

## ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN DIFERENCIADA Y TECNOLOGÍAS DE GANADERÍA DE PRECISIÓN EN CUNICULTURA

La enorme transformación del sector ganadero en los últimos años ha revolucionado los sistemas de producción actuales. Además, la ciudadanía europea demanda mejoras en los sistemas de producción animal y las cadenas de alimentación globales; y exige que el animal y sus necesidades sean el núcleo de los mismos. Actualmente, conviven en la producción cunícola modelos de producción familiar, con granjas de tamaño mediano, junto con otras de mayor tamaño, buscando maximizar la rentabilidad y aprovechar las economías de escala. Esto resulta en una enorme complejidad y diversificación de los sistemas productivos. En el marco de esta transformación, las empresas agropecuarias deben adaptarse a las exigencias de la sociedad, aumentando el control que llevan sobre sus animales y la gestión técnica de la granja.

RAMÓN-MORAGUES A.<sup>1</sup>, MARÍN-GARCÍA PJ.<sup>2</sup>, BLAS E.<sup>1</sup>, PASCUAL J.J.<sup>1</sup>, CAMBRA-LÓPEZ M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universitat Politècnica de València

<sup>2</sup> Departamento de Producción y Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad Cardenal Herrera-CEU, Valencia



Este aumento del control y mejora del manejo que tienen que llevar los ganaderos implica la necesidad de mejoras en la eficacia de los procesos de producción. La ganadería de precisión (PLF, por sus siglas en inglés de *Precision Livestock Farming*) puede ayudar a llevar a cabo esta transición, mediante la implementación de nuevas tecnologías para monitorizar, modelizar y manejar automáticamente la producción animal, facilitando al ganadero el cumplimiento de estas exigencias e incluso mejorando la eficacia productiva de su explotación.

### POR QUÉ IMPLEMENTAR LA PLF EN LA PRODUCCIÓN CUNÍCOLA

La PLF se define como “la gestión de la producción ganadera mediante los principios y la tecnología de la ingeniería de procesos” (Wathes *et al.*, 2008). Se basa en el uso de la tecnología para monitorizar a los animales mediante sensores. Nos permite obtener información adicional relacionadas con las bio-respuestas de nuestros animales de manera individualizada, objetivas, simples de medir y fiables en todo momento (24/7). Su objetivo es manejar a los animales a través de la monitorización continua, automatizada y en tiempo real de su salud, bienestar, producción,

reproducción y ambiente (Berckmans, 2017). De este modo, la PLF se trata de una herramienta esencial y disponible para el ganadero en el contexto actual. Las tecnologías disponibles son muy potentes y permite ampliar la información que el personal encargado del cuidado de los animales puede tener a su disposición.

La nutrición de precisión es una parte esencial de la PLF, ya que ambas buscan mejorar la rentabilidad, eficiencia y sostenibilidad de las granjas (Banhazi *et al.*, 2012). Las estrategias de nutrición de precisión están diseñadas para igualar el suministro de nutrientes en la dieta con los requerimientos nutricionales de cada animal en cada momento, y requieren una base de datos de nutrientes bien caracterizada y



precisa para cada ingrediente, junto con requerimientos nutricionales animales adecuadamente definidos (Moss *et al.*, 2021). Por definición, la nutrición de precisión está intrínsecamente vinculada a la producción ganadera y es clave para optimizar el proceso global, maximizando el retorno económico y minimizando las pérdidas. Sin embargo, la implementación práctica de la nutrición de precisión, aún no se ha logrado por completo, en particular en cunicultura, donde suelen aplicarse solo dos piensos para todo el modelo de producción (y tipos de animales) y tampoco existe un programa de alimentación multifase para el mismo tipo de animal (p.ej. durante el engorde). Los requisitos nutricionales de los animales cambian rápidamente con el tiempo y las variaciones diarias ni tan siquiera pueden satisfacerse fácilmente solo con la alimentación multifase (Hauschild *et al.*, 2015; Warren *et al.*, 2000). Además, los requisitos nutricionales se establecen comúnmente para una población

de animales. Al utilizar el enfoque de alimentación poblacional, las variaciones individuales según la edad, estado fisiológico, la condición corporal, la genética o la salud de los animales pueden subestimarse (Pomar y Remus, 2019).

En el caso de la cunicultura, el conejo es la única especie zootécnica que no cuenta con una alimentación diferenciada. En conejas reproductoras, todos los animales (conejas lactantes y no lactantes) utilizan un pienso único; así como los gazapos antes del destete, que en la práctica no disponen de un pienso específico adaptado a su función digestiva - todavía inmadura - sino que se alimentan del mismo pienso que sus madres. Por ello, es necesario desarrollar un modelo de alimentación diferenciada para las madres y sus gazapos cuando éstos empiezan a salir del nido, así como entre madres con diferente estado fisiológico (lactante y no lactante). Por otro lado, los trastornos digestivos durante la fase de engorde

**PARA OPTIMIZAR EL  
CRECIMIENTO Y SALUD  
DIGESTIVA DE LOS  
GAZAPOS, ES NECESARIO  
ESTIMULAR LA INGESTA  
TEMPRANA DE ALIMENTO  
E INVESTIGAR ACERCA  
DE SU COMPOSICIÓN  
NUTRICIONAL MÁS  
ADECUADA**

siguen siendo una de las principales causas de mortalidad en las granjas cunícolas (Rosell *et al.*, 2016), aumentando las mortalidad y pérdidas económicas (Bäuerl *et al.*, 2014). El control de estos trastornos digestivos sigue siendo una problemática, y requiere, en muchos casos, del tratamiento con antibióticos. Con el objetivo de reducir el uso de estos fármacos y la incidencia de los trastornos digestivos, es necesario la implementación de una metodología que nos permita actuar antes de que aparezca el problema, evitando así la transmisión de la patología entre individuos alojados dentro de un mismo grupo.

La PLF puede ayudarnos abordar todos estos problemas, mediante la utilización de herramientas tecnológicas, que nos permitan la implementación de una alimentación de precisión y diferenciada en cunicultura, así como la detección precoz de enfermedades. Sobre estos problemas actuales, son los que se sustenta el proyecto de investigación recientemente financiado por el Programa Estatal de Generación de Conocimiento (Ministerio de Ciencia e Innovación), liderado por el Grupo de Alimentación Animal de la UPV (Universitat Politècnica de Valencia), titulado: *Utilización de estrategias de alimentación diferenciada y tecnologías de ganadería de precisión en cunicultura* (Referencia: PID2022-143036OB-I00; 2023-2026).

La hipótesis inicial del proyecto es que el desarrollo y uso de sistemas de alimentación a medida que permitan a cada animal recibir el tipo y cantidad de alimento adecuados, que mejor cubra sus necesidades de nutrientes, contribuirá a mejorar el rendimiento, el bienestar y la salud de los conejos. Asimismo, la implementación de herramientas PLF para monitorizar el comportamiento de los animales, puede ayudar a la detección temprana de trastornos digestivos y otras enfermedades en conejos durante la fase de engorde, promoviendo la salud animal, adelantando la aplicación de los tratamientos veterinarios, que puede ser totalmente dirigidos y selectivos, solo para los animales que muestren los primeros signos de enfermedad. Esto, sin duda, contribuirá a mejorar la efectividad de los tratamientos, a favor de su uso

racional, minimizado y dirigido; algo particularmente relevante en el contexto actual de reducción del uso de antibióticos.

En este sentido, el proyecto abordará tres objetivos específicos:

1. Caracterizar el comportamiento alimentario diario de las conejas reproductoras durante los tres primeros ciclos reproductivos y desarrollar un sistema de alimentación a medida para conejas en diferentes estados fisiológicos.
2. Definir la composición nutricional adecuada de una dieta para una alimentación diferenciada de los gazapos lactantes, concretamente su contenido en energía digestible (ED), proteína digestible (PD) y fibras solubles e insolubles.
3. Validar sensores en tiempo real que puedan proporcionar información para desarrollar alertas tempranas automatizadas de enfermedades, a través de algoritmos de predicción, en conejos de engorde.

### ¿Y CÓMO ESTE PROYECTO Y LA PLF VAN A CONTRIBUIR A ABORDAR LOS ACTUALES PROBLEMAS DE LA CUNICULTURA?

#### **- Mediante sistemas de alimentación diferenciada para reproductoras y gazapos**

El reto de la alimentación diferenciada debe afrontarse con enfoques diferentes: uno para las hembras reproductoras y otro para los gazapos. En el caso de las hembras reproductoras, es fundamental adecuar la alimentación a su estado fisiológico, evitando así pérdidas en forma de nutrientes no aprovechados por el animal. Las necesidades nutricionales de las conejas no lactantes y lactantes son claramente diferentes (500 y 1400 kJ de ED por kg de peso metabólico; Quevedo *et al.*, 2006). Sin embargo, las conejas no lactantes alimentadas con un pienso único - formulado para atender las necesidades de conejas lactantes- como se realiza en la actualidad, tienden a consumir en exceso (+35%;

Fernández-Carmona *et al.*, 2003). Para evitar esto, la restricción de alimento es una práctica común para evitar un exceso de energía en las conejas no lactantes. Sin embargo, este manejo puede provocar hambre, reduciendo el bienestar de las hembras, y un aporte inadecuado de otros nutrientes. En algunas investigaciones también se observado que el uso de piensos menos energéticos durante toda la fase reproductiva permite reducir el aporte energético de conejas no lactantes hasta un 10%, por lo que su uso sólo fuera del periodo de lactancia podría permitir una mejor adaptación del aporte energético a la coneja (Quevedo *et al.*, 2006; Fernández-Carmona *et al.*, 2003). Por otra parte, aunque no se dispone de suficiente información sobre el comportamiento alimentario de las conejas reproductoras, se conoce que su ingesta voluntaria se divide en numerosas tomas ("comidas") (los conejos de 18 semanas comen 34 comidas de unos 4,9 g por comida; Prud'hon *et al.*, 1975). Por tanto, a la hora de diseñar un sistema de alimentación diferenciada con dos piensos a medida, en función del estado fisiológico de las conejas, es clave desarrollar conocimiento sobre el comportamiento alimenticio diario de las hembras a lo largo de su vida reproductiva. Esta información es indispensable para calibrar sistemas de alimentación automáticos adaptados a cada individuo.

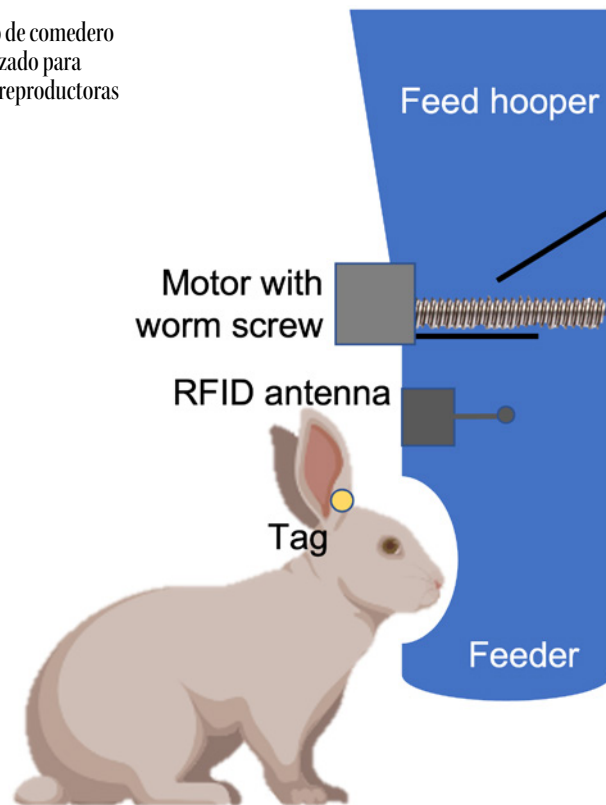
En este sentido, algunas tecnologías PLF para la identificación individual y la alimentación automática ya se han probado y aplicado con éxito en otras especies (Norton *et al.*, 2019). La identificación individual por radiofrecuencia (RFID) es una tecnología que se puede utilizar para identificar y rastrear animales individuales mediante el uso de ondas de radio y campos electromagnéticos. Los sistemas RFID constan de microchips para identificar a los animales y un lector (antena) para recibir y transmitir información (Brown-Brandl *et al.*, 2019). Estos sistemas RFID ya se están utilizando con éxito en un proceso de selección genética para mejorar la eficiencia alimentaria durante el engorde (Sánchez

*et al.*, 2023). Su uso en conejas reproductoras permitiría, por primera vez, un seguimiento continuo y automático del consumo individual de pienso en conejas, así como la implementación de un sistema de alimentación a medida para conejas reproductoras.

En el caso de los gazapos es necesario diseñar un sistema de la alimentación mientras se encuentran en lactación, así como una dieta adecuada a sus requerimientos nutricionales. En el mercado ya existe algunos sistemas que permiten separar la alimentación de los gazapos (comedero con entrada ajustable) de las madres (comedero con acceso elevado), pero no tenemos definido cómo debe ser ese pienso para gazapos lactantes. El alimento consumido por los gazapos lactantes mientras se encuentra con su madre es fundamental para promover su crecimiento adecuado y el desarrollo de una microbiota saludable. Ambos factores impactan directamente en la supervivencia y el crecimiento post-destete (Gidenne *et al.*, 2020; Pascual, 2001).

Se ha observado que los conejos lactantes pueden ingerir cantidades muy pequeñas de alimento durante su segunda semana de vida (Kacsala *et al.*, 2018; Paës *et al.*, 2019). Sin embargo, en condiciones prácticas, la ingesta de alimento comienza durante la tercera semana de vida, cuando los gazapos comienzan a abandonar el nido y acceder al comedero, en el que habitualmente se encuentra disponible el pienso para la coneja lactante. En consecuencia, a diferencia de lo que ocurre en otras especies, los gazapos ingieren hasta el destete un pienso diseñado para cubrir los requerimientos nutricionales de sus madres, que no está específicamente formulado para promover el fomento del consumo sólido, el crecimiento y la salud digestiva de estos animales jóvenes. Este período temprano, en el que se produce la transición de la leche a la alimentación, es a la vez un momento crítico y una ventana de oportunidad para la implantación de la microbiota, el desarrollo de la mucosa digestiva y para la maduración del sistema inmunológico (Combes *et al.*, 2011; Combes *et al.* 2013). De hecho, recientemente se ha descrito que la maduración de la microbiota cecal

Prototipo de comedero automatizado para hembras reproductoras



de gazapos de 18 a 25 días de edad depende más del tipo de pienso que de la edad (Beaumont *et al.*, 2022; Paës *et al.*, 2020). Por estos motivos, para optimizar el crecimiento y la salud digestiva de los gazapos, antes y después del destete, es necesario promover estrategias dirigidas a estimular la ingesta temprana de alimento e investigaciones acerca de su composición nutricional más adecuada (Read *et al.*, 2019). Aquí es donde el proyecto llevado a cabo en la UPV puede ofrecer soluciones viables para la implementación de una alimentación diferenciada entre las conejas lactantes (y no lactantes) y sus gazapos. Pero además del sistema de alimentación diferenciado, debe tenerse en cuenta el tipo de alimentación ofrecida. Para gazapos, por ejemplo, el tamaño y dureza de pellet en base a investigaciones anteriores (Paës *et al.*, 2019), así como la composición nutricional de dicho pienso son determinantes en el consumo voluntario de pienso. La ingesta voluntaria de pienso en gazapos menores de 5 semanas de edad no parece estar regulada por el contenido energético de la

dieta, a diferencia de lo que ocurre a partir de esa edad y en los adultos reproductores, en los que la ingesta de pienso y el contenido energético de la dieta varían inversamente. Se ha observado en varios estudios que el uso de piensos con un mayor contenido de energía y de proteína, a expensas del contenido de fibra, no afecta o incluso aumenta el consumo de alimento (Gidenne *et al.*, 2004; Read *et al.*, 2015; Read *et al.* 2015), mejorando la ingesta y el crecimiento durante este periodo. Por ello, otro objetivo del proyecto no solo es crear un sistema de alimentación diferenciada entre el gazapo y su madre, si no en encontrar además una estrategia alimentaria adecuada para los animales en este periodo de su vida.

#### - Mediante herramientas PLF de detección temprana de enfermedades en conejos destetados

Finalmente, otro de los retos que hay que afrontar es el riesgo de transmisión de enfermedades. Utilizando estaciones de alimentación electrónicas



**CON EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DIFERENCIADA QUE SE PRETENDE DESARROLLAR, SE PODRÁ ADECUAR LA ALIMENTACIÓN A CADA HEMBRA EN FUNCIÓN DE SUS NECESIDADES, AJUSTANDO DE ESTE MODO LOS COSTES DE ALIMENTACIÓN**

automáticas y sensores RFID, se pueden monitorizar automáticamente los patrones de alimentación de animales individuales y/o grupos (Bus *et al.*, 2021). Esto también puede realizarse a través de cámaras y técnicas de análisis de imagen computarizada. Generalmente se acepta que, en la mayoría de las especies animales, la enfermedad clínica induce una caída en la ingesta diaria de alimento como parte de la respuesta a la enfermedad (Bus *et al.*, 2021; Jonhson, 2002). Los patrones de alimentación consisten en el consumo de alimento y el comportamiento alimentario (es decir, frecuencia, duración y tasa de alimentación) (Bus *et al.*, 2021). Además de los patrones de alimentación, las enfermedades podrían alterar el comportamiento de agua de bebida (Andersen *et al.*, 2014). En consecuencia, los cambios en el comportamiento de alimentación y de agua de bebida pueden utilizarse como un signo temprano de

morbilidad y enfermedad (Bus *et al.*, 20219; Mathews *et al.*, 2017; Brown-Brandl *et al.*, 2013). Por ello, los datos recopilados automáticamente de comederos y sensores de movimiento o cámaras, pueden usarse potencialmente para evaluar y predecir el estado de salud de los animales. Esta información podría ayudar a superar las limitaciones asociadas con las observaciones directas de los animales por parte del personal durante la vigilancia sanitaria rutinaria, que difícilmente pueden ser practicadas de forma exhaustiva, debido al elevado número de animales por personal (Mathews *et al.*, 2017); lo que puede llevar a un tratamiento demasiado tardío de los animales enfermos (Li *et al.*, 2019). La observación de cambios sutiles que preceden a los cambios macroscópicos y a los signos clínicos permite la detección temprana de animales enfermos y la adopción

de medidas correctivas oportunas (Mathews *et al.*, 2017), dirigiéndolas sólo a los grupos o individuos afectados. Esto permitiría un tratamiento personalizado durante un período definido, a diferencia de los tratamientos globales habituales por corral o nave, que conducen a un mayor uso de antibióticos. Además, estas medidas pueden contribuir también a evitar sufrimiento y dolor de los animales. Por lo tanto, la implementación de métodos de automatización basados en sensores contribuiría a promover el bienestar animal, prevenir pérdidas en la producción, reducir los tratamientos veterinarios y el uso de antimicrobianos y, finalmente,

mejorar la rentabilidad de las granjas. Sin embargo, antes de que se pueda desarrollar un sistema de seguimiento de este tipo, se requiere un conocimiento profundo de los patrones de alimentación y bebida de los conejos, y su relación con la salud y las enfermedades de los animales. Aunque existe información acerca de la relación entre la enfermedad y el consumo de alimento en algunas especies animales (principalmente porcino), existe escasa información sobre el comportamiento alimenticio y del agua de bebida en conejos. La calidad de los datos es fundamental para lograr información sólida que permitan desarrollar algoritmos matemáticos de predicción de alerta

temprana de enfermedad. Esto exige una calibración y validación de los modelos que se desarrollen previa a que los sistemas puedan implementarse en instalaciones comerciales. Con este proyecto se busca ofrecer oportunidades para monitorizar automáticamente la salud y el bienestar animal, y mejorar también, la eficiencia de los sistemas de producción globales mediante el uso de nuevas tecnologías basadas en los principios de la PLF.

### **BIBLIOGRAFÍA**

*Queda a disposición del lector interesado en el correo electrónico: adramo@upv.es*

## **Una mirada hacia el futuro: Conclusiones**

Pese a que este proyecto está pensado en la implantación de la PFL en la cunicultura actual, así como la mejora de la alimentación en función de cada animal; las herramientas de precisión, aplicadas en cunicultura, pueden ser útiles para afrontar otros retos que es posible se anticipen, como cambios en los sistemas de alojamiento.

Como se conoce, los sistemas ganaderos se enfrentan actualmente a una transición hacia sistemas de producción animal más respetuosos con el medio ambiente, y socialmente aceptables y respetuosos con el bienestar animal. Con el uso de algunos sistemas de alojamiento actuales, los animales no siempre pueden expresar libremente su comportamiento natural, lo que produce conductas estereotipadas y una limitación del contacto social entre individuos (Jones, 2017). En respuesta a esta demanda, la Comisión Europea se comprometió a presentar una propuesta legislativa para eliminar progresiva y finalmente prohibir el uso de sistemas de jaulas para todos los animales alojados en jaulas o corrales individuales, incluidos los conejos, para finales de 2027 (European Commission 2021). Este informe menciona expresamente la opinión de esta iniciativa sobre la situación actual de la producción cunícola (European Commission 2021), destacando que los conejos son animales que comúnmente están alojados en jaulas, con muy pocas medidas de enriquecimiento. Por otro lado, algunos Estados miembros de la UE ya han prohibido el uso de jaulas para conejos, tanto convencionales como enriquecidas. La mayoría de las investigaciones sobre el tema y el propio sector cunícola europeo coinciden en que, si hay que adoptar un sistema de alojamiento colectivo para el conejo, será en un sistema de semigrupo, con los grupos de convivencia estables en corrales polivalentes para las fases de reproducción y crecimiento, gestionados en forma de lote único. Sin embargo, la mayoría de los

estudios realizados con sistemas de semigrupo, observan aún la necesidad de generar conocimiento y tecnología para su implantación viable, ya que su aplicación genera serios problemas productivos e incluso de bienestar (Trocino y Xiccato, 2024).

En este contexto, los resultados derivados del proyecto pueden aportar luz en este tipo de escenarios, ya que el uso de la alimentación diferenciada y herramientas de PFL que se pretende desarrollar en el proyecto pueden ayudar a hacer esta transición más fácil llegado el momento. El diseño de sistemas de alimentación y estrategias nutricionales generará limitaciones y oportunidades. A priori, el manejo de grupos estables de hembras en un solo lote complica la alimentación individual, porque coexisten conejas lactantes - que deben ser alimentadas ad libitum - con conejas no lactantes - a las que se les debe restringir o alimentar ad libitum con un alimento menos concentrado. Con el sistema de alimentación diferenciada que se pretende desarrollar, se podrá adecuar la alimentación a cada hembra individualmente en el grupo de convivencia en función de sus necesidades, ajustando de este modo los costes de alimentación. La disponibilidad de un mayor espacio para cada coneja tras el reagrupamiento permitirá zonas de alimentación funcionales (comederos electrónicos), que podrían mejorar las posibilidades de una alimentación a medida, en función de su edad y estado fisiológico. Por último, en el caso de los alojamientos grupales durante el cebo, el desarrollo de un modelo de detección temprana de enfermedad antes de que se muestren los signos clínicos, en base al patrón de comportamiento alimenticio y del agua de bebida, permitirá aplicarlo a diferentes tamaños de grupos (p.ej. corrales colectivos de más de 20 animales) donde el riesgo de transmisión de enfermedades puede multiplicarse. Estos avances, sin duda favorecerán a acercar posiciones entre las demandas sociales y las del sector productivo, contribuyendo a alcanzar los más altos niveles de producción, eficiencia, resiliencia y bienestar en la cría de conejos para la producción de alimentos, seguros, nutritivos y de calidad.