SERIE CIENCIA Y GANADERÍA / INFORME DE REVISIÓN

¿Podemos arrear vacas con tecnología inteligente?

Aprendizaje, cercas virtuales, señales acústicas y bienestar animal

Edición pública · Octubre de 2026 | Yunma PetTech

La pregunta que importa

¿Es posible trasladar ganado hacia una sala de ordeño o una zona de manejo sin depender de una persona que lo empuje continuamente? La literatura científica ofrece ejemplos prometedores, pero también ensayos donde las vacas no respondieron de forma suficientemente fiable.

Esta revisión examina estudios sobre conducción asistida por collares, llamadas aprendidas, límites virtuales móviles y bienestar de bovinos. No se presentan ensayos realizados por Yunma ni se atribuye a nuestros productos una función de arreo autónomo validada.

Tres conclusiones principales

- Sí existe evidencia experimental de conducción de vacas lecheras hacia el ordeño con un sistema específico, bajo entrenamiento y condiciones definidas.
- Una llamada acústica, un límite virtual que cambia y una tecnología capaz de guiar activamente son mecanismos distintos: no deben comercializarse como equivalentes.
- El éxito del traslado debe evaluarse junto con el bienestar: tiempo, animales que requieren ayuda, exposición a señales, obstáculos y respuesta individual.

Alcance del documento

La revisión se apoya en investigaciones de 2006 a 2026, con especial atención a Verdon et al. (2024 y 2026), Campbell et al. (2021), Wredle et al. (2006) y Johansen et al. (2025). Los niveles de acceso a cada fuente fueron diferentes, como se indica en las referencias.

Una revisión de literatura no equivale a una comparación comercial directa, una certificación de bienestar ni una validación de un dispositivo específico.

01 / COMPRENDER LOS MECANISMOS

No toda cerca virtual es un sistema de arreo

Una cerca virtual enseña al animal a reconocer y respetar determinados límites. El arreo hacia un destino requiere otra pregunta: ¿puede el bovino aprender o recibir señales que favorezcan el desplazamiento en una dirección o hacia una rutina conocida?

Mecanismo	Objetivo	Lo que no demuestra
Contención virtual	Evitar el cruce de un límite	Que el animal sepa llegar a otro lugar.
Llamada aprendida	Asociar una señal con una rutina o recompensa en un destino conocido	Que responderá siempre o sin ayuda.

Mecanismo	Objetivo	Lo que no demuestra
Límites dinámicos	Abrir acceso al pasto o cerrar el área tras el avance	Navegación individual paso a paso.
Guiado activo	Orientar y acompañar el avance mediante señales y control del recorrido	Eficacia universal ni ausencia de efectos adversos.

Qué significa aprender una señal

El aprendizaje asociativo permite relacionar una señal con acontecimientos posteriores. El refuerzo positivo añade una consecuencia deseable, por ejemplo alimento, cuando se realiza una respuesta; el refuerzo negativo retira un estímulo aversivo cuando el animal responde. Estos mecanismos son diferentes aunque ambos puedan modificar el desplazamiento.

Que una vaca camine sin una persona detrás no demuestra, por sí solo, ausencia de presión aversiva. Tampoco significa que un sonido aislado transmita información espacial: antes tiene que existir una asociación aprendida, un contexto y un comportamiento verificable.

Un error frecuente de interpretación

Un animal que sigue al grupo puede llegar correctamente sin haber aprendido por sí mismo todas las señales. Un individuo que nunca encuentra un límite tampoco puede declararse entrenado solo porque permanece dentro del área.

El aprendizaje debe evaluarse mediante oportunidades reales de respuesta, repetidas y documentadas, sin provocar encuentros innecesarios con las señales.

02 / RESULTADOS EN TRASLADOS Y LÍMITES

Qué han demostrado los ensayos con ganado

Verdon, Hunt y Rawnsley (2024): vacas hacia el ordeño

Se estudiaron 80 vacas lecheras repartidas en dos grupos de 40 durante 44 días: adaptación (6), entrenamiento (10) y seguimiento (28). Con una tecnología específica de arreo, desde el día 4 del seguimiento experimental los grupos acudieron al ordeño sin ayuda habitual, salvo asistencia en dos jornadas vinculadas a un cambio de potrero. El regreso al pasto seguía realizándose con una persona.

En la última semana, el 35 % de las vacas no recibió impulsos durante los traslados; esto describe exposición a un estímulo, no una tasa de éxito del 35 %. Hubo incidencias con puertas o cintas cerradas, y se conservaron el 91,9 % de los registros de traslados disponibles para el análisis.

Lectura crítica: la investigación se desarrolló en una explotación, con rutina conocida y entrenamiento asistido. El sistema combinaba diferentes señales y sensores, pero el diseño no permitió atribuir el resultado a un único componente.

Campbell et al. (2021): impedir el retroceso es diferente de empujar

En un experimento con 60 vacas Angus adultas, organizadas en cinco grupos, se evaluaron distintas configuraciones de cercas virtuales a lo largo de un recorrido de 344 metros.

La estrategia más prometedora consistió en activar nuevos límites por detrás de un avance ya realizado para reducir el retorno. En esa configuración se comunicaron medias de 8,36 advertencias y 2,97 impulsos por animal y prueba. No se utilizó una cerca que avanzase por detrás hasta alcanzar físicamente a las vacas.

En otras configuraciones, algunos desplazamientos se prolongaron hasta cuatro horas y las actualizaciones de límites podían tardar hasta doce minutos. Las diferencias entre grupos y la naturaleza descriptiva de los resultados impiden convertir este experimento en una promesa general de eficacia.

Qué podemos concluir de estos dos trabajos

- El traslado a un destino conocido es viable en condiciones estudiadas con una tecnología determinada.
- La gestión de límites puede facilitar movimiento del grupo, pero no equivale al guiado direccional de cualquier vaca.
- Las incidencias, el tiempo de recorrido y la intervención humana forman parte del resultado científico y deben notificarse.

03 / EL INTERÉS DE LAS SEÑALES ACÚSTICAS

¿Se puede enseñar a una vaca a acudir cuando la llaman?

Una posibilidad menos compleja conceptualmente es asociar una señal acústica reconocible con una recompensa o con una rutina conocida. La evidencia publicada, sin embargo, es desigual.

Wredle, Munksgaard y Spörndly (2006)

Diez vacas lecheras Swedish Red and White recibieron doce sesiones de entrenamiento para responder a una señal y aproximarse a un robot de ordeño. Ocho se acercaban más al robot tras escucharla que durante periodos de control al finalizar el entrenamiento.

En la evaluación práctica, la respuesta individual fue muy variable (15 % a 75 %) y mejor dentro del establo. El resultado sugiere capacidad de aprendizaje, pero no demuestra un sistema de llamada completamente fiable en pastoreo. Para esta revisión se dispuso del resumen y de fragmentos editoriales, no del artículo íntegro.

Johansen, Arnott y Buijs (2025)

En un programa de cinco pasos con 28 vacas entrenadas mediante señales acústicas o táctiles, ninguna completó el programa. Veinte vacas respondieron correctamente al menos una vez, pero ninguna lo hizo en más de cinco de las diez oportunidades evaluadas.

La preferencia alimentaria se relacionó con parte de la respuesta, pero no se demostró que ofrecer alimentos personalizados resolviese el problema. Esta síntesis se basa en el resumen científico y los metadatos universitarios: el texto completo no estuvo disponible para la revisión original.

¿Por qué no son resultados contradictorios?

Los experimentos difieren en la tarea, el entrenamiento previo, la recompensa, el entorno y el criterio para decir que el animal respondió. Una vaca que se aproxima una vez no demuestra confiabilidad para acudir diariamente a una sala de ordeño.

Cuestión a comprobar	Razón científica
Identificación del animal	El movimiento del grupo puede ocultar diferencias individuales.
Frecuencia de respuesta	Interesa la repetibilidad, no un único acierto.
Contexto y motivación	Ruido, hambre, rutina y distancia pueden alterar la respuesta.
Tiempo hasta llegar	Una llegada tardía puede ser inservible para el manejo diario.

04 / BIENESTAR Y SEGURIDAD

Conducir ganado no basta: importa cómo lo vive

Verdon et al. (2026): bienestar en condiciones concretas

Una comparación de 44 días consideró cuatro grupos de 40 vacas: dos bajo tecnología virtual de Halter y dos con cercado eléctrico y arreo humano. Según la información consultada por la revisión original, no se detectaron diferencias sistemáticas en cortisol de leche, producción, peso o condición corporal. En los grupos con Halter se registró aproximadamente un 5 % menos de tiempo de pastoreo, unos 20 minutos diarios; la rumia no cambió.

El estudio fue financiado por Halter y solo había dos grupos por tratamiento. La ausencia de diferencias sistemáticas en determinadas variables no equivale a demostrar ausencia de dolor breve, sobresalto o efectos a largo plazo. Esta revisión utilizó el resumen y secciones accesibles, no todas las tablas y suplementos.

Verdon, Horton y Rawnsley (2021): importancia de la vida social

En un estudio de caso de 40 vaquillonas Angus se comparó el manejo de grupos mediante límites virtuales y eléctricos. Uno de los grupos con límites virtuales mantuvo la contención, mientras otro registró salidas y mayor exposición a señales. Una sesión se interrumpió tras movimiento colectivo nocturno.

La atracción hacia compañeras próximas se planteó como posible explicación, sin demostración causal. Los resultados ilustran por qué el contexto social y los animales concretos pueden cambiar la eficacia de una misma estrategia.

Variables que no deben omitirse en un estudio

Situación	Protección y observación
Puerta cerrada o camino bloqueado	Verificar accesos; interrumpir el traslado si deja de progresar.
Giros repetidos, aislamiento o inmovilidad	Observar y revisar causas; no aumentar automáticamente la presión.
Cojera, agotamiento o calor	Retirar animales no aptos y aplicar manejo veterinario adecuado.
Señales y collar	Contabilizar exposición individual, ajuste, lesiones y reacciones.
Alimentación, descanso y rumia	Comprobar que la conducción no perjudica rutinas esenciales.

Un buen indicador de llegada no sustituye una evaluación independiente del bienestar animal.

05 / TECNOLOGÍAS Y LÍMITES DE COMPARACIÓN

Qué muestran las soluciones disponibles

Cuatro enfoques comerciales, cuatro cautelas

- Halter: describe modalidades de traslado activo y gestión de movimiento mediante señales. Sus estudios publicados corresponden a condiciones y versiones concretas.
- Nofence: combina modificaciones de límites y apertura de nuevas áreas de pastoreo; esto no demuestra guiado individual hasta un destino.
- Gallagher eShepherd: ofrece límites programados y anunció Moving Fence en 2026; los ensayos de prototipos anteriores no verifican automáticamente esa novedad.
- Vence / Merck Animal Health: presenta herramientas de localización y manejo mediante límites; esta revisión no identificó un ensayo independiente equivalente de guiado al ordeño.

Por qué no podemos hablar de “la mejor tecnología”

Algunos trabajos miden contención; otros, rapidez de llegada, exposición a impulsos o reducción de mano de obra. Una comparación justa exige iguales definiciones de éxito, poblaciones, rutas, periodo y frecuencia de intervención humana. Tampoco basta un vídeo de demostración ni el testimonio de una explotación.

Cinco diferencias fundamentales

- Límite virtual: restringe una zona.
- Línea móvil: modifica el área disponible para pastoreo.
- Llamada aprendida: intenta provocar una respuesta hacia un lugar o rutina asociada.
- Arreo dirigido: requiere gestión del avance, del recorrido y de las excepciones.
- Eficacia comercial: exige mediciones repetidas en situaciones independientes, con fallos documentados.

Las cifras de una marca no deben trasladarse a otro fabricante ni a otra población bovina sin pruebas específicas.

06 / QUÉ HARÍA FALTA DEMOSTRAR

De una idea prometedora a una herramienta útil

La investigación futura debería separar cuatro objetivos: facilitar el acceso a un nuevo pasto, acudir a un ordeño por una ruta conocida, trasladar un grupo hacia un corral y conducir individualmente una vaca a una revisión. No tienen los mismos riesgos ni necesitan las mismas pruebas.

Cómo evaluar correctamente el resultado

- Definir antes del ensayo qué cuenta como llegada: presencia física en el destino, dentro de un plazo, y si hubo asistencia humana.
- Registrar el denominador completo: todos los traslados iniciados, no solo los terminados con éxito.
- Medir tiempo, distancia, interrupciones, bloqueos, señales por individuo, retiradas y animales que necesitan ayuda.
- Comprobar estado de salud, rutinas, alimentación, descanso, reacciones conductuales y variables de bienestar apropiadas.
- Repetir la evaluación en animales, rutas y explotaciones distintos, con observación independiente cuando sea posible.

Qué cambia para ganaderos e investigadores

Una herramienta de arreo inteligente solo aportará valor si mejora alguna tarea de manejo sin producir efectos inaceptables sobre los animales. En una explotación real también importan la previsibilidad de la rutina, el terreno, las puertas, los grupos sociales y la necesidad de intervenir ante un imprevisto.

La ganadería de precisión puede ayudar a medir los desplazamientos y registrar sucesos relevantes, pero un dato de posición próximo a una sala de ordeño no confirma por sí solo que la vaca haya entrado ni que haya sido ordeñada.

Conclusión editorial de Yunma PetTech

El arreo inteligente merece atención científica: existe una demostración prometedora de conducción al ordeño con un sistema concreto y también estudios que muestran limitaciones sustanciales del aprendizaje mediante señales. El siguiente paso responsable es la validación de cada aplicación y cada tecnología en condiciones definidas, con el bienestar del animal como criterio inseparable del éxito operativo.

Este informe es una revisión documental. No presenta un ensayo de Yunma, ni una función autónoma comercialmente validada por nuestros dispositivos.

07 / PUBLICACIONES Y TRAZABILIDAD

Referencias científicas

Las referencias siguientes permiten consultar las publicaciones originales. Las indicaciones de alcance de lectura corresponden al informe científico en que se basa esta edición.

E1 · Verdon, Hunt y Rawnsley (2024). The effectiveness of a virtual fencing technology to allocate pasture and herd cows to the milking shed. Journal of Dairy Science 107:6161–6177. *Consulta: Texto íntegro consultado; tablas y figuras examinadas.*

DOI: 10.3168/jds.2023-24537 ↗

E2 · Campbell et al. (2021). The application of virtual fencing technology effectively herds cattle and sheep. Animal Production Science 61:1393–1402. *Consulta: Resultados y métodos bovinos consultados; no revisión integral del experimento ovino.*

DOI: 10.1071/AN20525 ↗

E3 · Wredle, Munksgaard y Spörndly (2006). Training cows to approach the milking unit in response to acoustic signals in an automatic milking system during the grazing season. Applied Animal Behaviour Science 101:27–39. *Consulta: Resumen y fragmentos editoriales; no artículo íntegro.*

DOI: 10.1016/j.applanim.2006.01.004 ↗

E4 · Johansen, Arnott y Buijs (2025). Do cows come when called? Training cows to visit the milking robot in response to a cue. Applied Animal Behaviour Science 289:106674. *Consulta: Resumen completo y ficha universitaria; PDF completo no consultado.*

DOI: 10.1016/j.applanim.2025.106674 ↗

E5 · Verdon, Hunt, Forster y Rawnsley (2026). The welfare of dairy cows managed with Halter virtual fencing and herding technology compared with those managed with electric fencing and stockperson herding. Animal 20:101817. *Consulta: Resumen y secciones accesibles; faltó lectura completa de tablas y suplementos.*

DOI: 10.1016/j.animal.2026.101817 ↗

E6 · Verdon, Horton y Rawnsley (2021). A Case Study on the Use of Virtual Fencing to Intensively Graze Angus Heifers Using Moving Front and Back-Fences. Frontiers in Animal Science 2:663963. *Consulta: Métodos, resultados y discusión consultados; figuras no revisadas íntegramente.*

DOI: 10.3389/fanim.2021.663963 ↗

E7 · Lee y Campbell (2021). A Multi-Disciplinary Approach to Assess the Welfare Impacts of a New Virtual Fencing Technology. Frontiers in Veterinary Science 8:637709. *Consulta: Revisión del marco de aprendizaje y bienestar, no un ensayo adicional.*

DOI: 10.3389/fvets.2021.637709 ↗

Nota de lectura

Esta edición recoge una síntesis documental y una valoración de sus límites, no una reproducción de datos originales ni un metaanálisis. Los resultados solo son aplicables a las especies, poblaciones y contextos estudiados. Para decisiones clínicas o protocolos con animales, consulte a profesionales veterinarios responsables.