

Alarma de partos en vacas. Un desarrollo nacional.

Raúl Ruata
Miguel Taverna
Roxana Galarza
Emilio Walter
Jorge Ghiano



INTA // Ediciones

Colección
DIVULGACIÓN



Alarmas de partos en vacas. Un desarrollo nacional.

Ruata Raúl

UTN – Delegación Rafaela
raulruata@r-ing.com.ar

Taverna Miguel

INTA – EEA Rafaela
UTN – Delegación Rafaela

Galarza Roxana

INTA – EEA Rafaela

Walter Emilio

INTA – EEA Rafaela

Ghiano Jorge

INTA – EEA Rafaela

1. Introducción

La meta de todo tambo es contar con vacas sanas, que lleguen al parto en condiciones adecuadas que le permitan comenzar de la mejor manera la nueva lactancia y parir una cría normal y vital.

Sin embargo, por numerosas circunstancias, estos objetivos no se alcanzan. Según un estudio realizado por Corbellini et al. (2008), los traumatismos al parto constituyen la primera causa de muerte en vacas adultas (21%) y la prevalencia definida como “parto asistido/distócico” es de 13,1 y 28,2% en vacas y vaquillonas, respectivamente. Extrapolando esta información al rodeo nacional, los autores estiman que esta última causa provoca una pérdida anual de 37,3 millones de litros de leche.

Existen numerosos motivos que podrían explicar la situación descrita en Argentina y el mundo: partos nocturnos o en horarios en los que el personal está comprometido con otras actividades, rodeo numeroso, rutina de observación no adoptada, etc. La consecuencia es que numerosos partos se desarrollan sin supervisión, con los riesgos que esto implica para la vaca y el ternero.

La utilización de mecanismos automatizados de ayuda para la detección del momento de parto está en expansión (Allain et al., 2013; Bar & Salomón, 2010). El objetivo de esta publicación es, en una primera parte, describir las tecnologías disponibles en la actualidad en el mercado mundial y, en una segunda, presentar un sensor de alarma de parto desarrollado por profesionales del INTA y la Universidad Tecnológica Nacional (UTN).

2. Indicadores que marcan la inminencia de un parto

Existen numerosos signos que anticipan el parto de una vaca. El interés de conocerlos radica en que éstos son utilizados para el desarrollo de dispositivos que posibiliten detectarlo de manera automática. Se los puede agrupar por tiempos que anteceden al parto (Scheidegger, 2014, Maltz et al, 2007).

a) 2 a 3 semanas antes del parto

- Relajación de los ligamentos pélvicos.
- Edematización de la vulva y de la ubre (se ve hinchada)
- Aumento de la secreción vaginal y expulsión del tapón mucoso en cercanía del parto.
- Presencia de calostro en la glándula mamaria.

b) 2 a 6 horas antes del parto

- La temperatura corporal se incrementa durante los tres últimos días de gestación y disminuye el día del parto.
- Las vacas se echan y levantan repetidamente, se observa torsión de abdomen y levantamiento de la cola.
- Expulsión de bolsa: Indicativo de parto dentro de las dos horas posteriores.

3. Tecnologías existentes y comercializadas en el mundo

3.1. Basadas en la medición de la temperatura vaginal

Las sondas vaginales se utilizan en el mundo desde hace algunos años. Un sensor de temperatura tiene la sensibilidad de detectar una modificación de la temperatura vaginal 2-3 días antes del parto.

El sistema se basa en la utilización de un termómetro introducido y mantenido en la vagina por apéndices de dimensiones adaptables según las características del animal (Figura 1). El dispositivo se introduce en la vagina utilizando un aplicador especialmente adaptado y el captor mide la temperatura de manera continua. La información es remitida regularmente a una base GSM, posteriormente se transforma y procesan los datos para su envío a un servidor web.



Figura 1. Termómetro vaginal (Sistema VelPhone®)

Detectado el momento de parto, una alerta puede enviarse mediante teléfono móvil o computadora personal. En este caso, las alertas pueden ser de tres tipos:

- Evento probable de parto dentro de las 48 hs (PRO)
- Evento esperado de parto dentro de las 48 hs (ATT)
- Expulsión del termómetro por inicio de parto (EXP)

Un estudio realizado por Chanvallon et al. (2012) mostró que en vaquillonas, un 25% de partos fueron precedidos por alertas PRO, 85% por alertas ATT y 100% por EXP. En vacas, estos valores fueron 60, 80 y 100%, respectivamente.

Las tres alertas fueron seguidas, en todos los casos, por un 100% de partos, lo cual indica que no existieron falsas alertas. Según el autor, las alertas anunciando un parto probable o esperado dentro de las 48 resultaron confiables/aceptables, pero con valores menos sensibles en vaquillonas. La expulsión del termómetro permitió, sin errores, alertar al productor de la inminencia de un parto.

La empresa comercial recomienda la colocación de los termómetros entre 7 y 10 días antes de la fecha probable de parto. Sin embargo, la importante variabilidad de fechas de partos observadas respecto a las estimadas, dificulta la colocación del dispositivo en el lapso prescripto. Según los autores del estudio, esta situación genera que ciertas vacas paran sin dispositivo o que el dispositivo no tenga el tiempo suficiente de funcionamiento dentro de la vagina para auto calibrarse (72hs)

3.2. Basadas en el movimiento de la cola

El levantamiento de la cola por un tiempo determinado, lo mismo que la alternancia de movimientos de la vaca (parada, acostada) son indicadores bastante precisos de la inminencia de un parto. Estos movimientos pueden ser medidos por sensores. Se describen dos sistemas comerciales.

El Smart Vel® está compuesto por un acelerómetro posicionado en la base de la cola de la vaca (Figura 2). A partir del momento en que los movimientos antes descriptos son detectados, se emite una señal de ultra alta frecuencia. Posteriormente, el sistema envía una voz de llamado y un SMS indicando la identificación del dispositivo activado.

El Alert´Vel® funciona utilizando un principio similar. La pinza posicionada en la cola incluye diferentes sensores (acelerómetro, cambios de nivel) que permiten detectar cuando la cola se levanta por un tiempo prolongado (Figura 3) A partir de un tiempo preestablecido, el sistema genera y envía una alerta a uno o varios teléfonos portátiles.



Figura 2. Sistemas de alerta de partos basados en el movimiento de la cola (Sistema Smart´Vel®).



Figura 3. Sistemas de alerta de partos basados en el movimiento de la cola (Sistema Alert'Vel®)

La ventaja de estos dispositivos radica en su relativa simpleza de colocación y en el carácter no invasivo del sensor. Sin embargo, según Allain et al. (2013) al registrar signos asociados al momento de parto (considerados como tardíos), pierden la característica de anticipatorio.

3.3. Basadas en contracciones abdominales

Se basa en la detección de contracciones abdominales y uterinas que preceden al parto. El dispositivo comprende un cinturón que abraza al animal y una consola que contiene sensores de presión que posibilitan enviar información por ondas de Ultra Alta Frecuencia (UHF) a un módulo de control (Figura 4). Distintos sistemas de comunicación de alertas complementan el sistema de captación. El sistema Agrimonitor® genera dos tipos de alertas (supervisión o urgencia) en función del tipo, frecuencia y duración de las contracciones registradas.



Figura 4. Sistema basado en contracciones abdominales (Agrimonitor®)

La ventaja principal del equipo radica en su carácter no invasivo. Como desventaja, la necesidad de manipulaciones de colocación.

3.4. Basadas en la supervisión a través de videos

Este dispositivo le permite al productor la supervisión continua de las vacas agrupadas previo al parto, especialmente de utilidad durante la noche. Los sistemas comercializados comprenden una cámara con infrarrojo y un programa de gestión de secuencia de videos. Las imágenes son enviadas a un televisor, computadora personal o teléfono móvil (Figura 5)

Estos sistemas no son automatizados y sólo permiten supervisar a distancia. No requieren de ninguna intervención sobre el animal y pueden ser utilizados para detectar celos o animales enfermos.



Figura 5. Sistema basado en la captación de imágenes

3.5. Basados en la posición del animal.

El comportamiento de las vacas cambia de manera significativa (torsión del abdomen, levantamiento de la cola, frecuentes cambios de posición). Existe en el mercado un captor (Podometer plus[®]) que asocia identificación electrónica y actividad con otros parámetros de comportamiento. El sistema detecta y almacena estos eventos y son recuperados cada vez que el animal pasa cerca de una antena.

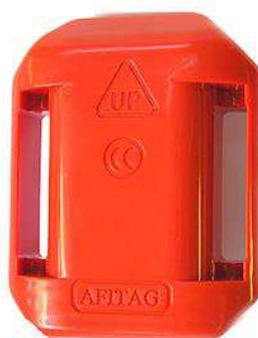


Figura 6. Sistema de detección de la posición del animal (Podometer plus[®])

El día anterior al parto, el número de pasos de la vaca aumenta, el tiempo que pasa acostada disminuye y la relación entre estos dos parámetros aumenta respecto al comportamiento de los días anteriores al parto. Estudios realizados (Maltz & Antler, 2007) utilizando esta tecnología, mostraron un 83% de sensibilidad y una confiabilidad del 71%.

La principal dificultad del sistema radica en la dependencia de antenas. Además, si bien la tecnología permite detectar anticipadamente el parto, no alerta sobre el momento preciso en que se produce.

3.6. Tiempo de rumia.

La vaca destina a la rumia un promedio de 35-40% del día. Estos patrones pueden ser explicados por diferentes causas: cambios en la dieta, problemas de salud, instalaciones no adecuadas, estrés por falta de bienestar, etc.

Se ha observado que el día del parto, el tiempo de rumia disminuye de manera marcada, alrededor de 255 minutos/día respecto al promedio. Este comportamiento se normaliza nuevamente durante los días posteriores al parto. Esta caída en el tiempo de rumia puede ser utilizada para detectar el parto.

Existen en el mercado collares (Collier HR tag®) comercializados con el nombre de HeatimeRuminac® o QWES HR® que funcionan asociados a un acelerómetro y micrófono. Este último es capaz de registrar el sonido de la masticación, excluyendo el de la alimentación.



Figura 7. Sistema de detección del tiempo de rumia (HeatimeRuminac®).

Si bien la detección de partos no es el objetivo primario de estos sistemas y la caída en el tiempo de rumia puede ser consecuencia de numerosos factores, el interés del sistema radica justamente en alertar numerosos eventos de interés (salud, celo, parto).

4. Alarma de Expulsión Fetal – Desarrollo UTN-INTA

El prototipo desarrollado se denomina “Dispositivo sensor para la determinación del inicio de la actividad de parto en animales” El objetivo priorizado en el desarrollo fue lograr una detección exacta del inicio de la actividad de parto utilizando una tecnología de bajo costo (Ruata, et al 2014)

El desarrollo que es aplicable a ganado bovino y equino, responde a los estándares técnicos y sanitarios. Es incruento (al ser instalado en el animal bajo observación no le produce dolor, molestias o dificultad en el inicio de la actividad de parto) y tanto la instalación como la remoción es sencilla y rápida.

Es totalmente estanco (exigido por las condiciones químicas y mecánicas del medio ambiente en el cual trabaja), reutilizable y recargable. Una vez instalado, mantiene la carga de energía durante unas cuatro semanas.

- Antecedentes utilizando tecnologías similares

Como fue indicado, la utilización de dispositivos sensores para la determinación del momento del inicio de la actividad de parto es una práctica ya empleada en el arte. En particular, se conocen otros desarrollos de dispositivos sensores electrónicos que se vinculan a los labios de la vulva del animal y utilizan de una forma u otra la separación entre dichos labios para la determinación del inicio de la actividad de parto.

En su mayoría, estos dispositivos comprenden dos componentes vinculados a los respectivos labios de la vulva animal, (Figura 8), (a). Estos interactúan de manera conjunta mediante un vínculo físico o electromagnético. De allí que cuando la separación entre los labios de la vulva excede un valor límite, indicando el inicio de la condición de parto, dicho vínculo entre los dos componentes se rompe o debilita, (Figura 8), (b). Esta acción se traduce energizando un circuito electrónico y generando una señal de alerta sonora, luminosa o una emisión de radio frecuencia.

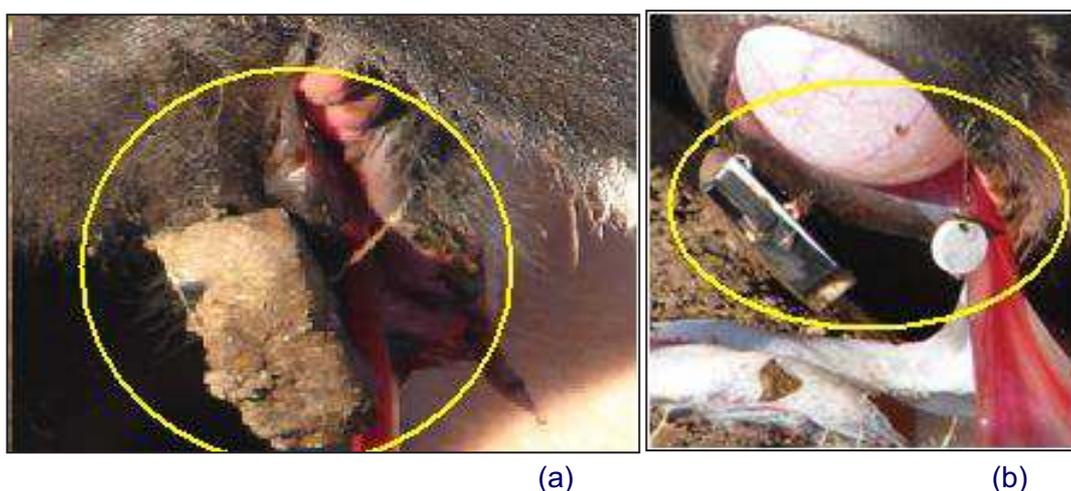


Figura 8. Sensor instalado antes del inicio de parto (a). Sensor activado al inicio del parto (b).

El desarrollo UTN-INTA está dotado de los medios para prevenir la activación por movimientos menores no asociados al parto, evitando de esta manera la existencia de casos falsos positivos. Esta es una de las características diferenciales respecto a otros dispositivos patentados (figura 9).

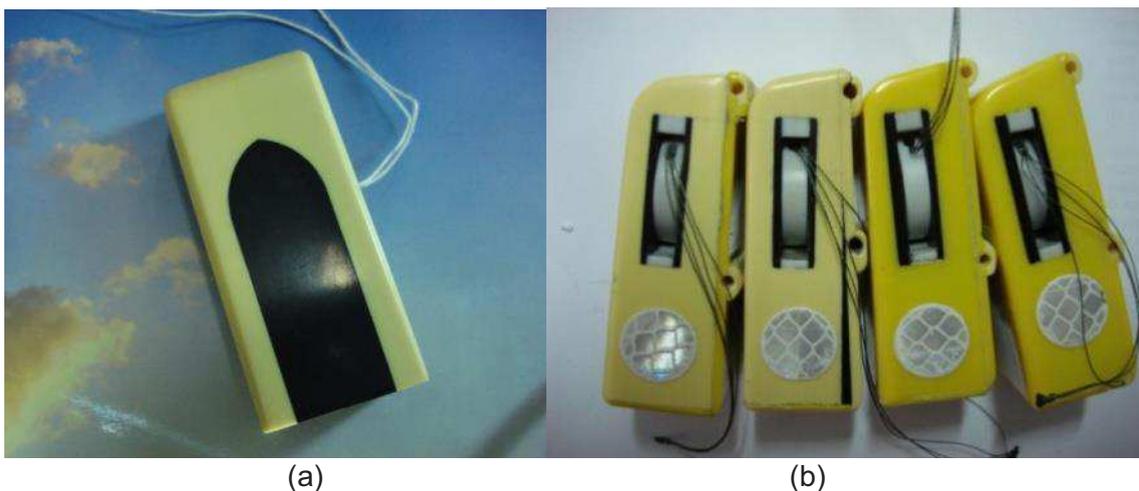


Figura 9. Dispositivo sensor. Vista de frente (a). Vista lateral de sensores empleados en ensayos a campo (b)

- Descripción del dispositivo sensor

El dispositivo sensor emplea un arreglo de imanes y elementos magnéticamente sensibles tanto para la detección del inicio de la actividad de parto como para lograr un efecto de amortiguación o absorción de las pequeñas aperturas que pudieran provocar falsos positivos.

El dispositivo se compone de dos partes, una que llamaremos fija y otra denominada móvil. La parte fija, cuerpo o gabinete, se debe sujetar a uno de los labios vulvares mediante hilo de sutura. Esta parte contiene una sección del circuito magnético de detección (Figura 10), la electrónica de procesamiento y transmisión (Figura 11) y la fuente de energía.



Figura 10. Vista del dispositivo sensor sin la tapa inferior transmisor y circuito electrónico decodificador

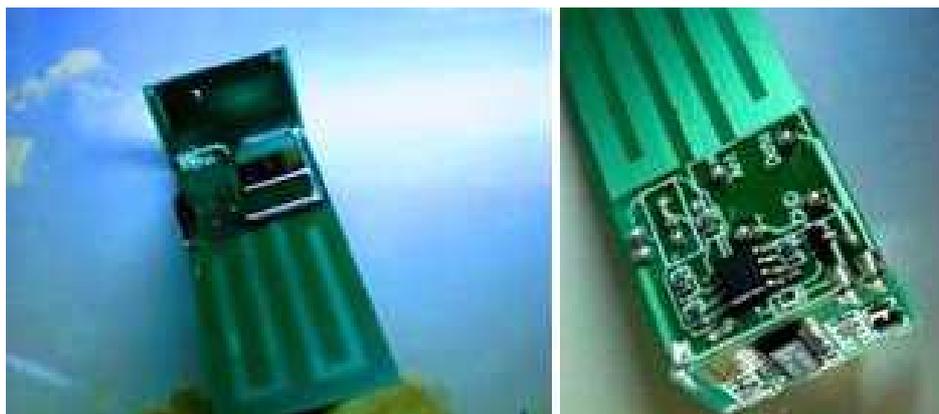


Figura 11. Detalle de antena impresa con módulo

El denominado cuerpo o gabinete cuenta con una cavidad lateral que permite alojar la denominada parte móvil o disco. Este disco es necesario unirlo al otro labio vulvar mediante hilo de sutura.

Los conjuntos descritos pueden verse en detalle en la Figura 12 (a) Fase Estable o sin activar y (b) Fase de Detección o activado.

(a) Fase estable sin activar



(b) Fase detección o activado



Figura 12. Prototipo del gabinete donde se indican las partes constitutivas

Cuando se instala el conjunto en el animal, la parte móvil o disco se inserta en dicho alojamiento situado en un lateral de la parte fija o gabinete y es cuando el dispositivo se encuentra en su “Fase de Reposo o Estable” (Figura 13-a).

Si se produce un esfuerzo menor, la parte móvil del dispositivo sensor responde con una rotación CW (*Clockwise*) de 90° dentro del alojamiento, absorbiendo el desplazamiento. Esta acción se traduce como “Primera Fase de Amortiguación” (Figura 13-b).

En el caso de que se provoquen otros esfuerzos y por ende otras separaciones menores, puede deslizarse hacia fuera de la cavidad. Si el esfuerzo cesa antes de que el disco se haya desplazado una distancia ligeramente menor o igual a su radio, éste puede retornar a su anterior posición. Esta acción produce una “Segunda Fase de Amortiguación” (Figura 13-c) que puede repetirse indefinidamente sin que su efecto logre activar el dispositivo y llevarlo a su “Fase de Detección o Alarma”.

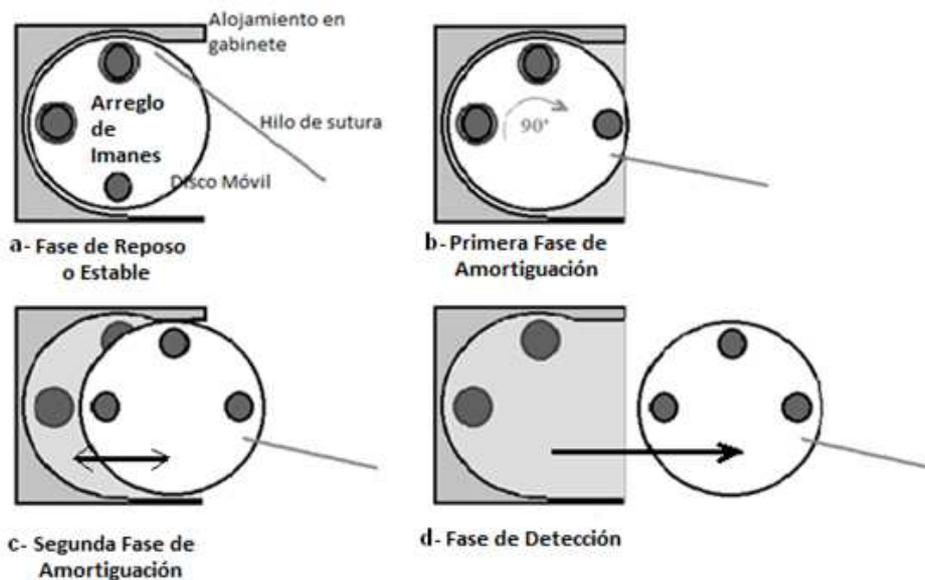


Figura 13. Esquema del dispositivo en Corte Longitudinal con detalle de Fases de Operación



Figura 14. Esquema del dispositivo en Corte Transversal con detalle del Circuito Magnético

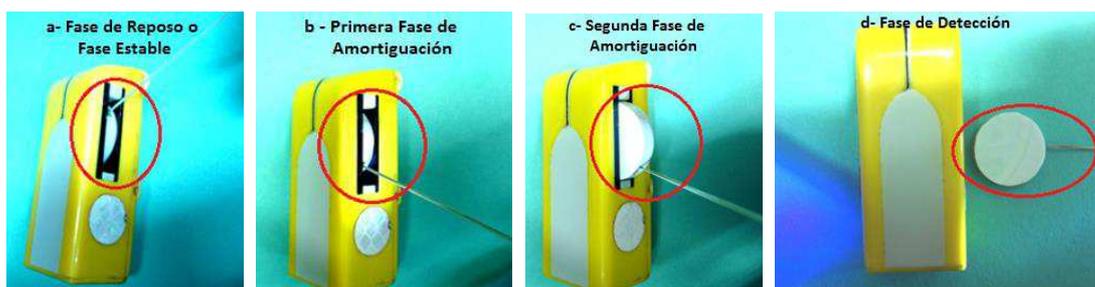


Figura 15. Fotografías del Dispositivo con detalle de Fases de Operación

Cuando la separación de los labios es mayor a las anteriores descritas (inicio del parto), el disco ya no podrá girar y se deslizará hacia afuera abandonando la cavidad o alojamiento. Cuando éste se encuentre ya totalmente afuera, se activará el circuito electrónico que es el encargado de detectar dicho estado y entonces todo el dispositivo se energizará, activándose y emitiendo una señal de Radio Frecuencia (RF) indicativa del suceso. Esta se denomina la “Fase de Detección” (Figura 13-d).

En este punto del proceso, se comenzará a emitir una señal intermitente vía RF por parte del dispositivo sensor y captada por el receptor (Figura 16) que se puede

encontrar a una distancia de hasta 120 m. El receptor procesa la señal recibida, decodificando el código identificador del animal, dando aviso por medios sonoros, transmitiendo vía RF a un receptor o mediante una comunicación de mensaje de texto a un teléfono móvil.

La particularidad funcional que exponen las cuatro Fases de Operación marca la característica distintiva del presente desarrollo.

Las cuatro fases descriptas y esquematizadas en Figura 13, se pueden apreciar materializadas en las fotografías de la Figura 15.

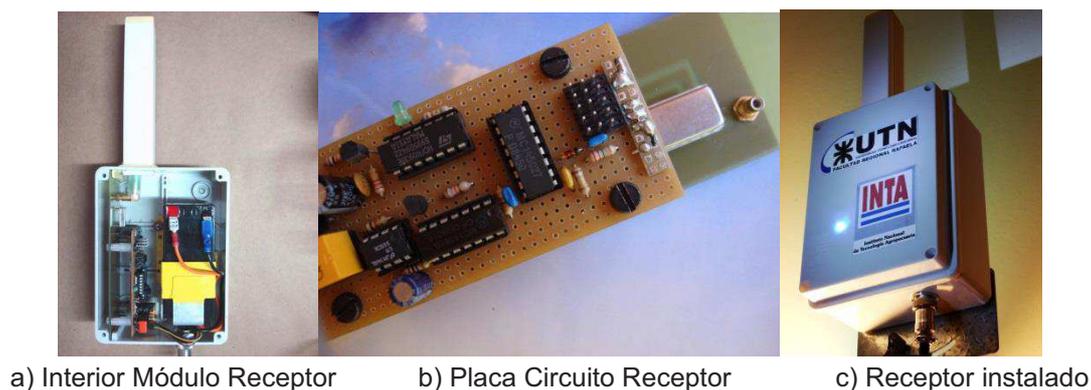


Figura 16. Prototipos del equipo emisor y receptor

Debido a que el lapso que transcurre entre la colocación del dispositivo sensor y la ocurrencia del inicio del parto no se conoce con precisión, es de vital importancia el empleo de transductores y elementos electrónicos que puedan mantenerse a la espera de dicha condición sin absorber energía. Esta premisa orientó el diseño de modo tal que el dispositivo puede permanecer el tiempo que le sea necesario antes del inicio de la acción de parto sin que dicha permanencia en estado de espera consuma y agote su fuente de energía. Se puede instalar hasta 14 días antes del inicio de parto.

Cuando el dispositivo sensor no está instalado en el animal, éste puede ser recargado o reabastecido depositándolo sobre una plataforma de carga inalámbrica que suministra energía sin emplear contacto galvánico. De esta forma, puede recibir energía y adquirir carga sin el empleo de cables de conexión y sin tener que desmontarse para cambiar su batería. Esta particularidad lo convierte en un equipo no desechable y por ende con una larga vida útil. Adicionalmente, esta característica reutilizable contribuye a disminuir los costos de reposición del equipamiento.

El dispositivo sensor prevé el uso de unidades instaladas simultáneamente en un gran número de animales. Por esto, la señal de alerta puede contener una identificación individual, única para cada dispositivo y definida por hardware, que brinda información e identificación del animal a ser atendido.

Paralelamente se trabajó en la selección de los hilos de sutura y en la técnica de colocación. El hilo finalmente adoptado fue un multifilar de nylon de 0,20 mm de sección.

La técnica de colocación tiene como primer paso la aplicación de un anestésico local, de esta manera se interrumpe la transmisión nerviosa de la sensación dolorosa (Figura 17).



Figura 17. Inyección de anestésico local

Luego de aguardar a que el anestésico haga su efecto, se instala, fijando sobre un labio vulvar, y empleando hilo de sutura, el gabinete o módulo fijo. Dichas maniobras se pueden apreciar en la Figura 18.



Figura 18. Procedimiento de instalación del módulo fijo o gabinete

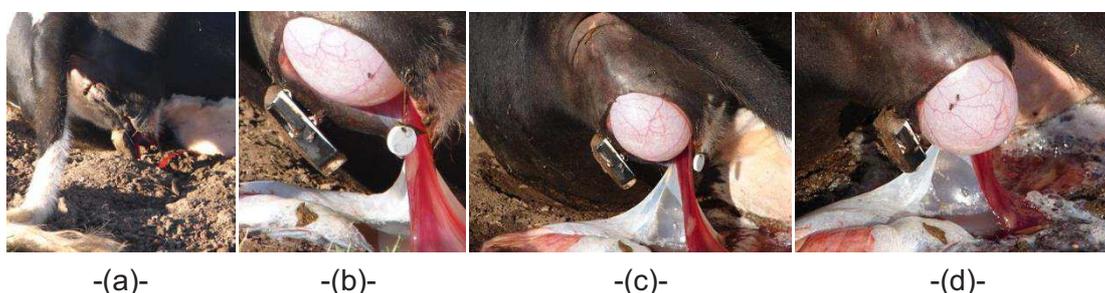
El paso final de la instalación se completa uniendo el módulo móvil o disco al otro labio vulvar, empleando idéntica técnica también con hilo de sutura. Esta tarea la pueden llevar a cabo entre dos operadores. La maniobra completa insume entre 15 y 20 minutos.

Tres instantes de la maniobra se aprecian en fotos de Figura 19.



Figura 19. Procedimiento de instalación del módulo móvil o disco.

La secuencia de la Figura 20 muestra un instante antes del inicio del parto (a) y luego durante el momento de activación (b), (c), (d).



-(a)-

-(b)-

-(c)-

-(d)-

Figura 20. Distintos tiempos del Inicio de la expulsión fetal, primero con el sensor instalado (a), y luego activado (b), (c), (d)

Los ensayos de estanqueidad dieron como resultado un índice de protección IP67. (IPXY, X: Protección contra cuerpos extraños o polvo; 6 equivale a Totalmente protegido contra el polvo, Y: Protección contra entradas de agua; 7 equivale a Protegido contra los efectos dañinos de la inmersión)

A modo de conclusión diremos que el prototipo, tanto en sus versiones 01 como 02, fue evaluado en el Tambo Experimental de la EEA Rafaela del INTA instalando en cada secuencia cuatro equipos en vacas preparto y repitiendo el ensayo 5 veces en forma sucesiva e independiente pero en distintos tiempos y épocas del año. La detección resultó correcta en un 90% de los casos. El 10% fallido se debió al corte del hilo de sutura por rozamientos. Tema que ya fue solucionado, adoptando el hilo multifilar mencionado anteriormente.

En la Figura 21 se pueden apreciar los elementos componentes del sistema, detalle de módulos sensor y receptor y el conjunto completo.

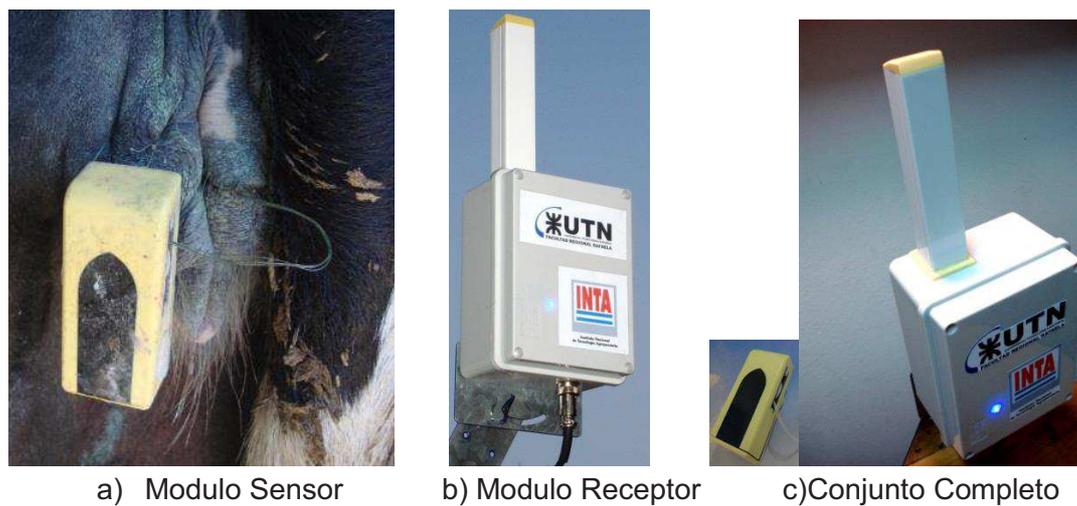


Figura 21. Distintos componentes del prototipo.

La presente tecnología se encuentra disponible para ser transferida al sector privado con patente en trámite ante la Administración Nacional de Patentes del Instituto Nacional de la Propiedad Industrial, Acta N° 20140102130, del 29 de mayo de 2014.

5. Bibliografía

Allain, C., Gilles, T., Chanvallo, A. (2013). Surveillance automatisée des vêlages en élevage bovin laitier. Collection L'Essentiel Institut de l'Elevage. Mars 2013 -001372. 9 pag.

Bar, D., Salomon, R. (2010). Ruminant Collars : What can they tell us ?. The first North American Conference on Precision Dairy Management 2010.

Chanvallon, A., Leblay, A., Devière, J.B., Lamy, J.M. (2012). Surveillance automatisée des vêlages chez la vache laitière. Renc. Rech. Ruminants 2012.

Corbellini, C., Busso Vanrell, F., Grigera, J., Tuñón, G. (2008). Enfermedades del período de transición en las vacas lecheras. Estimación de pérdidas a nivel de productor y para la lechería nacional. Ficha Técnica N°3. Junio 2008. Inta Lechero. 4 pág.

Dye & Graenberg (1993). Radio Frequency Transistors - Butterworth Heinemann

Sheingold, D.H (1981). Analog Devices. Transducer Interfacing Handbook

Ruata R., Gavegno R., Buciarelli A. (2011). Transmisión Inalámbrica de Energía Eléctrica- Cod UTN1593 Disp SCyT N° 09/11,

http://www.tutorialspoint.com/gsm/gsm_specification.htm (Último acceso? Poner título antes de la dirección WEB)

http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/rbt/guias/guia_bt_anexo_1_sep03R1.pdf (Último acceso? Poner título antes de la dirección WEB)

Maltz, E., Antler A. (2007). A practical way to detect approaching calving of the dairy cow by a behavior sensor. Precision Livestock Farming 2007.

Ruata, R., Taverna, M., Martín M., Galarza, R., Scandolo, D., Walter, E., Ghiano, J. (2014). Dispositivo sensor para la determinación del inicio de la actividad de parto en animales (2014). Administración Nacional de Patentes del Instituto Nacional de la Propiedad Industrial, Acta N° 20140102130, 29 de mayo de 2014.

Scheidegger A. (2014). Manual de atención del parto y manejo del calostro. DLECHE 2° Edición. Setiembre 2014, 19 pag.

La meta de todo tambo es contar con vacas sanas, que lleguen al parto en condiciones adecuadas que le permitan comenzar de la mejor manera la nueva lactancia y parir una cría normal y vital.

Por numerosas circunstancias estos objetivos no se alcanzan. Los traumatismos al parto constituyen la primera causa de muerte en vacas adultas y la prevalencia definida como "parto asistido/distócico" es elevada. Por diferentes motivos, muchos partos se desarrollan sin supervisión y con los riesgos que esto implica para la vaca y el ternero en caso de existir dificultades.

La utilización de mecanismos automatizados de ayuda para la detección del momento de parto está en expansión. El objetivo de esta publicación es, en su primera parte, describir las tecnologías disponibles en la actualidad en el mercado mundial y, en la segunda, presentar un sensor de alarma de parto desarrollado por profesionales del INTA y la Universidad Tecnológica Nacional (UTN).

ISSN en línea: 2314-3126

Publicación Miscelánea

Año 3 - N° 1

Septiembre 2015



Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación