resultados de fertilidad en el tambo 1 y 3, no así en el 2, donde la preñez lograda en tres niveles de condición corporal ($\leq 2,5$, entre 2,5 y 3,5 y $\geq 3,5$) no mostró diferencias significativas.

En los tambos 1 y 3, las vacas que estaban ciclando al inicio del tratamiento mostraron una tendencia a tener mejores resultados de preñez, independientemente del tratamiento utilizado. Esta observación concuerda con lo publicado por Chebel y col. (2010) en el que las vacas clasificadas como cíclicas de acuerdo a sus concentraciones plasmáticas de P4 mostraron mejores resultados de preñez a los 40 días que las clasificadas como en anestro (38,2 vs 29,3%; $P < 0,05$) y esta diferencia se mantuvo a los 60 días pos IA (35,1 vs 26,1% para las cíclicas y en anestro respectivamente). Por otro lado, Stevenson y col. (2006) trabajando con vacas cíclicas y en anestro registraron mayores pérdidas embrionarias entre los días 28 y 56 pos IA en estas últimas, lo que podría explicar en parte la menor fertilidad de las mismas y la influencia hormonal en el mantenimiento de la preñez. En el tambo 2 las vacas primíparas tuvieron una preñez significativamente mayor que las multíparas.

También debe considerarse en los resultados de fertilidad con IATF con semen congelado el efecto asociado a diferencias en la longevidad de los espermatozoides en el tracto genital de la vaca por la posible dispersión de las ovulaciones y probablemente debido a diferencias en el proceso de capacitación de los espermatozoides (Kasimanickam y col., 2008).

Se encontró en los tambos 1 y 2 una mayor eficiencia reproductiva de las vacas primíparas en comparación con las multíparas, mientras en el tambo 3 se obtuvo un mejor desempeño de las vacas multíparas aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa. En este sentido hay reportes de una mejor respuesta de las vacas primíparas a protocolos de sincronización de

la ovulación (de Nava et al., 2010). Probablemente el mayor estrés productivo y metabólico al que están sometidas las vacas de más lactancias sea la causa de una disminución en su eficiencia reproductiva. Martins y col. (2011) propusieron que la ineficacia en la lisis del CL de los programas reproductivos con PG en vacas lactantes produciría un descenso importante en la preñez final. Para evaluar las diferencias en el comportamiento de estas categorías Tenhagen y col. (2004) realizaron un estudio sobre 1584 vacas (583 primíparas y 1001 multíparas) pertenecientes a 3 tambos comerciales. El porcentaje de concepción a la IATF resultó mayor en las primíparas que en las multíparas (37,9% vs. 31,6%) de igual manera la preñez a los 200 días de lactancia fue mayor para las primíparas (81,8% vs 75,4% para primíparas y multíparas respectivamente). También de Nava y col. (2010), en un estudio que recopiló los resultados obtenidos sobre 2659 vacas ciclando, durante cuatro años de aplicación de un programa de IATF iniciado al primer día de la estación reproductiva invernal, observaron que la preñez se vio afectada por el número de lactancia, disminuyendo de 48,8%, 48,2%, 43,1% y 40,5% para vacas de 1, 2, 3 y 4 o más lactancias respectivamente ($P < 0,05$). Esta diferencia se mantuvo en las tasas de preñez acumuladas (incluyendo los servicios realizados durante un periodo de 30 días pos IATF), siendo de 63,7%, 62,9%, 59,8% y 56,7% para las vacas de 1, 2, 3 y 4 o más lactancias respectivamente ($P < 0,05$).

Pancarci y col. (2002) comparando dos protocolos de sincronización de ovulación observaron que para ambos tratamientos los porcentajes de concepción en las vacas primíparas eran más altos que en las multíparas. Notaron también que a una condición corporal menor a 3,0 las vacas multíparas tuvieron menores porcentajes de concepción, mientras que las primíparas se mantuvieron en parámetros constantes cuando su condición corporal oscilaba entre 2,5 y 3,0. En el tambo 3 a diferencia de lo ocurrido en los dos tambos anteriores se obtuvo un mayor porcentaje de preñez en las vacas multíparas que en las primíparas. Tal vez la baja condición corporal que presentaba el grupo de primíparas impactó negativamente en su fertilidad determinando que tuvieran un peor desempeño reproductivo comparado con el grupo de multíparas. Cerri y col. (2004) realizaron un trabajo en el que se evaluó la fertilidad obtenida al aplicar un protocolo Heatsynch con IATF o un protocolo SelectSynch (sin empleo de estradiol post PG) con detección de celo sobre vacas primíparas y multíparas de alta producción. Los valores de preñez registrados a los 58 días fueron en el grupo IATF 42,2% para las multíparas y 34,4% ($P < 0,01$) para las primíparas mientras que en el grupo bajo detección de celo los resultados fueron de 20,8 y 18,8% para multíparas y primíparas respectivamente. Es interesante que en nuestro trabajo, los porcentajes de preñez no variaran para el tambo 2 que no hizo IATF respecto al tambo 3 en el que casi la totalidad de los animales fueron inseminados a tiempo fijo. Lo que sí es destacable, es que en el tambo 2 un 25% de las vacas no fueron detectadas en celo y por consiguiente tampoco inseminadas, lo que pudo afectar el resultado. Stevenson y Phatak (2005) reportan niveles de preñez mayores en vacas inseminadas luego de ser detectadas en celo en el marco de un protocolo Heatsynch (44,6% vs 21,6% para celo visto y tiempo fijo respectivamente); y la misma tendencia fue apreciada en el grupo asignado

al protocolo Ovsynch (48,7% vs 24,4% para vacas inseminadas bajo detección de celo y a tiempo fijo respectivamente). Kasimanickam y col. (2005) observaron también mejores resultados de fertilidad en aquellos animales inseminados luego de ser detectados en celo utilizando tanto un protocolo Heatsynch como un Ovsynch. En el tratamiento Heatsynch los valores obtenidos por estos autores fueron 36% vs 15,5% para las vacas inseminadas bajo detección de celo e IATF respectivamente ($P < 0,001$), y en el tratamiento Ovsynch se registraron porcentajes de preñez de 35,3 vs 21% para vacas inseminadas a celo visto y a tiempo fijo respectivamente ($P < 0,05$). En contraposición con lo expresado por estos autores el trabajo realizado por Cerri y col. (2004) obtuvieron mejores resultados con IATF que con inseminación bajo detección de celo.

([Volver arriba](#))

Conclusiones

No se observaron diferencias en el porcentaje de preñez entre los dos tratamientos en ninguno de los tres tambos, lo que deja planteada la alternativa de sustituir los dispositivos intravaginales por una presentación inyectable de liberación lenta, de más fácil aplicación, que no genera residuos contaminantes ambientales y obtiene similares resultados en cuanto a fertilidad. La variación entre tambos refleja que existen otros factores de manejo, ambientales y nutricionales que afectan la fertilidad independiente de protocolos de sincronización utilizados.

([Volver arriba](#))

Bibliografía

1. Andringa MFA, Cavestany D, van Eerdenburg FJCM. (2013). Relaciones entre la expresión de celo, tamaño del folículo y ovulación en vacas de leche en pastoreo. *Veterinaria (Montevideo)* 49:4-15.
2. Capitaine Funes, A. (2005). Factores que afectan la tasa de preñez en rodeos lecheros en Argentina. *Simposio Internacional de Reproducción Animal IRAC* 5:179-196.
3. Cavalieri J, Hepworth G, Fitzpatrick LA, Shephard RW, Macmillan KL (2006). Manipulation and control of the estrous cycle in pasture-based dairy cows *Theriogenology* 65:45-64.
4. Cavestany D, Betancour H, Blanc E, Lemaire C, Slavica J, Moreira F, Piaggio J, Risco C. (2007). Reproductive efficiency in grazing lactating dairy cows under a programmed reproductive management. *Aust Vet J* 85:141-147.
5. Cavestany, D.; de Nava, G.; Galina, C. (2000). Sincronización de celos con inseminación artificial a tiempo fijo como alternativa para incrementar la eficiencia reproductiva en programas de inseminación artificial en vacas lecheras bajo condiciones de pastoreo. *Congreso Mundial de Buiatría* 21:37.
6. Cavestany, D; Galina, C.S. (2001). Factors affecting the reproductive efficiency of artificial insemination programs in a seasonal breeding pasture-based dairy system with the aid of milk progesterone. *Reprod. Domestic. Animals.* 36(2): 85- 89.
7. Cavestany D, Kulcsár M, Crespi D, Chilliard Y, La Manna A, Valgo O, Keresztes B, Delavaud C, Huszenicza G, Meikle A. (2009). Effect of prepartum energetic supplementation on productive and reproductive parameters, and metabolic and hormonal profiles in dairy cows under grazing conditions. *Reprod Domest Anim* 44:663-671.
8. Cerri RL, Santos JE, Juchem OL, Galvao KN, Chebel RC. (2004). Timed artificial insemination with estradiol cypionate or insemination at estrus in high-producing dairy cows. *J Dairy Sci* 87:3704–3715.
9. Chebel R, Al-Hassan M, Fricke P, Santos JE, Lima J, Martel C, Stevenson J, García R. (2010). Supplementation of progesterone via controlled internal drug release inserts during ovulation synchronization protocols in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 93:922-931.
10. Chebel, R. (2009). Enfermedad y Reproducción. *Dairy Cattle Reproduction Conference.* 137-146
11. Crowe MA. (2008). Resumption of ovarian cyclicity in post-partum beef and dairy cows. [Reprod Domest Anim](#) 43 Suppl 5:20-28.
12. Cutaia L, Caccia M, Bo GA. (2007). Dinámica folicular ovárica en el ganado bovino: implicancias prácticas en programas de sincronización de celos. *XXXV Jornadas Uruguayas de Buiatría.* Paysandú, Uruguay.

13. de Nava GT, Rodríguez Sabarrós M, Corti M, Tutt D, Martínez MF. (2009). Efecto de diferentes fuentes de progesterona y análogos de GnRH sobre la fertilidad de vaquillonas en un programa de tiempo fijo. [VIII Simposio Internacional de Reproducción Animal IRAC](#) Corboba Argentina.

14. de Nava GT, Rodríguez Sabarrós M, Romero D, Rodríguez Galluzzo J, Gil A. (2010). Resultados de cuatro años de aplicación de un programa de inseminación a tiempo fijo en vacas lecheras coincidente con el primer día de la estación reproductiva invernal. *Jornadas Uruguayas de Buiatría*; 38: 106-107

15. de Nava, G.; Cavestany, D. (1996). Efecto de la utilización de dos fuentes de progesterona en el tratamiento del anestro posparto en vacas Holando en producción (Resultados Preliminares). *Primer Congreso Uruguayo de Producción Animal* 1:210-212

16. de Nava, G.; Cavestany, D. (2000). Respuesta a la administración de progesterona en vacas Holando de primera lactancia en anestro posparto. *Congreso Mundial de Buiatría* 21:47.

17. El-Zarkouny SZ, Cartmill JA, Hensley BA, Stevenson JS. (2004). Pregnancy in dairy cows after synchronized ovulation regimens with or without presynchronization and progesterone. *J Dairy Sci* 87:1024-1037

18. Ferguson J, Galligan D, Thomsen N. (1994). Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J Dairy Sci* 77:2695-2703.

19. Kasimanickam R, Cornwell JM, Nebel LR. (2005). Fertility following fixed time AI or insemination at observed estrus in Ovsynch and Heatsynch programs in lactating dairy cows. *Theriogenology*; 63:2550-2559.

20. Kasimanickam, R.; Hall, J.B.; Currin, J.F.; Whitter, W.D. (2008). Sire effect on the pregnancy outcome in beef cows synchronized with progesterone based Ovsynch and Co-synch protocols. *Anim. Reprod. Sci.*104:1-8.

21. Lopez H, Satter LD, Wiltbank MC. (2004). Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating. *Anim Reprod Sci* 2004:81:209-2023.

22. Martins JPN, Policelli RK, Neuder LM, Raphael W, Pursley JR. 2011. Effects of cloprostenol sodium at final prostaglandin F₂ α of Ovsynch on complete luteolysis and pregnancy per artificial insemination in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94: 2815-2824.

23. Pancarci SM, Jordan ER, Risco CA, Schouten MJ, Lopes FL, Moreira F, Thatcher WW. (2002). Use of estradiol cypionate in a presynchronized timed artificial insemination program for lactating dairy cattle. *J Dairy Sci* 85:122-131

24. Roelofs JB, Bouwman EG, Dieleman SJ, van Eerdenburg FJCM, Kaal-Lansbergen LMTE, Soede NM, Kemp B. (2004). Influence of repeated rectal ultrasound examinations on hormone profiles and behaviour around oestrus and ovulation in dairy cattle. *Theriogenology* 62:1337-1352.

25. Santos JE, Rutigliano HM, Sá Filho MF. (2009). Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. *Anim Reprod Sci*

110:207-221.

26. Stevenson JS, Phatak AP. (2005). Inseminations at estrus induced by presynchronization before application of synchronized estrus and ovulation. *J Dairy Sci* 88:399-405.

27. Stevenson JS, Pursley JR, Garverick HA, Fricke PM, Kesler DJ, Ottobre JS, Wiltbank MC. (2006). Treatment of cycling and noncycling lactating dairy cows with progesterone during Ovsynch. *J Dairy Sci* 89:2567-78.

28. Tenhagen BA, Surholt R, Wittke M, Vogel C, Drillich M, Heuwieser W. (2004). Use of Ovsynch in dairy herds-differences between primiparous and multiparous cows. *Anim Reprod Sci*; 81:1–11.

29. Yamada K. (2005). JSAR Innovative Technology Award. Development of ovulation synchronization and fixed time artificial insemination in dairy cows. *Jf Reprod Dev* 51:177-186.

30. Zhang J, Deng LX, Zhang HL, Hua GH, Zhu Y, Meng XJ, Yang LG. (2010). Effects of parity on uterine involution and resumption of ovarian activities in postpartum Chinese Holstein dairy cows. *J Dairy Sci* 93:1979–1986.

([Volver arriba](#))