

Manejo reproductivo con uso limitado de hormonas en el rodeo lechero

Jeffrey S. Stevenson ⁽¹⁾

- La detección de celo es clave para el éxito de los programas de IA en los rodeos lecheros.
- Aunque los programas de IATF son populares y los resultados de preñez son generalmente buenos, los monitores de actividad automáticos han probado ser eficaces para mejorar las tasas de detección de celo y de IA.
- El monitoreo de actividad parece identificar más precisamente el inicio del celo que los sistemas que detectan la pasividad a la monta (HeatWatch). El momento de ovulación en relación al inicio del celo es similar entre métodos.
- Las comparaciones realizadas dentro de los rodeos proveen evidencia que las tasas de preñez pueden ser aumentadas (mayor velocidad de preñez) con los monitores de actividad que con los programas de IATF.
- La tasa de preñez es mayor al aplicar este monitoreo debido a que los intervalos entre IA se reducen y a que aumenta la tasa de IA.
- Las encuestas realizadas a los usuarios muestran alta aceptación y satisfacción (>90%).

Introducción

A medida que una vaca se aproxima al celo, experimenta un aumento marcado en su actividad física, que incluye repetidas montas. Además de esta mayor actividad, se produce una serie de cambios fisiológicos significativos durante el periestro ^(6, 11) que generan el comportamiento de celo y otros signos relacionados. Algunos de estos cambios se producen a nivel de la citología vaginal y pH, resistencia eléctrica del mucus vaginal y tejidos genitales, temperatura corporal, pulso y frecuencia cardíaca, flujo sanguíneo, feromonas, metabolitos y hormonas en sangre, producción de leche y apetito.

La detección de celo es clave para el éxito de un programa de IA. Dicho programa puede estar basado únicamente en la identificación de vacas en celo o combinado con protocolos de IATF. El objetivo de un programa de detección de celo es realizar una predicción exacta de la ovulación. Se necesita un aumento del 12% de la tasa de inseminación en un programa basado en un 100% de detección de celo para lograr el mismo valor económico que el mejor programa basado 100% en IATF ⁽³⁾. Por otra parte, agregar detección de celo a un programa 100% basado en IATF sólo fue beneficioso en casos de tasas de preñez bajas. Por

(1) Department of Animal Sciences and Industry, Kansas State University, Manhattan KS. 66506-0201. E-mail: jss@k-state.edu

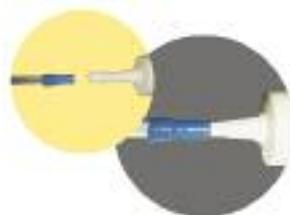
Publicado en los proceedings de la Western Canadian Dairy Seminar (WCDS) Advances in Dairy Technology (2014) Volume 26: 259-272.

GENTAMICINA + CEFALEXINA

METRISAN

La combinación sinérgica para el
tratamiento de endometritis y
metritis en bovinos

Incluye guante obstétrico
y cánula intrauterina



Sistema "Flexi-Click"

Cánula flexible de alta resistencia
con adaptador de goma.

over[®]
MEDICINA VETERINARIA

www.over.com.ar

lo tanto, reducir los costos asociados a los programas de IATF mejorando la eficiencia y exactitud de la detección de celo (aumentar la tasa de inseminación) debería reducir el costo por preñez en la mayoría de los rodeos, debido a que los intervalos entre inseminaciones son reducidos de 40 a 50 días a menos de 20 a 24 días cuando las vacas vacías son identificadas en su primer celo post IA.

El momento adecuado de IA tuvo su origen en los estudios pioneros de George Trimberger. Las vacas fueron observadas visualmente para detectar el celo y se realizó palpación rectal de los ovarios a intervalos frecuentes para determinar el momento en que el folículo preovulatorio desaparecía. Basado en estos estudios, Trimberger encontró que la probabilidad de concepción fue máxima cuando las vacas eran inseminadas entre 6 y 24 hs previas a la ovulación. Como resultado, propuso la denominada regla AM-PM: las vacas detectadas en celo AM deben ser inseminadas PM y las vacas detectadas en celo PM, inseminadas AM del día siguiente. Esta regla requiere un mínimo de dos observaciones visuales diarias. Debido a que el momento de descarga del semen en el tracto reproductivo es crítico para lograr la fertilización, lo que en verdad se requiere es una adecuada predicción de la ovulación más que la detección del celo.

DetECCIÓN DE CELO

Las tasas de detección de celos basadas en observación visual en los rodeos lecheros estadounidenses rondan el 50%. Esta pobre detección llevó a la adopción exitosa y rentable de programas sistemáticos de IATF. A pesar de la efectividad de los programas de IATF, muchos productores quieren inseminar sus vacas basado en la detección de celo y algunos están en desacuerdo con las frecuentes administraciones de hormona necesarias en estos protocolos y en la percepción pública de los mismos.

Las vacas son tradicionalmente monitoreadas en base a signos de celo tales como “pasividad a la monta” por parte de las compañeras del rodeo. Para ser eficaz en detectar las vacas a inseminar debería observarse visualmente las vacas al menos dos veces por día. Las ayudas a la detección usadas en los establecimientos que utilizan un sistema de monitoreo de salud nacional de los EE.UU., basado en el Manejo Reproductivo con

uso limitado de hormonas (*Reproductive Management with Limited Hormonal Intervention 2007 U.S. National Animal Health Monitoring System*) son: 1) observación visual (93%), 2) tiza o pintura (35%); 3) toros retajo (40%), 4) parches detectores de monta (14%) y 5) otros 14% (ej. HeatWatch, podómetros).

Han sido desarrollados diferentes métodos para reducir el trabajo y mejorar la eficiencia de la detección de celo por observación visual. Aunque tecnológicamente simples, la pintura o tiza en la base de la cola es una de las ayudas más empleadas. La mayoría de los tambos grandes utilizan tiza o pintura asociada a una observación diaria de las vacas, la que generalmente es superior a las observaciones visuales, pero todavía hay espacio para mejorar, ya que se logran tasas de IA del orden del 60%. La exactitud de la tiza o pintura, medida en función de las concentraciones de progesterona en leche o la preñez posterior a la IA, varió de 33 a 90%. En base a distintos estudios, entre el 5 y el 30% de las hembras no estaban verdaderamente en celo al ser inseminadas ⁽¹¹⁾.

Automatización de la detección de celo

Los antecedentes de intentos de automatización de la detección de celo están bien documentados ⁽²⁾. Los desarrollos tecnológicos utilizados incluyen podómetros, monitores de actividad, sensores de presión de monta, dispositivos detectores de monta por radiotelemedría, sensores de temperatura y sensores químicos en la línea de leche. Los sensores de monta electrónicos son dispositivos sensores de presión aplicados en la grupa de la vaca que son activados al ser montada por una compañera del rodeo. La eficiencia y exactitud de estos sistemas es bastante buena debido a que están asociados con una manifestación de comportamiento sexual específica y a que funcionan las 24 hs del día ⁽²⁾. La desventaja de estos sistemas es el trabajo asociado a aplicar los parches con los sensores y a mantener los mismos fijados a la vacas hasta la preñez. Un sistema completamente automatizado de medición de progesterona en leche empleando tecnología “dry-stick” ha sido comercializado en Dinamarca desde 2009 y ya está disponible en otros países. Desde 2010 se desarrolló un sistema que combina un robot de ordeño (DeLaval) con el monitoreo de reproducción basado en medi-

ciones frecuentes de progesterona (P₄) en leche. Para monitorear el ciclo estral, el sistema colecta varios mililitros de leche durante el ordeño, mide P₄, y genera un perfil de concentración de P₄. Los valores se utilizan para generar una curva suavizada. Las concentraciones de P₄ en leche siguen el mismo patrón que la P₄ en sangre, pero las concentraciones son mayores, a menudo el doble. El software ajusta la frecuencia de las determinaciones de P₄ en función de los días en leche y el estadio del ciclo, a un promedio de 6 o 7 determinaciones por ciclo estral. En base a la curva suavizada, un algoritmo del sistema clasifica a las vacas en las siguientes categorías: 1) anestro postparto, 2) cíclicas y 3) potencialmente preñadas. En las vacas cíclicas se dispara un alerta luego que la P₄ cae por debajo de 4 ng/ml. En caso de alerta de celo, el algoritmo también provee la probabilidad de éxito de una IA (entre 0 y 100%) basado en la duración de la fase luteal previa y la cinética de la caída en la concentración de P₄. La tasa de detección de celo promedio de este sistema utilizado en un rodeo lechero comercial en Dinamarca fue del 95%.

Monitores de actividad

Existen al menos nueve compañías que fabrican máquinas de ordeñar con tecnología de monitoreo de actividad, que muy probablemente tengan un mayor impacto que los métodos identificadores de vacas en celo de bajo costo. La última versión de las ayudas electrónica de detección de celo que apareció en la primera parte de esta década fue los collares con microprocesador y sensores de actividad en 2 o 3 dimensiones. Monitorear la actividad fue la base de muchos sistemas de podómetros y collares comercializados en los tambos, debido a que el incremento en la actividad (ej. movimiento, caminar) es un rasgo asociado con el celo, con aumentos de hasta un 400% en el 93% de los celos⁽⁵⁾. Uno de los desafíos que limita cualquier sistema es la menor actividad asociada con el estro de vacas mantenidas en establos en comparación con las vacas estabuladas en libertad (*free stalls*) o para vacas en total confinamiento en pisos de concreto en comparación con piso de tierra. El aumento de la actividad de caminar asociado con el celo⁽¹¹⁾ llevó al desarrollo de podómetros para detectar celo a comienzos de los '70. Los podómetros colo-

cados en las patas cuantifican el movimiento o cuentan el número de pasos que da la vaca. El aumento de la actividad física provee un 70 a 80% de exactitud en la detección de celo. Las vacas estabuladas en libertad fueron 2,75 veces más activas durante el celo. Lo más importante de esta tecnología es la relativamente baja variabilidad entre vacas cuando no están en celo. Por lo tanto, el monitoreo de actividad puede ser un excelente predictor de comportamiento asociado con celo⁽¹¹⁾. Hay tres tipos de monitores de actividad disponibles en el mercado: 1) podómetros fijados en la pata que registran los pasos dados por unidad de tiempo, 2) monitores de actividad adheridos a collares que registran el movimiento y 3) monitores de actividad fijados a la pata que controlan actividad midiendo la cantidad de pasos y cuantificando las veces que el animal de echa y se para⁽¹³⁾.

Los monitores de actividad bajan la información en forma inalámbrica periódicamente a una base o cuando la vaca ingresa a la sala de ordeño, estación de alimentación u otra área de alto tránsito. El software operativo descarga los datos de la actividad de la interface de la PC a los programas de ordenador para el análisis. El algoritmo del programa de análisis examina la actividad de la vaca evaluando la actividad actual como una función de la línea de base de la actividad más reciente de la vaca. Cuando la actividad actual alcanza o supera un umbral establecido, la vaca es identificada por el software para una inspección y posible inseminación. Los resultados de tasa de detección, tasa de error y especificidad dependen del valor umbral establecido en las investigaciones⁽²⁾. Los resultados están muy influenciados por el número de vacas en celo al mismo tiempo, porque la actividad individual aumenta a medida que es mayor el número de vacas en celo simultáneamente. La última generación de monitores de actividad emplea un acelerómetro. Estos dispositivos son pequeños (4 x 4 mm), confiables y durables. Los acelerómetros nuevos para monitorear actividad se desarrollaron inicialmente para las industrias militar, aeroespacial y automotriz. Tienen la capacidad de detectar movimiento en las tres dimensiones del espacio. Ahora son más utilizados en medicina, en un gran número de aplicaciones. Los acelerómetros permiten medir con exactitud el movi-

miento de la vaca. El dispositivo supervisa el movimiento relacionado específicamente con el celo y su intensidad, resultando en una exactitud de hasta el 90% ⁽¹¹⁾. En el 2010, el sistema de monitoreo de actividad más vendido en el mundo, con aproximadamente 1 millón de dispositivos vendidos, demostró que los productores de leche estaban dispuestos a invertir en tecnologías que proporcionan una solución real para la detección del celo. Una encuesta de 219 productores de leche que habían empleado un sistema de actividad automatizada (Heatime, SCR Ingenieros Ltd, Netanya, Israel) reveló su satisfacción casi unánime (94,1%). Más del 93% acordó que las tasas de detección de celo habían aumentado; el 92,3% aseguraba que el manejo reproductivo había sido simplificado; y el 94,5% dijo que instalarían de nuevo el sistema ⁽⁸⁾. Estos sistemas de actividad son una herramienta efectiva para los programas de IA porque su uso incrementa la tasa de detección de celo. El aumento de las tasas de detección de celo lleva a mayores tasas de IA y más preñeces potenciales. Al menos existen cuatro patentes que describen algún tipo de sistema de transponder capaz de detectar el movimiento, cuya información puede ser captada en la sala de ordeño o enviar señales a través de radiotelegrafía inalámbrica. Dos estudios documentaron la exactitud de estos dispositivos para detectar celo. En uno ⁽¹⁾, la actividad física de 89 vacas de parición de primavera en sistema pastoril fue controlada por monitores de actividad (SCR Engineers Ltd., Netanya, Israel). Basado en dos muestreos semanales para medición de P4, los monitores de actividad identificaron el 72% de las fases foliculares preovulatorias (se lograron 69 preñeces a partir de 145 IA). Un tercio de los grupos de actividad se asoció con P4 elevada (es decir, falsos positivos).

Un segundo estudio ⁽¹⁵⁾ examinó vacas lecheras alojadas en establos libres, tratadas con GnRH y prostaglandina F_{2α} (PGF) 7 días más tarde. Las vacas incluidas en el estudio tenían un cuerpo lúteo y un folículo > 10 mm de diámetro, y habían experimentado luteólisis dentro de las 48 horas posteriores a la PGF. A las vacas se les colocó un monitor de actividad (SCR Engineers Ltd., Netanya, Israel) y un parche detectores de monta en la cola para detectar celo. Los monitores de actividad identificaron sólo el 71% de las

vacas en celo durante los 7 días posteriores a la inyección de PGF; de las cuales el 95% ovuló. Del 29% de las vacas no detectadas por el monitor de actividad, el 35% ovuló.

Predicción de ovulación con monitores de actividad

Las relaciones entre el incremento de actividad, momento de ovulación y fertilidad han sido estudiadas con la ayuda de monitores de actividad ^(4,7,12). En general, la ovulación ocurre a las 29 a 33 hs posteriores del inicio del aumento de actividad y 17 a 19 hs posteriores al final del aumento de actividad en las vacas Holstein en lactancia ^(4,12).

Un estudio estimó el momento de ovulación mediante la aplicación simultánea a cada vaca de un dispositivo radiotelemétrico sensor de presión en la grupa y un podómetro colocado en el miembro anterior (Gyuhō, Comtec, Miyazaki, Japón), para determinar el inicio del celo ⁽¹⁶⁾. El podómetro era un dispositivo radiotelemétrico en tiempo real consistente en un transmisor de ondas de radio miniaturizado vinculado a un podómetro encerrado en una caja de plástico duro. Los ovarios de 20 vacas fueron escaneados transrectalmente cada 2,5 horas, comenzando 20 horas después de la primera aceptación a la monta hasta que el folículo ovulatorio desapareció. Los resultados son resumidos en la Tabla 1 (Estudio 1).

Tabla 1. Momento de ovulación relativo a la actividad de celo determinado por monitores de actividad automatizados o por aceptación a la monta.

Item	Estudio 1 ¹	Estudio 2 ²
Número de vacas	20	61
Duración de la actividad incrementada (hs)	15,8 ± 0,9 ³	1,4 ± 0,8
Duración de la actividad de aceptación (hs)	9,0 ± 1,3	7,1 ± 0,9
Aceptaciones a la monta (n)	36,0 ± 7,6	5,9 ± 1,2
Ovulación posterior al incremento de actividad (hs)	30,2 ± 0,6	24,6 ± 0,7
Ovulación después de la primera aceptación a la monta (hs)	26,4 ± 0,7	29,0 ± 0,6
Ovulación después del final de la actividad (hs)	15,3 ± 0,9	13,2 ± 0,9

¹ Yoshioka y col. 2010 (podómetro)

² Stevenson y col. (datos no publicados) (collar detector de actividad)

³ Promedio ± SE

Recientemente realizamos un estudio para determinar el momento de ovulación en vacas lecheras en lactancia incluidas en un programa

Las herramientas más completas y confiables contra las pérdidas reproductivas

Lanzamiento!

Con Adyuvante
de Hidróxido
de Aluminio



CDV Vac Reproductiva Tradicional

40
MG

CAMPYLOBACTER
por dosis



Diagnóstico seguro y confiable



- **Control de enfermedades venéreas: Campylobacteriosis y Tricomoniasis.**
- Controles sanitarios. Brucelosis.
- Determinación de Causas de Muerte y Aborto.
- Perfiles minerales y metabólicos.
- Bioquímica general.

Laboratorio de Red Oficial SENASA (L110). Certificados Oficiales



Al servicio del veterinario

0800.444.CDVSA (23872)
www.cdv.com.ar

Síguenos en
Facebook y Twitter



de IA con Select Detect (SD; Select Detect[®]; n= 132) y HeatWatch (HW; n=61). La combinación de tecnologías permitió la comparación del inicio del celo (primera aceptación a la monta por HW) con el momento de actividad incrementada (primer alcance del umbral) determinado por el acelerómetro. Cuando las vacas (60% primíparas y 40% multíparas) parieron, se les colocó un collar con el acelerómetro (SD) y un transmisor HW para facilitar la colección simultánea de los datos de los eventos celo y ovulación. Las vacas fueron preparadas para la primera IA a los 50 días en leche, recibiendo 25 mg de PGF o 100 mg de GnRH, i.m., 7 días antes de la PGF para inducir celo. Las vacas identificadas en celo, tanto antes como después de la primera IA, fueron estudiadas.

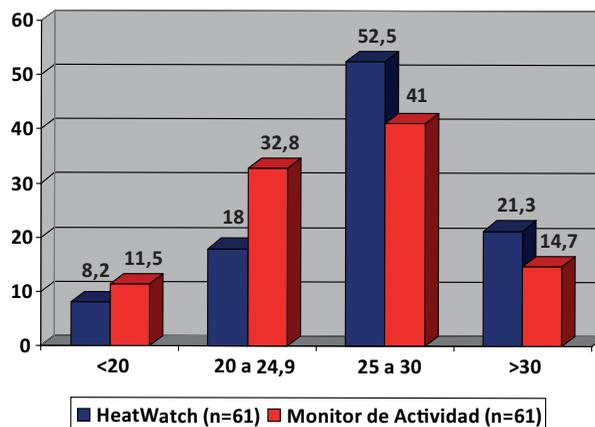
Una vez que la hembra fue detectada en celo, en base a al menos una aceptación a la monta o haber alcanzado el umbral de actividad (basado en el software SD) o ambos, se comenzó el escaneo transrectal de los ovarios, comenzando $14,5 \pm 0,5$ hs después y continuó cada 3 hs hasta que el folículo/s ovulatorio/s desapareció o hasta 36 hs. Al comienzo del control ecográfico, se mapearon las estructuras foliculares y se midieron con un calibre electrónico. Los dos folículos mayores fueron monitoreados hasta que uno o ambos desaparecían. Fueron colectadas muestras de sangre al momento de la primera ecografía para medir P₄ (<1 ng/ml; indicativo de celo verdadero).

De las 132 vacas incluidas en el estudio, 117 (89%) tuvieron concentraciones de P₄ <1 ng/ml (media=0,11 ng/ml) y 15 (11%) tuvieron concentraciones elevadas (media= 5,35 ng/ml) al momento del primer escaneo. Once de las 15 vacas con alta P₄ fueron identificadas falsamente por los monitores de actividad (falsos positivos). De las 117 vacas con baja P₄, el 91% ovuló (85,5% ovuló <36 hs posteriores a la detección de actividad). Del total de datos colectados con el monitor de actividad, 59 de 106 ovulaciones también fueron detectadas por el HW.

La Figura 1 muestra la proporción relativa de vacas que ovularon a diferentes intervalos posteriores a la detección tanto por pasividad a la monta o por alcanzar un umbral de actividad. Los intervalos promedio a la ovulación difirieron ($p < 0,05$) en únicamente 1,8 hs (Tabla 1; Estudio 2). Los intervalos promedio a la ovulación poste-

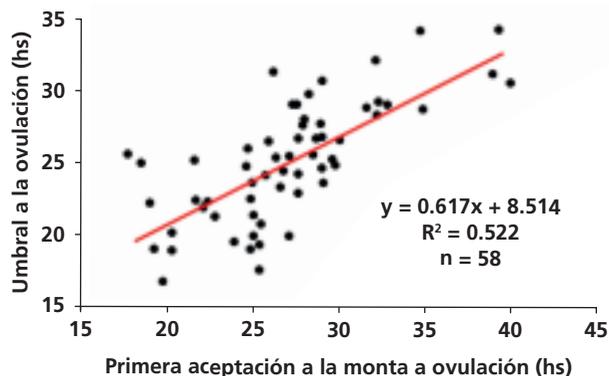
riores al final del celo o final de actividad incrementada fueron mayores ($p < 0,001$) para HW que para SD, respectivamente, mientras que la duración de la actividad fue mayor ($p < 0,001$) para SD.

Figura 1. Horas a la ovulación después de la primera aceptación a la monta o de haber alcanzado el umbral de actividad, en vacas lecheras con un dispositivo sensor de presión HeatWatch en la grupa y un acelerómetro automatizado medidor de actividad.



En los dos estudios citados, la predicción del momento de ovulación fue razonablemente buena con el estudio de referencia⁽¹⁴⁾ donde la ovulación ocurrió a las $27,6 \pm 5,4$ hs (promedio \pm SD) luego del inicio del celo (basado en HeatWatch). A partir de los datos de la bibliografía citada y la relación entre ovulación e inicio de celo y entre ovulación y momento de alcanzar el umbral de actividad de nuestro estudio (Figura 2), parecería que el momento de ovulación está bien correlacionado con el inicio de la aceptación a la monta e incremento de actividad en estos estudios en que se realizaron ambas mediciones simultáneamente.

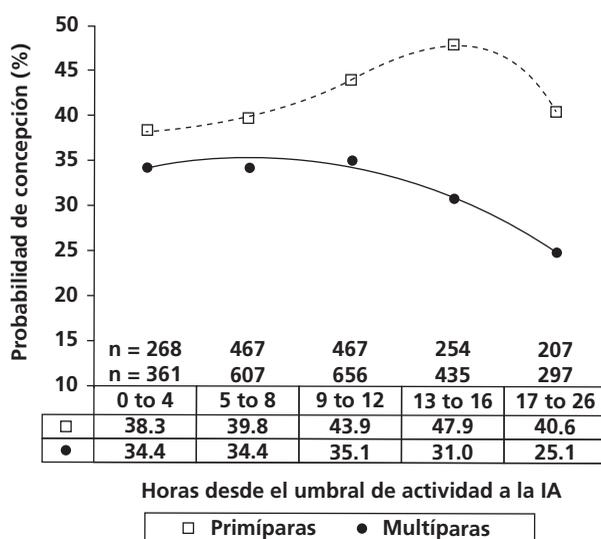
Figura 2. Relación lineal entre la primera aceptación a la monta y el incremento de actividad relacionado con el momento de la ovulación.



Probabilidad de preñez utilizando monitoreo de actividad

El momento para maximizar los resultados de preñez fue predicho por el sistema SD instalado en 19 rodeos lecheros con *free stall* localizados en 8 estados americanos (Figura 3). Lo más interesante fue la diferencia en la probabilidad de concepción entre vacas primíparas y multíparas (Figura 3). En las primíparas, se observó un óptimo momento de concepción en los intervalos a la IA de 13 a 16 hs posteriores a alcanzar el umbral de actividad y tendió a ser menor tanto antes como después de ese intervalo. En las multíparas, la probabilidad de concepción a intervalos ≤ 12 hs fue diferente que la obtenida con intervalos > 16 hs, con valores intermedios entre las 13 y 16 hs. Interpretamos estos resultados como que la probabilidad óptima de concepción fue lograda cuando el intervalo a la IA fue aproximadamente de 12 hs posterior al umbral de actividad, y que los intervalos más cortos comprometen menos la preñez que los intervalos mayores.

Figura 3. Probabilidad de concepción de vacas en lactancia procedentes de 19 rodeos en los cuales las inseminaciones fueron realizadas al azar a diferentes intervalos luego de alcanzar el umbral de actividad por monitoreo automatizado. Entre primíparas y multíparas, los puntos con diferentes letras difieren estadísticamente ($p < 0,05$).



Otro estudio tuvo como objetivo comparar la eficiencia reproductiva entre un programa de manejo basado en IATF con uno basado en sistema de monitoreo de actividad SD en 832 vacas lecheras en un rodeo de Pensilvania central. Las vacas fueron asignadas al azar al momento del

parto a un programa de IATF o a un programa de IA basado en monitoreo de actividad para los primeros 3 servicios. Las vacas asignadas a IATF ($n=413$) fueron incluidas en un protocolo Presynch 14 x 11 Ovsynch 56, y recibieron PG a los 36 y 50 días en leche, seguido de una administración de GnRH 11 días más tarde (día 61). Al día 68 (7 días más tarde) las vacas recibieron una PG seguida de GnRH 56 hs después e IATF a las 8 a 16 hs post GnRH. A las vacas vacías al diagnóstico de preñez se les aplicó PG seguido de GnRH a las 56 hs y IATF entre 8 y 16 hs después hasta completar 2 servicios más. A las que quedaban vacías al tercer servicio, se les colocó un collar monitor de actividad.

A las vacas asignadas al grupo de monitoreo de actividad ($n=394$) se les colocó un acelerómetro (SD) el primer lunes después del día 40 en leche, y si no eran inseminadas al día 54 en leche, se les administraba PG. Si no eran inseminadas hasta el día 75 en leche, se las asignaba a un protocolo CIDR + Ovsynch 56 con IATF entre los 85 y 91 días en leche. Si las vacas no quedaban preñadas con el tercer servicio, se les aplicaba un nuevo protocolo de IATF. Las vacas fueron controladas durante todo el año.

En este estudio se consideraron distintas características reproductivas (Tabla 3). El intervalo parto-primer servicio fue menor (9 días menos) para el grupo de monitoreo de actividad, en el que el 14% de las vacas recibieron la primera IA entre los 85 y 91 días en leche.

Tabla 3. Características reproductivas de vacas lecheras con IA basadas en programas de IATF o monitoreo de actividad en un rodeo.

Característica	Sistema	
	IATF	Monitoreo de actividad
Vacas (n)	413	394
Días a la primera IA ¹		
Primíparas	76,1 ± 0,6	64,1 ± 0,6*
Multíparas	74,3 ± 0,5	67,6 ± 0,5*
Probabilidad de concepción a la 1ª IA ² (%)		
Primíparas	38,6	36,4
Multíparas	41,0	24,7*
Probabilidad de concepción total ³ (%)	44	35
Tasa de detección de celo ³ (%)	42	74
Preñez al día 150 en leche ³ , (%)	52	68

* Difieren desde el momento de IA en función del número de partos ($p \leq 0,05$).

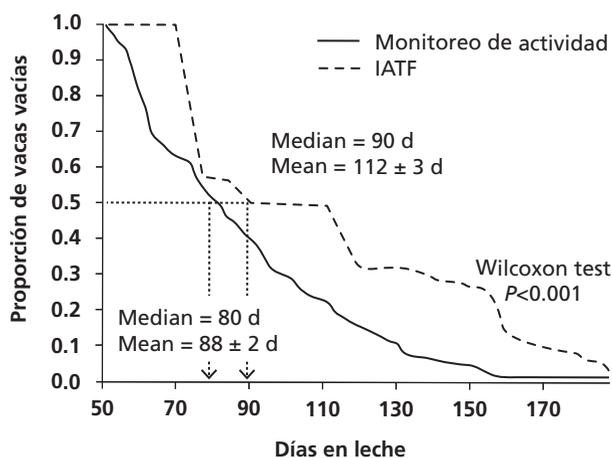
¹ Interacción entre número de parto y sistema ($p < 0,001$).

² Interacción entre número de parto y sistema ($p = 0,037$).

³ No pudo realizarse el análisis estadístico para este rasgo.

La mediana de días a la preñez (días en leche en los que el 50% de las vacas estaban preñadas) fue 80 y 90 para el grupo de monitoreo de actividad y para el grupo IATF, respectivamente (Figura 4). El promedio de días de vacía fue 88 ± 2 y 112 ± 3 para los grupos de monitoreo de actividad e IATF, respectivamente. La tasa de preñez a los 21 días anual fue 25 y 21%, para el grupo de monitoreo de actividad y de IATF, respectivamente. Estos resultados demuestran que el sistema de monitoreo de actividad produce una eficiencia reproductiva comparable o superior a la lograda con programas de IATF en condiciones de campo.

Figura 4. Curva de supervivencia de Kaplan-Meier para la proporción de vacas vacías según hayan sido incluidas en un programa de IATF de tres inseminaciones o inseminadas según alcanzaran el umbral de actividad con un sistema automatizado.



Otro estudio de multi-rodeo comparó la eficiencia reproductiva lograda con programas de manejo basados en monitoreo de actividad con la de programas de IATF⁽¹⁰⁾. Vacas Holstein (n=1429) procedentes de 3 rodeos comerciales fueron incluidas aleatoriamente en un ensayo de 1 año de duración. Los dos sistemas utilizados fueron el monitoreo de actividad (Heatime, SCR Engineers Ltd., Netanya, Israel) y un programa de IATF. La mediana a la primera IA y la preñez no difirió entre rodeos, pero fue inferior en el tercer rodeo en el cual fueron examinadas 1985 vacas en períodos de 6 meses. Los resultados fueron confundidos por el hecho que el 19 a 32% de todas las IA en ambos tratamientos fueron hechas luego de la detección visual (no en función de la IATF o la actividad). Considerando sólo 924 vacas en períodos de 6 meses en las cua-

les la inseminaciones fueron hechas sólo en base al programa de manejo asignado, el tiempo a la preñez fue menor en 2 de los 3 rodeos cuando las vacas fueron incluidas en monitoreo de actividad comparado con la IATF. Además, la probabilidad de concepción de cada IA no difirió entre programas (31% para actividad y 30% para IATF).

Una colección de datos no experimentales tomados de 5 tambos que emplean monitores de actividad (antes y después) agrega información. Independientemente de las tasas de preñez a los 21 días, que van del 13 al 23% antes de emplear los monitores de actividad, las tasas de preñez aumentaron de forma significativa a valores del 18 al 26% después de la instalación de los monitores de actividad. Este aumento en la tasa de preñez se produjo al tiempo que las tasas de detección de celo pasaron de 51 a 65% antes de la instalación a 56 a 75% después de la instalación del sistema. Todos los demás factores aumentaron (leche por día, probabilidad de concepción a la 1ª IA y total), mientras que los días al primer servicio se redujeron en todos menos 1 rodeo, y los días en leche disminuyeron en todos los rodeos.

Otros resultados no experimentales revelaron una historia similar. Un tampo de Michigan instaló un sistema de monitoreo de actividad en junio de 2010. Inmediatamente dejaron de utilizar IATF, pero continuaron administrando PG comenzando 3 días antes de finalizar el período de espera voluntaria y continuaron cada 14 días hasta que las vacas fueron inseminadas por primera vez. Las vacas que no respondían a la PG a los 100 días en leche eran controladas por el veterinario para determinar normalidad antes de aplicar un dispositivo con P₄ (CIDR) para favorecer la expresión de celo.

Actualmente, sólo el 5% de las vacas llegan a los 100 días en leche sin ser inseminadas. Las vacas diagnosticadas vacías reciben PG si tienen un cuerpo lúteo. De lo contrario, se vuelven a revisar después de una semana.

Conclusiones

El monitoreo automático de la actividad identifica el inicio del celo, en tanto que los dispositivos sensibles a la presión colocados en la base de la cola (HeatWatch) detectan pasividad a la monta. El tiempo promedio a la ovulación en relación con el inicio del celo o el comienzo del

incremento de la actividad (umbral) difirió en menos de 2 horas. Las comparaciones dentro de los rodeos proporcionan evidencia de que la probabilidad de concepción resultante de IA basadas en monitoreo automatizado de la actividad fueron similares o menores que la alcanzada por IA a tiempo fijo, pero más vacas quedaron preñadas antes en la lactancia (mayor velocidad para lograr más preñeces por unidad de tiempo). Se infiere de estos estudios que debido a las mayores tasas de detección de celo y al establecimiento más temprano de la preñez, la tasa de preñez fue mayor cuando se aplicaron los sistemas de monitoreo de actividad, debido a que se redujeron los intervalos inter-inseminaciones y a que se aumentaron las tasas de inseminación. Los resultados de monitoreo de actividad son consistentes con estudios similares basados en observar la actividad de monta, en las que la probabilidad de concepción óptima se obtuvo cuando el intervalo a la IA fue de aproximadamente 12 horas después de detectado el umbral de actividad, con menor compromiso de la preñez en los intervalos más cortos que con los intervalos mayores. El monitoreo de actividad descripto puede predecir eficazmente la ovulación y el mejor momento para la IA para maximizar la probabilidad de concepción.

Bibliografía

1. Aungier, S.P.M., J.F. Roche, M. Sheehy and M.A. Crowe. 2012. Effects of management and health on the use of activity monitoring for estrus detection in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95:2452-2466.
2. Firk, R., E. Stamer, W. Junge, and J. Krieter. 2002. Automation of oestrus detection in dairy cows: A review. *Livest. Prod. Sci.* 75:219-232.
3. Giordano, J.O., P.M. Fricke, M.C. Wiltbank, and V.E. Cabrera. 2011. An economic decision-making support system for selection of reproductive management programs on dairy farms. *J. Dairy Sci.* 94:6216-6232.
4. Hockey, C.D., J.M. Morton, S.T. Norman, and M.R. McGowan. 2010. Evaluation of a neck mounted 2-hourly activity meter system for detecting cows about to ovulate in two paddock-based Australian dairy herds. *Reprod. Domest. Anim.* 45:e107-e117.
5. Kiddy, C.A. 1977. Variation in physical activity as an indicator of estrus in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 60:235-243.
6. Lewis, G.S. and S.K. Newman. 1984. Changes throughout estrous cycles of variables that might indicate estrus in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 67:146-152.
7. Lopez-Gatiús, F., P. Santolaria, I. Mundet, and J.L. Yaniz. 2005. Walking activity at estrus and subsequent fertility in dairy cows. *Theriogenology* 63:1419-1429.

8. Michaelis, I., E. Hasenpusch, and W. Heuwieser. 2013. Estrus detection in dairy cattle: Changes after the introduction of an automated activity monitoring system. *Tierarztl. Prax.* 41:159-165.
9. NAHMS (National Animal Health Monitoring System). 2007. Accessed August 21, 2013. http://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/#dairy2007
10. Neves, R.C., K.E. Leslie, J.S. Walton, and S.J. LeBlanc. 2012. Reproductive performance with an automated activity monitoring system versus a synchronized breeding program. *J. Dairy Sci.* 95:5683-5693.
11. Roelofs, J., F. Lopez-Gatiús, R.H.F. Hunter, F.J.C.M. van Eerdenburg and Ch. Hanzen. 2010. When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. *Theriogenology* 74:327-344.
12. Roelofs, J.B., F.J. van Eerdenburg, N.M. Soede and B. Kemp. 2005. Pedometer readings for estrous detection and as predictor for time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology* 64:1690-703.
13. Saint-Dizier, M. and S. Chastant-Maillard. 2012. Towards an automated detection of oestrus in dairy cattle. *Reprod. Domest. Anim.* 47: 1056- 1061.
14. Walker, W.L., R.L. Nebel and M.L. McGilliard. 1996. Time of ovulation relative to mounting activity in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 79:1555-1561.
15. Valenza, A., J.O. Giordano, G. Lopes Jr., L. Vincenti, M.C. Amundson and P.M. Fricke. 2012. Assessment of an accelerometer system for detection of estrus and treatment with gonadotropin-releasing hormone at the time of insemination in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95:7115-7127.
16. Yoshioka, H., I.T.O. Michie, and Y. Tanimoto. 2010. Effectiveness of real-time radiotelemetric pedometer for estrus detection and insemination in Japanese Black cows. *J. Reprod. Dev.* 56:351-355.