

## SISTEMA DETECTOR DE CELO

Terreno, Franco - Fernandez, Jorge Martín - Cattáneo, Diego Sebastián.  
Facultad Regional Villa María de la Universidad Tecnológica Nacional – Especialidad de Ingeniería  
Electrónica – Av. Universidad 450 – 5900 Villa María - <martinfer1182@gmail.com>

### Resumen

Uno de los problemas fundamentales en los tambos, es la detección de celo en vacas, el cual se realiza comúnmente mediante métodos visuales, realizados por el tambero durante las 24 horas, lo cual resulta una tarea de difícil realización práctica, debido a la incomodidad y a la imposibilidad de una observación sostenida y constante. Esto resulta en una baja producción del tambo, tanto para la obtención de leche como para la reproducción del ganado. Se propone, con el presente trabajo, un sistema electrónico, capaz de detectar el celo en vacas, con una efectividad relativamente alta, mediante el uso de sensorística aplicada al animal, transmisión, análisis y almacenamiento de la información.

El trabajo hace hincapié en las áreas de transductores, comunicaciones, procesamiento, almacenamiento y extracción de la información. En cada vaca existe un detector (sensor) y el correspondiente transmisor, el que enlaza a una estación repetidora en caso de ser necesario, o bien en forma directa a la estación central de recepción, ubicada en el tambo, en el cual se recibe la señal, se procesa y almacena la información recibida y se provee de algún medio de extracción para uso estadístico o veterinario.

### Introducción

Cumplir con la exigencia de producir un ternero por vaca por año es el objetivo principal de todo sistema productivo bovino. Para ello se cuenta nada más que con 80 días para que la vaca recupere su actividad cíclica después del parto y quede preñada nuevamente. En programas de inseminación artificial la pérdida de un ciclo es particularmente crítica y se relaciona directamente con la detección de celos. El ciclo estral dura entre 18 y 23 días y la oportunidad de servicio muy pocas horas, por lo tanto la detección de celos es una actividad clave del trabajo de inseminación artificial (IA), es ineludible, rutinaria y el cansancio o la misma rutina de la actividad lleva a errores, tanto sea de no detección de animales en celo como la "detección" de animales que no lo están.

- **Características del celo bovino. Características del comportamiento.**

La *pasividad ante la monta* es el único indicador de que la vaca se encuentra en celo. Consiste en la inmovilidad de la hembra durante 5 a 7 segundos al ser montada por el toro u otra compañera del grupo. Existe un grupo de manifestaciones que no son específicas del celo pero que lleva a que el grupo interactúe conformando un grupo sexualmente activo.

Dichas características se manifiestan unas 12 a 18 horas antes de comenzar el celo hasta las 18 horas después de finalizado el mismo.

Las hembras en celo se encuentran inquietas, caminan con mayor frecuencia, mugen, y se frotan la cabeza y cuello entre ellas.

Durante el celo las hembras olfatean y lamen los genitales de sus compañeras.

- **Signos Físicos**

Sin dudas que el principal signo físico del celo es la descarga de mucus cervical, más evidente en las vaquillonas que en las vacas.

Como consecuencia de la actividad de monta, los pelos de la zona del anca se encuentran revueltos o inclusive depilados en las zonas de saliencia de los huesos.

La edematización vulvar es un signo provocado por los altos niveles de estrógenos que causan un incremento de la irrigación de los genitales externos.

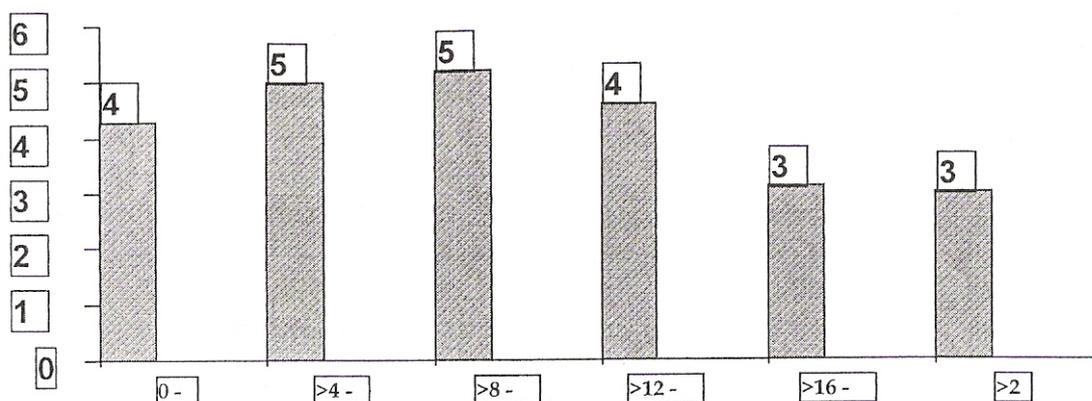
- **¿Cuándo las vacas comienzan a ciclar y a mostrar signos de celo después del parto?**

Aunque muchas de las vacas de tambo bien alimentadas y sanas comenzarán a ciclar alrededor de 3 semanas luego del parto, los celos tempranos no son muy evidentes. La intensidad de los celos aumenta a medida que pasan los días en el posparto, resultando en un aumento de la tasa de detección de celo cuando el intervalo posparto es mayor.

- **Momento de la IA**

Hay un límite de tiempo (aproximadamente 24 h cada 3 semanas) para que la inseminación resulte en preñez. Inseminaciones tempranas producen una baja tasa de fertilización y embriones de buena calidad, mientras que inseminaciones tardías resultan en una alta tasa de fertilización pero embriones de baja calidad. Por lo tanto, el momento óptimo de IA pareciera estar entre estos dos extremos, resultando en un equilibrio entre tasa de fertilización y calidad embrionaria.

El momento óptimo de IA fue estimado alrededor de 11,7 h de iniciado el estro (celo). No obstante, si la observación del estro se realiza solamente dos veces al día, se recomienda que la IA se haga dentro de las 6 h de la primera detección de celo.



**Figura 1.** Índices de preñez en vacas lecheras inseminadas en distintos momentos desde la primera monta sobre 2661 IA en 17 rodeos (Dransfield y col., 1998; 6).

- **Detección de Celos**

La detección de celos es el mayor factor individual que limita la optimización de la eficiencia reproductiva en rodeos bovinos que utilizan inseminación artificial (IA). Se acepta generalmente que la eficiencia de detección de celos es menor al 50 % en la mayoría de los tambos. Lograr una performance reproductiva aceptable, requiere un primer servicio hecho a tiempo, y una rápida identificación de las vacas que quedan vacías, así son servidas nuevamente.

Los errores en la detección de celo constituyen un problema individual de cada rodeo y deben ser siempre considerados como causa de baja tasa de concepción.

Además de las instalaciones y el buen manejo, el personal es el principal componente de la detección de celo. Las pérdidas económicas ocasionadas por dicha tarea tienen dos orígenes:

- 1) No observación de animales en celo. Este problema disminuye la eficiencia en la detección de celo.
- 2) Error en la detección de los celos, es decir considerar en celo animales que no lo están, mayormente a consecuencia de conceptos equivocados sobre los signos de celo o bien por fallas en la identificación de los animales y/o registros. Estos problemas disminuyen la exactitud en la detección de celo.

Para visualizar mejor la problemática, es interesante considerar que mundialmente se pierden entre 20 y 50% de los celos y que más del 30% de las vacas son inseminadas cuando no están en celo.

En suma, la incorrecta detección de celos resulta en pérdidas de ingresos referidas a:

- 1) Falta de explotación del potencial de producción láctea y de la producción de terneros por la prolongación de los intervalos entre partos.
- 2) Gastos en un reemplazo excesivo de vaquillonas y en inseminaciones infértiles.
- 3) En la reducción de la tasa de progreso genético.

Debido a que la efectividad en la detección de celos es muy variable y a la alta demanda laboral que insume el hacerlo visualmente, se estimuló la investigación y el desarrollo de formas de ayuda en la detección del celo y maneras de determinar el Momento Apropiado de Inseminación (MAI), sin la necesidad de detectar las manifestaciones de comportamiento de celo.

Las fallas en detección de celo no llevan a una inmediata pérdida en la producción de leche, por el contrario las pérdidas se desplazan hacia adelante en semanas y a veces meses.

- **¿Cómo debe detectarse celo?**

Los animales debieran observarse durante períodos en los que no se distraen por otras actividades y cuando están en libertad de interactuar. No se debieran hacer observaciones durante o inmediatamente luego de la entrega de alimento o cuando están amontonadas en el corral previo al ordeño. Los mejores momentos para observar las vacas es temprano en la mañana, a media tarde, o al caer la tarde.

Cada período de detección debiera ser de no menos de 30 minutos. El movimiento de las vacas a un lugar diferente para la detección promueve el aumento de actividad de monta y mejora la detección.

- **Utilización de dispositivos que ayudan en la detección del celo.**

Hay una variedad de ayudas para la detección de celos. Muchas de ellas son beneficiosas como complemento de un programa bien organizado de detección visual y no debieran ser considerados como sustitutos de la observación.

Idealmente las tecnologías que provean una solución a los problemas de detección de celo debieran asegurar lo siguiente: continuo seguimiento del animal (24 h/día), automática y exacta identificación del animal en celo, funcionar durante la vida productiva de la vaca, minimizar los requerimientos de mano de obra y tener alta exactitud en identificar el apropiado evento fisiológico o de comportamiento que esté altamente correlacionado con la ovulación.

- **Formas No Automáticas de detectar el celo.**

Este grupo comprendería los indicadores visuales suplementarios del comportamiento sexual incluyendo:

**a. Planilla de detección de celo:** Este calendario de 21 días es útil en la predicción del día en que se espera que se produzca el próximo estro, si un celo previo ha sido detectado. En rodeos grandes esto puede ser hecho con programas de computación.

Este sistema sencillo permite identificar problemas de detección de celos en un rodeo, ya que puede ser utilizado para estimar el porcentaje de celos detectados. En este sentido es importante anotar todos los celos en cada vaca independientemente que si el animal es inseminado o no.

**b. Detectores de Monta:** Estos dispositivos incluyen los parches detectores adheribles a la grupa y la pintura en la cola. En todos los casos, están diseñados para mostrar que las vacas han sido montadas, pero no es prueba absoluta de que el animal esté en celo. La tasa de error con estos sistemas es generalmente entre el 10 y 30%, indicando que se pueden cometer errores si estos

dispositivos no se utilizan en conjunción con una buena observación e información sobre celos anteriores. Estos productos son de utilidad cuando a las vacas se las puede observar de cerca cada día para verificar si el parche ha sido activado o la pintura ha sido removida.

**c. Animales Detectores con o sin Adminículos Marcadores:** Tanto vacas, vaquillonas como novillos pueden ser tratados con testosterona o con estrógenos con el objeto de inducir en ellos el aumento de actividad de monta. Los animales tratados muestran una actividad sexual incrementada y funcionan en forma permanente como sexualmente activos. Los novillos tratados con estrógenos no realizarán, en general, la intromisión del pene por lo que no habría problemas en cuanto a la transmisión de enfermedades venéreas de vaca a vaca.

Otra alternativa utilizada es la del toro "retajo" o "marcador" al que previamente se le ha realizado una operación para imposibilitar la cópula o la eyaculación en el tracto genital femenino.

**d. Filmación continua del rodeo:** En todos estos métodos no automáticos la eficiencia varía entre el 56 y 94% generalmente, superando a los grupos en los que el celo se detectó mediante observación directa. Por su lado la exactitud se aproxima al 50% y es menor que en la detección visual.

**e. Test de progesterona rápido en leche:** La utilización del test rápido de progesterona en leche es útil en determinar exactitud de detección de celo y para identificar también a las vacas difíciles. La progesterona es baja en el día del celo por lo que la colección de muestras de vacas identificadas en celo puede ser utilizada para su verificación.

- **Métodos automáticos y telemétricos para detectar el momento de inseminación.**

Los trabajos más relevantes investigaron las cuatro variables siguientes.

**a. Actividad monitoreada por podómetros:** el número de pasos por hora de las vacas en celo es alrededor de dos a cuatro veces mayor que las que están en diestro (etapa en la cuál la vaca no esta en celo); ésta es la base biológica para la detección del MAI con podómetros adosados a uno de los miembros posteriores de la vaca. La eficiencia varía del 60 al 100 % según diferentes estudios.

**b. Impedancia eléctrica intravulvar e intravaginal:** El celo está asociado con el aumento de la hidratación de los genitales con respecto al diestro. La hidratación de los tejidos se encuentra inversamente relacionada a la impedancia eléctrica tisular (IE), ésta es la base biológica de la detección del MAI mediante el monitoreo de los cambios de impedancia en los genitales. La IE ha sido medida utilizando sondas insertadas periódicamente en el lumen de la vagina anterior y por medio de electrodos implantados en forma fija dentro del tejido vulvar. Se encontró que en la mayoría de los casos, tanto la IE intravaginal como la vulvar, declinan alrededor del estro.

**c. Elevación de la temperatura láctea:** Se detectó un aumento en la temperatura de la leche de 0,2-0,4 °C en el 35 al 74% de los períodos estrales. Con un 50% de eficiencia de detección, la exactitud fue de 55%. El monitoreo frecuente de los cambios de temperatura puede ayudar en la detección del celo, pero no parece un dato suficientemente confiable para ser utilizado como único elemento de detección.

**d. Sistema HeatWatch HW™ detector de celo:** Es un sistema electrónico que combina sensores - transmisores electrónicos de presión, un receptor que obtiene información de los transmisores individuales de cada vaca cuando los sensores se activan, y un buffer que almacena la información hasta que ésta es requerida. Los sensores-transmisores de presión tienen aproximadamente 2 cm. de alto, 5 cm. de ancho y 7,5 cm. de largo y se adhieren sobre el sacro de las vacas a las que se intenta detectar celo. La antena receptora se coloca en una parte alta del establecimiento permitiendo la recepción de señal de hasta 400 m. Si hiciese falta se puede agregar una "repetidora" para hacer llegar la señal a la base, donde la información se almacena

automáticamente en un buffer, que puede ser consultada en cualquier momento en una computadora personal.

El sistema HW registra el momento del día y la duración en segundos de cada monta de la que el animal es objeto. El sistema genera dos listas principales: la de "sospechosas de estar en celo" y la de "en celo". La información provista al sistema con respecto a la frecuencia y duración de las montas, adjudica a los animales a alguna de las dos listas, pudiendo ser modificada para cada situación particular. Por ejemplo, una vaca sospechosa puede tener 2 montas de 3 segundos de promedio en un período de 4 horas, mientras que para otro productor se colocaría dentro de este grupo con 3 montas de igual duración.

Este sistema ha sido testeado en la universidad de Virginia Tech desde el año 1994 obteniéndose una eficiencia de detección de celo del 94% con un nivel de exactitud del 95%. Aún cuando existen sólo resultados parciales, se verificó una disminución del período de vaca vacía posparto de alrededor de 30 días, incrementando la tasa de preñez en un 20% y disminuyendo en 0,5% el número de servicios por preñez. Si bien su costo es alto aún (unos U\$S 6000 el sistema instalado para un rodeo de 120 vacas) dependerá de la evaluación de pérdidas por fallas en la detección de celos que se produzca en cada situación particular para determinar si se justifica la inversión. Por último, se está desarrollando otro sistema que consiste en un detector de presión y un marcador lumínico. Estos sistemas están todavía en etapa experimental.

### Método Propuesto

En base al problema hasta aquí descrito, se propone desarrollar un sistema electrónico de detección de celo basado en el censado de la monta durante el periodo estral, mediante un detector de presión en conjunto con un transmisor de radiofrecuencia para el registro de la información obtenida. El procesamiento de los datos es luego visualizado en un tablero electrónico o en cualquier medio que se pueda utilizar como aviso para la persona encargada de la inseminación.

El trabajo hace hincapié en las áreas de transductores, comunicaciones, procesamiento, almacenamiento y extracción de la información. Visto en diagrama en bloques se tiene:

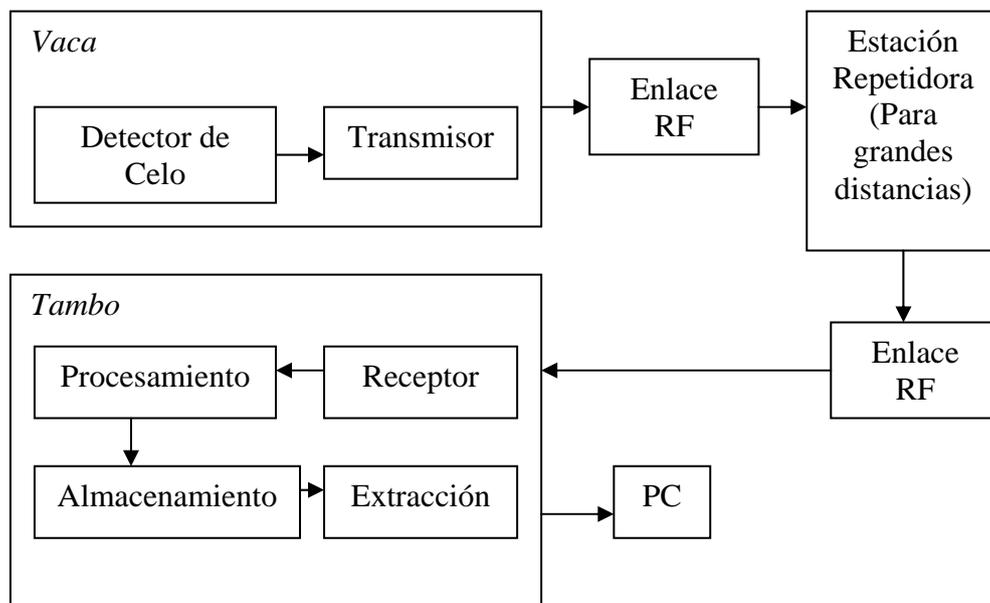


Figura 2. Diagrama en bloques del sistema detector de celo.

## **Conclusiones**

Con este sistema se pretende la mejora en la detección del celo en ganado bovino, con lo cual se lograra un ternero por vaca por año, disminuir el tiempo posparto sin preñez y un aumento en la producción lechera, contribuyendo todo esto a una mejora económica para el productor ganadero.

## **Referencia Bibliográfica**

- Apunte de la Especialidad en Reproducción Bobina para Veterinarios. – Sincronización de Celos e Inseminación Artificial. Acreditación CONEAU Res. 610/03.- IRAC.- Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela para Graduados.- Universidad Nacional de Córdoba.
- Vacas, Leche y sus Derivados.- Diggins & Bundy.- Edit. C.E.C.S.A.
- Ayudando a Conocer el Mundo de la Leche.- Pascual Mastellone.-Obra registrada en la dirección nacional del derecho de autor.

## **Páginas Web Consultadas**

[www.heatwatch.com](http://www.heatwatch.com)

## **Profesionales Consultados**

Médico Veterinario Patricio Canse Bauk.