

## **Estrategias para Optimizar el Manejo Reproductivo en Vaquillas Lecheras.**

Paul M. Fricke

Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison, Madison, Wisconsin 53706

Email: pmfricke@wisc.edu

### **Mensajes para llevar a Casa:**

- La meta final de cualquier programa de cría de vaquillas de reemplazo es criar vaquillas para que alcancen la edad y peso deseados precozmente y que así puedan iniciar la pubertad, quedar preñadas y parir sin problemas, a un mínimo costo.
- Las ventajas económicas de utilizar inseminación artificial (IA) en vaquillas sobrepasan a las obtenidas cuando se utiliza IA sólo en vacas.
- La tasa a la que las vaquillas se preñan está determinada por la interacción entre tasa de servicios y tasa de concepción.
- La razón primordial para utilizar sincronización de celos en vaquillas es facilitar el uso de la IA.
- Actualmente se están desarrollando nuevos protocolos para sincronización de ovulación e inseminación a tiempo fijo.

La eficiencia reproductiva es una de las claves en un exitoso programa de manejo de las vaquillas. La eficiencia reproductiva fija el camino para que las vaquillas se preñen a una edad adecuada, un peso adecuado y finalmente paran a una edad y peso ideal.

### **Edad al Primer Parto.**

La meta final de cualquier programa de cría de vaquillas de reemplazo es criar vaquillas para que alcancen la edad y peso deseados precozmente y que así puedan iniciar la pubertad, quedar preñadas y parir sin problemas, a un mínimo costo. La investigación informa consistentemente que la producción vitalicia, lactancia estandarizada a 305 días y la rentabilidad vitalicia de las vaquillas de reemplazo es maximizada cuando las vaquillas paren por primera vez entre los 23 y 25 meses de edad. Hay varias razones de porque la edad al primer parto afecta la rentabilidad de las explotaciones lecheras. En la mayoría de ellas, una inversión de alrededor de \$1.200 (EE.UU.) es necesaria criar vaquillas desde el nacimiento al parto. Las vaquillas que paren antes, estan una mayor proporción de sus vidas produciendo leche, y por lo tanto generándole beneficios a la lechería, mientras que las que lo hacen más tardíamente pasan un mayor tiempo improductivo antes de comenzar sus lactancias.

Además del retraso de los ingresos e incremento de los costos de crianza, el retraso en la edad al primer parto resulta en un aumento del número de hembras de reemplazo necesarias para mantener el tamaño del rebaño en un momento dado (Tabla 1). Por ejemplo, en una lechería de 1.000 vacas, con un 38% de tasa de eliminación y una edad promedio al primer parto de 30 meses, el alcanzar las metas propuestas podría disminuir los animales que necesita en su sistema de cría en 210 animales, y todavía tiene suficiente reemplazos para mantener un tamaño de rebaño constante. Al disminuir el número de vaquillas necesarias para mantener el tamaño se reducen dramáticamente los costos de alimentación y alojamiento asociados con el sistema de

cría de reemplazos. Claramente, la edad al primer parto tiene un profundo efecto en la en la rentabilidad del sistema de cría. La importancia económica de establecer una edad al primer parto de entre 23 y 25 meses de edad es tan grande que todos los demás aspectos de gestión de un sistema de crianza de reemplazos deben orientarse y supeditarse a lograr este objetivo.

**Tabla 1. Efecto de la tasa de reemplazos y edad al primer parto en el número de vaquillas de reemplazo anuales necesarias para mantener en tamaño del rebaño en una lechería de 100 vacas adultas\* (Adaptado de Fricke, 2003).**

Tasa de eliminación (%)	Edad al Primer Parto (meses)					
	24	26	28	30	32	34
24	53	57	62	66	70	75
26	57	62	67	72	76	81
28	62	67	72	77	82	87
30	66	72	77	83	88	94
32	70	76	82	88	94	100
34	75	81	87	94	100	106
36	79	86	92	99	106	112
38	84	91	98	105	111	118
40	88	95	103	110	117	125

\*Se asume un 10 % de mortalidad hasta el parto. Cada día de retraso al parto más allá de los 24 meses cuesta entre US\$1,50 a US\$3,00 por vaquilla.

### **Edad al Primer Servicio**

En general, la reproducción de las vaquillas de reemplazo debe ser iniciada cuando las vaquillas alcancen el 60 por ciento de su altura o peso adulto (Tabla 2). Utilizando este benchmarking, las vaquillas Holstein estan listas para ser cubiertas a los 397 kg. o con una altura a la cruz de 127 centímetros. Las vaquillas deben ser pesadas o medidas para determinar específicamente cuando estos criterios se cumplen. La simple adivinación de la edad, peso o altura de las vaquillas lecheras para determinar si son elegibles para su primer servicio es una práctica de manejo inaceptable.

La edad al primer servicio asociada a la eficiencia reproductiva del primer y los subsecuentes servicios determinan la edad de las vaquillas al primer parto. (El largo de la gestación es un intervalo fijo – alrededor de 280 días para Holstein.) Así, el mayor desafío reproductivo para las vaquillas en reproducción es obtener la concepción entre los 14 y 15 meses de edad para asegurar una edad al primer parto de 23 a 24 meses de edad. Criar vaquillas para que inicien su pubertad entre los 11 a 13 meses de edad y así comenzar su encaste en forma oportuna es fundamental para el éxito global de un programa de cría de vaquillas.

**Tabla 2. Criterios de encaste para vaquillas lecheras (Adaptado de Fricke, 2003).**

Holstein & Brown Swiss			Ayershire & Guernsey		Jersey	
Edad	Peso	Altura	Peso	Altura	Peso	Altura
(meses)	(kg)	(cm)	(kg)	(cm)	(kg)	(cm)
12	352	124	272	117	236	112
14	397	127	308	122	261	114
16	442	130	349	127	295	117
18	476	132	390	130	331	119

Para sistemas pastoriles o de bajos inputs los valores de peso pueden ser rebajados entre 30 a 50 kilos.

La edad del inicio de la pubertad se relaciona con el peso corporal, las vaquillas Holstein normalmente presentan su primer celo entre los 250 y 300 kilos. La edad al primer servicio para raza lecheras pequeñas, tal como Jersey, puede ser reducida en un mes porque las razas más pequeñas son más precoces. Criar a las vaquillas Jersey para iniciar la pubertad entre los 11 a 12 meses asegura que el primer servicio ocurra entre los 13 y 14 meses.

Un pobre manejo nutricional, en las etapas tempranas del programa de cría, se logra una baja ganancia de peso y se causan problemas reproductivos porque se retrasa el inicio de la pubertad, la edad a la primera cubierta y finalmente la edad al primer parto. En contraste, las investigaciones han mostrado que un manejo nutricional resultante en un excesivo peso prepuberal reduce la producción de leche durante la primera y posteriores lactancias debido a subnormal desarrollo del tejido mamario secretor (Head, 1992). De este modo, el manejo nutricional prepuberal de las vaquillas influye profundamente en la edad en la pubertad, la edad de la primera cubierta y por lo tanto en la edad al primer parto.

### **Empleo de Toros de IA en Vaquillas**

Los expertos recomiendan los programas de inseminación artificial por varias razones. La primera es que la IA entrega ventajas genéticas y económicas cuando es comparada con toros de monta natural. Por ejemplo, las investigaciones muestran una ventaja en la vida vitalicia medida en dólares en el Mérito Neto de US\$ 211 para una vaca Holstein servida con un toro promedio (a la primera prueba) de IA, cuando se compara con el resultado obtenido en una vaca servida con toro promedio de monta natural. Esta estimación es conservadora porque los administradores siempre seleccionan semen de toros de IA por sobre el promedio y porque el merito genético promedio de toros de monta natural probados es superior al promedio de toros de monta natural no probados.

Bajo la mayoría de las circunstancias, la ventaja económica de utilizar IA para cubrir a las vaquillas vírgenes excede a las ventajas obtenidas por utilizar IA en vacas adultas. Las vaquillas de reemplazo representan la población de más avanzada genética en un rebaño lechero. Así, el merito genético de los terneros nacidos de IA en las vaquillas es superior que el de los terneros nacidos de las vacas adultas. En adicción, las vacas de primera lactancia constituyen el grupo poblacional más numeroso en el rebaño de vacas en una operación lechera. Un programa de IA para vaquillas puede acelerar el progreso genético total del rebaño porque los terneros

provenientes de vaquillas contribuyen proporcionalmente con el mayor número de crías al rebaño de reemplazo.

Los costos de semen por preñez y por vaquillas de reemplazo producida también son más bajos en vaquillas. Esto es porque las vaquillas tienen una tasa de concepción más alta que las vacas en lactancia, es así como, demandan menos servicios de IA por preñez. Finalmente, los programas de IA en vaquillas dejan espacio para utilizar toros probados con facilidad de parto en vez de utilizar toros de otras razas para evitar distocias. La predicción del mérito genético para facilidad de parto ha estado disponible para los toros Holstein de IA en Estados Unidos desde 1978 y las investigaciones muestran que las estrategias de apareamiento que incluyen toros con facilidad de parto pueden reducir la distocia en vaquillas Holstein de primer parto.

### **Detección de Celos e Inseminación**

Investigaciones utilizando el monitoreo de la expresión de estros por radiotelemetría (Sistema HeatWatch) han demostrado que la manifestación de los celos no es igual en vacas que en vaquillas (Tabla 3). Las vaquillas lecheras se dejan montar, en promedio, 17 veces durante un celo. Y el celo dura en promedio – medido de la primera a la última monta – 12 horas. En comparación, vacas adultas, en promedio, aceptan la monta solo siete veces durante el periodo de celo, el que dura sólo ocho horas. el aumento de la duración y frecuencia de la actividad en las vaquillas incrementa fuertemente la eficiencia de la detección de sus celos. Con un período de estro de 12 horas, las vaquillas pueden ser observadas para detección de celos dos veces por día por períodos de 20 a 30 minutos cada uno, equitativamente espaciados y obtener resultados adecuados.

**Tabla 3. Conducta sexual, en ganado Holstein, en celos registrados por HeatWatch**

	Vacas en lactancia	Vaquillas
n	307	114
Montas	7.2 ± 7.2	16.8 ± 12.8
Duración del celo (h)	7.3 ± 7.2	11.3 ± 6.9

J Dairy Sci 80(Suppl. 1):179; 1997

Los dispositivos de ayuda para la detección de celos, ofrecen a los administradores muchas opciones para poder incrementar el rendimiento reproductivo de las vaquillas. Estas incluyen:

- ◆ indicadores de monta, dispositivos activados por presión
- ◆ pintura o tiza
- ◆ dispositivos marcadores electrónicos

Al decidir si en un programa de gestión reproductiva, se incorporan las ayudas para la detección de celos, se debe considerar tanto el costo de las ayudas para la detección de celos, como la integración de ellas en el funcionamiento general de la operación. Consulte con un veterinario o especialista en reproducción para más información.

### **Midiendo el Rendimiento Reproductivo**

Cuando se monitorea el éxito de un programa reproductivo para vaquillas el foco se debe centrar en las siguientes tres áreas:

**1. Tasa de servicios.** Mide la proporción de vaquillas elegibles que son cubiertas en un período determinado de 21 días. En teoría, cada vaquilla, en el grupo de encaste, debe mostrar celo una vez cada 21 días, así, la tasa de servicios y la tasa de detección de celos deben ser iguales cuando las vaquillas se cubren en base a la detección visual de los signos de conducta sexual. Con este sistema y con buenas condiciones de manejo se debe ser capaz de observar más del 90 por ciento de las vaquillas en celo en 45 días – dos ciclos de estro.

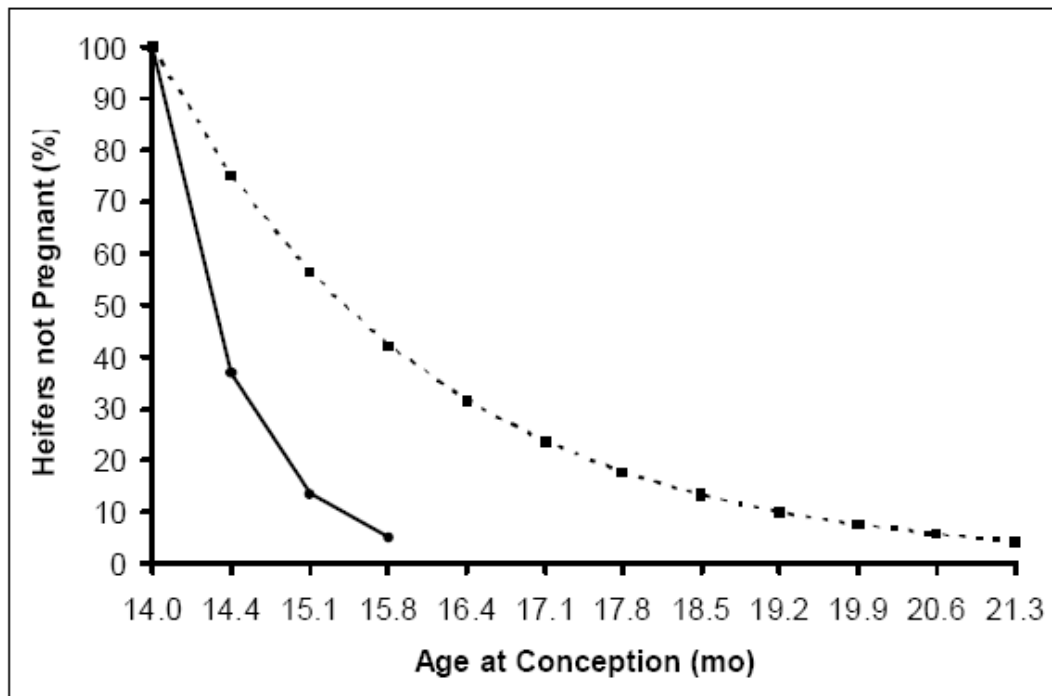
**2. Tasa de Concepción.** Para lograr obtener altas tasa de concepción, las vaquillas necesitan estar ganando peso y tener una adecuada condición corporal al momento del encaste. Adicionalmente, la coordinación de la inseminación con la presentación de celos es importante para maximizar la tasa de concepción. Se ha visto que al inseminar las vaquillas inmediatamente después de ser detectadas en celo o inseminarlas bajo el esquema de una vez al día, se obtiene una tasa de concepción similar a la obtenida con el esquema AM – PM. Solo bajo buenas condiciones de manejo será posible obtener tasa de concepción adecuadas, y estas pueden variar entre un 50 a 70 por ciento.

**3. Tasa de Preñez.** La tasa a la que las vaquillas son preñadas después de alcanzar la pubertad está determinada por una interacción entre tasa de servicio y tasa de concepción. En general la tasa de preñez se puede estimar por la ecuación:

#### **Tasa de Preñez = Tasa de Servicios x Tasa de Concepción**

Aunque la tasa de preñez no es el resultado matemático producto de la tasa de concepción y la tasa de preñez, esta ecuación aproxima a la tasa preñez obtenida en grandes grupos de vaquillas. Así, el maximizar tanto la tasa de servicios como la tasa de concepción brinda la oportunidad para gestionar el control de la reproducción y la rentabilidad en la cría de vaquillas de reemplazo. Un método práctico para determinar la tasa de preñez es observar el número de preñeces obtenidas en un grupo de vaquillas, cuando ellas están en “riesgo” de ser preñadas (en un período de 21 días, un ciclo sexual). La tasa de preñez para las vaquillas puede variar entre 25 a 50 por ciento dependiendo de las tasas de concepción y servicio.

Aunque el objetivo declarado de un programa de cría de vaquillas sea lograr una edad promedio al parto entre 23 y 25 meses de edad, en la cría de vaquillas no se debe usar este promedio como un punto de referencia. Los estudios han demostrado que el retraso del encaste causa vaquillas sobre acondicionadas (gordas) lo resulta en una mayor incidencia de distocias y problemas metabólicos al parto. Por lo tanto, una edad al parto de 24 meses debe considerarse una edad máxima. La Figura 2 muestra cómo utilizando un "promedio" de edad al parto las referencias engañan.



**Figura 2.** En este escenario, las vaquillas son sometidas a detección de celos desde los 14 meses. La línea entrecortada muestra la velocidad a la que las vaquillas son preñadas con un pobre manejo reproductivo — una tasa de servicios de un 40% y una tasa de concepción de un 50%. En cambio, la línea continua muestra la velocidad en la que son preñadas las vaquillas con un excelente manejo reproductivo — una tasa de servicios de 90% y una tasa de concepción de un 70%. Aunque el promedio al primer parto es de unos 25,4 meses para las vaquillas con un pobre manejo reproductivo, más de un 25% de ellas no han parido aún después de los 26 meses y un 10% de ellas lo hace después de los 28 meses de edad. Claramente, la edad al primer parto no esa reflejando el subyacente problema reproductivo. Para la línea continua, la edad promedio al primer parto es de 23,9 meses. Pero lo más importante, un 95% de las vaquillas sometidas a un excelente programa reproductivo podrá parir antes de los 25 meses de edad.

### Programas de Sincronización en Base a Hormonas

La principal razón para sincronizar los celos o la ovulación en las vaquillas lecheras es poder gestionar en forma más precisa la edad al primer servicio y la edad al primer parto. En el bovino se han desarrollado muchos protocolos de sincronización de celos utilizando hormonas exógenas como progestágenos, prostaglandina  $PGF_{2\alpha}$  (o análogos de  $PGF_{2\alpha}$ ), estrógenos, y hormonas liberadoras de gonadotrofinas (GnRH) solas o en combinación. La meta de estos programas es controlar la fisiología del ciclo reproductivo y sincronizar la conducta estral.

Aquí se presenta una revisión de los programas de sincronización hormonal utilizados en vaquillas lecheras:

### ***Prostaglandina $F_{2\alpha}$***

Muchos estudios han mostrado que el uso de  $PGF_{2\alpha}$  puede reducir el intervalo entre los ciclos de detección de celos. La sincronización de celos utilizando  $PGF_{2\alpha}$  puede incrementar la eficiencia reproductiva; pero se ve limitada por la eficiencia en la detección de celos de la explotación. Es recomendable asociar el uso de  $PGF_{2\alpha}$ , con la utilización de ayudas en la detección de celos en conjunto con un buen sistema de observación visual de celos para así obtener el máximo de sus beneficios.

Si a un grupo de vaquillas esta ciclando al azar, no todas ellas responderán a una inyección de  $PGF_{2\alpha}$ . Si es administrada entre los días uno a seis después de la ovulación, el cuerpo lúteo podría no involucionar y no presentar celo. Adicionalmente, en vaquillas prepuberales no inducirá ciclos porque ellas no presentan un cuerpo lúteo. Normalmente, dos inyecciones de  $PGF_{2\alpha}$  se aplican con un intervalo de 11 a 14 días. Más del 90% de las vaquillas que se encuentren ciclando mostraran celo uno a seis días después de la segunda inyección de  $PGF_{2\alpha}$ .

### ***Combinación de GnRH y $PGF_{2\alpha}$***

La sincronización de la ovulación seguida por una IA a tiempo fijo utilizando GnRH y  $PGF_{2\alpha}$ , llamada Ovsynch, es una exitosa estrategia de manejo reproductivo para vacas lecheras. Ovsynch se inicia aplicando una inyección de GnRH al azar durante el ciclo estral. Se sigue siete días más tarde, por una inyección de  $PGF_{2\alpha}$ , seguida dos días después por una segunda inyección de GnRH. 24 horas después se realiza una IA a tiempo fijo, independiente de que se presente o no señales de celo. Desafortunadamente, las vaquillas lecheras no han mostrado una buena respuesta a Ovsynch e IA a Tiempo Fijo, las tasas de concepción alcanzadas, 20 a 40 por ciento, son más bajas que las obtenidas con cubiertas después de una observación visual de celos.

### ***Dispositivo de Liberación Interna Controlada de Drogas (CIDR)***

La FDA aprobó el uso del CIDR (Controlled Internal Drug Release) en vaquillas lecheras en Abril 2002. Cada dispositivo contiene 1,38 gramos de progesterona. Cuando es insertado intra vaginalmente libera una cantidad definida de progesterona, la que inhibe la presentación de celos en las vaquillas. Un método de uso es insertar un CIDR por un período de 7 días y luego aplicar una inyección de  $PGF_{2\alpha}$  un día antes o el mismo día en que el dispositivo es removido. Los celos se presentan entre uno a tres días después de que CIDR es retirado.

## **Desarrollo de Programas de Control de la Reproducción en Vaquillas Lecheras**

La razón primordial para sincronizar los celos en vaquillas lecheras es para facilitar el uso de la IA (Xu y Burton, 1999). La efectividad de las actuales estrategias de sincronización de celos está limitada porque la detección de ellos es mayoritariamente realizada en base a la detección visual, la que en la mayoría de las lecherías es deficitariamente realizada, en relación a un adecuado horario de inseminación. Como soporte a esta impresión, en una encuesta nacional realizada a los productores lecheros la “Inadecuada Detección de Celos para IA”, y el “Insuficiente Tiempo para Supervisar la Inseminación” fueron dos importantes factores señalados como motivos para no realizar IA en las vaquillas (Erven y Arbaugh, 1987). Nosotros hemos recientemente efectuado una serie de experimentos para desarrollar protocolos de inseminación a tiempo fijo (IATF) para vaquillas lecheras. Estas investigaciones son resumidas en los resultados presentados a continuación.

El primer protocolo desarrollado y exitoso para la sincronización de la ovulación de vacas lecheras fue Ovsynch (Pursley et al., 1995). Con el uso de Ovsynch los productores lecheros no necesitan realizar la detección de celo para poder inseminar. Así, las vacas reciben una IA a tiempo fijo sincronizada con la ovulación, obteniéndose una concepción similar a la que se obtiene al inseminar vacas a detección de celos (Pursley et al., 1997a). Desafortunadamente, la respuesta de las vaquillas lecheras a Ovsynch e IATF es pobre, la concepción fluctúan entre un 20% a un 40%, más baja que las vaquillas inseminadas a celo detectado visualmente (Pursley et al., 1997b; Schmitt et al., 1996). A pesar que no hemos recomendado su uso en vaquillas lecheras, modificaciones en el manejo del protocolo y en el protocolo mismo pueden mejorar la respuesta de las vaquillas.

Para desarrollar y evaluar la efectividad de los protocolos hormonales en la inseminación artificial a tiempo fijo en vaquillas Holstein, recientemente hemos llevado a cabo dos experimentos en una gran operación de crianza en Wisconsin.

### **Experimento 1 (Rivera et al., 2004).**

Vaquillas lecheras de la raza Holstein (n = 352) de 13 meses de edad, se inseminaron en un período de encaste de 42 días, en el cual la detección de celos se basó en la remoción de la tiza de la base de la cola, lectura realizada una vez al día. Las vaquillas se asignaron al azar en uno de dos programas de inseminación artificial (IA). Al comienzo del período de inseminación (d 0), a un grupo de vaquillas la ovulación les fue sincronizada (100 µg GnRH, d 0; 25 mg PGF<sub>2α</sub>, d 6; 100 µg GnRH, d 8) antes de la inseminación a tiempo fijo (IA; d 8). Antes y después de la inseminación a tiempo fijo, las inseminaciones se basaron en la remoción de la pintura de la base de la cola para el período completo de inseminación (GPG; n=175). Un segundo grupo de vaquillas fueron inseminadas durante todo el período reproductivo (TC; n=177) basado únicamente en la detección de celos por remoción de la pintura de la base de la cola.

Los resultados más relevantes de este experimento son mostrados en la Tabla 4. El intervalo entre el comienzo del período de encaste a la primera IA fue más largo (p<0.01) para las vaquillas en el grupo TC que para las del grupo GPG (9.9 ± 0.6 vs. 7.5 ± 0.1 d), mientras que la tasa de concepción a los 30 días post IA fue similar entre los dos tratamientos (46.5% vs. 38.3%, para vaquillas TC vs. GPG, respectivamente). No se encontró interacción entre tratamiento y técnico inseminador (p=0.70); sin embargo, el técnico inseminador afectó (<0.01) la tasa de concepción (Tabla 5). Así, la baja tasa de concepción obtenida en este estudio puede ser



asociada a diferencias debidas a los inseminadores más que a fallas del protocolo en sí. Las pérdidas de preñez 30 a 75 días post IA alcanzo a un 10.2% y fue similar entre tratamientos.

**Tabla 4.** Efecto del tratamiento sobre la tasa de preñez por inseminación artificial (TP/IA), perdidas de preñez, y tasa preñez acumulada de vaquillas Holstein durante un periodo de encaste por IA de 42 días. (Adaptado de Rivera et al., 2004).

Ítem	Tratamiento <sup>1</sup>		valor-p
	TC	GPG	
TP/IA a 1 <sup>ra</sup> IA 30 d después IAT <sup>2</sup>			
Total, %	46.5	38.3	0.12
(no./no.)	(80/172)	(67/175)	
Después de IA, %	-	38.2	-
(no./no.)		(55/144)	
Después de remoción tiza de la cola, %	46.5	38.7	0.44
(no./no.)	(80/172)	(12/31)	
TP/IA a 1st IA a 75 d <sup>2</sup>			
Total, %	41.8	34.3	0.15
(no./no.)	(72/172)	(60/175)	
Perdidas de Preñez, 30 a 75 d <sup>2</sup>			
Total, %	10.0	10.4	0.98
(no./no.)	(8/80)	(7/67)	
TP/IA a 2 <sup>da</sup> y 3 <sup>ra</sup> IA 41 a 66 d después			
Total, %	34.0	42.1	0.25
(no./no.)	(31/91)	(51/121)	
Tasa de Preñez Acumulada <sup>3</sup>			
Total, %	58.2	63.4	0.38
(no./no.)	(103/177)	(111/175)	

<sup>1</sup>Para vaquillas en el grupo GPG, la ovulación fue sincronizada antes de la inseminación a tiempo fijo; antes y después de la IATF, para el período completo de encaste los servicios se basaron en la remoción de la tiza de la cola. Para las vaquillas TC, las inseminaciones se realizaron durante todo el periodo de encaste en base a la remoción de la tiza de la cola.

<sup>2</sup>Debido a la variación en el intervalo entre comienzo del experimento a la primera IA en el grupo de vaquillas TC, el intervalo medio ( $\pm$  SEM) para todas las vaquillas desde la primera inseminación al diagnostico de preñez fue entre  $31.5 \pm 0.1$  y  $74.5 \pm 0.3$  d.

<sup>3</sup>Proporción de vaquillas diagnosticadas preñadas a la IA después un periodo de IA de 42 días.

Finalmente hemos concluido que el protocolo de sincronización Ovsynch evaluado en este estudio puede producir una aceptable fertilidad en vaquillas si se inseminan las vaquillas que muestran celo entre los dos tratamientos de GnRH y se optimiza la eficiencia de la IA. Como protocolo puede ser útil para los productores que deseen inseminar un grupo de vaquillas entre un periodo de 8d y reducir los periodos de detección de celo. Además, el uso de este protocolo podría concentrar los retornos a servicio para las vaquillas que no quedan preñadas en la primera IA y permitir el desarrollo de protocolos sistemáticos de resincronización para la segunda IA. La expresión de celo durante el protocolo reduce ampliamente la respuesta de la sincronización al Ovsynch. Por consiguiente, realizamos un segundo estudio enfocado en aumentar la proporción de vaquillas que reciben la IATF y reducir la necesidad de detección de celo.

**Tabla 5.** Efecto del inseminador sobre la tasa de preñez por inseminación artificial (TP/IA) en vaquillas Holstein inseminadas a celos detectados con tiza de cola (TC) o sincronización de ovulación e inseminación a tiempo fijo (GPG) (Adaptado de Rivera et al., 2004).

Treatment <sup>1</sup>	Inseminador		
	1	2	3
TC, %	30.2	33.3	62.6
(no./no.)	(16/53)	(12/36)	(52/83)
GPG, %	20.0	25.0	53.8
(no./no.)	(12/60)	(6/24)	(49/91)
Total, %	24.8 <sup>a</sup>	30.0 <sup>a</sup>	58.0 <sup>b</sup>
(no./no.)	(28/113)	(18/60)	(101/174)

<sup>a,b</sup>En la columna, porcentajes con diferentes superíndices difieren estadísticamente ( $P < 0.01$ ). La interacción tratamiento inseminador no fue significativa ( $P = 0.70$ ).

<sup>1</sup>Para vaquillas en el grupo GPG, la ovulación fue sincronizada antes de la inseminación a tiempo fijo; antes y después de la IATF, para el período completo de encaste los servicios se basaron en la remoción de la tiza de la cola. Para las vaquillas TC, las inseminaciones se realizaron durante todo el periodo de encaste en base a la remoción de la tiza de la cola.

### Experimento 2 (Rivera et al., 2003).

Los objetivos de este estudio fueron: 1) evaluar el efecto de un dispositivo interno de liberación de hormonas conocido como CIDR como herramienta para aumentar la proporción de vaquillas sometidas a la IATF después de recibir un protocolo de tratamiento hormonal para la sincronización de la ovulación y 2) para determinar el efecto del dispositivo CIDR en vaquillas de leche para una segunda IA. Se planteó la hipótesis de que la inclusión del CIDR entre las dos primeras inyecciones del protocolo Ovsynch eliminaría la necesidad de detección de celo antes de la inyección de PGF2 $\alpha$ , y que la resincronización utilizando el dispositivo CIDR resultaría en una sincronización de celo más ajustada para vaquillas que no quedan preñadas a la IATF.

Las vaquillas lecheras, todas de raza Holstein ( $n = 189$ ) fueron sometidas a un periodo de IA de 42d en el cual recibieron la IA después de la evaluación diaria de remoción de pintura en la base de la cola. Al inicio del periodo de inseminación (d 0), las vaquillas fueron asignadas aleatoriamente para recibir el tratamiento de sincronización de la ovulación (100  $\mu$ g GnRH, d 0; 25 mg PGF2 $\alpha$ , d 6; 100  $\mu$ g GnRH d 8) y la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) al momento de la segunda inyección GnRH luego de haber incluido (CIDR;  $n = 94$ ) o no incluido (GPG;  $n=95$ ) un CIDR desde el día 0 hasta el día 6 del protocolo.

Ninguna vaquilla del grupo CIDR se inseminó antes del día 8 comparado con el 24% que si fueron inseminadas antes del día 8 en el grupo GPG. La tasa de concepción (PR/IA) al día 30 después de la IATF no presentó diferencias entre tratamientos (32 vs. 29% para CIDR vs GPG respectivamente). Para la segunda IA las vaquillas se distribuyeron aleatoriamente entre dos tratamientos: inserción de un CIDR desde el día 14 al 20 post inseminación (Resynch  $n= 81$ ) o control ( $n = 85$ ) las cuales no recibieron tratamiento alguno (Tabla 6)

Ninguna de las vaquillas incluidas en el Resynch se inseminó durante el tratamiento con CIDR comparado con el 33% de las vaquillas del grupo control. En cambio la proporción de vaquillas que se inseminaron luego de las 72 h de retirado el CIDR fue de 78% mientras que en el grupo control fue de un 50%. Las vaquillas del grupo Resynch tuvieron una mayor tasa de concepción (PR/IA) a la segunda y subsiguientes inseminaciones que las del grupo control (47% vs. 26%).

No se detectó ninguna interacción entre tratamiento e inseminador para la primera o la segunda IA; sin embargo la tasa de concepción general fue baja durante todo el experimento debido a la mala técnica de inseminación de dos de los tres inseminadores de la granja (14, 6 y 58% respectivamente). En conclusión la inclusión de un dispositivo CIDR suprimió el celo durante el protocolo de inseminación a tiempo fijo sin provocar una caída en la tasa de concepción mientras que la resincronización de celos utilizando CIDR dio como resultado una sincronización con un retorno al celo más concentrada para la segunda IA (Tabla 6).

El uso de un dispositivo CIDR en un protocolo de sincronización de ovulación suprimió la presentación de celos durante el protocolo permitiendo así que el 100% de las vaquillas incluidas en el protocolo fueran inseminadas a tiempo fijo sin afectar la fertilidad. Debido al fuerte efecto del inseminador detectado en este estudio, la tasa de concepción no mostro el resultado esperado para vaquillas lecheras manejadas en excelentes condiciones. En contraste, la alta respuesta en sincronización obtenida en este estudio demuestra que la inclusión del dispositivo CIDR en un programa de IATF, puede ser exitoso cuando la detección de celos es un factor limitante para la implementación de programas de IA en vaquillas lecheras. La utilización del CIDR sólo para la resincronización del segundo servicio de IA es una práctica útil para obtener una apretada sincronía de los celos en las vaquillas que no se preñan a la primera IATf y evitar errores debido a una mala detección de celos

**Tabla 6.** Efecto del tratamiento sobre la tasa de preñez por inseminación artificial (TP/IA) y pérdidas de preñez para vaquillas Holstein después de inseminación artificial a tiempo fijo (IAT).

Ítem	Tratamiento		
	CIDR	GPG	valor-p
TP/IA a 1 <sup>ra</sup> IA 30 d después			
Total, %	32	29	0.75
Después de IATF, %	32	31	0.19
Después remoción de tiza, %	-	26	-
TP/IA a la primera IA a 65 d después de IA			
Total, %	30	27	0.74
Pérdida de Preñez, 30 a 65 d después de IA			
Total, %	7	7	0.97

### Efecto del Inseminador sobre la TP/IA.

Una característica común en ambos experimentos fue el profundo efecto de los inseminadores sobre la tasa de concepción. A nivel del rebaño la mayor variación en la tasa de concepción en las vaquillas es debida a la variación entre inseminadores (Ron et al., 1984). Barth (1993) informó sobre la marcada influencia que tiene el momento de la IA, la calidad y manipulación del semen, y la experiencia de los inseminadores sobre la fertilidad a la IA en el ganado vacuno. El no depositar el semen en el lugar adecuado dentro del tracto uterino también afecta a la fertilidad a la IA, más de la mitad de los inseminadores evaluados depositan el semen en el cuello uterino en lugar de depositarlo correctamente en el cuerpo del útero. (Peters et al., 1984; López-Gatius, 1999). Un error común es depositar el semen mientras se retira la pipeta durante la inseminación (Zavy and Geisert, 1994). En estos ensayos, realizados en una explotación

comercial dedicada a la crianza de vaquillas, la inesperada baja en la tasa de concepción debido al efecto de los inseminadores es una enseñanza para los productores lecheros y sus asesores.

## **Conclusión**

El método más efectivo para acelerar el progreso genético y maximizar la rentabilidad de una operación lechera es utilizar la IA en las vaquillas lecheras. Hemos realizado progresos al desarrollar protocolos que permiten la inseminación a tiempo fijo en vaquillas, modificando el protocolo Ovsynch y utilizando dispositivos CIDR. Continúan las investigaciones para desarrollar sistemas exitosos de inseminación a tiempo fijo en vaquillas lecheras.

## **Referencias**

- AgSource/CRI. 2002. AgSource Cooperative Services, Verona, WI.
- Barth, A. D. 1993. Factors affecting fertility with artificial insemination. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 275-287.
- Cordoba, M. C. and P. M. Fricke. 2002. Initiation of the breeding season in a grazing-based dairy by synchronization of ovulation. *J. Dairy Sci.* 85:1752-1763.
- Erven, B. L. and D. Arbaugh. 1987. Artificial Insemination on U.S. dairy farms. Report of a study conducted in cooperation with the National Association of Animal Breeders. NAAB, Columbia, MO.
- Everett, R. W. 1989. Are heifers your untapped genetic resource? *Hoard's Dairyman*, April 25, p. 348.
- Fricke, P. M. 1997. Bulls are no bargain. *Hoard's Dairyman*, December, 1997 p. 841.
- Fricke, P. M. 2003. Heifer Reproduction. In: *Raising Dairy Replacements*. Midwest Plan Service. Ames, IA, pp. 77-83.
- Gonzalez, L. V., J. W. Fuquay, and H. J. Bearden. 1985. Insemination management for a one-injection prostaglandin F<sub>2α</sub> synchronization regimen. I. One daily insemination period versus use of the A.M./P.M. rule. *Theriogenology* 24:495-500.
- Head, H. H. 1992. Heifer performance standards: rearing systems, growth rates and lactation. In: *Large Herd Dairy Management*. Van Horn HH, Wilcox CJ (Eds). American Dairy Science Association, Champaign, IL, p. 422.
- Hoard's Dairyman, 1997. *Hoard's Dairyman Continuing Market Study, 1997*. Hoard's Dairyman Research Department, Fort Atkinson, WI.
- Hogeland, J. A. and J. J. Wadsworth. 1995. The role of artificial insemination on U.S. dairy farms survey report. Study conducted in cooperation with the National Association of Animal Breeders. NAAB, Columbia, MO.
- López-Gatius, F. 1999. Site of semen deposition in cattle: a review. *Theriogenology* 53:1407-1414.
- Peters, J. L., P. L. Senger, J. L. Rosenberger, and M. L. O'Connor. 1984. Radiographic evaluation of bovine artificial inseminating technique among professional and herdsman-inseminators using 0.5 and 0.25-ml French straws. *J. Anim. Sci.* 59:1671-1683.
- Pursley, J. R., M. R. Kosorok, and M. C. Wiltbank. 1997a. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *J Dairy Sci* 80:301-306.
- Pursley, J. R., M. O. Mee, and M. C. Wiltbank. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF<sub>2α</sub> and GnRH. *Theriogenology* 44:915-923.

Pursley, J. R., M. C. Wiltbank, J. S. Stevenson, J. S. Ottobre, H. A. Garverick, and L. L. Anderson. 1997b. Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J Dairy Sci* 80:295-300.

Rivera, H., H. Lopez, and P. M. Fricke. 2004. Fertility of Holstein dairy heifers after synchronization of ovulation and timed AI or AI after removed tail chalk. *J. Dairy Sci.* In press.

Rivera, H., H. Lopez, and P. M. Fricke. 2003. Fixed-time artificial insemination in Holstein dairy heifers after synchronization of ovulation using GnRH and PGF2 $\alpha$  with or without a CIDR device. *J. Dairy Sci.* Submitted.

Ron, M., R. Bar-Anan, and G. R. Wiggans. 1984. Factors affecting conception rates of Israeli Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 67:854-860.

Schmitt, E.J-P., T. Diaz, M. Drost, and W. W. Thatcher. 1996. Use of a gonadotropin-releasing hormone agonist or human chorionic gonadotropin for timed insemination in cattle. *J Anim Sci* 74:1084-1091.

Wahome, J. N., M. J. Stuart, A. E. Smith, W. R. Hearne, and J. W. Fuquay. 1985. Insemination management for a one-injection prostaglandin F2 $\alpha$  synchronization system. II. One versus two inseminations following detection of estrus. *Theriogenology* 24:501.

Xu, Z. Z. and L. J. Burton. 1999. Reproductive performance of dairy heifers and estrus synchronization and fixed-time artificial insemination. *J Dairy Sci* 82:910-917.

Zavy, M. T., and R. D. Geisert. 1994. In: Embryonic mortality in domestic species. CRC press Inc., Boca Raton, FL, pp. 3, 5, 109, 110.