

ENSAYO BREVE

INTENSIFICACION Y PRODUCTIVIDAD

# *Ganadería de precisión: innovaciones tecnológicas que agregan valor a la ganadería*

Por Ricardo Garro<sup>1</sup>,  
Gabriela Tallarico<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Anguil. Coordinador del Proyecto de Ganadería de Precisión. Ruta Nacional 5 Km 580, Anguil, La Pampa.

garro.ricardo@inta.gob.ar

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Dirección Nacional Asistente de Sistemas de Información, Tecnología y Procesos, Comunicación Digital.

tallarico.gabriela@inta.gob.ar

En el mundo la ganadería está siendo contenida dentro de la expresión Precision Livestock Farming (PLF). Esta perspectiva posibilita, entre otros aspectos, realizar monitoreos, controles y trazabilidad en tiempo real, de manera continua y automatizada del ganado. En este artículo los autores reflexionan sobre cómo estos cambios tecnológicos se traducen en mejoras, tanto en el bienestar de los animales como en las condiciones de vida y de trabajo de los productores.

El consumo de productos de origen animal está aumentando vertiginosamente en los países en desarrollo. Y la ganadería tendrá que aumentar su producción para satisfacer la demanda abriendo las puertas a una mayor automatización e innovación tecnológica mediante el desarrollo de la ganadería de precisión (Halachmi y Guarino, 2016).

A su vez, los mercados son cada vez más exigentes en cuanto a la trazabilidad y procedencia de los productos. Las normativas de comercio de alimentos son cada vez más rígidas y generarán que quienes no adopten procesos controlados, trazados y den garantía de origen en góndola queden fuera de los mercados de mayor poder adquisitivo (Bragachini, 2018).

Las AgTech y la PLF o Ganadería de Precisión, como se ha adoptado en los países de habla hispana, constituyen un medio para lograr altos niveles de intensificación y productividad sin generar impactos negativos sobre indicadores ambientales del sistema y dar garantías de trazabilidad de los alimentos hasta llegar a la góndola del consumidor final.

En Argentina existen esfuerzos de diversos actores del sistema de ciencia y tecnología y del sector privado que propenden a generar desarrollos de hardware y software para aportar soluciones al sector ganadero. INTA está desarrollando herramientas destinadas a dar respuestas de precisión en diferentes áreas como, por ejemplo: alimentación, lechería, comportamiento animal, manejo, nutrición, consumo residual, entre otras temáticas de investigación.

El desafío que hoy se presenta es el de generar información para la toma de decisiones, desde tecnologías altamente integradas que intervengan desde el monitoreo de la actividad reproductiva de los animales hasta la góndola.

Hablar de Ganadería de Precisión implica "concebir a la producción ganadera utilizando principios y tecnología de la ingeniería de procesos; que involucra un conjunto de tecnologías aplicadas a la gestión del sistema para la obtención, procesamiento y transmisión de datos en tiempo real" (Wathes *et al.*, 2008) y que permiten monitorear y controlar fundamental-

mente el desempeño individual de cada animal y su bienestar, a fin de asegurar una gestión eficiente, ahorrar tiempo en los procesos, mejorar la competitividad, reducir costos, potenciar el agregado de valor y lograr una gestión más sustentable de los recursos disponibles.

## INTEGRACIÓN TECNOLÓGICA

La gestión de las explotaciones ganaderas en Argentina comienza a valerse del potencial de las tecnologías para adaptar y mejorar sus procesos productivos e incrementar la eficiencia. Un sector que no ha sido tradicionalmente receptivo a la digitalización detecta paulatinamente necesidades que podrían ser resueltas con el potencial y la eficiencia de la incorporación de recursos tecnológicos y herramientas de nueva generación para el manejo ganadero.

De manera categórica, la piedra fundamental sobre la que se debe comenzar a construir un abordaje desde la ganadería de precisión es la identificación individual que proporciona una identidad permanente durante toda la vida del individuo. Ya que permite focalizarse específicamente en el control de cada uno de los animales. Dejar de pensar en promedios grupales y comenzar a trabajar a nivel de individuos, aportando beneficios directos a la toma de decisiones respecto al manejo del rodeo tanto sanitario como ambiental es la base inicial para comenzar todo el proceso de mejora tecnológica.

El elemento tecnológico que potencia esta actividad es la caravana electrónica, la cual ha sido homologada por SENASA como sistema oficial de identificación bovina, según Resolución N° 1698/2019<sup>1</sup> (figura 1).

**Figura 1.** Caravanas electrónicas para la identificación individual de animales.

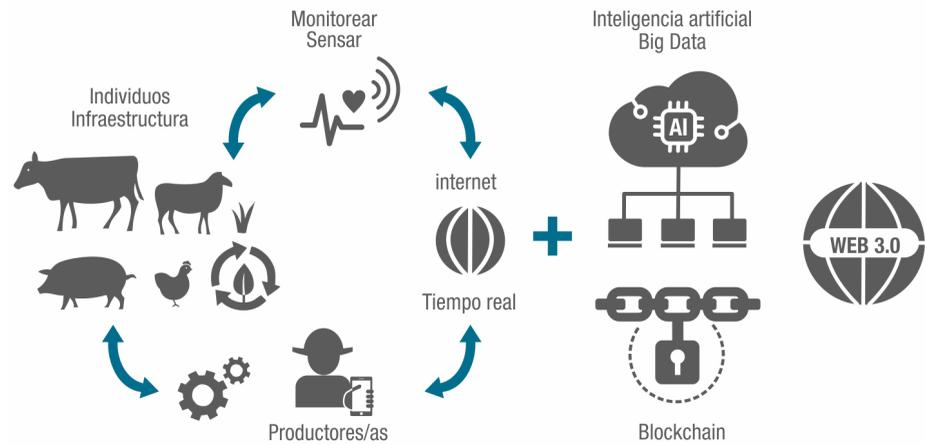


Para Miguel Taverna (2021) “el registro manual, rutinario y sostenido de datos limita las posibilidades de gestionar”; por lo que destaca que un aspecto esencial de estos procedimientos de incorporación tecnológica es “la adaptación y desarrollo de captadores factibles de relevar automáticamente parámetros productivos, sanitarios, fisiológicos, comportamentales a nivel individual que transforman completamente este proceso”.

El objetivo central es aproximarse a una verdadera toma de decisión basada en información diaria, confiable y completa de cada animal y su entorno en tiempo real, disponiendo de información precisa sobre peso, raciones de comida, suplementación necesaria, estado general de salud animal, entre otros datos de registro.

Garantizada la condición de base de identificación electrónica, es posible sumar capas de información, tecnología y procesos de manera automática o semiautomática, como se presenta en el siguiente esquema (figura 2):

<sup>1</sup> SENASA: Resolución N° 1689/2019 <https://bit.ly/37UTxtP>

**Figura 2.** Integración tecnológica en ganadería de precisión.

Fuente: elaboración propia.

El proceso comienza con la identificación individual de cada animal a través de caravanas electrónicas (figura 1) y con el relevamiento de datos utilizando diversos sensores que registran a nivel individual: peso, consumo, cantidad de ingresos a un comedero, etc. (figura 2). Esos primeros datos recogidos en tiempo real son almacenados, transferidos y sistematizados de forma automatizada en servidores de internet.

También, es posible que además de los datos propios de los animales se recojan datos del ambiente o de la infraestructura, como temperatura y humedad ambiente, estado del motor de una bomba, estado de un bebedero, entre otros. Al llegar estos registros a los servidores, esos datos son procesados por medio de *Machine Learning*, inteligencia artificial (IA) y almacenados localmente o asegurizados con tecnologías de *blockchain*. Este último proceso genera información de calidad que es devuelta al productor para la toma de decisiones.

Esta instancia amplía cada día más las oportunidades de obtener mayor cantidad de información relevante, de calidad y sin depender de la intervención humana para su recolección y carga. A partir de las posibilidades de la inteligencia artificial y del aprendizaje automático se aumenta la capacidad de tratamiento de grandes volúmenes de datos. En este sentido, los datos bien analizados disparan la rentabilidad y potencian las posibilidades de trazabilidad y de seguimiento animal.

Esta integración tecnológica en el proceso de manejo es posible gracias a las transformaciones de innovación que aportan la inteligencia artificial, el *blockchain* y el IoT (Internet de las cosas) ofreciendo complementariedad en los procesamientos y mayor disponibilidad de datos específicos en cada requerimiento.

Los operadores y el personal técnico comienzan a realizar tareas más especializadas, disponiendo de información que tendrá impacto sobre las decisiones, ya que pueden visualizar de manera eficiente cuáles de los elementos se deben mejorar. Es una fase clave en la que se inicia el proceso de interacción entre el sistema y el operador o decidor para definir controles o verificaciones para realizar. El sistema no solo genera 'alertas' sino que, además, realiza 'propuestas de acciones' operativas para implementar. El margen de mejora y el retorno económico son enormes, tanto en la gestión de explotaciones ganaderas de carne o como en empresas lecheras. Además, este conjunto tecnológico suma otros múltiples beneficios a corto y largo plazo, entre los que podemos destacar:

- Optimiza los procesos productivos incrementando la eficiencia y la sostenibilidad económica, productiva, ambiental y social del sistema. La toma de decisiones se hace a partir de datos sistematizados y de información precisa, pudiendo abarcar todo el proceso, desde la detección de preñez hasta la góndola.
- Mejora las condiciones de trabajo y de vida de los operativos. Se reducen los tiempos y se facilitan las tareas de altos esfuerzos y se cuenta con asistencia en tareas rutinarias.

- Mejora el bienestar animal con monitoreos más precisos, con mayor control sobre comportamiento y estado de salud de los animales, posibilitando adelantarse a episodios de enfermedad.
- El manejo individual aumenta la eficiencia productiva y permite una adecuación óptima de los recursos de alimentación y agua aportando sustentabilidad ambiental y reducción de costos económicos.
- Responde a las demandas de los consumidores, en cuanto a la trazabilidad de procesos, origen y seguimientos de productos alimenticios.

## EJEMPLOS QUE SUMAN VALOR

Para la ganadería de leche y de carne existe un conjunto de innovaciones tecnológicas que se complementan con la incorporación de la automatización y de la robótica con el objetivo de sustituir trabajos rutinarios, reiterativos y posibilitando reasignar tiempo operativo a actividades de mayor valor, y que, además, mejoran las condiciones de trabajo y de vida del personal. A su vez, generan grandes volúmenes de información que agregan valor a los procesos productivos y proporcionan una ventaja competitiva al momento de tomar decisiones (Álvarez, 2017).

Algunas de las tecnologías que posibilitan la integración tecnológica son:

### Collares LoRa

Los collares LoRa permiten el rastreo y seguimiento del ganado con un enfoque IoT. El sistema utiliza una conexión LoRa para enviar datos cada 10 minutos de la posición georreferenciada (GPS) y de los sensores de temperatura y humedad relativa. Esto significa que es posible monitorear de forma remota la ubicación y los parámetros ambientales del ganado en cualquier momento y desde cualquier lugar en el área de pastoreo, facilitando la comprensión del comportamiento de pastoreo y uso de los recursos (López Valiente, 2019).

### Comederos inteligentes

Los comederos inteligentes permiten la medición de consumo individual y la recolección de datos de comportamiento en tiempo real. El sistema tiene la capacidad de identificar a cada uno de los animales que ingresan a consumir alimento utilizando una antena lectora de caravanas RFID. Al momento del egreso, el comedero calcula el alimento consumido y el tiempo de permanencia. Luego envía el registro a internet para su posterior procesamiento. La recolección y el análisis de la información del comportamiento animal, el monitoreo y la evaluación del consumo diario de alimento permiten seleccionar individuos más eficientes (Garro, 2018; Alende *et al.*, 2017) y diseñar diferentes estrategias para maximizar potenciales productivos de cada sistema.

### Balanzas de pesado al paso

El sistema posibilita el pesado automático de los animales a campo. La balanza se encuentra estratégicamente colocada en las cercanías de una fuente de agua que sirve como incentivo para que los animales pasen sobre la plataforma. En el momento que un individuo es pesado también es identificado por medio de una caravana electrónica. Luego, el registro obtenido es enviado a internet para ser analizado, procesado y genera información de relevancia o alertas en casos necesarios. Con este sistema es posible observar las tendencias grupales e individuales de cambios de peso, estimaciones de fechas de parto, y alertar ante diferentes situaciones, como puede ser la ausencia de un ternero a tomar agua por 3 días, o pérdidas inesperadas de peso, entre otros (Menzies *et al.*, 2017).

### Estimación de forraje con drones o imágenes satelitales

La utilización de drones e imágenes satelitales posibilita el monitoreo forrajero y determina productividad, receptividad y la carga animal; esta última es la variable de mayor impacto sobre la producción de carne y la sustentabilidad de los sistemas ganaderos. Tanto los drones como las imágenes satelitales brindan acceso a mayor información actualizada y con detalles espaciales suficientes para la toma de decisiones a distintos niveles (cuantificar eventos climáticos extremos o mitigar efectos adversos sobre la producción, entre otros) lo que redundará en un manejo más eficiente desde un punto de vista productivo y ambiental.

### Suplementadores de tambo

El sistema de identificación y suplementación inteligente eficientiza la asignación diferenciada de alimento a cada individuo. Al ingresar al ordeño cada vaca es individualizada según su caravana electrónica y se realiza una descarga controlada de ración según el plan de alimentación individual programado para cada individuo según lo estipulado. Esto permite una utilización óptima de recursos y mejora la condición de bienestar animal.

### Monitoreo de aguadas

Estos dispositivos permiten monitorear por medio de conexiones LoRa, GPRS, o 3G el correcto funcionamiento de las aguadas y tanques desde cualquier dispositivo móvil. El monitor censa el nivel de agua y genera diversos tipos de alertas según la situación del punto para controlar. Esta tecnología propone reemplazar las actividades de control de aguadas *in situ* que realiza el productor o la empresa, y representa un avance tecnológico en el modelo de gestión del predio ganadero. Incorporar elementos de gestión remota genera ahorro de tiempo, dinero y una mejor gestión de los recursos.

### Monitoreo de comportamiento reproductivo

Si bien este tipo de monitoreo se encuentra en fase experimental o en una etapa de comercialización muy incipiente, evidencia un gran potencial. Dado que utilizando sensores (GPS, acelerómetros y giroscopios) y conexiones LoRa es posible recolectar grandes volúmenes de datos. Estos datos son utilizados para encontrar patrones y caracterizar el comportamiento reproductivo de los individuos en estudio, lo que posibilita una detección temprana en condiciones a campo de reproductores ineficientes, con las consecuentes mejoras en los porcentajes de preñez de rodeos bovinos.

### Puerta de aparte

Las puertas de aparte tanto en sistemas lecheros como de carne pueden proporcionar un impacto significativo en la producción. El sistema permite separar animales de manera automática y eficiente identificándolos por medio de la caravana electrónica y generando la acción de aparte según los criterios establecidos (enfermedad, vacunación, venta, manejo, etc.). Esta tecnología genera disminución en los costos de manejo y permite actividades más seguras, tanto para los operarios como para los animales.

### Robótica de ordeño o tambo robot

Es un modelo de producción absolutamente automatizado, donde el rodeo se ordeña voluntariamente (la vaca se acerca sola al robot entre dos y tres veces al día). Son robots que realizan las prácticas de rutina, ordeñan las vacas en forma automática, miden la producción, detectan problemas de mastitis y suministran alimentos, entre otras funciones. Esta tecnología permite que el operario se pueda centralizar en tareas de gestión, manejo alimenticio, de pasturas, salud y reproducción.

Coincidimos en remarcar lo que el coordinador del Tambo Robot de INTA, Miguel Taverna (2015) destaca: "esta tecnología no reemplaza a la gente, sino que modifica favorablemente las condiciones de trabajo. El trabajo de las personas es imprescindible para el buen funcionamiento del sistema; pero que, gracias al uso de la tecnología, el operario puede centralizarse en tareas de gestión, manejo alimenticio, de pasturas, salud y reproducción" (INTA Rafaela, 2015).

## DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

Estamos frente a un cambio disruptivo en las formas de gestionar la ganadería. La paulatina adopción de este conjunto de tecnologías transformará inevitablemente los sistemas de producción en dos aspectos trascendentales:

- Por un lado, para poder competir en un mundo cada vez más exigente para los proveedores de materias primas y en la comercialización de alimentos. A corto y mediano plazo será necesario afrontar las diferencias cada vez más marcadas entre países y regiones para poder evitar quedar excluidos de los mercados internacionales. Por otro lado, la adopción de estas tecnologías implica inversiones (de magnitud en algunos casos), un costo adicional de mantenimiento y la disponibilidad de personal formado/entrenado para capturar el diferencial de valor que podrá justificar económicamente su incorporación.

- Otros de los aspectos intrínsecos a la actividad ganadera son el esfuerzo requerido, la merma progresiva de interés y del número de productores dedicados. Muchos de los argumentos son repetidamente escuchados: "la ganadería es una actividad difícil", "requiere mucho esfuerzo", "ofrece márgenes estrechos de beneficios", "no hay quienes quieran dedicarse a la actividad", "no se encuentra mano de obra". Factores que afectan directamente al arraigo rural, la desaparición de mano de obra y migraciones campo-ciudad que afectan cada vez más a la producción animal.

Frente a estos aspectos claves será imprescindible impulsar la adopción de tecnología para revertir estos efectos, tender a reducir la brecha tecnológica y favorecer la integración de diferentes sistemas de procesos procurando la interoperabilidad e integración de datos. Fomentar programas de políticas públicas y de investigación en tecnología ganadera deben ser parte de las plataformas de impulso de oportunidades para responder a las nuevas demandas, reducir el impacto ambiental, y ser impulsores del cuidado y del bienestar animal.

## PARA PENSAR EL FUTURO CERCANO

El factor económico representa la mayor restricción para el desarrollo y adopción de estas tecnologías, por lo que lograr dispositivos de bajo costo y bajo consumo de energía es imperativo. El desarrollo de estas innovaciones implica la generación de redes y la articulación público-privado que abarquen desde el reconocimiento de demandas y problemáticas situadas al involucramiento para el codiseño de soluciones diferenciadas y adaptadas a cada contexto. A su vez, también es necesario contar con validaciones desde las instituciones de ciencia y técnica y con consecuente acompañamiento en la implementación y adopción tecnológica.

Un desafío para considerar son las presiones sociales por los modos de producir donde el uso sostenible de los recursos naturales se ha convertido en un requisito para el acceso a nuevos mercados y el mantenimiento de los actuales, bajo estrictos parámetros de calidad, trazabilidad y articulación entre los distintos eslabones de la cadena. La utilización de dispositivos que brinden información precisa por animal, aun cuando el costo inicial sea alto, es invaluable ya que permitiría trazar el historial desde el productor a la mesa del consumidor.

Además, con estas nuevas tecnologías nos adentramos en una nueva era del conocimiento de las enfermedades que afectan a los animales, en la que es posible obtener nueva información y lograr un mayor nivel de predictibilidad, lo que puede traducirse en una respuesta más rápida y un control más eficaz, reduciendo el uso de drogas veterinarias. Los recursos de base tecnológica aportan en parámetros de calidad y cooperan en caso de demanda a nivel gubernamental, en el diseño de herramientas para conservar el ambiente y en la planificación estratégica de la ganadería. Además, existen características comunes en la forma en que se construyen y utilizan los sistemas de redes de sensores para el ganado por lo que sería posible adaptar y utilizar algunos desarrollos en especies silvestres para su monitoreo y conservación.

En síntesis, la Ganadería de Precisión es una oportunidad nacional, con proyección internacional para el desarrollo de tecnologías y apps de gestión, que permiten la automatización de tareas y la gestión remota del rodeo. Contribuye a lograr mayor eficiencia en el uso de los recursos y a innovar, desde la interacción entre distintos campos del conocimiento, en las formas de producir y gestionar. La Ganadería de Precisión hoy es clave para superar restricciones y aprovechar las potencialidades del sector ganadero argentino y, por ende, del sistema agropecuario, agroalimentario y agroindustrial en su conjunto.

## BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, N.M.A.; DE OLIVERA COSTA, F. (2018). Uso de dispositivos electrónicos para evaluar o comportamiento de pastaje de bovinos: revisão. *Rev. Acad. Ciênc. Anim.*

ALENDE, M.; GARRO, R.; CAMILETTI, M.; PORDOMINGO, A.J. (2017). El consumo residual en bovinos: base fisiológica. *Producción bovina para carne (2013-2017) Programa Nacional de Producción Animal Alimentación de bovinos para carne. Publicación Técnica N.º 209. 291-297 pp.* (Disponible: <https://bit.ly/3LQUoE8>).

ÁLVAREZ, J.M. (2017). Ganadería inteligente: uso de la robótica y los dispositivos inteligentes en el sector ganadero. *Merino Anuario 2017: 66-73.*

- ARANDA, M.; BELTRAMINI, P.; CANO, J.; VIRRAGRÁN, L.; MORENO, J.; GALLINA, S.; HERRERA CONEGLIANO, O.A. (2021). IoT aplicado a la ganadería extensiva. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. 9 (17):106-113.
- BAILEY, D.W.; GROSS, J.E.; LACA, E.A.; RITTENHOUSE, L.R.; COUGHENOUR, M.B.; SWIFT, D.M.; SIMS, P.L. (1996). Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *J. Range. Manage.* 49: 386-400.
- BRAGACHINI, M. (2018). Problemas y oportunidades de argentina frente a las nuevas reglas comerciales y tecnológicas agtech y bigdata que irrumpen en los procesos de bioeconomía. 17.º Curso de Agricultura y Ganadería de Precisión, Manfredi, Córdoba. (Disponible: <http://bit.ly/2QL6iDM>).
- FUHLENDORF, S.D.; ENGLE, D.M.; ELMORE, R.E.; LIMB, R.F.; BIDWELL, T.G. (2012). Conservation of pattern and process: developing an alternative paradigm of rangeland management. *Rangeland Ecology & Management*, 65:579-589.
- GARRO, R. (2018). Comedores inteligentes, innovación para la ganadería de precisión. *Revista RIA*. (Disponible: <https://bit.ly/3P1nGBI>).
- HALACHMI, I.; GUARINO, M. (2016). Precision livestock farming: a "per animal" approach using advanced monitoring technologies. *Animal* 10:1482-83, doi: 10.1017/S1751731116001142
- INTA Rafaela (2015). Agroactiva 2015: el INTA presentó el primer tambo robotizado del país. (Disponible: <https://bit.ly/38aF9af> verificado: 03 de mayo del 2022).
- LÓPEZ VALIENTE, S. (2019). El manejo virtual potencia la gestión de los rodeos. *INTAinforma*. (Disponible: <https://bit.ly/3KSqv51>).
- MENZIES, D.; PATISON, K.P.; CORBET, N.J.; SWAIN, D.L. (2017). Using Walk-over-Weighing technology for parturition date determination in beef cattle. *Animal Production Science*, 58(9), 1743-1750.
- SCARNECCHIA, D.L.; KOTHMANN, M.M. (1982). A dynamic approach to grazing management terminology. *Journal of Range Management* 35:262-264.
- TAVERNA, M.; GHIANO, J.; COSTAMAGNA, D.; GARCÍA, K.; WALTER, E. (2018). Evaluación bioeconómica de un sistema lechero pastoril intensivo incorporando Tecnologías de Precisión, Ordeño Voluntario Automatizado (VMS®) y las TIC. Informe Técnico N.º 61. Ediciones INTA.
- WATHES, C.M.; KRISTENSEN, H.H.; AERTS, J.M.; BERCKMANS, D. (2008). Is precision livestock farming an engineer's daydream or nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall? *Computers and electronics in agriculture*, 64(1), 2-10.
- WORLD BANK (2017). Research and development expenditure (% of GDP). (Disponible: <http://data.world-bank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>).

