

# Aprendizaje Automático aplicado a la calidad del desarrollo en la ganadería de precisión

## Machine Learning applied to the quality of development in precision farming

Presentación: 4 y 5 de Octubre de 2022

Doctorando:

**Marcos Darío Aranda**

Grupo de Investigaciones en Internet de la Cosas, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca – Argentina  
maranda@tecno.unca.edu.ar

Director:

**Gastón Araguás**

Codirector:

**Javier Redolf**

### Resumen

La ganadería de precisión trata de incorporar a los procesos ganaderos distintos sistemas, herramientas y tecnologías digitales para ayudar a tomar decisiones más precisas. En el presente trabajo se realiza la descripción y el estado del arte a través de aprendizaje automático aplicados a la ganadería de precisión, además se describen las actividades y metodologías propuestas a través del aprendizaje automático aplicado a la ganadería de precisión a los efectos de mejorar la producción y rentabilidad, con sostenibilidad en el territorio nacional para el monitoreo y control de animales en sus diferentes etapas (cría, engorde o ciclo completo).

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Aprendizaje Automático, Visión Computacional, etc.

### Abstract

Precision farming tries to incorporate different systems, tools and digital technologies into livestock processes to help make more accurate decisions. In the present work, the description and the state of the art are carried out through machine learning applied to precision livestock, in addition, the activities and methodologies proposed through machine learning applied to precision livestock are described in order to improve the production and profitability, with sustainability in the national territory for the monitoring and control of animals in their different stages (breeding, fattening or complete cycle).

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Computer Vision, etc.

## Introducción

La convergencia de avances en algunos campos de conocimiento en particular la ciencia de datos y la inteligencia artificial, junto con el desarrollo de modernos dispositivos electrónicos que, a partir de sensores, aplican herbicidas únicamente en lugares donde se identifiquen malezas, en lugar de rociar todo el campo, la puesta a disposición de nuevas fuentes de información y el enorme incremento en la capacidad de procesamiento y almacenamiento de datos posibilitado por las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICS) dio lugar al surgimiento de un nuevo paradigma tecno-productivo aplicado a las producciones de base biológica: la llamada Agricultura de Precisión (AP) y Ganadería de Precisión (GP) (Lachman & López, 2018).

La GP puede ser aplicada siempre y cuando se construya en cada empresa un Proyecto Ganadero, a partir del cual se desarrollen todas las actividades productivas e inversiones. Un productor ganadero puede elaborar “SU” propio Proyecto, que puede ser muy diferente, aunque esté en la misma zona (clima y suelo) y tenga la misma actividad ganadera (cría, engorde o ciclo completo) (Mayer, 2018). La clave de una correcta Ganadería de Precisión es que cada productor tenga “SU” propio Proyecto que consta de una serie de componentes:

1. **Objetivos y Metas (corto y mediano plazo):** Dar previsibilidad a la ganadería de carne. Buscar altas ganancias de peso con la mayor carga animal posible.
2. **Planificación y manejo (recursos forrajeros, concentrados, ganancias de peso por estación climática –otoño-invierno-primavera-verano, etc.):** Dividir la Tropa en Cabeza, Cuerpo y Cola (con manejo y alimentación diferencial desde el destete hasta la terminación). Planificar las Ganancias Diarias de Peso (promedio) “estimadas” (para cada categoría y para cada época del año, ajustando la dieta o carga animal cuando sea necesario) y cotejar los valores “estimados” con los resultados “reales” que se vayan obteniendo a lo largo del ciclo productivo.
3. **Controles (monitoreo con báscula):** Para evaluar las ganancias de peso es imprescindible disponer de una báscula, y realizar pesadas periódicas.

Este conjunto de componentes requiere disponer de información en tiempo real, ya procesada y analizada, que permita acceder a un panorama preciso de las condiciones actuales del ganado, definir las prioridades del día y así optimizar su manejo del tiempo, contar con información detallada sobre los movimientos de los animales, alimentación y consumo de agua, niveles inusuales de actividad o aumento de los niveles normales de tos, etc. (Inteligencia artificial, 2021). El aprendizaje automático permite analizar información compleja de todas esas fuentes para lograr detectar tendencias, signos o información precisa para apoyar las decisiones diarias en la GP.

El presente proyecto buscará realizar una contribución sobre aspectos que aún no se encuentren resueltos en la GP, utilizando aprendizaje automático para ofrecer identificación inteligente y trazabilidad de los animales: percepción y detección inteligentes para registrar información. Se plantea desarrollar algoritmos basados en aprendizaje automático que ofrecen identificación inteligente y trazabilidad de los animales: percepción y detección inteligentes para registrar información.

## Estado del arte

Los trabajos en el área que hacen uso del aprendizaje automático no son muy lejanos en el tiempo, de los más destacados se pueden mencionar los siguientes: en el año 2018 se presentó un trabajo para la estimación de la condición corporal en vacas a partir de imágenes de profundidad utilizando redes neuronales convolucionales, para ello se utilizó el puntaje de condición corporal (BCS, del inglés Body Condition Score) es un indicador que estima la grasa corporal almacenada y el balance energético acumulado de las vacas. Este indicador influye en la producción de leche, reproducción y salud de vacas destinadas a la producción láctea o la producción de carne. En la práctica esta tarea es realizada de manera visual por evaluadores expertos, complementándose en algunos casos con palpaciones en la zona de las costillas, el lomo y la base de la cola, por lo que puede consumir mucho tiempo. El trabajo propuso mejorar globalmente el proceso de estimación del BCS. El sistema es capaz de detectar la presencia de vacas a la pasada en cuadros de videos, y predecir su condición corporal a partir de la clasificación de las imágenes recopiladas (Álvarez, 2018). (ver Figura 1)

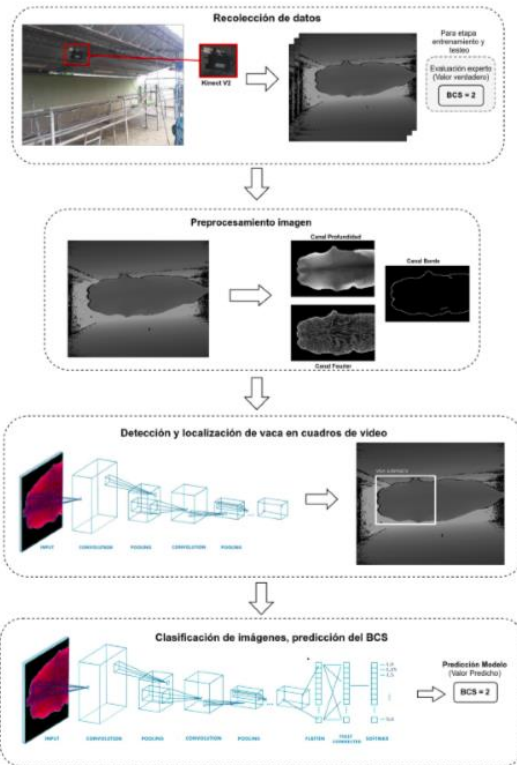


Figura 1: Vista general del sistema de estimación de BCS propuesto.

En el año 2020 se presentó un trabajo con el objetivo de brindar reconocimiento a la raza bovina Pantaneira utilizando Redes Neuronales Convolucionales (CNN), en el mismo se estudiaron 51 animales del Centro de Ganadería Aquidauana Pantaneira (NUBOPAN) Brasil; se colocaron cuatro cámaras de monitoreo las cuales fueron distribuidas en los cercos y se tomaron 27.849 imágenes de ganado de raza Pantaneira utilizando diferentes ángulos y posiciones para la adquisición de imágenes (de Lima Weber et al., 2020).

En el mismo año otro trabajo propone un modelo híbrido para la detección temprana de cojera en ganado lechero asistido a través de Cloud Computing y machine learning. El enfoque propuesto ha sido validado en una granja lechera con un rebaño lechero de 150 vacas en Waterford Irlanda. Usando podómetros de largo alcance diseñados específicamente para su uso en ganado lechero, monitorean la actividad de cada vaca en el rebaño. El modelo híbrido de agrupamiento y clasificación identifica a cada vaca como Activa, Normal o Inactiva y, además, Con o Sin Cojera. Las anomalías de cojera detectadas se envían a un dispositivo móvil del agricultor mediante notificaciones automáticas. Los resultados indicaron que pueden detectar la cojera 3 días antes de que el agricultor pueda capturarla visualmente con una precisión del 87 %. Esto significa que el animal puede ser aislado o tratado inmediatamente para evitar cualquier efecto adicional de cojera (Taneja et al., 2020) (ver Figura 2).

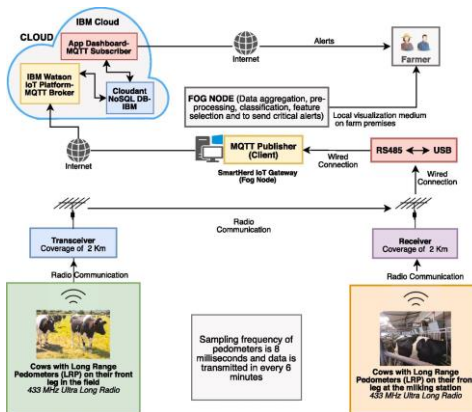


Figura 2: Arquitectura general y descripción general del sistema.

En el año 2021 un artículo describe el desarrollo de un sistema de visión por computadora, basado en aprendizaje profundo, con el objetivo de reconocer en tiempo real vacas individuales, detectar sus posiciones, acciones y movimientos y registrar las salidas de historial de tiempo para cada animal. Se ha entrenado y validado una red neuronal basada en técnicas de aprendizaje profundo en una granja ubicado en Ozzano Emilia Romana, Bolonia, en el noreste de Italia, para el reconocimiento automático de vacas individuales en vídeos grabados en el establo. Se seleccionaron cuatro vacas Holstein Friesian para entrenar y validar una red neuronal YOLO capaz de reconocer una vaca a partir del patrón del pelaje. La precisión promedio de la detección, que va de 0,64 a 0,66, mostró que es posible identificar correctamente vacas individuales en función de su apariencia morfológica y del patrón de manchas del pelaje de una vaca representa un objeto claramente distinguible para una red de visión por computadora (Tassinari et al., 2021). (ver Figura 3)



Figura 3: Ejemplo de validación visual de las clases en un marco.

En el año 2022 se publicó un artículo con estrategias de procesamiento de imágenes para la medición del peso vivo (PV) de cerdos, el cual es una característica clave para monitorear la ganancia diaria, el estado nutricional, el desempeño de la salud y para pronosticar y controlar su peso comercial. El método sin contacto para la estimación de PV utiliza medidas de las dimensiones físicas del animal y luego las correlaciona con el PV del animal para minimizar cualquier estrés. Después de la adquisición de imágenes se realizan varios pasos de procesamiento como filtrado, extracción de características, y el entrenamiento y la formación de bases de datos para un pronóstico confiable de PV. (Bhoj et al., 2022). (ver Figura 4)

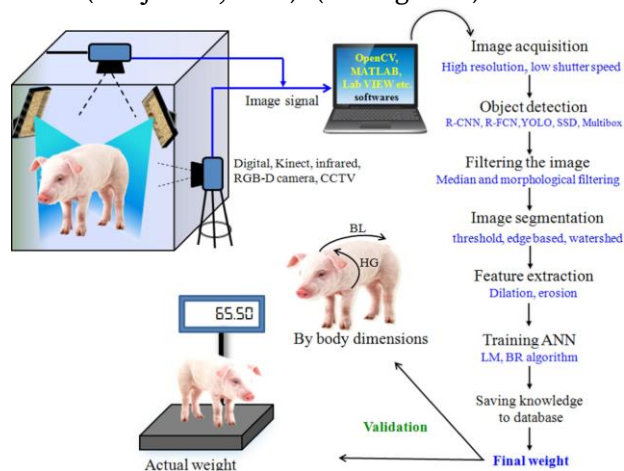


Figura 4: Pasos básicos de procesamiento de imágenes para predecir el peso vivo de los cerdos.

## Objetivo general

El objetivo de este trabajo de investigación es desarrollar algoritmos en aprendizaje automático que permitan mejorar la calidad del desarrollo ganadero de precisión a través del monitoreo y control en sus distintas etapas (cría, engorde o ciclo completo).

## Objetivos específicos

Los objetivos específicos a cumplimentar para el desarrollo de este trabajo son:

1. Identificar y reconocer en forma automática factores de comportamiento y/o posturas que se relacionan con patologías conocidas o situaciones que por su rareza requieran ser atendidas, considerando diferentes razas.
2. Mejorar los desempeños de los sistemas de pesaje al paso mediante algoritmos de aprendizaje profundo, incorporando identificación del animal por reconocimiento automático.
3. Desarrollar un sistema de reconocimiento e identificación de cada animal que permita aplicar técnicas de seguimiento individual en su desarrollo, considerando diferentes razas y especies (vaca, cabra, oveja).
4. Implementar los algoritmos que deban funcionar sobre un animal en sistemas embebidos de bajo costo y consumo.

## Actividades y metodologías

Machine Learning, es una rama de la Inteligencia Artificial que se encarga de generar algoritmos que tienen la capacidad de aprender y no tener que programarlos de manera explícita. Hay dos tipos de aprendizajes: el supervisado es cuando entrenamos un algoritmo de Machine Learning dándole las preguntas (características) y las respuestas (etiquetas). Así en un futuro el algoritmo pueda hacer una predicción conociendo las características (Noergaard, 2005). Además, en los últimos años, ha tomado mucho impulso una rama del Machine Learning conocida como Aprendizaje Profundo o Deep Learning, la cual combinada con técnicas de Visión Artificial permiten clasificar objetos en imágenes o videos, detectar su posición, seguirlos en una escena, contar la cantidad o detectar fallas o defectos en los mismos.

El primer objetivo específico será el de identificar y reconocer en forma automática factores de comportamiento y/o posturas que se relacionan con patologías conocidas o situaciones que por su rareza requieren ser atendidas, considerando diferentes razas y especies animales. En esta etapa se analizarán los diferentes algoritmos utilizados en Machine Learning, para determinar el de mejor desempeño en esta tarea. Aquí, el reconocimiento de una postura puede presentar un desafío no sólo en su identificación instantánea (fotograma de la postura) sino también en el reconocimiento de una secuencia de posturas que generen un patrón de movimientos, de desplazamiento o corporales, que indiquen una situación de interés tanto para el ganadero como para el veterinario.

El segundo de los objetivos que se plantea es el de mejorar los desempeños de los sistemas de pesaje al paso mediante algoritmos de aprendizaje profundo, incorporando identificación del animal por reconocimiento automático. Esta es una demanda concreta que surge de la interrelación establecida durante el estudio de la problemática con personal del INTA La Rioja - Catamarca. En esta etapa se analizarán los diferentes algoritmos de aprendizaje profundo como por ejemplo el de una red neuronal convolucional (CNN o ConvNet) que aprende directamente de los datos, sin necesidad de extraer características manualmente (Redes neuronales convolucionales, 2021).

El tercer objetivo específico es el de desarrollar un sistema de reconocimiento e identificación de cada animal que permita aplicar técnicas de seguimiento individual en su desarrollo, considerando diferentes razas y especies (vaca, cabra, oveja). Para el desarrollo de esta etapa se espera que los algoritmos puedan contribuir a una individualización del animal lo que implica un entrenamiento preciso y especializado. Para ello además de las técnicas mencionadas antes, se intentará utilizar un enfoque de código abierto como TensorFlow el cual es útil para Machine Learning a gran escala (TensorFlow, 2021). Es una mezcla de aprendizaje automático y modelos de redes neuronales que utiliza como lenguaje intérprete Python (Bowles, 2021).

El último de los objetivos específicos es el de implementar los algoritmos que deban funcionar sobre un animal en sistemas embebidos de bajo costo y consumo. En esta etapa del plan de trabajo se pretende que los algoritmos diseñados con funcionalidades evaluadas anteriormente se integren en un sistema embebido (micros/FPGA/etc) (Noergaard, 2005). Esta tarea implica el desarrollo de un circuito electrónico para que el dispositivo sea alimentado por baterías recargables. El prototipo debe ser de bajo costo. Sin embargo, es necesario considerar

que los costos puedan aumentar debido a las características del sistema embebido que se elija definitivamente. Para cada uno de los pasos de los descritos anteriormente se llevarán a cabo evaluaciones permanentes de los algoritmos diseñados en el Campo Experimental del INTA La Rioja – Catamarca, sobre una muestra de ganado determinada para control y monitoreo.

## Referencias

Bhoj, S., Tarafdar, A., Chauhan, A., Singh, M., & Gaur, G. K. (2022). Image processing strategies for pig liveweight measurement: Updates and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 193, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.106693>

Bowles, M. (2019). *Machine Learning with Spark and Python: Essential Techniques for Predictive Analytics*. John Wiley & Sons.

de Lima Weber, F., de Moraes Weber, V. A., Menezes, G. V., Junior, A. D. S. O., Alves, D. A., de Oliveira, M. V. M., ... & de Abreu, U. G. P. (2020). Recognition of Pantaneira cattle breed using computer vision and convolutional neural networks. *Computers and Electronics in Agriculture*, 175, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105548>.

Inteligencia artificial: el futuro de las granjas. Boehringer Ingelheim. Recuperado el 15 de septiembre de 2021 de <https://www.sudamerica.boehringer-ingelheim.com/salud-animal/animales-de-produccion/inteligencia-artificial-el-futuro-de-las-granjasehringer-ingelheim.com>

Lachman, J., & López, A. (2018). Innovación, habilidades y nuevas áreas de conocimiento en sectores tecnológicos emergentes: el caso de la Agricultura y Ganadería de Precisión.

Machine Learning Made Faster, More Efficient. ARM Solutions Machine Learning. Recuperado el 10 de septiembre de 2021 de <https://www.arm.com/solutions/artificial-intelligence/machine-learning/>

Mayer, A. F. (2018). ¿Ganadería de precisión, es posible?. [https://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/ganader\\_\\_a\\_de\\_precisi\\_\\_n\\_\\_es\\_posible...pdf](https://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/ganader__a_de_precisi__n__es_posible...pdf)

Noergaard, T. (2012). *Embedded systems architecture: a comprehensive guide for engineers and programmers*. Newnes.

Plataforma de extremo a extremo de código abierto para el aprendizaje automático. TensorFlow. Recuperado el 12 de septiembre de 2021 de <https://www.tensorflow.org/>

Redes neuronales convolucionales. MATLAB & Simulink. Recuperado el 20 de septiembre de 2021 de <https://la.mathworks.com/discovery/convolutional-neural-network-matlab.html>

Rodríguez Álvarez, J. M. (2018). Estimación de la condición corporal en vacas a partir de imágenes de profundidad utilizando Redes Neuronales Convolucionales (Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas, Argentina)

Taneja, M., Byabazaire, J., Jalodia, N., Davy, A., Olariu, C., & Malone, P. (2020). Machine learning based fog computing assisted data-driven approach for early lameness detection in dairy cattle. *Computers and Electronics in Agriculture*, 171, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105286>.

Tassinari, P., Bovo, M., Benni, S., Franzoni, S., Poggi, M., Mammi, L. M. E., ... & Torreggiani, D. (2021). A computer vision approach based on deep learning for the detection of dairy cows in free stall barn. *Computers and Electronics in Agriculture*, 182, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106030>