

Evaluación de un programa de sincronización e inducción de celos utilizando prostaglandina, GnRH y estradiol, considerando los factores que afectan el desempeño reproductivo en vacas lecheras

Ramos-Ruiz CM

Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: celsamariaramos@hotmail.com

Rivera-Hernández FG

Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: frank_polar@hotmail.com

Corea-Guillen EE

Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: elmercorea@hotmail.com

Leyton-Barrientos LV

Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Rodríguez-Solórzano JM

Cooperativa de productores de leche de Sonsonate, La Salud.
Correo electrónico: jorgemario51@yahoo.com

Resumen

Este estudio se realizó entre junio de 2012 y marzo de 2013 en la Hacienda San Ramón, en el municipio de Caluco, Sonsonate que contaba con cerca de 650 vacas Holstein en ordeño. Mediante la recolección de datos del desempeño reproductivo obtenido durante 3 años, se evaluó la utilización del programa PreSynch-HeatSynch® para la sincronización e inducción de celo, así como el efecto de los factores: número de partos, índice de temperatura y humedad (ITH), las enfermedades mastitis, metritis y cojeras y la condición corporal (CC) sobre el desempeño reproductivo.

Se utilizó la información de 1830 partos ocurridos en tres años transcurridos entre el 1 de octubre de 2009 y 30 de septiembre de 2012. Durante el año 3 (1 Octubre de 2011 al 30 de Septiembre de 2012), las vacas que parieron fueron incluidas en el programa PreSynch-HeatSynch®, el día 37 postparto (PP) recibieron una inyección de 150 µg de prostaglandina F2α IM y otra dosis igual el día 51 posparto. Las vacas que presentaron celo fueron inseminadas, Las que no ciclaron recibieron 21 µg de GnRH IM a los 65 días PP; 150 µg de prostaglandina IM a los 72 días PP y a los 73 días PP, 1 mg de Cipionato de Estradiol (ECP) IM. Las vacas fueron inseminadas a celo visto 24 horas después del estradiol.

Durante los tres años en estudio, se recolectó la siguiente información: fecha de parto, celos, inseminaciones, concepción, número de partos. Con estos datos, se calcularon los parámetros (variables) días al primer celo, días al primer servicio, servicios por concepción y días abiertos de cada animal. Se registró también la ocurrencia en el postparto de mastitis, metritis y cojeras y la condición corporal (sólo año 3).

Los efectos de protocolo, año, número de partos y CC sobre las variables, fueron evaluados por medio de un modelo general lineal y pruebas DMS. Se evaluó el efecto del programa de sincronización en las variables y de las enfermedades mastitis, metritis y cojeras por medio de pruebas de t student. El efecto del mes del año y del ITH sobre el porcentaje de concepción fue evaluado utilizando un modelo general lineal. Se utilizó el programa SPSS y se consideró diferencias significativas con una probabilidad menos que 5% ($p > 0.05$).

El efecto del programa fue significativo en los parámetros evaluados ($p < 0.001$) retrasando en 9 días la presentación del primer celo, pero reduciendo en 10 los días a la primera inseminación, en 38 los días abiertos y en 0.6 los servicios por concepción, así mismo se incrementó en 5% la tasa de preñez anual y en 10% el porcentaje de concepción.

Las primerizas tuvieron un menor desempeño en las variables evaluadas ($p < 0.001$) respecto a las adultas. La presencia de mastitis, metritis y cojeras tuvo un impacto significativo en los parámetros, los días abiertos fueron mayores en vacas con mastitis (177 vs 131), metritis (181 vs 115) y cojeras (224 vs 148) que en vacas sanas ($p < 0.001$).

El mes del año y el índice de temperatura y humedad (ITH), se reflejaron en una estacionalidad de las concepciones, aumentando la fertilidad ($> 33\%$) durante los meses más frescos (noviembre-febrero) y reduciéndose hasta menos de 20% durante los meses con un ITH más elevado. Las vacas con menor condición corporal al parto tuvieron menor desempeño reproductivo en los parámetros evaluados ($p < 0.001$).

El uso del programa PreSynch-HeatSynch® mejoró el desempeño reproductivo de la ganadería; reduciendo el costo en días abiertos y dando lugar a un mayor número de remplazos y de vacas en producción.

Palabras clave: HeatSynch, PreSynch, sincronización, celo, inseminación, artificial, vacas, lecheras.

Abstract

This study was conducted between June 2012 and March 2013 in Hacienda San Ramon, in the municipality of Caluco, Sonsonate which had about 650 Holstein milking cows. By collecting reproductive performance data obtained during three years, the Presynch-Heatsynch® program was evaluated for synchronization and induction of estrus and the effect of the factors: parity, temperature and humidity index (THI), mastitis, metritis, lameness and body condition (BC) on reproductive performance.

We used information from 1830 births in three years between October 1, 2009 and September 30, 2012. During year 3 (October 1, 2011 to September 30, 2012), cows that calved were included in the program Presynch-Heatsynch®, on day 37 postpartum (PP) they received an injection of 150 mg of prostaglandin F2 IM and an additional equal dose on day 51 postpartum. Cows in estrus were inseminated, The ones that did not cycle received 21 mg of GnRH MI at day 65 PP, 150 mg of prostaglandin MI at days 72 and 73 PP, 1 mg of estradiol cypionate (ECP) IM. Cows were inseminated at estrus seen 24 hours after (ECP).

During the three years of the study, the following information was collected: date of birth, estrus, insemination, conception, parity. With these data,

we calculated the parameters (variables): days to first estrus, days to first service, services per conception and days open of each animal. We also recorded the occurrence of postpartum mastitis, metritis and lameness and body condition (only year 3).

We evaluated the effects of the protocol, year, parity and BC over the variables using a general linear model and a DMS test. We evaluated the effects on the variables of the synchronization program, mastitis, metritis and lameness with a T student test. We assessed the effects of month of the year and the ITH on the conception rate were using a linear general model. We used the SPSS software and considered the significant differences with a probability of less than 5% ($p > .05$).

The effect of the program was significant in all evaluated parameters ($p < 0.001$), delaying the presentation of the first estrus by nine days, but reducing by 10 days the interval to the first insemination, by 38 the days open and the services per conception by 0.6 and the annual pregnancy rate it was increased by 5% and the conception rate by 10%.

Gilts had lower scores on the evaluated variables ($p < 0.001$) compared to adults. The presence of mastitis, metritis and lameness had a significant impact on the parameters; days open were higher in cows with mastitis (177 vs 131), metritis (181 vs. 115) and lameness (224 vs 148) than in healthy cows ($p < 0.001$).

The month of the year and the temperature and humidity index (THI), were reflected in the seasonality of conceptions, increasing fertility ($> 33\%$) during the cooler months (November-February) and reducing it to less than 20% during months with higher THI. Cows with lower body condition at calving had lower reproductive performance on the evaluated parameters ($p < 0.001$).

The use of Presynch-Heatsynch® program improved reproductive performance of livestock, reducing the cost on days open and resulting in a greater number of replacement females and lactating cows.

Keywords: HeatSynch, PreSynch, estrus, synchronization, artificial, insemination, dairy, cows.

Introducción

Las pérdidas que se producen como consecuencia de una reproducción retrasada poseen múltiples enfoques: Se reduce la vida de la vaca en producción y el número de terneros nacidos por año lo que disminuye la posible ganancia genética en el valor del hato y los costos directos para el tratamiento de los desórdenes reproductivos, servicios de inseminación y atención veterinaria se incrementan (Galina *et al.*, 2006).

Uno de los principales problemas que enfrenta la ganadería lechera en El Salvador, es el bajo desempeño reproductivo que se puede observar como anestros prolongados y baja fertilidad que resultan en un prolongado intervalo del parto a la concepción (Zavala *et al.*, 2005; Corea *et al.*, 2004)

Existen diversos factores que afectan dicho desempeño reproductivo de las vacas lecheras; entre ellos el anestro postparto que está determinado por la nutrición, la condición corporal, raza, edad, producción de leche, amamantamiento, ordeño, época del año y salud general del animal (Yavas y Walton, 2000). Si el amamantamiento se practica durante la lactancia, bloquea la ovulación y prolonga el anestro (Stagg *et al.*, 1998)

El efecto del estado nutricional sobre la fisiología reproductiva esta mediado por una serie de indicadores metabólicos que actúan simultáneamente a varios niveles hipotálamo-hipófisis-ovarios. (Williams, 1998). Por tanto existe una alta correlación entre la condición corporal y el estado reproductivo del animal en diversas etapas, tal es el caso del post parto (Burke *et al.*, 1998). El clima tiene un efecto directo en la reproducción, puesto que el estrés calórico en los animales se refleja en la disminución de libido y la expresión de estro (Thatcher y Collier, 1983). Así también enfermedades como metritis (García *et al.*, 2003), mastitis (Koeck *et al.*, 2007) y cojeras (Acuña, 2002) retrasan la ovulación.

Una respuesta innovadora que se ha estado desarrollando en los últimos años, es la aplicación de protocolos hormonales de inducción-sincronización de celos, esto es de gran utilidad para el control reproductivo dentro del hato, además de mejorar la eficiencia reproductiva (Bó *et al.*, 2006)

HeatSynch® es un protocolo en la cual se administra una dosis de prostaglandina F2 α , (150 μ g) seguida 7 días después de una dosis de GnRH (21 μ g) y 24 horas después 1.0 mg de cipionato de estradiol. Se insemina a todas las vacas detectadas en celo 24 horas después de la inyección de ECP para mejorar la respuesta general al protocolo (Geary *et al.*, 1998; Fricke, 2001; Stevenson *et al.*, 2004)

El objetivo de este estudio fue el de evaluar el efecto de la aplicación de un programa de sincronización de celos con el uso del protocolo PreSynch-HeatSynch® en la presentación de celos, días abiertos y la fertilidad en vacas lecheras, asimismo, se evaluaron los efectos de las enfermedades metritis, mastitis y cojeras, el número de parto, la condición corporal y la época del año en las principales variables reproductivas.

Materiales y Métodos

Localización geográfica, duración y unidades experimentales

Este estudio se realizó entre junio de 2012 y marzo de 2013 en la hacienda San Ramón, ubicada en el kilómetro 56½ carretera a Sonsonate, en el cantón Cuntan, Municipio de Izalco, departamento de Sonsonate, a una elevación de 530 msnm y en las coordenadas geográficas: LN 13°74'09'' y LW 89°65'05''; la cual cuenta con 650 vacas Holstein en ordeño con una producción promedio de 17 kg/día de leche.

Se utilizó la información de todas vacas paridas entre el 1 de octubre de 2009 y 30 de septiembre de 2012 para un total de 1830 partos en tres años, los primeros dos años fueron considerados como testigos y durante el tercer año se implemento el programa de sincronización e inducción de celos. Toda la información de eventos reproductivos fue sistematizada mediante el sistema informático Afifarm de donde se obtuvo para el estudio.

Metodología de campo

Las vacas fueron manejadas en estabulación, recibieron tratamiento para estrés de calor con ventiladores y aspersores de agua y fueron servidas con inseminación artificial.

Durante el tercer año, se realizó para cada animal una inspección transrectal para identificar involución uterina completa a los 37 días postparto, todo animal que retornó a su ciclicidad antes de este momento, no fue incluido en el programa, pero se consideró como parte del estudio para realizar la comparación. Se realizó una evaluación de la calificación de condición corporal (Edmonson *et al.*, 1989) al parto en las vacas durante el tercer año.

Protocolo PreSynch-HeatSynch® : en la primera etapa las vacas recibieron una inyección de prostaglandina F2 α IM (150 μ g intramuscular) en el día 37 posparto, y otra dosis igual el día 51 posparto. Las vacas que presentaron celo y estuvieran limpias después de la primera o segunda dosis, fueron inseminadas (Fig.1).

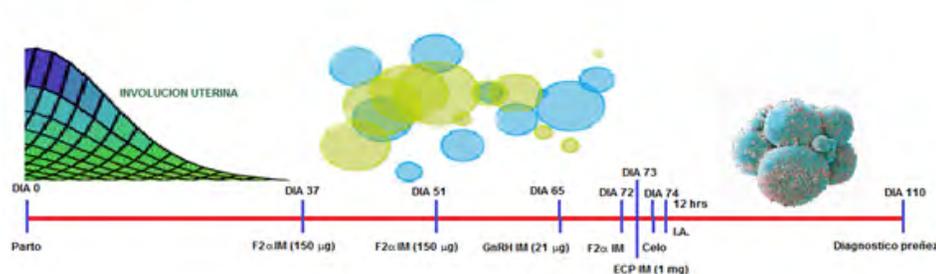


Figura 1. Protocolo PreSynch-HeatSynch®.

Los animales que aún no presentaban síntomas de celo continuaron con el protocolo iniciando a los 65 días con la aplicación de una inyección de GnRH IM (21 µg intramuscular), a los 72 días se realizó la inyección de prostaglandina IM (150 µg intramuscular) y luego a los 73 días una inyección de Cipionato de Estradiol IM (1 mg intramuscular). Las vacas que presentaron celo (aproximadamente 24 horas después de ECP), fueron inseminadas 12 horas después de presentado el celo quieto (regla am/pm).

Luego de realizada la inseminación, las vacas fueron diagnosticadas por vía transrectal mediante palpación a los 35 días post inseminación. Luego de un diagnóstico negativo los animales son nuevamente sincronizados con HeatSynch®.

Desde junio de 2012 a marzo de 2013, se realizaron visitas cada 15 días a la ganadería a recopilar información sobre las vacas incluidas en el estudio, los datos recolectados fueron:

Identificación del animal.

Fecha de parto.

Número de parto.

Fecha de primer Celos.

Fecha de servicios.

Utilización del programa.

Condición corporal al parto (Este parámetro solo se encontró disponible para el año 3) .

Ocurrencia Mastitis, Metritis y Cojeras.

Metodología estadística

Los datos anteriores se clasificaron los tres años en estudio.

AÑO 1: 1 de octubre de 2009 hasta 30 de septiembre de 2010 .

AÑO 2: 1 de octubre de 2010 hasta 30 de septiembre de 2011 .

AÑO 3: 1 de octubre de 2011 hasta 30 de septiembre de 2012 (con uso de los protocolos PreSynch-HeatSynch®) .

Variables independientes

Todos estos factores fueron evaluados y comparados tomando en cuenta las variables independientes (parámetros reproductivos).

Protocolo PreSynch- HeatSynch® (y sus componentes). Las vacas que ciclaron antes de 37 días (2), las que recibieron solo el protocolo de presincronización (PreSynch®) (3), las que fueron sincronizadas con el protocolo completo (PreSynch-HeatSynch®) (4), las que requirieron de una resincronización (Doble HeatSynch®) (5) todo lo anterior durante el año 3; y las vacas de 2 años anteriores que no recibieron ningún tratamiento (1).

Mes del año. Se identificó el mes de ocurrencia de los eventos: celos, servicios concepciones y partos para su comparación.

Índice de Temperatura y humedad. Con ayuda de registros del SNET, se calculó el índice de temperatura y humedad (ITH) para cada mes del año y se evaluó su efecto sobre el porcentaje de concepción. Se agrupó la ocurrencia de eventos en tres periodos de ITH 1= Noviembre- Febrero, 2= Marzo- Junio y 3= Julio-Septiembre.

Paridad. Se evaluó el efecto del número de parto sobre las variables respuesta, utilizando 3 categorías: 1=primerizas, 2=vacas de segundo parto y 3=múltiparas.

Presencia de enfermedades: Mastitis, Metritis y Cojeras. Se registró la ocurrencia de éstas enfermedades en el periodo parto-concepción de las vacas clasificando como enfermas las que presentaron el padecimiento y sanas a las que no tuvieron la enfermedad.

Condición Corporal al Parto. Se tuvo a disposición los datos del año 3 para realizar comparación de las variables dependientes en cinco categorías de condición corporal (CC): 1= 1.5-1.99; 2= 2.0-2.49; 3= 2,5-2.99; 4 =3.0-3.49 y 5=3.5-3.99.

VARIABLES DEPENDIENTES (PARÁMETROS REPRODUCTIVOS)

Fueron calculadas en base a los datos antes descritos.

Días al primer celo. Se calcularon tomando en cuenta la fecha del parto y la fecha en que se registró primer celo.

Días a la primera inseminación. Tiempo entre la fecha del parto y la fecha en que se registró primer servicio.

Días a la concepción. Se obtuvieron utilizando la fecha de parto y la fecha del último servicio en el caso de las que tuvieran diagnóstico de gestación positivo.

Servicios por concepción. En el caso de las vacas con diagnóstico de gestación positivo, se clasificaron en cinco categorías. Vacas con 1, 2, 3, 4 o más de 5 servicios.

Porcentaje de concepción. Se calculó el total de los servicios realizados a todas las vacas que parieron (preñadas y no preñadas) en cada año y se dividió entre el número de servicios efectivos (preñeces).

Tasa de concepción. Se calculó el número de vacas preñadas comparado con el número de vacas disponibles (paridas), para cada año.

COMPARACIONES ESTADÍSTICAS

Los efectos de protocolo, año, paridad y condición corporal al parto sobre las variables días al primer servicio, días al primer celo, días abiertos y servicios por concepción, fueron evaluados por medio de un modelo general lineal. Debido a que no se encontraron interacciones, los efectos individuales fueron analizados separadamente, realizando en cada caso una prueba de diferencias mínimas significativas (DMS).

El efecto combinado del programa de sincronización (vacas ciclando antes de 37 días + PreSynch,[®] PreSynch-HeatSynch[®] + Resincronizadas) se comparó con los dos años sin protocolo de sincronización sobre los parámetros reproductivos por medio de pruebas de t student.

Los efectos separados de las enfermedades mastitis, metritis y cojeras sobre los mismos parámetros reproductivos, fueron evaluados por medio de pruebas de t student.

El efecto del mes del año y del ITH en el mes de la inseminación sobre el porcentaje de concepción fue evaluado calculando el porcentaje mensual de concepción de cada mes en los años estudiados y utilizando un modelo general lineal.

En todos los casos, se utilizó el programa estadístico IBM SPSS Statistics 20 y se consideraron las diferencias estadísticas como significativas con un 5% o menos de probabilidad ($p \leq 0.05$).

METODOLOGÍA ECONÓMICA

COSTOS DEL PROGRAMA

Se obtuvieron los precios de los tres fármacos utilizados y se calculó la cantidad de estos que fue necesaria para cada protocolo, según el número de vacas sincronizadas; para determinar el costo que conllevó la aplicación del programa en los animales en estudio.

COMPARACIÓN ECONÓMICA PARCIAL

Utilizando los registros se calculó el promedio de kilogramos de leche/día para cada mes del año 2012, este valor multiplicado por el precio (IVA incluido) en dólares del kilogramo de leche sirvió para determinar el ingreso vaca/día y el ingreso promedio hato/día para un total de 635 vacas. A dicho valor se le restó el precio promedio de la ración, el cual se estimó en \$USi6.00/día para el grupo de alta producción (60% del hato) y \$USi5.00/día para el de baja producción (40% del hato); para calcular el Ingreso Sobre Costo de la Alimentación (ISCA)

El valor del ISCA obtenido por las 635 vacas disponibles durante el año 3, se multiplicó por los días abiertos reducidos con el programa de sincronización de celo y a este valor se le restó el gasto de la aplicación del programa a nivel del hato, para calcular un margen de utilidad anual parcial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del programa de sincronización e inducción de celo, sobre los parámetros reproductivos.

La aplicación de los protocolos tuvo un efecto significativo ($p < 0.001$) sobre las variables días al primer celo (DPC), días al primer servicio (DPS), servicios por concepción (S/C) y días abiertos (DA) como se muestra en el cuadro 1.

En el cuadro 2, se muestra una comparación entre el año 3 y los dos años anteriores mostrando diferencias significativas ($p < 0.001$); puede notarse que 453 vacas fueron sometidas al protocolo de las cuales 392 (86.53%) lograron preñarse. En el periodo de dos años previos a la sincronización hubo 1195 vacas disponibles y 886 preñadas (74.08 %).

Cuadro 1. Efecto de los diferentes componentes (protocolos) del programa de sincronización de celo sobre los parámetros reproductivos.

PROTOCOLO	TOTAL	DPC		DPS		S/C		DA	
		N	Prom.	N	Prom.	N	Prom.	N	Prom.
PreSynch®	185	182	53.88b	181	61.31c	166	2.33c	166	107.50c
PreSynch-HeatSynch®	257	239	96.08a	238	101.66ab	217	2.22c	217	152.75b
Resincronización (HeatSynch®)	11	10	98.90a	10	103.60a	9	5.78a	9	253.67a
No sincronizadas (Año 3)	182	141	41.96c	140	58.85c	111	2.26c	111	93.72c
Sin programa (Año 1 y 2)	1195	1049	60.47b	1018	89.0b	886	2.95b	886	164.83b

Comparación estadística se ubica en columnas. Diferencias estadísticas significativas a $p < 0.05$

Cuadro 2. Efecto combinado del programa de sincronización de celos durante el año 3 sobre los parámetros reproductivos, en comparación con dos años anteriores.

	TOTAL	DPC		DPS		S/C		DA	
		N	Prom.	N	Prom.	N	Prom.	N	Prom.
PreSynch-HeatSynch + no sincronizadas (Año 3)	635	572	69.36	569	78.33	503	2.33	503	126.59
Sin programa (Año 1 y 2)	1195	1049	60.47	1018	89	886	2.95	886	164.83
Probabilidad		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	

Las vacas a las que se les aplicó el programa de sincronización tuvieron un promedio de 69.36 días al primer celo, el cual es mayor ($p < 0.001$) que el de las vacas no sincronizadas, un estudio realizado recientemente encontró que el uso de un protocolo que incluya la presincronización puede mejorar hasta en un 9% los porcentajes de concepción, pero aumenta entre 7 a 13 días la presentación de celo en vacas tratadas (Halladay, 2013).

A pesar del retraso en la presentación del primer celo postparto debido a la duración del programa PreSynch-HeatSynch®, este indujo una inseminación más temprana en las vacas que respondieron ($p < 0.001$), reduciendo en diez días al primer servicio y también los días abiertos ($p < 0.001$) tal como diversos autores lo han expuesto (Martínez *et al.*, 2005; Stevenson, 2011; Stevenson, 2013); para el caso de San Ramón la diferencia fue de 38.24 días.

Los servicios por concepción también disminuyeron presumiblemente debido a que la sincronización permite inseminar a la vaca en un momento más cercano a la ovulación de lo que ocurre con la inseminación en celo natural (Moreira *et al.*, 2000).

Con la implementación del programa de sincronización con PreSynch-HeatSynch® se logró un aumento en el porcentaje de vacas inseminadas (83.5 y 86.7 vs 89.6) y en el porcentaje de vacas preñadas (72.2, 76.0 vs 79.2) para los años 1, 2 y 3 respectivamente. Esto significó cinco puntos porcentuales de aumento en la tasa de preñez y 60 partos más en el año 3 con respecto al promedio de los dos años anteriores (cuadro 3). Esto significa más lactancias, más reemplazos y menos pérdida en días abiertos (Chávez, 2006).

Cuadro 3. Porcentaje de vacas presentando celo, inseminadas y cargadas durante los tres años en estudio.

	Año 1	Año 2	Año 3
Total de vacas	571	624	635
Vacas ciclando	493	556	572
% de vacas	86.34%	89.10%	90.08%
Vacas inseminadas	477	541	569
% de vacas	83.54%	86.70%	89.61%
Vacas preñadas	412	474	503
% de vacas	72.15%	75.96%	79.21%

El porcentaje de concepción de las vacas incluyendo los servicios de todas las vacas aumentó con el uso del protocolo PreSynch-HeatSynch® de 29% en los primeros dos años a 35.3% en el año 3, pero esta diferencia es aún más evidente cuando se calcula la concepción excluyendo a las vacas que no se preñaron, en este caso, el incremento fue de alrededor de 10% (figura 2). Pancarci *et al.* (2001) encontraron porcentajes de preñez de 37.1% y 35.1% para los protocolos OvSynch® y HeatSynch® respectivamente, ellos observaron que el uso de ECP mejoró el tono uterino, facilitó la IA y elevó los porcentajes de estos.

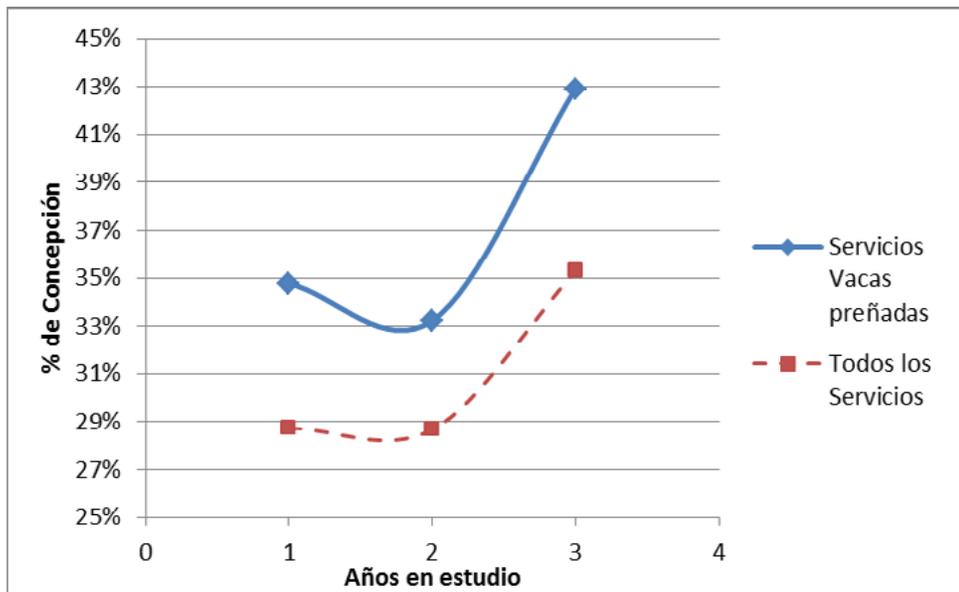


Figura 2. Porcentaje de concepción en la hacienda San Ramón, Sonsonate.

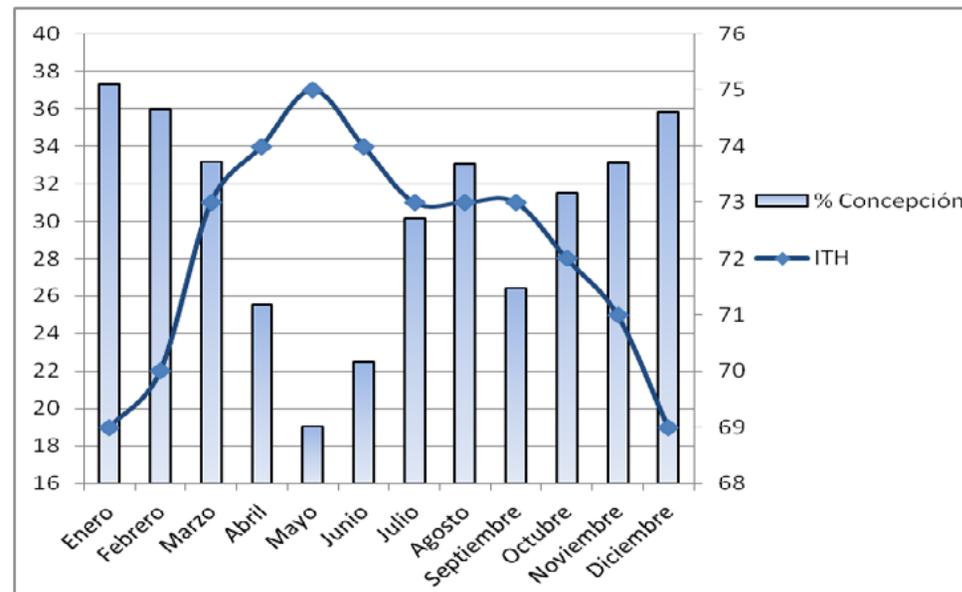


Figura 3. Efecto del ITH de Sonsonate sobre el porcentaje de concepción promedio de los tres años.

Efecto del ITH sobre la concepción

Según los registros climáticos (MAG, 1993), el clima en Sonsonate presenta una variación del Índice de temperatura y humedad (ITH) entre 69 y 75%; en nuestro estudio se determinó que dicha variación tuvo un efecto sobre la concepción ($p=0.002$), siendo los meses con menor porcentaje de preñeces aquellos donde el ITH reportado fue de 74-75%, especialmente mayo (19.05). Así mismo las tasas de concepción más alta fueron en los meses en que el ITH fue de 69-70%, es decir enero (37.29) y febrero (35.97). Esto se observa en la figura 3.

Thatcher y Collier (1983), encontraron que la disminución en las tasas de concepción de las vacas lactantes se debe a su incapacidad para mantener normal su temperatura corporal bajo condiciones de estrés calórico.

Número de partos

El número de parto tuvo un efecto sobre los parámetros reproductivos ($p<0.001$); vacas de primer parto, tardaron en promedio 17 días más en recuperar su ciclicidad y 20 días más en servirse, en comparación con las vacas de segundo parto y las multíparas. Asimismo los días abiertos aumentaron en 34 en comparación con las de segundo parto y en 48 comparado con las de 3 o más partos (cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de la Paridad en los parámetros reproductivos.

		DPC	DPS	S/C	DA
Primerizas	Prom.	75.32a	99.86a	3.01a	181.72a
	N	457	452	403	403
Segundo parto	Prom.	57.51b	79.90b	2.80a	147.21b
	N	371	365	322	322
3 o más partos	Prom.	59.66b	79.00b	2.51b	133.98c
	N	793	770	664	664

Comparación estadística se ubica en columnas. Diferencias estadísticas significativas a $p<0.05$.

En un estudio realizado en dos ganaderías de El Salvador (Corea *et al.*, 2008), se encontró que el número de días abiertos fue de 101.51 días en vacas adultas y de 110.29 en vacas primerizas en lecherías. Sin embargo, Aguilar *et al.* (2004), encontraron que vacas de tres o más partos reiniciaban su actividad ovárica más tardíamente a los 30.3 ± 3.6 días después del parto, en comparación con las de un parto a los 25.5 ± 2.9 y las de dos a los 26.0 ± 2.1 .

Ocurrencia y efecto de las Mastitis, Metritis y Cojeras

Se encontró también una alta incidencia de mastitis y metritis en la ganadería, durante los tres años en estudio. Siendo esta en promedio un 41% y 52.85% respectivamente. El porcentaje de cojeras se mantuvo alrededor del 5% durante los tres años en estudio (cuadro 5).

Cuadro 5. Total de casos anuales y porcentajes de incidencia de mastitis, metritis y cojeras, durante los tres años en estudio.

	Año 1	Año 2	Año 3	Promedio
Partos/Año	571	624	635	1830
N Casos Mastitis	314	226	217	757
% Mastitis	54.99	36.22	33.38	41.03
Partos/Año	571	624	635	1830
N Casos Metritis	350	332	293	975
% Metritis	61.30	53.21	45.08	52.85
Partos/Año	571	624	635	1830
N Casos Cojeras	26	41	30	97
% Cojeras	4.55	6.57	4.62	5.26

La presentación de estas tres patologías tuvo un impacto directo sobre los parámetros reproductivos (cuadro 6) en las vacas preñadas, mostrando aumento de la cantidad de días promedio al primer celo de 61.59 a 73.12 para el caso de mastitis ($p=0.237$), de 57.71 a 67.62 para el metritis ($p<0.001$) y de 62.04 a 88.76 ($p<0.001$) para las vacas que presentaron claudicaciones.

El número de días al primer servicio se incremento de 78.73 a 112.13 para mastitis ($p<0.001$), de 72.52 a 94.06 para metritis ($p<0.001$) y de 82.67 a 125.67 para las vacas que presentaron cojeras ($p<0.001$) durante los tres años en estudio.

El promedio de servicios por concepción para vacas con mastitis, metritis y cojeras, varió de 2.43 a 4.23 ($p<0.001$), de 2.21 a 3.16 ($p<0.001$) y de 2.71 a 3.02 ($p=0.298$), respectivamente en comparación con las vacas sanas.

Finalmente, la ocurrencia de las patologías durante los tres años en estudios causaron también un incremento en el promedio de días abiertos de 131.83 a 241.86 días para mastitis, de 115.47 a 181.24 para metritis y de 148.02 a 224.24 para cojeras ($p<0.001$).

Cuadro 6. Impacto de la mastitis, metritis y cojeras en los parámetros reproductivos de las vacas que se preñaron durante los tres años en estudio.

PATOLOGIA		TOTAL	DPC	DPS	S/C	DA
Mastitis	Enfermas	581	65.15	91.67	3.13	177.52
	Sanas	808	61.59	78.73	2.43	131.83
	Probabilidad		0.237	0.000	0.000	0.000
Metritis	Enfermas	751	67.62	94.06	3.16	181.24
	Sanas	638	57.71	72.52	2.21	115.47
	Probabilidad		0.000	0.000	0.000	0.000
Cojeras	Enfermas	54	88.76	125.67	3.02	224.24
	Sanas	1335	62.04	82.48	2.71	148.02
	Probabilidad		0.000	0.000	0.298	0.000

Efecto condición corporal

Todos los parámetros reproductivos mejoraron cuando mejoró la condición corporal ($p<0.001$). Así cuando la CC fue 1.5-1.99 se tuvo 91.41 días al celo, 98.51 días al servicio y 169.82 días a la concepción, mientras que los servicios por concepción fueron 2.66. Al pasar al otro extremo de CC 3.5-3.99, estos valores disminuyeron a 44.92, 60.83, 77.45 y 1.73 respectivamente (cuadro 7). Se ha observado que la pérdida de peso después del parto retrasa la reanudación de los celos. Maza *et al.* (2001) reportaron bajos porcentajes de gestaciones (<45%) en las vacas lecheras que habían perdido mucho peso y condición corporal al comienzo de la lactancia o seguían perdiendo peso en el momento de la cubrición.

Cuadro 7. Efecto de la condición corporal al parto, en los parámetros reproductivos (DPC, DPS, S/C, DA) en todas las vacas del tercer año en estudio.

CC	TOTAL	DPC		DPS		S/C		DA	
		N	Prom.	N	Prom.	N	Prom.	N	Prom.
1.50-1.99	107	92	91.41a	92	98.51a	77	2.66a	77	169.82a
2.00-2.49	282	264	70.63b	261	81.72b	233	2.45a	233	134.65b
2.50-2.99	143	140	60.83bc	140	67.94c	120	2.24a	120	110.48c
3.00-2.49	67	63	55.65c	63	61.51c	62	1.71b	62	82.63d
3.50-3.99	12	12	44.92e	12	60.83bc	11	1.73bc	11	77.45cd

Al decrecer las reservas corporales, decrece la liberación de GnRH por el hipotálamo y consecuentemente la LH (<3.9ng/ml). En cuanto al desarrollo folicular, una restricción alimenticia deprime el tamaño del folículo dominante y del cuerpo lúteo a 10.5mm vs 15.8mm para un animal con reservas energéticas suficientes (Schillo, 1992).

Comparación Económica

El costo del programa de sincronización de celos se calculó con base al número de animales para cada variante del protocolo y la dosis utilizada de cada fármaco en mililitros por animal (cuadro 8). Posteriormente según el valor comercial, se determinó que el costo total (IVA incluido) del programa de sincronización de celo en todas sus variantes para todos los animales tratados durante el año 3 fue de \$US 2,659.73

Cuadro 8. Cálculo del costo de programa.

	TOTAL (ml)	FRASCO (ml)	N FRASCOS	PRECIO USD	COSTO USD
Prostaglandina	2,370	20	118.5	\$ 16.50	\$1,955.25
GnRH	1,395	50	27.9	\$ 22.50	\$ 627.75
Estradiol	139.5	10	13.95	\$ 5.50	\$76.73
				Costo protocolo	\$2,659.73

Al multiplicar en valor del ISCA (\$US 3.36) por las 635 vacas disponibles durante el año tres en estudio se obtuvo un total de \$US 2,133.60 de ISCA ható/día; este valor multiplicado por los 38 días abiertos que lograron reducirse por el uso del protocolo da como resultado un aumento aproximado de \$US 81,076.80 al ISCA del año 3, que al sustraerle el costo del programa de sincronización \$US 2,659.73, deja un margen de \$US 78,417.07 como utilidad parcial anual (cuadro 9)

Cuadro 9. Impacto del protocolo en el margen parcial (ISCA) del ható.

ISCA día para 635 vacas	Promedio de Días Abiertos reducidos	Valor del ingreso aumentado	Costo del programa en el año	Incremento del ISCA por ható
\$2,133.60	38	\$81,076.80	\$2,659.73	\$78,417.07

Conclusiones

El uso del programa de sincronización de celos PreSynch-HeatSynch® produjo un efecto positivo en el desempeño reproductivo de la ganadería; a pesar del retraso en la presentación del primer celo postparto, se logró una disminución en los días al primer servicio, días a la concepción y número de servicios por concepción.

La sincronización de celos mediante el protocolo PreSynch-HeatSynch® mejoró la tasa de preñez en 5% y el porcentaje de concepción en 10%, dando lugar a un mayor número de remplazos y de vacas en producción.

Durante los tres años en estudio se observó que los meses con mayor índice de temperatura y humedad, tuvieron influencia negativa sobre los parámetros

reproductivos, mostrándose una estacionalidad en los celos y concepciones.

La presencia de enfermedades en el postparto como metritis, mastitis y cojeras, el número de parto de la vaca y la condición corporal fueron determinantes para la presentación de celos, número servicios por concepción y los días abiertos.

La implementación del protocolo de sincronización PreSynch-HeatSynch® resultó en un aumento en la utilidad parcial estimada por medio del ingreso sobre el costo de alimentación considerando el costo del tratamiento y la disminución promedio de 38 días abiertos.

Recomendaciones

Continuar con la implementación del programa de sincronización de celos, evaluando periódicamente los resultados en los intervalos al celo, inseminación y concepción, así como el porcentaje de concepción.

Hacer mayor énfasis en el tratamiento de estrés calórico durante los meses con mayor Índice de Temperatura y Humedad, con prioridad en el grupo de vacas con menor tiempo en lactancia y que se encuentran en el proceso de la concepción.

Aumentar las medidas preventivas para controlar la incidencia de mastitis y metritis postparto, las cuales son de los factores que afectaron negativamente el desempeño reproductivo en nuestro estudio.

Supervisar constantemente los reportes generados por el sistema de información tomando medidas correctivas, como eliminar oportunamente animales con problemas de fertilidad o enfermedades cuyo impacto negativo en el desempeño del ható es conocido.

Realizar los ajustes al manejo de la alimentación de los animales para lograr una mejor calificación de condición corporal al parto, dado su efecto positivo en los parámetros reproductivos.

Bibliografía

- Acuña, R. 2002. Estudio de reñueras en rodeos lecheros: una guía para el veterinario asesor. X congreso Latinoamericano de Buiatría y XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría Uruguay. P. 44-53
- Aguilar, D; Santos, R; García, J. 2004. Efecto del nivel de producción de leche, número y estación de parto sobre el reinicio de la actividad ovárica postparto en vacas Holstein. Departamento de Zootecnia. Postgrado de Producción Animal. Universidad Autónoma de Chapingo. México. Revista Científica FCV/Vol. XIV. N°6: 548-558
- Bó, G; Cutaia, L; Veneranda, G. 2006. Manejo de las Hormonas en los Programas Reproductivos del Ganado Lechero. 62 Congreso Internacional de Especialistas en Bovinos, Torreón, Coahuila, México. CD.
- Burke, J; Hampton, J.H; Staples, C. 1998. Body condition influences maintenance of a persistent first wave dominant follicle in dairy cattle. *Theriogenology* 49:751-760
- Chávez, R. 2006. Sincronización de celo en ganado bovino. En línea. Universidad Nacional de la Loja, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Consultado el 15 de agosto de 2012. Disponible en http://grupos.emagister.com.mx/documentos/diferentes_programas_de_sincronización_de_celos_en_vacas/1699-166596
- Corea, EE; Silva, O; Alvarado, JF; Leyton, LV; Castillo, GO; López, LH; Sandoval, A; Platero, CR; Erroa, RM. 2004. Evaluación del anestro posparto y estudio de los parámetros reproductivos en ganado lechero en El Salvador. Informe Técnico. Universidad de El Salvador-Organismo Internacional de Energía Atómica. p 100
- Corea, E; Panameño J; Leyton L. 2008. Efecto del cambio en la condición corporal, raza y número de partos en el desempeño reproductivo de vacas lecheras. Departamento de Zootecnia, Facultad Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. *Agronomía Mesoamericana* 19(2): 251-259.
- Edmonson, A; Lean, I; Weaver, L; Farver, T; Webster G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein Dairy Cows. *J. Dairy Sci* 72:68-78.
- Fricke, P.M. 2001. Ovsynch, Pre-synch, the Kitchen-Synch: What's up with synchronization protocols? Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison, University of Wisconsin-Extension. *J. Anim. Sci.* 79:1221-1224
- Galina, C.S; Orihuela, A; Duchateasu, A. 2006. Reproducción de animales domésticos. 2a ed. Ed. Limusa. México, DF. p. 66 – 87.
- García, M; Quintela, L; Taboada, M; Alonso, G; Varela, B; Díaz, C; Barrio, M; Becerra, J; Peña, A; Herradón, P. 2003. Influencia de las metritis en los parámetros Reproductivos en ganado vacuno de producción láctea. Universidad de Córdoba. España. *Archivos de Zootecnia*, vol. 52, núm. 199: 409-412.
- Geary, T; Whittier, J.C; Downing, E.R; LeFever, D.G; Silcox, R.W; Holland, M.D; Nett, T.M; Niswender, G.D. 1998. Pregnancy rates of postpartum beef cows that were synchronized using Syncro-Mate-B or the Ovsynch protocol. *J. Anim. Sci.* 76:1523-1527
- Halladay, Dennis. 2013. La presincronización puede aumentar la fertilidad pero también incrementar el intervalo entre servicios. Libreta de apuntes. *Hoard's Dairyman* en español. Enero 2013. Año 19. N°217:19.
- Koeck, A; Miglior, F; Kelton, D; Schenkel, S. 2007. Investigation of alternative somatic cell count traits as mastitis indicators in Canadian Holstein. Canadian Dairy Network. Department of Population Medicine, Ontario Veterinary College, University of Guelph. Ontario. Canada. P. 7
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 1993. Tabla de datos climatológicos. Control de Meteorología e Hidrología. P 2-5.
- Martínez M.F; Kastelic J.P; Bo G.A; Caccia M; Mapletoft R.J. 2005. Effects of oestradiol and some of its esters on gonadotropin release and ovarian follicular dynamics in CIDR-treated beef cattle. *Animal Reproduction Sciences*, 86: 37-52.
- Maza, L; Salgado, R; Vergara, O. 2001. Efecto de la Condición Corporal al Parto sobre el comportamiento reproductivo y variación de peso corporal postparto en vacas mestizas lecheras. Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Zootecnia y Medicina Animal. *MVZ-Córdoba*; 6:(2) 75-80.

- Moreira, F; De La Sota, R.L; Díaz, T; Thatcher, W.W. 2000. Effect of day of estrous cycle at the initiation of timed artificial insemination protocol on reproductive responses in dairy heifers. *J. Anim. Sci.* 78:1568-1576
- Pancarci, S.M; Risco, C; Lopes, F.L; Moreira, F; Jordan, E.R; Thatcher, W. 2001. Use of ECP in a timed insemination program. *J. Dairy Sci.* 84:460
- Schillo, K.K. 1992. Effects of dietary energy of control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *Journal of Animal Science.* 70: 1271-1282.
- Stagg, K; Spicer, L; Sreenan, J; Roche, J; Diskin, M. 1998. Effect of calf isolation on follicular wave dynamics gonadotropin and metabolic hormone change, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. *Biol. Reprod.* 59:777-783.
- Stevenson, J. 2011. ¿Presincronizar o no Presincronizar? Inseminación Artificial. *Hoard's Dairyman en español.* Julio 2011. Año 17. N° 198: 433-434
- Stevenson, J. 2013. Los programas de sincronización mejorados aumentan las tasas de preñez. *Inseminación Artificial. Hoard's Dairyman en español.* Febrero 2013. Año 19. N° 218: 110-111.
- Stevenson, J., Tiffany, S.M. Lucy, M.C. 2004. Use of estradiol cypionate as a substitute for GnRH in protocols for synchronizing ovulation in dairy cattle. *J.Dairy Sci.* 87:3298.
- Thatcher, W. y Collier R. 1983. Efecto del calor sobre la productividad animal. *SARH. INIP. Mex.* P 67
- Williams, G. L. 1998. Nutritional Factors and Reproduction. *Encyclopedia of Reproduction.* Vol 3. P. 92-102.
- Yavas, Y. y Walton, J. 2000. Postpartum acyclicity in suckled beef cows. *Theriogenology* 54: 24
- Zavala, D; López, F; Ventura, B. 2005. Efecto de la Proteína Cruda y la Energía en la Fertilidad de Vacas Lecheras en Ocho Ganaderías de El Salvador. Tesis Ing. Agr. El Salvador, San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 83