YUNMA PETTECH / PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

Detección del celo, reproducción y salud bovina

Evidencia científica y perspectivas para la ganadería de precisión

REVISIÓN CRÍTICA DE LITERATURA · EDICIÓN PÚBLICA

Basada en dos publicaciones científicas de 2026: Wang et al. (Animals) y Sheedy et al. (Journal of Dairy Science).

UNA PREGUNTA CIENTÍFICA CENTRAL

¿Qué pueden revelar las vocalizaciones y los antecedentes productivos de una vaca sobre su estado reproductivo y sanitario? La respuesta exige distinguir señales observables, asociaciones estadísticas y diagnósticos validados.

22 de octubre de 2026

Yunma PetTech | Área de Investigación y Ganadería de Precisión

Documento de revisión bibliográfica y análisis de evidencia. No es un ensayo clínico ni un estudio experimental realizado por Yunma PetTech.

Resumen ejecutivo

Dos investigaciones, una misma lección. Las señales y los riesgos observados en el ganado bovino dependen del contexto de cada animal. El análisis de sonidos, actividad y registros reproductivos puede aportar conocimiento, pero no debe confundirse con un diagnóstico automático.

Cinco conclusiones principales

- En determinadas vacas, la tasa de vocalización aumenta alrededor del máximo de expresión del celo; la señal no es universal ni exclusiva.
- Identificar una vocalización, reconocer un período de celo y estimar la ovulación son tareas científicas diferentes.
- Los algoritmos acústicos muestran resultados experimentales prometedores, pero su generalización entre animales y explotaciones aún requiere validación.
- En el estudio australiano de Sheedy, la paridad se asoció con los indicadores de reproducción y con determinados riesgos sanitarios.
- Los sensores pueden ayudar a registrar cambios; su utilidad veterinaria depende de referencias independientes, calidad de datos y evaluación de falsas alarmas.

Qué documentación se analiza

Publicación	Tipo de evidencia	Pregunta principal
Wang et al. (2026) [1]	Revisión narrativa estructurada	¿Qué puede aportar la acústica a la monitorización del celo?
Sheedy et al. (2026) [2]	Estudio observacional multicéntrico	¿Cómo se relacionan paridad y sistema con reproducción, mastitis y cojeras?

Alcance y cautelas

Esta publicación sintetiza y analiza investigaciones ya publicadas por equipos independientes. No genera nuevos datos de animales ni verifica el funcionamiento de un dispositivo comercial concreto. Las cifras conservan el significado, la población y las limitaciones de las fuentes originales. [1, 2]

La revisión de Wang integra trabajos realizados también en cerdas; en las páginas siguientes se identifican específicamente los resultados bovinos y se evita extrapolar automáticamente resultados de otras especies. [1]

01 / Qué ocurre durante el celo bovino

En la fisiología reproductiva bovina, la regresión del cuerpo lúteo reduce la progesterona; el folículo dominante produce estradiol y, en el contexto endocrino apropiado, se produce una descarga preovulatoria de hormona luteinizante (LH). La conducta de celo aparece asociada a esta secuencia, pero no proporciona una medición directa de dichas hormonas. [1, 3]

La expresión conductual es variable. Puede verse influida por la paridad, los días posteriores al parto, la salud, la nutrición, la estación y las condiciones de manejo. No todas las vacas presentan las mismas señales ni con idéntica intensidad. [1, 3]

Objetivo	Qué se quiere conocer	Referencia necesaria
Reconocer el celo	Presencia de conducta sexual receptiva	Observación estandarizada o vídeo y contexto reproductivo
Estimar el inicio	Primer momento que cumple la definición adoptada	Observaciones frecuentes y tiempo sincronizado
Estimar la ovulación	Momento o intervalo probable de liberación del ovocito	Ecografías ováricas seriadas y, según diseño, datos hormonales
Demostrar utilidad	Mejoras reproductivas tras actuar sobre una alerta	Seguimiento de decisiones, gestaciones y comparación apropiada

Esta distinción evita una confusión frecuente: un algoritmo que reconoce sonidos compatibles con celo no demuestra necesariamente que prediga la ovulación o que mejore la tasa de gestación. [1]

02 / Qué revelan los sonidos de las vacas

La revisión de Wang y colaboradores reunió 94 referencias bibliográficas, incluyendo 16 trabajos centrales seleccionados por relevancia directa. No constituyó un nuevo experimento con animales ni un metaanálisis: la heterogeneidad de los estudios impedía agrupar sus métricas como si evaluaran una misma tarea. [1]

Entre las observaciones experimentales en bovinos, el incremento de las vocalizaciones alrededor del celo es uno de los patrones más repetidos. A continuación se muestran ejemplos seleccionados de la síntesis de Wang; cada resultado describe una tarea particular y no establece un rendimiento universal. [1]

Estudio citado en [1]	Resultado comunicado	Cómo debe interpretarse
Schön et al., 2007	171,2 ± 61,5 llamadas/día durante celo; 35,3 ± 11,4 después	Asociación en condiciones concretas; no sirve como umbral aplicable a cualquier vaca.
Röttgen et al., 2018	42,58 ± 21,89 llamadas/3 h en celo natural, antes del máximo; 11,58 ± 5,51 bajo superovulación	El estado hormonal y el manejo pueden modificar la expresión acústica.
Röttgen et al., 2020	87 % de sensibilidad y 94 % de especificidad	Estas cifras corresponden a identificar qué animal vocaliza; no a detectar celo.
Wang et al., 2023	97,62 % de exactitud comunicada para un clasificador	Validación experimental interna; no prueba el mismo rendimiento entre granjas.

En otro experimento, Chung et al. utilizaron una partición de sonidos para entrenamiento y evaluación. Los segmentos sonoros no equivalen a ciclos reproductivos independientes y pueden sobreestimar el rendimiento fuera del entorno original. [1, 4]

La figura temporal de la revisión [1] es esquemática: un aumento de vocalizaciones en las horas previas al máximo conductual no debe interpretarse como anticipación equivalente respecto del inicio del celo o de la ovulación.

03 / Inteligencia artificial acústica: potencial y límites

Para analizar las vocalizaciones se registran ondas de presión mediante micrófonos y se transforman en características como duración, energía, frecuencia fundamental, formantes y coeficientes cepstrales. También puede estudiarse la evolución temporal de llamadas por hora. [1]

Los métodos evaluados incluyen máquinas de vectores de soporte, árboles, modelos de conjunto y redes neuronales. La complejidad del algoritmo, por sí sola, no corrige errores en las etiquetas ni problemas de representatividad de los datos.

Las dificultades biológicas importan tanto como el ruido

- Una vaca puede vocalizar por hambre, aislamiento, reagrupamiento, dolor u otros contextos no reproductivos.
- En alojamientos colectivos es necesario identificar correctamente cuál de los animales ha producido cada sonido.
- La distancia al micrófono, la anatomía del animal, el viento, las instalaciones y los equipos de granja influyen en la señal.
- Es preciso diferenciar silencio real, audio no disponible y fallo del sensor.

Cómo interpretar un porcentaje elevado

En el estudio acústico de Wang et al. (2023), la exactitud agregada comunicada (97,62 %) supera tanto la sensibilidad (97,17 %) como la especificidad (97,19 %). Esa combinación no se deriva de una única matriz de confusión binaria con denominadores idénticos; podrían intervenir promedios o subconjuntos diferentes, pero la información resumida no basta para resolverlo. [1, 5]

Esta observación no demuestra que las cifras publicadas sean falsas. Señala por qué cualquier comparación rigurosa necesita conocer la unidad de análisis, los denominadores, la partición de muestras y el método de cálculo.

También hay que evitar trasladar a bovinos los resultados obtenidos con cerdas. Las etiquetas reproductivas, los comportamientos y las condiciones experimentales difieren entre especies. [1]

INTERPRETACIÓN RESPONSABLE

El sonido puede ser una señal auxiliar prometedora para reconocer estados conductuales; no constituye por sí solo una lectura hormonal, una prueba de ovulación ni una recomendación automática de inseminación.

04 / La otra dimensión: reproducción, mastitis y cojeras

Sheedy y colaboradores analizaron datos recogidos entre febrero de 2022 y enero de 2026 en 29 granjas lecheras australianas: 15 con alojamiento y 14 con pastoreo. El estudio fue prospectivo y observacional, no un experimento en el que se asignaran aleatoriamente los sistemas de producción. [2]

Los grupos diferían en varios aspectos. Las explotaciones con alojamiento tenían, en promedio, más vacas en lactación y mayor producción diaria que las explotaciones de pastoreo. Por tanto, la categoría «sistema» reúne diferencias de dieta, instalaciones, tamaño y manejo; no representa únicamente la existencia de un techo. [2]

Qué midieron los investigadores

Indicador	Interpretación correcta
Gestación a 100 días en leche (100DICR)	Proporción estimada de vacas gestantes a ese momento; no es tasa de concepción por inseminación.
Hazard de gestación, mastitis o cojera	Tasa instantánea modelada, condicionada al tiempo y otros factores; no equivale al riesgo absoluto individual.
Incidencia cruda	Frecuencia de episodios por unidad de tiempo animal en riesgo; no es prevalencia.
Incidencia acumulada	Probabilidad de presentar un evento antes de un momento, considerando riesgos competitivos cuando procede.

Los registros sanitarios procedían de los sistemas de gestión de las explotaciones y no de un examen clínico independiente uniforme para cada episodio. Esto limita las comparaciones sanitarias entre granjas. [2]

05 / Resultados principales de Sheedy et al.

Los tres análisis utilizaron conjuntos de registros de lactación distintos. No deben sumarse ni confundirse con el número de vacas únicas. [2]

Ámbito	Resultados comunicados	Lectura prudente
Reproducción 100.340 lactaciones	100DICR ajustada: pastoreo 33,95 % (IC95 % 27,97–39,94); alojamiento 32,93 % (28,94–36,92); P = 0,781.	No se observó diferencia estadística concluyente entre sistemas; esto no demuestra equivalencia.
Mastitis 34.890 eventos	129.039 lactaciones. Incidencia cruda: pastoreo 34,9; alojamiento 42,6 eventos por 100 vacas-año en riesgo.	Las tasas crudas difieren, pero no prueban un efecto causal del sistema; importan vigilancia y ajustes.
Cojera 9.495 eventos	125.362 lactaciones. Incidencia cruda: pastoreo 10,66; alojamiento 8,75 eventos por 100 vacas-año en riesgo.	La comparación ajustada fue incierta; no demuestra que un sistema asegure mejor bienestar.

Para mastitis, la comparación ajustada de los hazards no fue concluyente (P = 0,341); para cojera tampoco (P = 0,731). A pesar de la abundancia de registros, el número de granjas y la correlación de resultados dentro de cada granja limitan la potencia efectiva. [2]

La paridad como variable de interés

En general, los indicadores reproductivos del estudio disminuyeron con un mayor número de partos, aunque existieron excepciones. La frecuencia modelada de mastitis aumentó con la paridad. En cojera, el aumento no fue lineal desde la primera lactación: los riesgos se mantuvieron relativamente similares en los primeros grupos y crecieron posteriormente. [2]

Paridad no significa exactamente edad. También refleja historia reproductiva, exposición y selección de animales que permanecieron en el rebaño. Por ello, no sería correcto deducir de este análisis que un parto adicional causa directamente una enfermedad ni recomendar decisiones de descarte basadas solamente en la paridad. [2]

06 / Qué podemos afirmar y qué no

La evidencia permite considerar…	La evidencia no permite afirmar…
Que ciertos patrones acústicos se asocian con períodos de celo en las poblaciones estudiadas.	Que un único mugido, o cualquier clasificador acústico, determine siempre el celo o la ovulación.
Que la paridad se asocia con resultados reproductivos y sanitarios en las granjas analizadas.	Que el número de partos por sí solo cause mastitis, cojera o infertilidad.
Que combinar mediciones y contexto individual es una dirección de investigación razonable.	Que sumar sensores garantice mayor precisión o produzca diagnósticos clínicos válidos.
Que hay necesidad de evaluaciones prospectivas y validación externa.	Que los resultados de Holstein o de lecherías australianas se transfieran sin comprobarlos a todas las razas y sistemas.

Limitaciones de las publicaciones

- La revisión acústica organiza evidencia heterogénea y no presenta un rendimiento metaanalítico universal. [1]
- En la cohorte australiana, los sistemas no se asignaron aleatoriamente y los grupos diferían en manejo, producción e instalaciones. [2]
- Los episodios de mastitis y cojera dependían de los criterios y la intensidad de registro de las granjas. [2]
- No se midieron directamente acelerómetros, pasos o vocalizaciones en el estudio australiano; sus asociaciones no pueden convertirse en umbrales de sensores. [2]
- No deben extrapolarse de modo automático estos resultados a búfalas de agua, ganado de carne u otros contextos sin evidencia específica. [1, 2]

07 / Sensores y ganadería de precisión: oportunidades de investigación

Los sensores utilizados en ganadería de precisión registran variables físicas: aceleración, posición, temperatura local u otras señales según el equipo. Un cambio de estas variables puede motivar nuevas observaciones, pero la interpretación sanitaria requiere referencias independientes y modelos validados.

Fuente de datos	Información directa	Pregunta científica posterior
Acelerometría	Movimiento y variaciones de aceleración	¿Permiten determinadas características diferenciar conductas bajo validación con vídeo?
Geolocalización	Posición estimada y su calidad	¿Qué patrones espaciales son consistentes y cuáles reflejan error de medición?
Temperatura periférica	Temperatura en el lugar de medición	¿Qué relación comprobada existe con el estado fisiológico según ambiente y contacto?
Acústica	Señal de sonido captada por micrófonos	¿Puede identificarse el animal y distinguirse celo de contextos alternativos?

Un modelo de evaluación biológica no debe definirse solo por la precisión con que clasifica segmentos de datos. Es necesario comprobar su comportamiento por animal, episodio y explotación, junto con el número de falsas alertas y la utilidad de actuar sobre ellas.

Buenas prácticas para futuros estudios

- Definir previamente si se busca reconocer conducta, detectar episodios de celo, estimar ovulación o evaluar una mejora reproductiva.
- Utilizar referencias independientes: observación/vídeo para conducta, métodos reproductivos apropiados para ovulación, criterios clínicos para mastitis y evaluación locomotora para cojera.
- Separar entrenamiento y evaluación por animal y, cuando sea posible, reservar explotaciones externas para probar generalización.
- Comunicar sensibilidad y especificidad junto con valor predictivo, falsos avisos por unidad de tiempo, datos no evaluables e incertidumbre.
- Considerar paridad, fase de lactación y condiciones de manejo al interpretar variabilidad individual.

08 / Conclusiones

La ciencia de 2026 refuerza una visión prudente y prometedora de la monitorización bovina. Las vocalizaciones pueden aportar información sobre el comportamiento durante el celo, pero su interpretación no equivale a un diagnóstico hormonal ni a la predicción automática de ovulación. [1]

El estudio australiano evidencia que la paridad resulta importante al estudiar la reproducción y determinadas enfermedades en vacas lecheras; también advierte de la complejidad de comparar sistemas productivos a partir de registros observacionales. [2]

Para la ganadería de precisión, la oportunidad consiste en integrar mediciones fiables, historia individual y conocimiento veterinario, sometiendo cualquier conclusión predictiva a validación rigurosa. La tecnología puede apoyar la observación y la toma de decisiones, sin sustituir el juicio profesional.

MENSAJE FINAL

Cada vaca tiene una historia reproductiva y sanitaria distinta. Interpretar sus datos de forma responsable significa reconocer esa diversidad, cuantificar la incertidumbre y distinguir observación de diagnóstico.

Referencias científicas

[1] Wang, J.; Song, Z.; Wang, H.; Yin, S.; Hai, K.; Liu, J.; EL-Sayed Shakweer, W. M. (2026). Automated Acoustic Monitoring of Oestrus in Dairy Cows and Sows: Behavioural Evidence, Signal Processing, and Detection Methods. Animals, 16(20), 3277.
https://doi.org/10.3390/ani16203277

[2] Sheedy, D. B.; Golder, H. M.; Garcia, S. C.; Lean, A. K. G.; Lean, I. J. (2026). Reproduction, mastitis, and lameness in housed- and pasture-based systems: Associations with parity. Journal of Dairy Science, 109(10), 10569–10582.
https://doi.org/10.3168/jds.2026-28536

[3] Roelofs, J. et al. (2010). When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. Theriogenology, 74(3), 327–344.
https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.02.016

[4] Chung, Y. et al. (2013). Automatic Detection of Cow's Oestrus in Audio Surveillance System. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 26(7), 1030–1037.
https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12628

[5] Wang, J. et al. (2023). Identification of oestrus cows based on vocalisation characteristics and machine learning technique using a dual-channel-equipped acoustic tag. Animal, 17, 100811.
https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100811