

# Webi ASESCU 2020

ORGANIZAN



PATROCINADOR PRINCIPAL

INTERCUN



Organización  
Interprofesional  
Cunicola

PATROCINAN



andrés pintaluba



GOMEZ Y CRESCO



La Referencia  
en Prevención  
para Salud Animal



MSD  
Animal Health



COLABORAN





Libro de actas

## Webinar de Cunicultura – WebiAsescu 2020

Evento virtual, 11 y 24 de noviembre y 16 de diciembre de 2020

### Coordinadores de edición:

Juan José Pascual Amorós  
Ceferino Torres Lozano  
Pedro González Redondo  
Anna Oliveres Tortosa

### Organizan:



### Patrocinador principal:



### Patrocinan:



### Colaboran:



**Los Webinar de Cunicultura – WebiAsescu 2020  
se celebraron de manera virtual los días 11 y 24 de noviembre y 16 de diciembre de 2020**

**Los webinar fueron organizados por:**

Asociación Española de Cunicultura (ASESCU)  
Grupo Editorial Agrícola Española – Henaar Comunicación Agroalimentaria

**Contaron con el patrocinio principal de:**

Intercun

**Contaron con el patrocinio de las siguientes empresas:**

Andrés Pinaluba  
Coren  
Elanco  
Gómez y Crespo  
Hermin  
Huvepharma  
Hipra  
MSD  
NANTA  
Zoetis

**Contaron con la colaboración de las siguientes empresas:**

Ebronatura  
Granja Jordán

**Comité organizador:**

Juan José Pascual Amorós  
Ceferino Torres Lozano  
Pedro González Redondo  
Anna Oliveres Tortosa  
Sandra Fernández Sepúlveda  
Gema Morago Sánchez-Bermejo

**Comité científico:**

Juan José Pascual Amorós  
Ceferino Torres Lozano  
Pedro González Redondo  
Juan Manuel Corpa Arenas

**Los coordinadores de este libro de actas son:**

Juan José Pascual Amorós  
Ceferino Torres Lozano  
Pedro González Redondo  
Anna Oliveres Tortosa

**Edita:** Asociación Española de Cunicultura (ASESCU). Año 2020.

**ISBN:** 978-84-09-26802-3.

# Índice

<b>Presentación</b>	3
<b>Ponencias</b>	5
<i>Análisis de la situación actual y perspectivas de futuro de la producción y la industria cárnica cunícola en España</i>	7
Montero-De Vicente L, Lopez-Navarro R	
<i>Introducción a un protocolo de valoración del bienestar animal para reproductoras y reproductores, conejos de engorde y gazapos</i>	9
Dalmau A	
<b>Comunicaciones</b>	15
■ <i>Suplementación con orujo de uva en dietas no medicadas para gazapos de cebo. Efecto sobre la calidad instrumental y sensorial de la carne</i>	17
Bouzaida MD, Resconi VC, Barahona M, Romero JV, Olleta JL, Miranda-de la Lama GC, Asenjo B, María GA	
■ <i>Ajuste de la proporción proteína/energía digestible en conejos de engorde seleccionados por velocidad de crecimiento</i>	19
Gonçalves C, Della Badia A, Martínez-Paredes E, Ródenas L, Pascual JJ, Blas E	
■ <i>Influencia de factores de manejo en la composición y diversidad de las comunidades bacterianas cecales de una línea paternal de conejo</i>	21
Velasco-Galilea M, Guivernau M, Piles M, Viñas M, Rafel O, Ramayo-Caldas Y, González-Rodríguez O, Sánchez JP	
■ <i>Respuesta correlacionada en caracteres reproductivos durante la lactación en una línea seleccionada por tamaño de camada al destete</i>	23
Pascual M, Peiró R, Sánchez JP, Perucho O, Piles M	
■ <i>Hormonas reproductoras en conejas primíparas: ¿influye el tamaño de la camada?</i>	25
Fernández-Pacheco C, Millán P, Velasco B, Rebollar PG	
■ <i>Agentes patógenos asociados a patología digestiva en granjas cunícolas</i>	27
Solans L, Arnal JL, Sanz C, Benito AA, Muñoz A, Alzuguren O, Fernández A	
■ <i>¿Es obligatoria la vacunación de conejos como animales de compañía en Andalucía?</i>	29
Jaén Téllez JA	

■ <i>Caracterización de la inmunidad maternal de anticuerpos frente a RHDV-2 producida por una vacuna inactivada</i>	31
Baratelli M, Molist-Badiola J, Puigredon-Fontanet A, Pascual M, Boix O, Mora-Igual FX, Woodward M, Lavazza A, Capucci L	
■ <i>Efecto de la vacunación en la carga viral y la protección frente a EHC-2</i>	33
Sánchez-Matamoros A, Woodward M, Navas E, Boix O, Valls L	
■ <i>Estudio comparativo del casete cromosómico mec (SSCmec) en cepas de Staphylococcus aureus aisladas de conejos</i>	35
Moreno-Grúa E, Pérez-Fuentes S, Selva L, Arnau A, Penadés JR, Corpa JM, Viana D	
■ <i>Efecto del tamaño de grupo y el parentesco en el crecimiento y el estrés en conejos de crecimiento</i>	37
Ramón-Moragues A, Gonçalves C, Moreno Pardo JC, Escribano D, Romero T, Torres R, Martínez-Paredes E, Villagrà A	
■ <i>Factores perinatales que afectan a la supervivencia de los gazapos</i>	39
Ezzeroug R, García ML, Belabbas R, Berbar A, Argente MJ	
■ <i>Estudio de la capacidad uterina en dos líneas de conejos Argelinos</i>	41
Belabbas R, García ML, AinBaziz H, Berbar A, Argente MJ	
■ <i>Inicio de un programa de selección de una línea maternal de conejos</i>	43
Ait Lhadi A, Argente MJ, Ghozlane F, Rebia A, Zitouni Gh, Sais M, Nadjemi H, Boudjella Z, Boudahdir N, Diss S, Talaziza D, Abdesslam L, Zebbiche Z, García ML	
■ <i>Efecto de la restricción alimentaria como alternativa al uso de antibióticos en explotaciones sin ambiente controlado</i>	45
Pascual M, Martín E, Fabre C, Garreau H, Gilbert H, Piles M, Sánchez M, Sánchez JP	
■ <i>Factores que influyen en la viabilidad económica y financiera de la cunicultura en el Estado de México, México</i>	47
Manjarrez-Martínez NR, Sagarnaga-Villegas LM, Salas-González JM, Martínez-González E G, Montero-Vicente L	

## Presentación

*Este año hemos tenido que suspender nuestra cita anual en el Symposium de Cunicultura. Sin embargo, la producción cunícola continúa, así como todos sus retos, y el sector sólo puede hacer frente a estos con la ayuda del conocimiento. Para ello es fundamental conocer la opinión de los expertos en los temas que nos preocupan, y saber cómo han evolucionado la investigación en el último año. La pandemia puede evitar que nos juntemos, pero no podemos permitir que el año pase en balde desde el punto de vista científico-técnico.*

*Con este objetivo, ADESCU ha lanzado la trilogía WebiAsescu, donde seis expertos en la materia han presentado la situación actual de aspectos que interesan y preocupan al sector cunícola, como son la comercialización de la carne de conejo y las tendencias de consumo, las perspectivas de la producción y la industria cárnica cunícola, el coronavirus y el sector cunícola, la situación actual de la mixomatosis y la vírica hemorrágica, las recomendaciones del reciente informe de la EFSA sobre salud y bienestar del conejo, y el uso de indicadores para la evaluación y certificación del bienestar en granjas de conejos.*

*Además, en cada uno de dichos WebiAsescu, entre las ponencias invitadas, se han expuesto un total de 16 comunicaciones breves con los últimos avances científicos obtenidos por los principales grupos de investigación españoles en patología, nutrición, reproducción, genética, reproducción, economía y bienestar del conejo. Todas estas comunicaciones breves y alguna de las ponencias invitadas se han recogido en este libro de actas.*

*La trilogía WebiAsescu ha sido un éxito de seguimiento, con más de 300 inscripciones a cada evento, encontrándose aún disponible en el canal de YouTube de ADESCU (con miles de reproducciones), y que os invitamos a visitar en el caso de que no pudierais asistir en directo.*

*Por supuesto, todo esto no podría celebrarse sin el apoyo de los organizadores, colaboradores y patrocinadores que han dado soporte a este evento, a los que estamos muy agradecidos.*

*Juan José Pascual Amorós  
Presidente de ADESCU*





# **Ponencias**



## **Análisis de la situación actual y perspectivas de futuro de la producción y la industria cárnica cunícola en España**

### ***Analysis of the status and future perspectives of rabbit meat production and industry in Spain***

**Montero-De Vicente L\*, Lopez-Navarro R**

*Dept. Economía y Ciencias Sociales, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n 46022 València, España. \*[luimonvi@esp.upv.es](mailto:luimonvi@esp.upv.es)*

**Abstract:** The Spanish cuniculture has not been characterized by approaching integration processes as in other meat sectors. The main objective of the study is to identify the relationships between the two main actors in the sector, farmers and slaughterhouses in order to be able to raise organizational trends in the future. Databases of the Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación have been used to carry out a geographical analysis of the data. The analysis shows a concentration of rabbit farms around the slaughterhouses, which leads to the conclusion that most producers depend on a single slaughterhouse as a customer, which limits their commercial options. To improve this situation, new organizational trends are proposed, such as farmers joining strategies with slaughterhouses or integrating with them to coordinate production.

#### **Introducción**

En un mundo globalizado y cada vez más competitivo, los procesos de integración vertical de las cadenas de valor o los de concentración empresarial, son una tendencia fundamental. En el sector ganadero, las integraciones avícolas y porcinas son un importante ejemplo de los procesos descritos anteriormente, donde la mayoría de las explotaciones en España están vinculadas a modelos de integración liderados por grandes empresas productoras de pienso o grandes industrias cárnicas. El sector cunícola, formado por los productores y por la industria del sacrificio y producción de carne de conejo, no se ha caracterizado precisamente por abordar procesos de integración como lo han hecho otros sectores ganaderos en España, lo cual resta competitividad al sector cunícola en general. A ello se suma el imparable descenso de consumo de carne de conejo de los últimos años, un 28% desde 2015 (MAPA, 2020). No obstante, debido a la crisis sanitaria de la COVID-19, parece que el consumo de carne de conejo en los hogares durante el confinamiento (de marzo a junio de 2020) se ha incrementado unos puntos, alrededor del 3%, respecto al mismo periodo del año pasado (MAPA, 2020). Por tanto, este estudio tiene como objetivos conocer la estructura geográfica del sector cunícola en España, así como identificar las relaciones entre los principales actores del sector, producción e industria cárnica cunícola y plantear las posibles tendencias organizativas del sector a futuro.

#### **Material y métodos**

Se han empleado fuentes secundarias para recabar los datos del sector cunícola utilizados en el análisis de los años 2014 a 2019. Estas fuentes procedían de la Subdirección General de Producciones Ganaderas y Cinegéticas para extraer los datos de censo, y explotaciones (MAPA, 2019a), la Encuesta de Sacrificio de Ganado (MAPA, 2019b) para estimar la producción de carne por provincias a partir de la variación anual, teniendo en cuenta el sesgo de los datos confidenciales en el caso de algunas provincias, y el Registro General Sanitario de Empresas Alimentarias y Alimentos para extraer la ubicación de las industrias cárnicas cunícolas autorizadas (AESAN, 2020). Por último toda la información recopilada por provincias y comunidades autónomas se volcó en Google My Maps (Google Inc., 2020), Sistema de Información Geográfica propiedad del buscador Google.

#### **Resultados y discusión**

El censo de conejos a nivel nacional se redujo un 12% en los últimos 5 años. A nivel autonómico podemos observar mayores reducciones del censo como es el caso de Andalucía (-72%), Murcia (-48 %), Asturias (-43 %) o Canarias (-40%). Por otro lado, comunidades como País Vasco y Castilla y León han visto aumentado su censo en un 49% y 29% respectivamente.

Desde el punto de vista de la concentración de la producción, se puede observar que Cataluña, Galicia, Castilla y León, Comunidad Valenciana y Aragón concentran el 80% de toda la producción

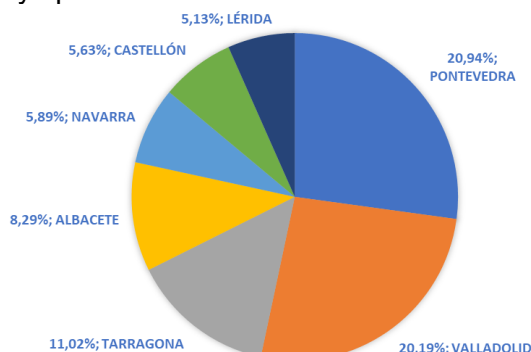
de conejos del país. Si se comparan ambos años, esta concentración la siguen compartiendo las comunidades anteriormente citadas, pero con la diferencia de que en 2014 el líder en producción era Cataluña (24,1%), y en 2019 pasa a ostentarlo Castilla y León con un 24,8% de las cabezas de toda España.

El número de explotaciones a nivel nacional se ha visto reducido en un 28% desde 2014, el detalle de cada comunidad autónoma muestra que esta reducción es en la mayoría de los casos, de un 20% al 30% a excepción de Andalucía (-56%), Cataluña (-49%) y Aragón (-39%) donde el número de explotaciones ha caído significativamente.

Para comprobar si la caída del número de explotaciones cunícolas que ha habido en la mayoría de las autonomías se debe simplemente a una reducción de la actividad de ese sector en la zona o por el contrario se están produciendo fenómenos de concentración, se ha calculado el Tamaño medio de explotación (nº cabezas/explotación) para cada autonomía y a nivel nacional.

La mayoría de las autonomías que presentaban una reducción significativa de explotaciones cunícolas (más del 30%), a excepción de Andalucía y Canarias, han visto incrementado su Tamaño Medio de Explotación, como es el caso de Cataluña (+46%), Aragón (+49%), Cantabria (+53%), Castilla-La Mancha (+26%), por lo que en estos casos, sí que se podría hablar de concentración en la producción de conejo vivo. Es destacable también el caso del País Vasco que, pese a que la reducción de explotaciones no ha sido tan grande como en las autonomías mencionadas anteriormente, su Tamaño Medio de Explotación ha aumentado un 86% respecto a 2014, lo que podría significar, observando también la variación en el censo cunícola, que no solo ha habido un fenómeno de concentración de explotaciones, sino un aumento de la capacidad productiva de las mismas.

Respecto a producción de carne de conejo, en 2019 el número de industrias cárnicas cunícolas a nivel nacional ha descendido un 18% desde 2014. Por otro lado, desde el punto de vista de la capacidad productiva en 2019, la Figura 1 muestra que de las 61 industrias existentes 21 concentran el 77% de la producción, lideradas por las provincias de Pontevedra (Galicia) y Valladolid (Castilla y León), cuya producción se ha visto incrementada un 8,2 % y 6,7% desde 2014.



**Figura 1. 7 principales provincias productoras de carne de conejo en España.**

Todo lo analizado anteriormente nos lleva a concluir que, en gran parte del territorio español, las zonas productoras de conejo vivo están ligadas a una única industria cárnica, es decir, cada matadero tiene su propio hinterland de granjas proveedoras. Este hecho puede llevar a que el cunicultor pierda autonomía en la toma de decisiones comerciales. Paralelamente, la continua reducción de explotaciones y mataderos vislumbra un acercamiento en las relaciones entre estas dos partes, que sugieren nuevas tendencias organizativas sectoriales, por ejemplo, la creación de organizaciones de productores vinculadas a mataderos que permitan la negociación de precios sin intervención de las lonjas, la unión de estrategias comerciales de productores e industrias cárnicas cunícolas o, por último, la integración granjas-mataderos para coordinar la producción.

**Bibliografía:** AESAN. 2020. Registro General Sanitario de Empresas Alimentarias y Alimentos. Retrieved October 26, 2020, from [https://rgsa-web-aesan.msrebs.es/rgsa/formulario\\_principal\\_js.jsp](https://rgsa-web-aesan.msrebs.es/rgsa/formulario_principal_js.jsp) ■ Google Inc. 2020. My Maps - Google Maps. Retrieved December 9, 2020, from [https://www.google.com/intl/es\\_ES/maps/about/mymaps/](https://www.google.com/intl/es_ES/maps/about/mymaps/) ■ MAPA. 2019a. El sector cunícola en cifras: Principales Indicadores Económicos. Retrieved from <http://publicacionesoficiales.boe.es/> ■ MAPA. 2019b. Encuesta de sacrificio de ganado. Retrieved October 26, 2020, from <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/ganaderia/encuestas-sacrificio-ganado/> ■ MAPA. 2020. Panel de consumo alimentario de España. Retrieved October 26, 2020, from <https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-tendencias/panel-de-consumo-alimentario/>

## **Introducción a un protocolo de valoración del bienestar animal para reproductoras y reproductores, conejos de engorde y gazapos**

### ***Introduction to an animal welfare assessment protocol for does, bucks, growing and kit rabbits***

**Dalmau A\***

*Programa de Bienestar Animal, IRTA, Monells, Veinat de sies s/n, 17121 Girona, España.*

[\\*antoni.dalmau@irta.es](mailto:antoni.dalmau@irta.es)

**Abstract:** Animal welfare assessment protocols allow one to understand the level of welfare and to identify the main parameters to improve on farms. Accordingly, farmers have the possibility to use these tools for implementing corrective measures. Rabbits are the third species in number of heads reared for meat production in the world. However, in comparison to other species, very few studies have focused on their welfare. The European projects Welfare Quality and Awinq developed a multidimensional approach for the development of animal welfare-assessment protocols containing an important number of animal-based measures. Nevertheless, rabbits were not addressed in these projects. The aim of the present communication is to present two animal welfare-assessment protocols inspired in the Welfare Quality for adults (bucks, does and kit rabbits) and growing rabbits. The protocol is divided into four principles. In adult animals, the Good Feeding principle includes eight parameters (one animal-based); Good Housing includes 15 parameters (six animal-based), Good Health includes 26 parameters (16 animal-based) and Appropriate Behaviour contains nine parameters (four animal-based). In growing rabbits Good Feeding includes six parameters (one animal-based); Good housing includes eight parameters (two animal-based), Good Health includes 18 parameters (13 animal-based) and Appropriate Behaviour contains four parameters (three animal-based).

#### **Definición de bienestar animal. Estados emocionales**

El bienestar animal no es un concepto sencillo de definir, pues existen diferentes abordajes que deben considerarse. Un primer abordaje tiene que ver con las emociones de los animales, es decir, la ausencia de emociones negativas y la presencia de emociones positivas. En varios estudios se ha conseguido medir las motivaciones y las emociones de los animales a través de cambios en el comportamiento y de algunos parámetros fisiológicos. Por ejemplo, lo que consideramos como concepto general de miedo incluye la experiencia subjetiva de miedo del animal, pero también el hecho de mostrar una conducta de huida o de quedarse inmóvil, además de alteraciones en parámetros fisiológicos del individuo, como cambios en la frecuencia cardíaca. No obstante, la evaluación directa de las emociones, como el dolor o el miedo, no es posible como tal ya que, por el momento, no existen marcadores directos de estas emociones. A diferencia de la diabetes, por ejemplo, la cual se puede determinar midiendo la glucosa en sangre en ayunas, el organismo no dispone de ninguna molécula en sangre que nos dé información directa del grado de miedo experimentado por el animal. En consecuencia, para medir el miedo nos tenemos que basar en indicadores indirectos y más generales como la frecuencia cardíaca o comportamientos que sabemos que están asociados a éste, aunque cada animal tienda a mostrarlos de forma muy personal o incluso variable según las circunstancias en las que se encuentra. Por ejemplo, el mismo animal que inicia una conducta de huida ante una persona desconocida, en el caso de padecer una cojera que le dificulte la huida puede mostrar una conducta de ataque. En estas circunstancias, se hace difícil estandarizar un patrón de conducta de miedo que sirva para todos los animales y situaciones. Esto conlleva que este primer abordaje, siendo fundamental, tenga asociado un alto riesgo de malinterpretaciones si no se utilizan medidas validadas por métodos científicos muy robustos. Y aún y así, hay que ser muy cuidadoso con las interpretaciones que se hacen de medidas de bienestar animal basadas en las emociones de los animales, sobre todo si no van acompañadas de otro tipo de medidas.

#### **Definición de bienestar animal. Condiciones naturales**

Un segundo abordaje está basado en el concepto de la armonía del animal con el ambiente que le rodea y la consecuente capacidad para mostrar aquellos patrones de conducta que muestran la

mayoría de los miembros de la especie en condiciones naturales. Es decir, se basa en el concepto de naturalidad del entorno en el que un animal se mantiene. Esta segunda definición es en realidad la más arraigada en nuestra sociedad y es el concepto que tienen la mayoría de consumidores sobre el bienestar de una coneja: la imagen de una coneja "feliz" correteando por un bosque idílico. Es decir, el bienestar animal, en este caso, se define en base a un estado emocional que, al no poderse medir, se asocia necesariamente al concepto de naturalidad, asumiendo que si está en un entorno natural, su bienestar está asegurado y en consecuencia el animal es feliz. No obstante, los detractores de este abordaje basado en la naturalidad postulan que la asociación de base de la definición está muy lejos de la realidad. Para entender esta idea se pone como ejemplo el caso del perro, por la proximidad con los potenciales consumidores como animal doméstico de compañía. Las condiciones naturales en las que viviría un perro serían las de su ancestro, el lobo. Así, aplicando el argumento del concepto de naturalidad al perro, se debería presuponer que su bienestar es mayor en un bosque que en casa su dueño. No obstante, ante este hecho, el consumidor argumentaría rápidamente que el perro en condiciones naturales debería buscar alimento (en la casa no debe hacerlo) y de calidad (en la casa la calidad es estándar), buscar una zona tranquila donde descansar sin poner en peligro su integridad ante otros depredadores (en casa lo tiene asegurado), con riesgo de padecer lesiones que no puedan tratarse o enfermedades diversas (en casa tiene acceso a servicio veterinario 24 horas y supervisión constante), etc. Además, acabaría argumentando que las condiciones que entendemos como "naturales" para el perro doméstico, puede que ya no sean las que definiríamos para el lobo, debido al proceso de selección por el que ha pasado a lo largo de los años. Y finalmente, acabaría recordando cuál es la esperanza de vida de un perro asilvestrado (en hábitats rurales o urbanos, donde es radicalmente baja) en comparación con la esperanza de vida de un perro doméstico que vive en una casa o incluso en un piso. Sin entrar en debates sobre cuestiones relacionadas con la calidad de vida en unas especies u otras, es evidente que algunas de las objeciones que se consideran en el binomio naturalidad-bienestar animal tienen un fundamento argumental indiscutible. En nuestra opinión, estos argumentos no invalidan este abordaje del bienestar animal, pero igual que en el caso de la definición basada en las emociones, sí que debe ponernos sobre aviso de no utilizarla como paradigma del bienestar de los animales. Si bien es cierto que los sistemas extensivos tienen ventajas sobre los sistemas intensivos en cuanto al concepto de naturalidad, eso no significa que estén exentos de problemas para los animales, como lo pueden ser una mayor exposición a parásitos, menor supervisión por parte de los cuidadores, calidad no controlable del alimento o del agua, mayor riesgo de accidentes y depredación (la gran parte de los conejos silvestres no pasan de los pocos meses de edad), condiciones climáticas extremas, etc. En consecuencia, en lugar de movernos en conceptos generalistas y suponer como base que los sistemas extensivos son mejores que los intensivos, lo ideal es dotarnos de herramientas que nos permitan comparar ambos sistemas de cría de forma objetiva, cuantificada y estandarizada granja a granja.

### **Definición de bienestar animal. Concepto de estrés**

Existe un tercer abordaje que intenta proporcionar indicadores objetivos de bienestar animal alejándose de los conceptos más controvertidos, como la capacidad de evaluar objetivamente los estados emocionales o el concepto de naturalidad ligado al bienestar animal. En este tercer abordaje, el bienestar animal se define en base a una función biológica adecuada en cualquier organismo vivo. Es decir, el bienestar del animal se define como el estado de un individuo en relación a las dificultades que tiene que afrontar en su entorno más inmediato, y está basado en el hecho de que vivir tiene un coste para cualquier organismo y que este coste, en algunos casos, se puede cuantificar. Para hacer frente a una situación adversa, que puede ser desde la búsqueda de alimento hasta la presencia de un depredador a pocos centímetros, el organismo activa una serie de funciones orgánicas preparadas para salvaguardarlo, siendo la respuesta de estrés una de las centrales en los procesos de adaptación de las especies, pero donde se incluyen otras como la respuesta inmunitaria o los sistemas de reparación celular. Puesto que el animal actúa como un gran gestor de energía, se puede cuantificar la movilización energética que demandan estos procesos de adaptación (factores de estrés de intensidades y duraciones muy diversas) y el "coste biológico" que supone sobre otras funciones del organismo, como la capacidad de crecimiento, la salud y la función reproductiva del animal. De hecho, este coste biológico es fácil de entender con el ejemplo de un reproductor que tiene miedo de su cuidador. Este miedo hace que cada vez que

oye voces, a alguien acercándose a la sala o le toca una monta ponga en marcha sus mecanismos de alerta. Estos mecanismos de alerta implican la activación, mediante adrenalina, de una mayor frecuencia cardíaca, de la tensión muscular (tensar los músculos para preparar la huida o la lucha), de la actividad cerebral (para estar pendiente en todo momento del entorno para buscar una posición de ventaja) y, finalmente, del ritmo respiratorio (para aportar más oxígeno a todo el sistema). Sin embargo, la activación de estos mecanismos de alerta cuesta energía, ya que un corazón latiendo a 220 pulsaciones por minuto necesita más energía que uno que late a 140. Para conseguir este aporte de energía suplementario, el conejo debe obtenerla de sus propias funciones orgánicas, es decir "desconectar" el aporte de energía hacia ciertas funciones para alimentar a la respuesta de estrés. Las dos primeras funciones que siempre se ven comprometidas en estos casos son las destinadas a la reproducción y cría de los descendientes y la respuesta inmunitaria. Hay que entender que la primera (ovulación y gestación en hembras, las conejas pueden tirar para atrás una gestación que esté ya avanzada en  $\frac{3}{4}$  partes, espermatogénesis y conducta sexual en machos) no es indispensable para la supervivencia del animal como individuo, sino que está pensada para la supervivencia de la especie. Por este motivo, será la primera en dejar de recibir aporte de energía cuando se produzca una respuesta de estrés (estado de alerta, frecuencia cardíaca y respiratoria, tensión muscular). De hecho, desde un punto de vista evolutivo, no tiene ningún sentido gastar energías en crear descendencia y en alimentarla en un entorno en el que el propio individuo tiene dificultades para sobrevivir (y en el que una futura mayor competencia será contraproducente para todos), más cuando seguro aparecerán mejores oportunidades para llevar a cabo este proceso con mayor posibilidad de éxito. En consecuencia, el animal se va a preocupar de tener una función reproductiva más plena (al máximo de su potencial genético) cuando mejor estén cubiertas sus necesidades básicas.

En cuanto a la respuesta inmunitaria, al igual que la respuesta de estrés, tiene el inconveniente que consume mucha energía del animal. No obstante, el sistema inmunitario tiene su efecto sobre el organismo a medio-largo plazo, mientras que la respuesta de estrés está pensada para ser efectiva a corto plazo. Es decir, el organismo no creará conveniente iniciar una respuesta inmunitaria frente a la picada de un mosquito, por ejemplo, si en ese momento también necesita mucha energía para escapar de un depredador. Así, minutos más tarde, cuando el animal ya esté a salvo de la amenaza que supone el depredador, su organismo tendrá tiempo suficiente para que el sistema inmunitario actúe sobre la picada del mosquito y lo que haya inoculado. El problema es que esta gestión tan eficiente de los recursos energéticos del organismo no cuenta con que la respuesta de estrés se alargue en el tiempo. Cuando esto sucede, se produce una inmunodepresión en el organismo debido a la movilización energética, lo que acabará traducándose en la aparición de enfermedades causadas por agentes oportunistas que aprovechan la situación de bajas defensas en el animal debido al estrés. Las principales consecuencias serán una mayor presencia de problemas respiratorios, digestivos y reproductivos. Así, tanto la frecuencia cardíaca, como la presencia de tos, estornudos, diarrea, etc... se pueden utilizar como indicadores objetivos de bienestar que nos dan una idea de hasta qué punto el animal está teniendo dificultades para afrontar las adversidades de su entorno. En todo caso, debido a que hay varias estrategias para hacer frente a las situaciones adversas, el bienestar animal puede variar dentro de un amplio rango, desde muy bueno hasta muy malo. En consecuencia, este abordaje permite, con los parámetros adecuados, cuantificar objetivamente el bienestar de los animales y comparar diferentes explotaciones, independientemente del sistema de producción, por lo que algunos autores lo consideraron la panacea del bienestar animal. No obstante, los detractores argumentan que no se tiene en cuenta conceptos tan importantes como las emociones o los comportamientos naturales de los animales.

### **Un concepto multidimensional**

En definitiva, hoy en día se acepta que no hay un único abordaje para definir el concepto de bienestar animal y que ninguno por sí solo proporciona las herramientas adecuadas para su correcta evaluación. Es decir, los tres abordajes deben considerarse como complementarios entre sí. Así, podríamos decir que el animal alcanza el estado de armonía cuando el ambiente que le rodea le permite satisfacer sus motivaciones. Cuando la situación cambia y se aleja de este estado ideal, el animal tiene que utilizar un amplio rango de mecanismos fisiológicos y de comportamiento para hacer frente a esta situación adversa. La habilidad para hacer frente a

situaciones adversas de forma satisfactoria o no, dependerá del animal como individuo y de la magnitud del problema. La imposibilidad de hacer frente a una dificultad puede llevar a la aparición de lesiones o enfermedades y, en consecuencia, a la aparición de dolor y sufrimiento. Integrando estos diferentes abordajes, se puede llegar por tanto a un acuerdo de qué se necesita para alcanzar un buen nivel de bienestar animal. De hecho, es universalmente aceptado que el concepto de bienestar animal es multidimensional y que no se puede valorar a través de una simple medida, ya que la ciencia del bienestar animal es multidisciplinaria y utiliza una gran variedad de parámetros para su evaluación.

### **Parámetros basados en instalaciones y manejo vs parámetros basados en los animales**

Los parámetros para la evaluación del bienestar animal se clasifican en dos tipos principales: medidas basadas en las instalaciones/manejo y medidas basadas en el animal. Las medidas basadas en las instalaciones y el manejo pueden indicar si el ambiente/entorno es aceptable o no para los animales. La mayoría de legislación en bienestar animal está basada en la evaluación de medidas de las instalaciones o del manejo, como el espacio disponible por animal, la presencia de material de enriquecimiento ambiental, la provisión de agua y alimento, las condiciones de luz, las condiciones para el transporte, condiciones de suelos y camas, etc. No obstante, estas medidas tienen, en realidad, una relación indirecta con el bienestar animal y están basadas en la asunción que existe un nexo entre estos aspectos del ambiente y sus consecuencias en el bienestar de los animales. Es decir, a pesar de que son medidas que pueden llegar a ser muy importantes desde el punto de vista de bienestar animal, solo están aportando información del riesgo que tienen los animales de sufrir un problema, pero no evalúan el problema en sí. Por contra, las medidas basadas en el animal evalúan directamente el estado de los animales. Por ejemplo, la presencia de agujeros en el suelo puede ser considerado un factor de riesgo para el bienestar (medida basada en las instalaciones), pero para evaluar el estado real de los animales se puede evaluar la presencia de heridas en las patas o la presencia de cojeras (medida basada en el animal). La ventaja de las últimas es que reflejan el estado real de los animales. El inconveniente es que toman más tiempo y precisan de observadores mejor entrenados que aquellos que solo deben inspeccionar si hay o no agujeros en el suelo. Otra ventaja de las medidas basadas en el animal es que pueden utilizarse en todos los sistemas productivos y en cualquier lugar del mundo, ya que un animal cojo lo es en Brasil y en Finlandia. Sin embargo, la necesidad de calefacción para los conejos puede ser una necesidad indiscutible en Finlandia y no tanto en Brasil.

### **Sistemas de evaluación del bienestar animal**

Un buen sistema de evaluación del bienestar animal debe por tanto ser multidimensional, teniendo en cuenta las emociones de los animales (tales como el miedo o el dolor), las conductas que son importantes para ellos (tales como echarse, desplazarse, o mostrar una conducta social normal) y los costes biológicos que están afrontando (lesiones, enfermedades, índices de crecimiento o reproductivos, mortalidad...) y complementar las medidas basadas en las instalaciones o manejo (que son en realidad factores de riesgo) con las medidas basadas en los animales (golpes de tos, cojeras, descargas oculares, condición corporal, lesiones en las orejas, miedo al cuidador, mordiscos entre animales, diarrea...).

Debido al aumento del interés de los consumidores por el bienestar de los animales de producción, y a la demanda de etiquetados facultativos que aseguren al consumidor que el origen de los productos tiene en cuenta el bienestar animal, la necesidad de sistemas de evaluación del bienestar ha aumentado significativamente en los últimos años. Tal y como se ha dicho anteriormente, el bienestar animal debe abordarse con un enfoque multidimensional que incluya diferentes componentes. Al mismo tiempo, para que un sistema de evaluación sea adecuado para ser utilizado en granjas comerciales debe cumplir los siguientes requisitos: incluir medidas que sean fiables (resultados repetibles); válidas (que midan realmente lo que pretenden medir); precisas (con rangos de evaluación claramente establecidos); que sean fácilmente utilizables por personal debidamente formado; requieran un tiempo limitado y que permitan tener un resultado final a la salida de la evaluación sin necesidad de pasos posteriores (tales como pruebas de laboratorio). Bajo estas premisas, el proyecto Welfare Quality® (WQ), en el que participaron más de 50 instituciones de 17 países distintos de la UE y América del Norte y del Sur entre los años 2004 y 2009, desarrolló una metodología estandarizada integrada para la evaluación del bienestar



animal en vacuno, porcino y pollos/gallinas desde la granja hasta el matadero. Esta metodología se basa en un enfoque multidimensional en el que las medidas basadas en el animal toman especial importancia. La base para desarrollar estos sistemas de monitorización fue definir el bienestar animal en base a 4 principios básicos: buena alimentación, buen alojamiento, buena salud y comportamiento apropiado. Es decir, para asegurar el bienestar de un animal, su alimentación, alojamiento, salud, así como la posibilidad de desarrollar un comportamiento adecuado para las necesidades de la especie deben estar cubiertos. A su vez, estos principios se definen en base a 12 criterios básicos, dentro de los cuáles se deben definir todas aquellas medidas de bienestar (priorizando las basadas en los animales) que permiten evaluarlo de forma global.

Posteriormente a Welfare Quality, la UE financió un segundo proyecto que bajo el mismo principio abordó especies no tratadas previamente, como los pequeños rumiantes, pavos y équidos. De nuevo los conejos se quedaron fuera de este proyecto europeo. El hecho es que según la FAOSTAT, el número de animales sacrificados en el mundo de diferentes especies en el 2018, la fecha más actualizada, incluye 68.785 millones de pollos, 1.484 millones de cerdos, 922 millones de conejos, 656 millones de pavos, 573 millones de ovinos, 479 millones de caprinos, 302 millones de bovinos y 5 millones de caballos. Es decir, los conejos son la tercera especie en importancia en el mundo y aunque es cierto que en kg de animal su posición baja considerablemente, el bienestar animal trata de individuos y no de kg y debería ser como mínimo la tercera especie cárnica más estudiada y considerada, pero la realidad es que esto no es así y esta situación empieza por Europa, donde un informe de la EFSA ya advertía en el año 2005 que era necesario invertir en investigación en esta especie. No obstante, organismos europeos como DG-Santé no han financiado ni un solo proyecto europeo destinado al bienestar de esta especie. En el mismo periodo se han destinado millones de euros a profundizar en el bienestar de otras especies. No obstante, financiado por el Ministerio de Agricultura, Innovación y Economía de Holanda, desde Wageningen se hizo un primer paso para el desarrollo de un protocolo de evaluación del bienestar animal en conejos y se hizo mediante una revisión bibliográfica y consulta a expertos de diferentes países y en base a la estructura Welfare Quality (De Jong et al., 2011). Esta base fue a continuación testada en España por IRTA, años 2016 a 2018 (financiado por dos empresas de peletería de Reino Unido y Francia que en 2019 dejarían de comercializar productos hechos con conejo), para el desarrollo de un protocolo que pudiera implementarse tanto en reproductores y gazapos como en animales de engorde. A partir de los resultados obtenidos en esta primera implementación en granjas de conejos para carne y Rex de peletería, se rechazaron algunas medidas, se refinaron otras e incluso se consideró la necesidad de incluir alguna medida no consideradas en De Jong et al. (2011). A continuación, este protocolo se testó en granjas reales de España y Portugal ya dentro del esquema de certificación Welfair™ y los resultados fueron publicados para su futura discusión y mejora con la comunidad científica a nivel internacional (Botelho et al., 2020; Dalmau et al., 2020).

### **Certificación de bienestar animal Welfair™**

Welfair™ es una marca de certificación de bienestar animal que es propiedad de dos centros de investigación, IRTA y NEIKER. El objetivo del sello es darle toda la importancia al animal y a la ciencia del bienestar animal. Es decir, es un sello creado y gestionado por científicos bajo la premisa que todo lo que se haga pueda tener el máximo rigor científico y emane de la misma ciencia del bienestar animal, sin interferencia de agentes externos del tipo que sea. Para ello, en las especies en las que el Welfare Quality desarrolló protocolos, tales como el porcino, el vacuno y las gallinas/pollos, se trabaja con estos protocolos y bajo la supervisión de la red internacional Welfare Quality Network, de la que IRTA es miembro. Las especies en las que el proyecto Awin desarrolló protocolos, tales como ovino, caprino y pavos, se trabaja con estos protocolos y bajo la supervisión de la red internacional Awin, de la que NEIKER es miembro. En el caso de los conejos, el protocolo es propio de IRTA y tras su publicación en el año 2020 y su implementación en Brasil y Portugal, está abierto a discusión y mejoras a nivel internacional, pero siempre bajo la más estricta vigilancia científica. Es decir, un parámetro solo podrá incluirse si demuestra ser más válido científicamente que otro ya incluido.

Para obtener el certificado Welfair™ (animalwelfair.com) en granja es necesario que se apruebe el protocolo de reproductores y gazapos y el de conejos de engorde (los dos). En caso que se quiera etiquetar producto, además el matadero también debe certificarse con un protocolo diseñado para este fin y además debe hacerse un ejercicio de trazabilidad por una entidad de certificación acreditada. Actualmente, existen 16 empresas de certificación acreditadas para trabajar con Welfair™. Los parámetros que se evalúan en la granja pueden verse en la Tabla 1 (marcados en rojo cuando solo se evalúan en reproductores). Una evaluación completa en granja tiene una duración aproximada de unas 3-4 horas para reproductores y 1.5-2 horas para engorde.

**Tabla 1. Medidas para conejos de engorde y reproductores (hembras, machos y gazapos) utilizadas en los protocolos de evaluación del bienestar animal Welfair™. En rojo se muestran medidas presentes solo en el protocolo de reproductores.**

PRINCIPIOS	CRITERIOS	MEDIDAS
Buena Alimentación	1. Ausencia de hambre prolongada	Condición corporal, animales por comedero, limpieza de los comederos, <b>acceso a la comida (gazapos), acceso a la leche (gazapos)</b>
	2. Ausencia de sed prolongada	Bebedores por animal, funcionamiento y limpieza de los bebederos, suministro de agua suplementario, <b>altura de los bebederos (gazapos)</b>
Buen Alojamiento	3. Confort durante el descanso	Animales mojados, suciedad en el cuerpo, polvo, calidad y patrón de iluminación, <b>animales echados, reposa patas, plataforma, yacija (gazapos)</b>
	4. Confort térmico	Temperatura, frecuencia de quemada del pelo, <b>jadeo, temblores</b>
	5. Facilidad de movimiento	Dimensiones de la jaula, espacio disponible, <b>movilidad</b>
Buena Salud	6. Ausencia de lesiones	Lesiones en el cuerpo, lesiones en las orejas, orejas caídas, zonas sin pelo, cojeras, estado de la jaula, <b>pododermatitis</b>
	7. Ausencia de enfermedades	Mortalidad, eliminación, tos, estornudos, descargas nasales y oculares, dermatitis, abscesos, dermatofitosis, torsiones de cuello, sarna, limpieza del alojamiento, presencia de moscas, <b>tasas de reposición, intervalo entre partos, enteropatía, diarrea, limpieza del nido, edad al destete</b>
	8. Ausencia de dolor	Sacrificio de emergencia, <b>mutilaciones para identificación</b>
Comportamiento Apropiado	9. Expresión de conducta social	Conducta social negativa, aislamiento
	10. Expresión de otras conductas	Conductas anormales, <b>material de enriquecimiento, material y acceso nido</b>
	11. Buena relación humano-animal	Formación del personal, <b>distancia de huida, contacto con los gazapos</b>

**Bibliografía:** Dalmau A, Moles X, Pallisera J. 2020. Animal Welfare assessment protocol for does, bucks and kit rabbits reared for production. *Front Vet Sci* 7:445. ■ Botelho N, Vieira-Pinto M, Batchelli P, Pallisera J, Dalmau A. 2020. Testing an animal Welfare assessment protocol for growing rabbits reared for meat production based on the Welfare Quality approach. *Animals* 10:1415. ■ De Jong IC, Reuvekamp BFJ, Rommers JM. 2011. *A Welfare Assessment Protocol for Commercially Housed Rabbits, Report 532*. Wageningen UR Livestock Research : Wageningen, The Netherlands.

## **Comunicaciones**



## Suplementación con orujo de uva en dietas no medicadas para gazapos de cebo. Efecto sobre la calidad instrumental y sensorial de la carne

### *Grape pomace supplementation in non-medicated diets for fattening rabbits. Effect on the instrumental and sensory quality of the meat*

Bouzaida MD<sup>1</sup>, Resconi VC<sup>1\*</sup>, Barahona M<sup>1</sup>, Romero JV<sup>1</sup>, Olleta J.L<sup>1</sup>, Miranda-de la Lama GC<sup>1</sup>, Asenjo B<sup>2</sup>, María GA<sup>\*1</sup>

<sup>1</sup> Dept. Producción Animal y ciencia de los alimentos, Universidad de Zaragoza, 50013 Zaragoza, España.

<sup>2</sup> Escuela Universitaria de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, 42004 Soria, España.

\*[resconi@unizar.es](mailto:resconi@unizar.es), \*[levrino@unizar.es](mailto:levrino@unizar.es)

**Abstract:** This study aimed to investigate the effect of the inclusion of grape pomace in fattening rabbit diets on the instrumental and sensory quality of the meat. Thirty-six New Zealand white rabbits were weaned at 35 days, allotted in two groups in cages with 6 animals each and fed *ad libitum* during 30 days, either commercial control pellets, medicated plus withdrawal (CO), or non-medicated pellets with 20% of added grape pomace (OV). Meat from OV group had a higher pH, and lower lightness and thawing losses compared to the control group. There were no significant differences detected on the other CIELAB color parameters ( $a^*$  and  $b^*$ ), cooking losses and shear force (*Warner-Bratzler*) between the two treatments. A trained panel found subtle differences in liver odor and metallic flavor, being more intense in the control group, but similar sensory characteristics in the rest of the attributes evaluated, including overall liking. In conclusion, the supplementation of unmedicated feed with 20% of grape pomace could represent a viable alternative which does not deteriorate meat quality.

### Introducción

Durante la producción de vino se generan importantes cantidades de orujo, que contiene fibra lignificada, grasa y compuestos fenólicos, que puede aprovecharse para la alimentación animal, favoreciendo la sostenibilidad. Su alta actividad antioxidante y microbiana podría incluso ayudar a reducir el uso de medicamentos. Se han realizado estudios con piensos de conejos enriquecidos con orujo de uva (Motta-Ferreira et al., 1996; Eid, 2008), pero no se ha publicado sobre su efecto en la calidad de la carne. Dado que este subproducto podría modificar el porcentaje y composición de la grasa (Motta-Ferreira et al., 1996; Bennato et al., 2020) y ser fuente directa de aromas en la carne o de precursores, o bien interferir en otras reacciones (Resconi et al., 2013), creemos que dietas con este ingrediente podrían modificar la calidad sensorial de la carne de conejo. Además, carne enriquecida con antioxidantes puede afectar la textura y capacidad de retención de agua (Dalle Zotte y Ouhayoun, 1998; Abdel-Khalek, 2013). Este estudio analiza el efecto de la adición de 20% orujo de uva al pienso de gazapos de cebo no medicado sobre la calidad de la carne.

### Material y métodos

Treinta y seis conejos neozelandeses, destetados a los 35 d se distribuyeron en dos grupos equilibrados por peso y sexo, en jaulas de 73 x 47 x 30 cm con 6 animales. La alimentación fue *ad libitum* durante 30 d con una dieta comercial medicada, más una semana de pienso de retirada (CO) y la dieta OV, no medicada, con un 20% de orujo de uva añadido. Los pellets contenían avena, harina de forraje de alfalfa, veza, festuca y ray-grass, harina de semillas de girasol, gluten de maíz, torta de palmiste, salvado de trigo y de avena, melaza de caña de azúcar, harina de soja, carbonato cálcico, aceite de palma, cloruro de sodio, vitaminas y minerales. La dieta CO contenía hidrocloreuro de robenidina como coccidiostato. Materia seca: 91,5; 91,0; extracto etéreo: 4,6; 5,0; proteína: 14,1; 14,2; fibra neutro detergente: 53,5; 47,7; fibra ácido detergente: 33,6; 35,0 y lignina ácido detergente: 7,8; 12,7; para CO y OV, respectivamente. La nave estaba controlada a 20 °C y con 16 h de luz al día. Los conejos fueron sacrificados sin ayuno previo en un matadero ubicado a 28 km. Las canales se transportaron al área de Producción Animal de la Universidad de Zaragoza y se refrigeraron a 4 °C por 24 h, extrayéndose ambos *Longissimus dorsi* (LD). En la parte craneal se evaluó el pH y el color, tras 1 h del corte (colorímetro Minolta CR-200b, CIE L\*a\*b\*). La parte caudal se envasó al vacío y se conservó a -18 °C, descongelándose durante 24 h a 4 °C. Para la textura la carne se cocinó envasada al vacío en baño maría (75 °C) hasta 70°C, valorándose las pérdidas por descongelación y cocinado. Se obtuvieron 3-4 prismas de 1 x 1 cm, que se cortaron

con la cizalla *Warner-Bratzler* (Instron 4301). El análisis sensorial se realizó con ocho personas entrenadas, en cabinas con luz roja. Las muestras se cocinaron en un grill de doble placa a 200 °C hasta 70 °C. Se evaluaron en una escala de 10 puntos los atributos de la Figura 1 y la aceptabilidad global. Se evaluó el efecto de la dieta las variables con un ANOVA (SPSS, v22.0).

## Resultados y discusión

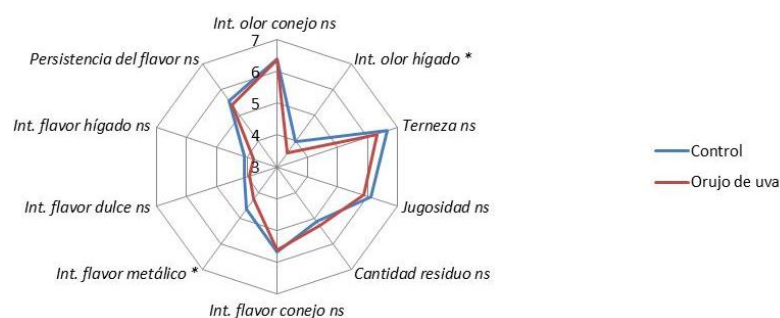
La carne de conejos del grupo OV presentó un pH más alto que el grupo CO, ambos con valores normales (Tabla 1). Varios autores no encontraron efecto de dietas ricas en antioxidantes sobre este parámetro (Abdel-Khalek, 2013; Dabbou et al., 2018; Perna et al., 2019) e incluso se han reportado valores inferiores (Menchetti et al., 2020). El efecto sobre el pH pudo haber influido sobre la luminosidad y pérdidas por cocinado más bajos en OV. La reducción de estas pérdidas puede deberse también a un efecto protector de los antioxidantes sobre las membranas celulares (Abdel-khaled, 2013). No se encontraron diferencias significativas para el resto de parámetros de color, ni para las pérdidas de cocinado ni fuerza de corte entre los dos tratamientos.

**Tabla 1. Calidad Sensorial del músculo longissimus dorsi de conejos de cebo alimentados con un pienso no medicado suplementado con 20% de orujo de uva y un pienso control.**

	pH 24h	Color			Pérdidas (%) por		Fuerza máxima Kgf
		L*	a*	b*	Desc	Cocción	
Control	5,75b	55,0a	-1,28	10,0	11,16b	13,23	3,01
Orujo de uva	5,86a	51,6b	-0,71	10,0	10,25a	12,19	2,86
Error estándar	0,03	0,44	0,17	0,20	0,27	1,94	0,21

Diferentes letras dentro de la misma columna indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); Desc=Descongelación.

La carne de la dieta OV presentó una ligera mayor intensidad de olor a hígado y de *flavor* metálico, respecto a CO, si bien el resto de atributos evaluados y la aceptabilidad global fueron similares entre sí (Figura 1). Por el contrario, la inclusión de orujo o semilla de uva al pienso de ovejas intensificó los *flavores* metálicos y picantes de los corderos lactantes (Resconi et al., 2018).



**Figura 1. Calidad sensorial del músculo longissimus dorsi de conejos de cebo alimentados con un pienso no medicado suplementado con 20% de orujo de uva y un pienso control**

La suplementación del pienso de gazapos de cebo no medicado con un 20% orujo de uva no deteriora la calidad instrumental y sensorial de la carne respecto a un pienso comercial.

**Agradecimientos:** Financiado por MINECO, España (AGL-2016/75229-R).

**Bibliografía:** Abdel-Khalek AM. 2013. Supplemental antioxidants in rabbit nutrition: A review. *Livest Sci* 58:95-105. ■ Bennato F, Di Luca A, Martino C, Ianni A, Marone E, Grotta L, ... Martino G. 2020. Influence of grape pomace intake on nutritional value, lipid oxidation and volatile profile of poultry meat. *Foods* 9. ■ Dabbou S, Ferrocino I, Kovitvadhi A, Dabbou S, Bergagna S, Dezzuto D, ... Gasco L. 2018. Bilberry pomace in rabbit nutrition: Effects on growth performance, apparent digestibility, caecal traits, bacterial community and antioxidant status. *Animal* 13:53-63. ■ Dalle Zotte A, Ouhayoun, J. 1998. Effect of genetic origin, diet and weaning weight on carcass composition, muscle physicochemical and histochemical traits in the rabbit. *Meat Sci* 50:471-478. ■ Eid YZ. 2008. Dietary grape pomace affects lipid peroxidation and antioxidative status in rabbit semen. *World Rabbit Sci* 16:157-164. ■ Menchetti L, Brecchia G, Branciaro R, Barbato O, Fioretti B, Codini M, ... Miraglia D. 2020. The effect of Goji berries (*Lycium barbarum*) dietary supplementation on rabbit meat quality. *Meat Sci* 161:108018. ■ Motta-Ferreira W, Fraga MJ, Carabaño R. 1996. Inclusion of grape pomace, in substitution for alfalfa hay, in diets for growing rabbits. *Anim Sci J* 63:167-174. ■ Perna A, Simonetti A, Grassi G, Gambacorta E. 2019. Effect of a cauliflower (*Brassica oleraceae* var. Botrytis) leaf powder-enriched diet on performance, carcass and meat characteristics of growing rabbit. *Meat Sci* 149:134-140. ■ Resconi VC, Escudero A, Campo MM. 2013. The development of aromas in ruminant meat. *Molecules* 18:6748-6781.

## Ajuste de la proporción proteína/energía digestible en conejos de engorde seleccionados por velocidad de crecimiento

### *Fitting digestible protein to digestible energy ratio in growing rabbits selected by growth rate*

**Gonçaves C, Della Badia A, Martínez-Paredes E, Ródenas L, Pascual JJ, Blas E\***

*Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n. 46022 Valencia, Spain. \*[ebblas@dca.upv.es](mailto:ebblas@dca.upv.es)*

**Abstract:** To evaluate the consequences of genetic selection programmes on the protein requirements of growing rabbits, two experimental diets, differing in their digestible protein (DP) to digestible energy (DE) ratio, were evaluated in rabbits selected by average daily gain during the growing period (line R). Diet B (low DP/DE) was formulated to obtain the current recommendations of DP/DE for fattening rabbits (10.7 g/MJ), while diet A (high DP/DE) had a higher ratio (12.2 g/MJ). A total of 180 weaned rabbits (28 days of age) were divided into two experimental groups (90 animals to each feed) and housed in individual cages until 63 days of age. Animals fed with diet A showed higher feed intake (+14±2 g dry matter/day;  $P<0.001$ ) and average daily gain (+4.3±0.7 g/day;  $P<0.001$ ) during the experimental period than animals fed with diet B. No significant differences in mortality and morbidity were observed between diets. Animals fed with diet A showed better feed conversion rate during the first week ( $-0.10\pm0.03$ ;  $P<0.05$ ), while those fed with diet B showed better results during the last two weeks ( $-0.17\pm0.03$ ;  $P<0.05$ ), suggesting that the proper DP/DE ratio changes with age. In conclusion, the use of a higher DP/DE ratio during the first weeks after weaning could contribute to improve the performance of these animals, without compromising their digestive health.

### **Introducción**

Los animales seleccionados por velocidad de crecimiento tienen un crecimiento sustancialmente más alto que los de otras líneas (50-60 g/d durante el período de engorde), así como un mayor peso adulto. Aunque las relaciones de proteína digestible (PD)/energía digestible (ED) que se utilizan actualmente en las dietas comerciales podrían cumplir con los requisitos de los conejos en crecimiento del cruce a tres vías (Carabaño et al., 2009), con una ganancia media diaria (GMD) de hasta 45 g/d, estas dietas podrían estar limitando el desarrollo de los animales con mayor potencial de crecimiento y afectando la definición de los rankings. Por esta razón, el objetivo del presente trabajo fue evaluar si una relación DP/DE más alta podría mejorar el rendimiento de conejos en crecimiento de una línea seleccionada por GMD durante el período de crecimiento.

### **Material y métodos**

Se formularon y fabricaron dos piensos: el pienso B, con las actuales recomendaciones para la relación PD/ED (10.7 g/MJ; Xiccató y Tocino, 2010); y el pienso A, con una mayor relación (12.2 g/MJ). Los contenidos de ED y PD de las dietas se determinaron mediante un ensayo de digestibilidad fecal, según la metodología propuesta por Pérez et al. (1995). Se utilizaron un total de 180 conejos destetados (28 días de edad) que se dividieron en dos grupos experimentales (90 por alimento), que se alojaron en jaulas individuales hasta los 63 días de edad. Se controló el consumo de pienso y el peso de los animales semanalmente, y la morbilidad y mortalidad diariamente.

### **Resultados y discusión**

La mortalidad y la morbilidad registradas a lo largo del experimento fueron relativamente altas (un promedio de 31 y 13%, respectivamente), ya que se realizó durante un brote de enteropatía epizootica en conejos, pero similar en ambos tratamientos. En la Tabla 1 podemos ver como a pesar de que los conejos mostraron un peso similar al destete (618 g), se observó que los alimentados con dieta A ya tenían un peso corporal mayor en la primera semana de crecimiento (+79±18 g), siendo esta diferencia mayor a los 63 días de edad (+166±32 g). Los conejos alimentados con la dieta A mostraron un mayor consumo de alimento durante todo el período de crecimiento (+12±2 g/d;  $P<0.001$ ), y consecuentemente una mayor GMD (+4.3±0.7 g/d;  $P<0.001$ )

que los alimentados con dieta B, especialmente durante las primeras tres semanas ( $+7.1 \pm 1.2$  g/d;  $P < 0.001$ ). De hecho, los animales alimentados con la dieta A mostraron un mejor índice de conversión durante la primera semana de crecimiento ( $-0.10 \pm 0.03$ ;  $P < 0.05$ ), pero peores resultados durante las últimas dos semanas del ensayo ( $+0.17 \pm 0.03$ ;  $P < 0.05$ ), quizás parcialmente relacionado con sus mayores requerimientos de mantenimiento asociados a su mayor peso corporal. Fraga et al. (1983), en un estudio en el que los animales mostraron una tasa de crecimiento de hasta 36 g/d, recomiendan una relación PD/ED de 10 g/MJ. Sin embargo, más recientemente, Xiccato y Trocino (2010) recomendaron una proporción entre 10.5 y 11 g/MJ para maximizar el rendimiento del crecimiento, lo que podría indicar un aumento de las recomendaciones con el progreso genético. Por otra parte, los requerimientos de proteínas disminuyen con la edad del conejo (Xiccato y Trocino, 2010), y podría ser aconsejable el uso de dos piensos durante el engorde de conejos de alta tasa de crecimiento. Según nuestros resultados, el uso de una dieta con una proporción de 12.2 g/MJ durante las primeras semanas del período de crecimiento podría ser beneficioso, ya que permite una clara mejora en la GMD de animales caracterizados por una alta tasa de crecimiento, sin comprometer su estado de salud digestiva.

**Tabla 1. Efecto de la proporción proteína digerible/energía digerible (n=180) en el crecimiento de conejos de engorde de una línea seleccionada por velocidad de crecimiento.**

	Dieta B	Dieta A	P-value
Peso a los 28 d (g)	607 ± 16	630 ± 14	0.3550
Peso a los 63 d (g)	2487 ± 39	2653 ± 37	0.0017
Ingestión de materia seca (g MS/d)	121.21 ± 1.94	133.00 ± 2.00	<0.0001
Ganancia media diaria (g/d)	53.53 ± 0.70	57.80 ± 0.72	<0.0001
Índice de conversión (g/g)	2.48 ± 0.02	2.54 ± 0.02	0.0248

Dietas: Dieta B, bajo PD/ED ratio (10.7 g/MJ); Dieta A, alto PD/ED ratio (12.2 g/MJ).

**Agradecimientos:** Este estudio fue financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del Gobierno de España (AGL2017-85162-C2-1-R). También se agradece la beca para Catarina Gonçalves de la Conselleria de Innovación, Universidades, Ciencia y Sociedad Digital de la Generalitat Valenciana (GRISOLIAP / 2019/149).

**Bibliografía:** Carabaño R, Villamide MJ, García J, Nicodemus N, Llorente A, Chamorro S, Menoyo D, García-Rebollar P, García-Ruiz AI, De Blas C. 2009. New concepts and objectives for protein amino acid nutrition in rabbits: a review. *World Rabbit Sci* 17:1-14. ■ Fraga MJ, De Blas JC, Pérez E, Rodríguez JM, Pérez CJ, Gálvez JF. 1983. Effect of diet on chemical composition of rabbits slaughtered at fixed body weights. *J Anim Sci* 56:1097-1104. ■ Perez JM, Lebas F, Gidenne T, Maertens L, Xiccato G, Parigi-Bini R, Dalle Zotte A, Cossu ME, Carazzolo A, Villamide MJ, Carabaño R, Fraga MJ, Ramos MA, Cervera C, Blas E, Fernández-Carmona J, Falcao e Cunha L, Bengala-Freire J. 1995. European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Sci*, 3:41-43. ■ Xiccato G, Trocino A. 2010. Energy and protein metabolism and requirements. In: De Blas C., Wiseman J., (Eds.), *Nutrition of the Rabbit*, 2nd ed., CAB International, Wallingford (UK), pp. 83-118.



## Influencia de factores de manejo en la composición y diversidad de las comunidades bacterianas cecales de una línea paterna de conejo

### *Influence of management factors on the composition and diversity of cecal bacterial communities of a rabbit paternal line*

Velasco-Galilea M<sup>1\*</sup>, Guivernau M<sup>2</sup>, Piles M<sup>1</sup>, Viñas M<sup>2</sup>, Rafel O<sup>1</sup>, Ramayo-Caldas Y<sup>1</sup>, González-Rodríguez O<sup>1</sup>, Sánchez JP<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dept. Genética y Mejora Animal, Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA), Torre Marimón, 08140 Caldes de Montbui, España. \*[maria.velasco@irta.es](mailto:maria.velasco@irta.es)

<sup>2</sup> Dept. Gestión Integral de Residuos Orgánicos, Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA), Torre Marimón, 08140 Caldes de Montbui, España.

**Abstract:** Aiming to study the effect of different management factors on rabbit cecal microbial composition and diversity, a 16S rDNA-based assessment through MiSeq platform was performed. Cecal samples were collected from 425 rabbits raised in two different facilities, fed under two feeding regimes (*ad libitum* or restricted) with food supplemented or free of antibiotics. QIIME 1.9.0 software was used to process the 16S sequences to generate a table containing the counts of each OTU for each sample. The influence of the different management factors on microbial alpha diversity was assessed by computing Shannon and the number of observed OTUs indexes from the rarefied OTU table. A multivariate approach (sPLS-DA) was chosen to evaluate the influence of these factors on microbial composition. Our results revealed that the largest modification of rabbit cecal microbial diversity and composition is exerted by the breeding farm. The feeding regime and the presence of antibiotics do not modify the global diversity of the cecal microbial communities. However, these factors influence the abundance of some OTUs since multivariate analyses evidenced a certain classification power on the different levels of the management factors studied.

#### Introducción

El objetivo del presente trabajo es estudiar la influencia del entorno de producción, la administración de antibióticos en el pienso y la aplicación de restricción alimentaria sobre la diversidad y composición de las comunidades microbianas cecales en un grupo de gazapos pertenecientes a una línea paterna de conejos.

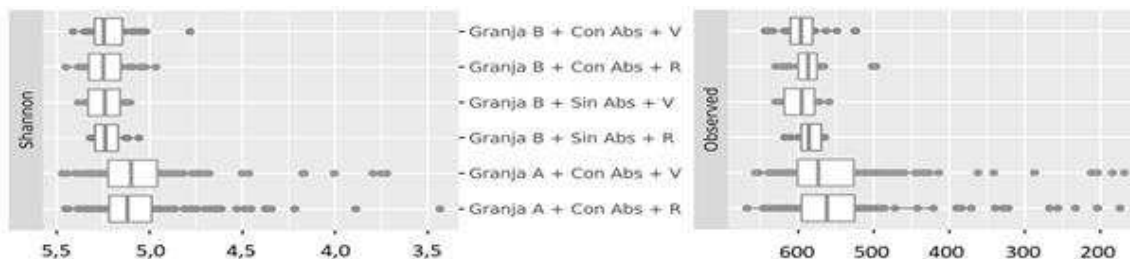
#### Material y métodos

Se recogieron muestras de contenido cecal después del sacrificio de 425 gazapos de la línea Caldes (Gómez et al, 2002). Dichos animales fueron criados bajo las mismas condiciones de manejo en dos granjas diferentes (A: 4 lotes y B: 1 lote) y alimentados con una dieta estándar de pienso granulado suplementada con antibióticos (salvo 23 gazapos de la granja B que recibieron un pienso libre de antibióticos). Después del destete (32 días), los gazapos se asignaron al azar al régimen alimentario (RA) *ad libitum* (V) o restringido (R) a un 75% del consumo V. Se extrajo el ADN genómico a partir de cada muestra cecal y se amplificó un fragmento que incluía las regiones hipervariables V4 y V5 del gen 16S ARNr con el par de cebadores F515Y/R926 (Parada et al, 2016) que fue posteriormente secuenciado en una plataforma Illumina MiSeq. El procesamiento de las lecturas crudas obtenidas se realizó con el software QIIME 1.9.0 (Caporaso et al, 2010) dando lugar a una tabla final de 963 unidades taxonómicas operativas (OTUs) y 425 muestras. Las diferencias en diversidad y riqueza entre los animales entre niveles de cada uno de los factores de manejo se estudiaron con un análisis de varianza para dos índices de diversidad alfa: Shannon y número observado de OTUs diferentes. La evaluación de la influencia de los factores de manejo sobre la composición microbiana cecal se realizó utilizando análisis discriminantes sparse de mínimos cuadrados parciales (sPLS-DA; Lê Cao et al, 2008) para encontrar la combinación de OTUs que mejor clasifique las muestras de acuerdo con: (1) la granja donde los animales se criaron, (2) el RA dentro de la granja A y (3) la combinación de RA y la presencia o ausencia de antibióticos en el pienso para el conjunto de animales criados en la granja B.

#### Resultados y discusión

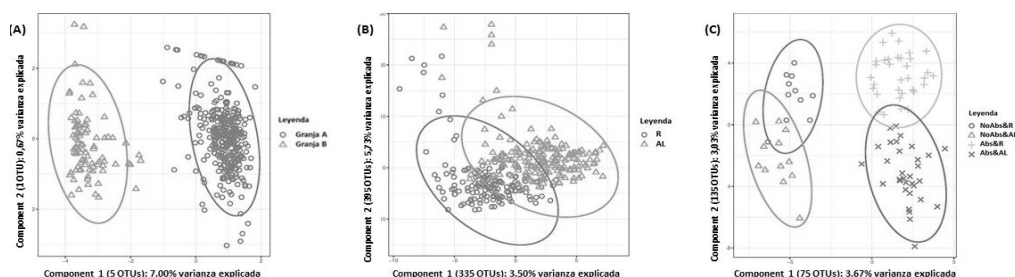
El número promedio (desviación estándar) de OTUs observados por animal y su índice Shannon fueron 560,52 (75,03) y 5,09 (0,26); respectivamente. Los animales criados en la granja B tenían

una alfa diversidad mayor que los animales criados en la granja A (40,20 (9,83) OTUs observados y 0,17 (0,03) índice de Shannon;  $P = 0,00$ ). Además, se observó una mayor variabilidad en ambos índices en la granja A (Figura 1). Esto podría explicarse por haber considerado muestras de animales producidos en 4 lotes en la granja A y sólo 1 en la granja B; además las condiciones ambientales de la granja B fueron más controladas. En cuanto al régimen alimentario y a la presencia de antibióticos en el pienso, no se encontraron diferencias significativas de alfa diversidad dentro de ninguna de las dos granjas ( $P > 0,05$ ).



**Figura 1. Diversidad (índice Shannon) y riqueza (número observado de OTUs) microbianas de las muestras cecales agrupadas de acuerdo con el manejo recibido por los animales.**

El sPLS-DA realizado para clasificar las muestras por granja seleccionó 5 OTUs para el componente 1 con los que se consiguió una clasificación perfecta de los animales (tasa de error = 0; Figura 2A). Sin embargo, el sPLS-DA realizado para clasificar por RA las muestras de la granja A seleccionó 70 OTUs para el componente 1 y 65 OTUs para el componente 2, y la clasificación de las muestras conseguida presentó una tasa de error de 0,27 (Figura 2B). Este resultado indica que el efecto del RA sobre la composición microbiana cecal de los animales es menor que el de la granja. Cabe resaltar que los gazapos se alojaron en jaulas intercaladas por RA lo que pudo hacer posible el intercambio de microorganismos entre animales de diferentes RA y reducir las diferencias observadas entre RA. No obstante, a pesar de que no exista un grupo reducido de OTUs que permite esta clasificación, la consideración conjunta de todos ellos sí la hace posible, lo que supone la existencia de patrones de contenido de microbiota cecal propios de cada RA. Finalmente, la clasificación de las muestras con arreglo a RA y a la presencia o ausencia de antibióticos en el pienso dentro de la granja B mostró que el componente 1 (9 OTUs) discrimina las muestras de acuerdo con la presencia o no de antibióticos en el pienso y el componente 2 (70 OTUs) de acuerdo con el RA (Figura 2C). El error de clasificación de este análisis fue 0,32. De nuevo, la clasificación de las muestras con arreglo a RA supone la consideración de un número mucho mayor de OTUs, entre los que necesariamente hay patrones que deben ser propios de uno u otro régimen. Para el caso de la presencia de antibióticos en el pienso, la clasificación se puede hacer con un menor número de OTUs. En conclusión, el enfoque multivariante de la influencia de los factores estudiados sobre la microbiota cecal confirma que el efecto más importante es ejercido por el ambiente proporcionado por la granja en la que se criaron los gazapos.



**Figura 2. Análisis discriminantes sparse de mínimos cuadrados parciales para clasificar las muestras cecales de los gazapos por (A) granja, (B) régimen alimentario dentro de la granja A, (C) régimen alimentario y presencia de antibióticos en el pienso dentro de la granja B.**

**Bibliografía:** Gómez EA, Rafel O, Ramón J. 2002. The caldes strain (Spain). *Opt Méd: Série B* 38:193-198 ■ Parada AE, Needham DM, Fuhrman JA. 2016. Every base matters: assessing small subunit rRNA primers for marine microbiomes with mock communities, time series and global field samples. *Environ Microbiol* 18(5):1403-1414 ■ Caporaso JG, Kuczynski J, Stombaugh J et al. 2010. QIIME allows analysis of high-throughput community sequencing data. *Nat Methods* 7(5):335 ■ Lê Cao KA, Rossouw D, Robert-Granié C, Besse P. 2008. A sparse PLS for variable selection when integrating omics data. *Stat Appl Genet Mol Biol* 7(1).

## Respuesta correlacionada en caracteres reproductivos durante la lactación en una línea seleccionada por tamaño de camada al destete

### *Correlated response in reproductive traits during lactation in a line selected for litter size at weaning*

Pascual M<sup>1\*</sup>, Peiró R<sup>2</sup>, Sánchez JP<sup>1</sup>, Perucho O<sup>1</sup>, Piles M<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Mejora y Genética Animal, Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA). Torre Marimón, 08140 Caldes de Montbui, Barcelona. \*[mariam.pascual@irta.es](mailto:mariam.pascual@irta.es)

<sup>2</sup> Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana (COMAV), Universitat Politècnica de València (UPV). Camino de Vera s/n, 46022 Valencia.

**Abstract:** The genetic parameters of litter size at birth and at 7 and 31 (weaning) days of age were estimated in line Prat, selected for litter size at weaning for 35 generations. Mean values for litter size were 9.4 kits born alive (NBA), 8.9 alive at 7 days of age (N7), and 7.9 rabbits weaned (NW). The estimated heritabilities were 0.06 (NBA), 0.05 (N7), and 0.04 (NW). Genetic and phenotypic correlations between NW and the rest of characters were at least 0.86 and 0.74, respectively. Genetic trends were 0.10 kits born alive, 0.09 alive at 7 days of life, and 0.08 kits weaned per generation. Results indicate that the improvement of NW is due to the improvement in NBA.

### Introducción

El tamaño de camada al destete (ND) es uno de los caracteres por los que se seleccionan habitualmente las líneas maternas para producción de carne de conejo por ser un carácter de elevada importancia económica (Cartuche et al., 2014), así como por presentar gran variación fenotípica y genética. Sin embargo, la selección por este carácter no resulta fácilmente efectiva ya que la heredabilidad del tamaño de camada al destete es muy baja. El éxito de un programa de mejora genética del tamaño de camada al destete dependerá de la mejora obtenida en los diferentes componentes del carácter, como puede ser la tasa de ovulación, la supervivencia prenatal (desde la ovulación hasta el nacimiento) y la supervivencia post-natal (desde el nacimiento hasta el destete). Se ha observado respuesta a la selección por tamaño de camada en diversos experimentos previos (Rochambeau et al., 1998; García y Baselga, 2002) pero estos trabajos no evalúan la respuesta correlacionada de supervivencia post-natal durante la lactación. Por ello, el objetivo del presente trabajo es evaluar la respuesta directa a la selección por tamaño de camada al destete y la respuesta correlacionada al nacimiento y a los 7 días de vida en la línea Prat seleccionada por tamaño de camada al destete en el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (IRTA).

### Material y métodos

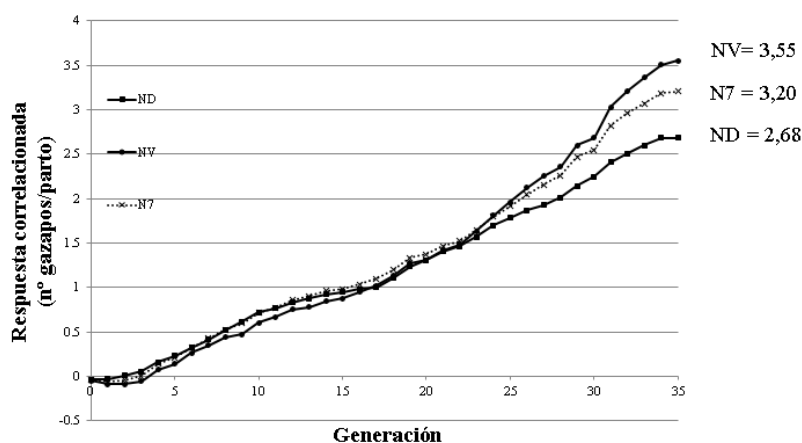
Los animales utilizados en este experimento pertenecen a la línea Prat del IRTA. Esta línea fue fundada en 1992 y se selecciona desde su origen por tamaño de camada al destete (31 días de edad). Se analizaron los datos obtenidos en esta línea desde su origen hasta 2019, que incluían 27.124 partos pertenecientes a 7.466 hembras.

El modelo utilizado para evaluar ND fue el modelo animal con repetibilidad  $y_{ijkl} = AE_i + EF_j + a_k + p_k + e_{ijkl}$ , donde  $AE_i$  es el efecto año estación (103 niveles),  $EF_j$  es el estado fisiológico en el momento de la inseminación efectiva (5 niveles: 1: nulípara; 2: primípara lactante; 3: primípara no lactante; 4: múltipara (hasta el séptimo parto) lactante; 5: múltipara (hasta el séptimo parto) no lactante)),  $a_k$  es el valor aditivo del animal,  $p_k$  es el efecto permanente no aditivo y ambiental de la hembra, y  $e_{ijkl}$  es el efecto residual. Este mismo modelo bivalente fue utilizado para evaluar nacidos vivos (NV) y N7. Las heredabilidades y correlaciones genéticas fueron estimadas con la metodología BLUP/REML, utilizando el programa VCE (Groeneveld, 1994).

### Resultados y discusión

La media (dt) de NV, N7 y ND fue de 9,4 (3,3), 8,9 (3,1) y 7,9 (3,2), respectivamente, con rangos entre 0 y 21 para NV y N7, y de 0 a 16 para ND. Las heredabilidades obtenidas para NV, N7 y ND fueron  $0,06 \pm 0,1$ ,  $0,05 \pm 0,1$  y  $0,04 \pm 0,1$ , respectivamente (media  $\pm$  ee). Las correlaciones genéticas

de ND con NV y N7 fueron de  $0,86\pm 0,04$  y  $0,94\pm 0,04$ , respectivamente, mientras que las fenotípicas fueron de 0,74 y 0,81, respectivamente.



**Figura 1. Tendencias genéticas de los caracteres gazapos nacidos vivos (NV), número de gazapos vivos a los 7 (N7) y 31 días de edad (destete; ND).**

La respuesta directa para el carácter objeto de selección fue de 2,68 gazapos en 35 generaciones, es decir, 0,08 gazapos/generación. Como era de esperar, se ha obtenido una respuesta correlacionada para NV de 3,55 (0,10 gazapos/generación) en ambos casos, lo que indica que la respuesta obtenida en ND se debe principalmente a la respuesta observada en NV. La respuesta correlacionada en N7 fue de 3,20 gazapos (0,09 gazapos/generación).

Los valores obtenidos en los diferentes parámetros para NV y ND son similares a los obtenidos por otros autores en esta u otras líneas seleccionadas por número de gazapos destetados o por otros caracteres reproductivos (Gómez et al., 1996; García y Baselga, 2002; Piles et al., 2006; Ziadi et al., 2013; Badawi et al., 2019). Los valores obtenidos para N7 no pueden ser comparados ya que no conocemos estudios que hayan estimado los parámetros genéticos de este carácter.

**Agradecimientos:** Los autores agradecen a todo el personal de granja del IRTA que ha contribuido a la generación de los datos de la línea PRAT desde 1992.

**Bibliografía:** Badawy A, Peiró R, Blasco A, Santacreu M. 2019. Correlated responses on litter size traits and survival traits after two-stage selection for ovulation rate and litter size in rabbits. *Animal* 13(3):453-459. ■ Cartuche L, Pascual M, Gómez EA, Blasco A. 2014. Economic weights in rabbit meat production. *World Rabbit Sci* 22:165-177. ■ García ML, Baselga M. 2002. Estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits using a cryopreserved control population. *Livest Prod Sci* 74:45-53 ■ Gómez EA, Rafel O, Ramón J, Baselga M. 1996. A genetic study of a line selected on litter size at weaning. En: 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, pp. 2:289-292. ■ Groeneveld E. 1994. VCE, a multivariate multimodel REML (co)variance component estimation package (22). En: Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Guelph, Canada, pp. 47-48. ■ Piles M, García ML, Rafel O, Ramon J, Baselga M. 2006. Genetics of litter size in three maternal lines of rabbits: repeatability versus multiple-trait models. *J Anim Sci* 84:2309-2315. ■ Rochambeau H, de Duzert R, Tudela F. 1998. Long-term selection experiment in rabbit. Estimation of genetic progress on litter size at weaning. En: Proceedings of the 6th World Congress on Genetic Applications in Livestock Production, Armidale, Australia, pp. 112-115. ■ Ziadi C, Mocé ML, Laborda P, Blasco A, Santacreu MA. 2013. Genetic selection for ovulation rate and litter size in rabbits: Estimation of genetic parameters and direct and correlated responses. *J Anim Sci* 91:3113-3120.

## Hormonas hipofisarias y ováricas en conejas primíparas lactantes: ¿influye el tamaño de la camada en su secreción?

### *Pituitary and ovarian hormones in primiparous rabbit does: does litter size affect their secretion?*

Fernández-Pacheco C<sup>1\*</sup>, Millán P<sup>1</sup>, Velasco B<sup>2</sup>, Rebollar PG<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dept. Fisiología Animal, Facultad de Veterinaria Universidad Complutense de Madrid, Avda. Puerta de Hierro s/n, 28040 Madrid, España. \*[cafpmartorell@ucm.es](mailto:cafpmartorell@ucm.es)

<sup>2</sup> Dept. Producción Agraria, ETSI Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, España.

**Abstract:** The aim of this study was to determine if litter size (LS) of primiparous rabbit does during their first lactation had any influence on the plasma concentration of Prolactin (PRL), LH (luteinizing hormone) and progesterone (P4) as well as on the main productive parameters of their second pregnancy. The pregnant does were divided after parturition into two different experimental groups according to a LS adjustment: Group TcA, with high LS (10-12 kits; n= 21) and Group TcB, with low LS (7-9 kits; n= 28). Blood samples were taken weekly throughout lactation starting on day 4 postpartum, until day 32 postpartum, before and after suckling. After weaning (day 32 postpartum) the does were re-inseminated, taking samples at 0 and 60 min after induction of ovulation in order to determine the peak of LH and P4 concentrations. Does were also sampled on days 1 and 5 post-weaning. All hormones were determined by enzyme-immunoassay. After second parturition, some productive parameters were recorded: fertility, prolificacy, number of weaned, mortality and litter weight at weaning. The statistical analysis of the results revealed that litter size did not significantly affect the hormonal plasma concentrations nor the productive performance of the females during second pregnancy.

### Introducción

La lactación es un punto crítico en la producción cunícola. La coneja secreta prolactina (PRL) una sola vez al día, durante el amamantamiento (González-Mariscal et al., 2016). La secreción de leche se produce gracias a la PRL de la madre secretada en respuesta al reflejo de succión de los gazapos (Freeman et al., 2000), por lo que el tamaño de la camada (TC) puede tener consecuencias en su producción. La lactación es muy demandante energéticamente, especialmente en primíparas, creándose en ellas un balance energético negativo (Xiccato et al., 1996), con consecuencias en los índices productivos de sus siguientes ciclos debidas al TC. En trabajos previos se ha demostrado que un ritmo extensivo en primíparas (inseminación artificial (IA) post-destete) mejora su composición corporal para poder intensificar el ritmo productivo en los ciclos siguientes (Arias-Álvarez et al., 2009).

El objetivo de este trabajo fue determinar si en conejas primíparas inseminadas con un ritmo extensivo de cubrición, el TC durante la primera lactación afectaría: 1) a las concentraciones de PRL antes y después del amamantamiento, 2) a las concentraciones de LH y progesterona (P4) en la segunda IA y 3) al rendimiento productivo en el segundo parto.

### Material y métodos

Se emplearon 49 conejas híbridas que, tras el primer parto (10,8 ± 0,36 nacidos vivos y 0,5 ± 0,12 muertos), se distribuyeron en dos grupos experimentales: Grupo Tc-A (n=21) con alto TC (10-12 gazapos), y Grupo Tc-B (n= 28) con bajo TC (7-9 gazapos). Se tomó sangre antes y después del amamantamiento, 0 y 60 min tras la inducción de la ovulación en la 2ª IA (32 días post-parto (pp)) y en los días 1 y 5 pp. Se determinó la PRL plasmática (Cloud-Clone Corp, CCC, USA), la LH preovulatoria (según Rebollar et al., 2012) y la P4 (Demeditec Diagnostics GmbH, Alemania). Tras el 2º parto, se registró la fertilidad, la prolificidad y el peso de la camada al nacimiento y al destete. Se realizó un análisis de varianza de medidas repetidas (Proc Mixed; SAS Institute, 2001), considerando como efectos principales para PRL el TC, el tiempo (días 4, 11, 19, 26 y 32 de lactación; días 1 y 5 post-destete), y la interacción entre ambos, y para LH y P4 el TC, el tiempo (0 y 60 minutos tras la inducción de ovulación) y su interacción. Para los productivos solo se tuvo en



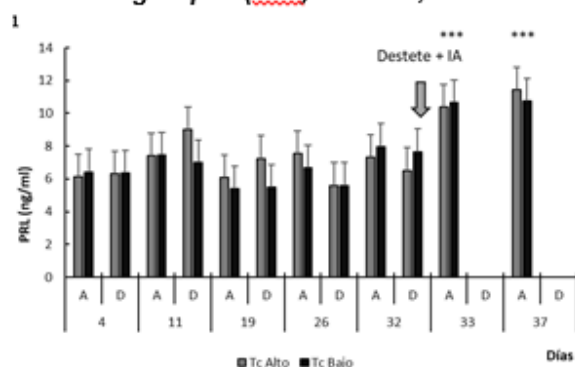
cuenta el TC. Posteriormente, las medias se compararon con una t de Student, considerando la existencia de diferencias significativas para  $P < 0,05$ .

## Resultados y discusión

En lactación, no se observaron diferencias en la PRL plasmática antes y después del amamantamiento (Figura 1;  $P > 0,2520$ ), obteniéndose concentraciones similares a Rebollar et al. (2008). El TC tampoco afectó a las concentraciones de PRL secretadas por la madre ( $P = 0,7977$ ), por lo que consideramos que el estímulo hipofisario producido por camadas de 7-9 o de 10-12 gazapos es el mismo. Sí se detectaron diferencias significativas en el tiempo ( $P = 0,0003$ ), ya que 1 y 5 días post-destete aumentó la PRL. Esta es una de las hormonas liberadas en situaciones de estrés que pueden coincidir con el manejo en el destete y la IA. Otros autores (Argente et al., 2014), describen concentraciones altas de cortisol en las conejas al final de la lactación como indicadores de estrés que podrían explicar el aumento de PRL en este estudio los días 33 y 37.

Los niveles de LH y P4 a 0 y 60 min después de la IA no mostraron diferencias entre grupos ( $P = 0,9948$  y  $P = 0,8600$ , respectivamente), y tampoco, los parámetros productivos evaluados en el segundo parto (Tabla 1), que fueron similares a los descritos en trabajos previos (Rebollar et al., 2008; Rebollar et al., 2012).

**Figura 1. Concentraciones plasmáticas de prolactina (PRL) antes (A) y después (D) del amamantamiento a lo largo de la lactación en conejas con 10-12 gazapos (TcA) o con 7-9 gazapos (TcB). \*\*\*:  $P = 0,0003$ .**



**Tabla 1. Datos productivos (media  $\pm$  SEM) del 2º parto de conejas con tamaño de camada alto (Tc-A: 10-12 gazapos) y bajo (Tc-B: 7-9 gazapos) en su primera lactación.**

	Tc A	Tc B	P
n	21	28	
Fertilidad (%)	66,67 $\pm$ 11,29	67,86 $\pm$ 9,06	0,93
Prolificidad			
Vivos	12,64 $\pm$ 0,73	11,43 $\pm$ 0,61	0,22
Muertos	0,00 $\pm$ 0,37	0,81 $\pm$ 0,31	0,11
Destetados	10,63 $\pm$ 0,61	10,37 $\pm$ 0,50	0,74
Peso Camada (g)			
Nacimiento	786,92 $\pm$ 43,72	702,70 $\pm$ 36,25	0,15
Destete	7562,10 $\pm$ 443,55	7085,79 $\pm$ 350,65	0,40
Mortalidad <sup>1</sup> (%)	19,05 $\pm$ 7,74	10,71 $\pm$ 6,70	0,42

<sup>1</sup>: Porcentaje de gazapos muertos por camada. P: significación

En conclusión, estos resultados sugieren que el TC de las conejas durante la primera lactación no afectó: ni a la PRL antes y después del amamantamiento, ni a las concentraciones de LH y progesterona, ni al rendimiento productivo en su segundo parto. La clave para unos buenos rendimientos es la aplicación de un ritmo extensivo de producción que se adapte a las necesidades energéticas y al estado fisiológico de las madres primíparas.

**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT AGL-2011 23822.

**Bibliografía:** Argente MJ, García ML, Birlanga V, Muelas R. 2014. Relationship between cortisol and acute phase protein concentrations in female rabbits. *Vet J* 202(1):172-175. ■ Arias-Álvarez M, García-García MR, Rebollar PG, Revuelta L, Millán P, Lorenzo PL. 2009. Influence of metabolic status on oocyte quality and follicular characteristics at different postpartum periods in primiparous rabbit does. *Theriogenology* 72:612-623. ■ Freeman ME, Kanyicska B, Lerant A, Nagy G. 2000. Prolactin: structure, function, and regulation of secretion. *Physiol Rev* 80(4):1523-1631. ■ González-Mariscal G, Caba M, Martínez-Gomez M, Bautista A, Hudson R. 2016. Mothers and offspring: the rabbit as a model system in the study of mammalian maternal behavior and sibling interactions. *Horm Behav*, 77, 30-41. ■ Rebollar PG, Bonanno A, Di Grigoli G, Tornambe G, Lorenzo PL. 2008. Endocrine and ovarian response after a 2-day controlled suckling and eCG treatment in lactating rabbit does. *Anim Reprod Sci* 104:316-328. ■ Rebollar PG, Dal Bosco A, Millán P, Cardinali R, Brecchia G, Sylla L, Lorenzo PL, Castellini C. 2012. Ovulating induction methods in rabbit does: The pituitary and ovarian responses. *Theriogenology* 77(2):292-298. ■ SAS Institute. 2001. SAS/STAT® User's Guide (Release 8.2). SAS Inst. Inc., Cary NC, USA. ■ Xiccato G, Bernardini M, Castellini C, Dalle Zote A, Queaque PI, Trocino A. 1999. Effect of postweaning feeding on the performance and energy balance of female rabbits at different physiological states. *J Anim Sci* 77:416-426.

## Agentes patógenos asociados a patología digestiva en granjas cunícolas

### *Pathogens associated to digestive disorders in commercial rabbitries*

Solans L, Arnal JL, Sanz C, Benito AA, Muñoz A, Alzuguren O, Fernández A\*

EXOPOL, Pol. Río Gállego, 50840 San Mateo de Gállego, Zaragoza, España. \*[afernandez@exopol.es](mailto:afernandez@exopol.es)

**Abstract:** Digestive disorders are the main cause of economic losses in rabbit farms. This article provides a global and updated overview since 757 recent clinical cases were studied (95 from suckling rabbits, 117 from preweaning rabbits and 545 from fattening rabbits). Etiological diagnosis was carried out by bacteriological culture and a set of qPCR tests for detection of EPEC, *Clostridium spiroforme*, *C. perfringens*, rotavirus A, enterotoxigenic *Bacteroides fragilis* and *Eimeria spp.* EPEC is the most prevalent agent in suckling rabbits. *C. spiroforme* and EPEC are the more frequently detected pathogens in preweaning rabbits, but enterotoxigenic *B. fragilis* appears as a new possible emergent pathogen. In fattening rabbits, diverse co-infections between *C. spiroforme*, *Eimeria spp.*, EPEC and rotavirus A are much more frequent than those infections due to only one of them. Other pathogens detected in very few cases have been *Salmonella sp.* and *Enterococcus hirae*.

### Introducción

Las afecciones digestivas en granjas de conejos afectan principalmente a los animales jóvenes, lactantes y de cebo (Marlier et al., 2003; Boucher y Leplat, 2005). Los principales agentes etiológicos bacterianos incluyen *Escherichia coli* enteropatógeno (EPEC) (Pohl et al., 1993; Licois, 2009), *Clostridium spiroforme* (Carman y Borriello, 1984) y *Salmonella spp.* (Agnoletti et al, 1999). Respecto a agentes parasitarios, los coccidios (*Eimeria spp.*) son los más importantes afectando a los cebos (Licois, 2009). Otros agentes considerados patógenos bajo determinadas condiciones son rotavirus A (Cerioli y Lavazza, 2006), *Clostridium perfringens* (García et al., 2014), *Enterococcus hirae* (Vela et al., 2010) y *Bacteroides fragilis* enterotoxigénico (Malo, 2019). En este trabajo se muestra la frecuencia de detección de un panel de agentes patógenos, así como los niveles de coinfección detectados entre ellos, en muestras clínicas procedentes de la península Ibérica, aportando una visión global y actualizada de la patología digestiva en granjas cunícolas.

### Material y métodos

Se estudiaron un total de 757 casos que se recibieron en Exopol entre enero de 2018 y junio de 2019 procedentes de granjas de España y Portugal afectadas clínicamente por un proceso digestivo. Se recibieron entre 3 y 5 paquetes intestinales o hisopos cecales en cada caso. Del total de casos, 95 correspondieron a gazapos lactantes de menos de 15 días (<15d), 117 a casos de gazapos en pre-destete (entre 15 y 35 días de vida) y 545 a gazapos de cebo. En todos ellos se llevó a cabo el cultivo microbiológico y la detección por PCR a tiempo real (qPCR) sobre muestra de EPEC, *C. spiroforme*, *C. perfringens* y rotavirus A. En 542 casos del total (59 lactantes, 77 pre-destete y 406 cebo) se estudió por qPCR la presencia de *Eimeria spp.* y en 304 casos (35 lactantes, 64 pre-destete y 205 cebo) *B. fragilis* enterotoxigénico.

### Resultados y discusión

Los resultados obtenidos por grupos de edad se muestran en la Figura 1. En la Figura 2 se representan en diagramas de Venn las coinfecciones encontradas entre los patógenos más prevalentes. *C. spiroforme* es el patógeno más frecuente pero generalmente se encuentra en coinfección con otros agentes. Según Peeters et al. (1995) solo bajo determinadas circunstancias sobrevive y produce toxina dando lugar a enterotoxemia. En el 41% de los casos de pre-destete se encuentra como agente único y en <15d es minoritario. EPEC se detecta en todos los grupos de edad, siendo en <15d donde más se presenta como agente único, indicativo de colibacilosis neonatal. *Eimeria spp.* está presente en el 70% de los cebos y en el 30% de pre-destete pero casi siempre en coinfección con *C. spiroforme*, EPEC y/o rotavirus A. Rotavirus A es más prevalente en cebo, probablemente por la presencia de anticuerpos maternos hasta los 30-45 días de vida (Cerioli y Lavazza, 2006), pero generalmente en coinfección con otros agentes. *B. fragilis* enterotoxigénico se ha detectado principalmente en predestetados, en 36% de los casos.

Sorprende la baja tasa de infección por *Salmonella spp.* (<2%). El hecho de seleccionar casos con clínica digestiva de forma específica para el estudio, puede explicar esta baja tasa, ya que quedan fuera casos de salmonelosis con otra sintomatología (metritis, bajas súbitas por septicemia, etc.).

Como conclusión podemos decir que la colibacilosis por EPEC es la principal patología producida por un único agente en gazapos lactantes <15d, mientras que cuanto mayor es la edad de los gazapos, más compleja es la enfermedad digestiva. En predestetados EPEC permanece como un patógeno importante pero también son muy frecuentes *C. spiroforme* y *B. fragilis* enterotoxigénico, siendo habituales las coinfecciones entre los 3 agentes. Los gazapos de engorde son los más afectados por patógenos digestivos, a juzgar por el amplio número de muestras recibidas, aunque no se detecta ningún agente más prevalente que el resto y siendo lo más habitual encontrar una gran variedad de coinfecciones entre *C. spiroforme*, *Eimeria spp*, EPEC y Rotavirus A.

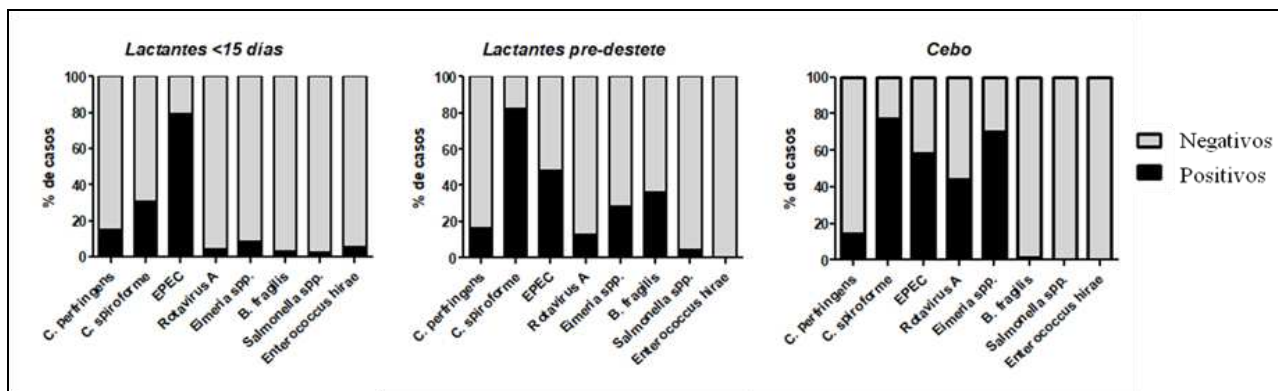


Figura 1. Tasa de detección de cada uno de los patógenos estudiados en los distintos grupos.

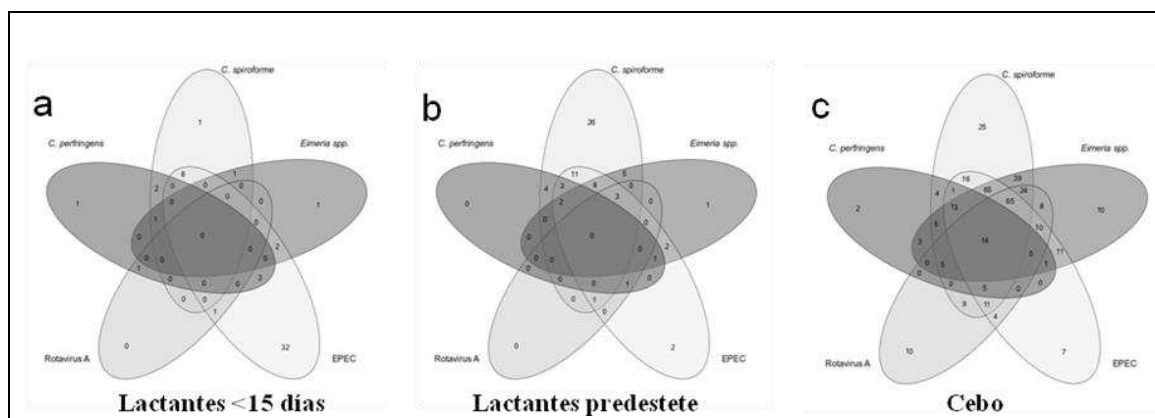


Figura 2. Representación de las coinfecciones encontradas en los distintos grupos de edad.

**Bibliografía:** Agnoletti F, Lenarduzzi M, Ricci A, Marotta A. 1999. Isolation of *Salmonella spp.* from Italian commercial rabbitries. En: Baselga M, Testik A (Eds). 2. International Conference on Rabbit Production in Hot Climates. CIHEAM, Zaragoza, pp. 189-193 ■ Boucher S, Leplat A. 2005. De quoi meurent les lapins d'engraissement. En: Table Ronde, 11emes Journées de la Recherche Cunicole, 29-30 nov, Paris, France. ■ Carman, RJ, Borriello SP. 1984. Infectious nature of *Clostridium spiroforme*-mediated rabbit enterotoxaemia. *Vet Microbiol* 9:497-502. ■ Cerioli M, Lavazza A. 2006. Viral enteritis of rabbits. En: Recent advances in rabbit sciences. Maertens L, Couder P, (Eds) Melle. Belgium. pp:181-186. ■ Garcia JP, Li J, Shrestha A, Freedman JC, Beingesser J, McClane B, Uzal FA. 2014. *Clostridium perfringens* Type A Enterotoxin Damages the Rabbit Colon. *Infect Immun* 82(6):2211. ■ Licois D. 2009. Pathologie d'origine bactérienne et parasitaire chez le lapin: Aports de la dernière decennia. 13èmes Journées de la Recherche cunicole, 17-18 nov., Le Mans, France. ■ Malo M. 2019. *Bacteroides fragilis* enteropatógeno: ¿Enfermedad emergente o hallazgo clínico? En: XLIV 44th Symposium ASESCU. Aranda de Duero, España. pp 83-86. ■ Marlier D, Dewree R, Delleur V, Licois D, Lassence C, Poulipoulis A, Vindevogel H. 2003. Description des principales étiologies des maladies digestives chez le lapin européen (*Oryctolagus cuniculus*). *Ann Méd Vét* 147:385-392 ■ Peeters JE, Maertens L, Orsenigo R, Colin M. 1995. Influence of dietary beet pulp on caecal VFA, experimental colibacillosis and iota-enterotoxaemia in rabbits. *Anim Feed Sci Tech* 51:123-139. ■ Pohl PH, Peeters JE, Jacquemin ER, Lintermans PF, Mainil JG. 1993. Identification of *ae* Sequences in Enteropathogenic *Escherichia coli* Strains from Rabbits. *Infect and Immunity* 61(5):2203-2206. ■ Vela AI, Fernández A, Moreno B, Casamayor A, Chacón G, Villa A, Comenge J, Fernández-Garayzábal JF. 2010. Isolation of *Enterococcus hirae* from suckling rabbits with diarrhoea. *Vet Rec* 167(9):345-346.



## ¿Es obligatoria la vacunación de conejos como animales de compañía en Andalucía?

### *Is the vaccination of rabbits as companion animals mandatory in Andalusia?*

**Jaén Téllez JA\***

Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía. 41013 Sevilla, España. \*[jantonio.jaen@juntadeandalucia.es](mailto:jantonio.jaen@juntadeandalucia.es)

**Abstract:** The rabbit has increased in recent years as a companion animal. Diseases such as myxomatosis and viral hemorrhagic disease are of great importance in wild rabbit populations, in livestock farms and in companion animals, due to special relevance from the point of view of animal welfare, health, economics and the environment. A review of all current regulations at European, Spanish and regional level that may be applicable is carried out. In the Autonomous Region of Andalusia (Spain), companion animals that do not belong to livestock farms have to meet the same identification, health and animal welfare requirements as animals of the same species used as rental animals. Rabbits as pets have to comply with a vaccination program established and applied by a licensed veterinarian against myxomatosis and viral hemorrhagic disease.

#### **Introducción**

La variedad de animales de compañía ha aumentado en los últimos años, entre ellos, después de perros y gatos se encuentra el conejo doméstico por la facilidad de manejo y su sociabilidad (Chapel et al., 2015).

Entre las enfermedades víricas de mayor importancia en conejos se encuentran las mixomatosis y la enfermedad hemorrágica vírica. La vacunación más extendida es frente a estas enfermedades, además con una alta efectividad (Fernández, 2006).

La salud y el bienestar de los animales están relacionados: una mejora de la salud animal fomenta la mejora del bienestar animal y viceversa. Las medidas de prevención y control de enfermedades, fundamentalmente mediante la vacunación tiene un efecto significativo sobre el bienestar, evitando a los animales dolor, inquietud y sufrimiento (DOUE, 2016).

El objetivo de este trabajo es valorar la normativa vigente para determinar si es obligatoria en Andalucía la vacunación de conejos como animales de compañía frente a distintas enfermedades.

#### **Material y métodos**

Se ha realizado una revisión de la normativa que afecta a la especie cunícola a nivel tanto europeo, nacional como autonómico, por tanto, se efectúa la búsqueda en el Diario Oficial de la Unión Europea, Boletín Oficial del Estado y en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía.

#### **Resultados y discusión**

La normativa vigente de aplicación en la Comunidad Autónoma de Andalucía para tratamientos obligatorios de animales de compañía, solo los establece para perros, gatos, hurones, psitácidas y cerdos vietnamitas (BOJA, 2009 y 2010), no reflejándose nada con respecto a otras especies. Al no haber normativa concreta que regule los tratamientos obligatorios para conejos como animales de compañía, se analiza la legislación sectorial de explotaciones ganaderas de esta especie.

La regulación sobre ordenación de explotaciones cunícolas indica que debe existir un programa de control frente a mixomatosis y enfermedad hemorrágica vírica, aunque se exceptúa a los animales de compañía, sin perjuicio de las disposiciones que, en el ámbito de sus competencias establezca la autoridad competente (BOE, 2004), que en el caso de Andalucía es la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Así mismo, se establece que la vacunación para conejos de mixomatosis y enfermedad hemorrágica vírica se efectuará en función de la

calificación sanitaria de la explotación. Las categorías de estas explotaciones según el nivel sanitario son las siguientes (BOE, 2004):

*“a) Explotaciones sin calificación: aquellas en las que en el último año se hayan presentado evidencias clínicas de cualquiera de las dos enfermedades o no estén sometidas a un programa de control vacunal. Aquellas explotaciones que se encuentren dentro de esta calificación solo podrán trasladar animales con destino al sacrificio.*

*b) Explotaciones indemnes: aquellas en las que en el último año no se hayan presentado evidencias clínicas de cualquiera de las dos enfermedades y se lleve a cabo el programa de control vacunal aprobado por la autoridad competente para el mantenimiento de aquellas.*

*c) Explotaciones oficialmente indemnes: aquellas en las que en el último año no se hayan presentado evidencias clínicas de cualquiera de las dos enfermedades y no se haya vacunado a ninguno de sus animales contra estas durante los últimos 12 meses. Asimismo, se habrán realizado sobre la población de reproductores pruebas de control para detectar la enfermedad con una prevalencia del dos por ciento y un nivel de confianza del 98 por ciento.”.*

En Andalucía la normativa sobre bienestar y sanidad animal establece que cuando los animales de compañía que no formen parte de explotaciones ganaderas deberán cumplir todos aquellos requisitos de identificación, sanitarios y de bienestar animal para los animales de su misma especie usados como animales de renta (BOJA, 2012), con lo que, en esta Comunidad Autónoma, no le afecta la excepción de no aplicar la normativa sectorial de explotaciones cunícolas a los animales de compañía de esta especie en el ámbito concreto mencionado de identificación, sanidad y bienestar animal.

Analizando lo reflejado en los párrafos anteriores, se tienen que cumplir los requisitos establecidos en el apartado b) de la normativa de ordenación de explotaciones cunícolas, es decir, se debe llevar un programa de control vacunal frente a estas enfermedades realizado por un veterinario autorizado de acuerdo a lo regulado en BOJA (2009). Se descarta el apartado a) porque el destino de los animales de compañía no es el sacrificio, al tratarse de animales que no son aptos para el consumo humano, siendo considerados material de la categoría I de subproductos animales no destinados a consumo humano (DOUE, 2009) y no tienen limitación al libre movimiento. Asimismo, se descarta el apartado c) porque sería de aplicación en el caso de explotaciones de cría de animales de compañía, es decir, con reproductores. En estas explotaciones con reproductores se debe establecer un programa de control frente a las enfermedades infecto-contagiosas descritas (BOE, 2004). En los centros para la venta de conejos (tiendas) se tiene que establecer un programa definido de higiene y profilaxis de los animales albergados (BOJA, 2012).

En conclusión, en Andalucía, los conejos como animales de compañía tienen que tener un programa de control basado en un plan vacunal obligatorio frente a mixomatosis y enfermedad hemorrágica vírica, establecido y aplicado por un veterinario autorizado.

**Bibliografía:** BOE. 2004. Real Decreto 1547/2004, de 25 de junio, por el que se establecen normas de ordenación de las explotaciones cunícolas. *Boletín Oficial del Estado* 154: 23472-23479 ■ BOJA, 2009. Orden de 16 de diciembre de 2009, por la que se aprueba el Programa Andaluz para la lucha, control y erradicación de la enfermedad de Aujeszky en Andalucía. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía* 252: 67-71 ■ BOJA, 2010. Orden de 19 de abril de 2010, por la que se establecen los tratamientos obligatorios de los animales de compañía, los datos para su identificación en la venta y los métodos de sacrificio de los mismos en la Comunidad Autónoma de Andalucía. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía* 81: 41-55 ■ BOJA. 2012. Decreto 65/2012, de 13 de marzo, por el que se regulan las condiciones de sanidad y zootécnicas de los animales. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía* 60:41-55 ■ Chapel JM, Benedito JL, Hernández J, Pereira V, Domínguez R, Castillo C. 2015. Técnicas de manejo y sujeción del conejo doméstico. *Consulta de Difusión Veterinaria* 23: 47-54 ■ DOUE. 2009. Reglamento (CE) 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre de 2009 por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano. *Diario Oficial de la Unión Europea* 14.11.2009. 33 pp. ■ DOUE. 2016. Reglamento (UE) 2016/429 del Parlamento y del Consejo de 9 de marzo de 2016 relativo a las enfermedades transmisibles de los animales y por el que se modifican o derogan algunos actos en materia de sanidad animal. *Diario Oficial de la Unión Europea* 31.03.2016. 208 pp. ■ Fernández G. 2006. Enfermedades víricas de los conejos: mixomatosis y enfermedad vírica hemorrágica. *Boletín de Cunicultura Lagomorpha* 148: 6-18.

## Caracterización de la inmunidad maternal de anticuerpos frente a RHDV-2 producida por una vacuna inactivada

### *Characterization of the maternally derived antibody immunity against RHDV-2 after administration of an inactivated vaccine*

Baratelli M<sup>1\*</sup>, Molist-Badiola J<sup>1</sup>, Puigredon-Fontanet A<sup>1</sup>, Pascual M<sup>2</sup>, Boix O<sup>1</sup>, Mora-Igual FX<sup>3</sup>, Woodward M<sup>1</sup>, Lavazza A<sup>4</sup>, Capucci L<sup>4</sup>

<sup>1</sup> HIPRA, 17170 Amer, España. <sup>2</sup> Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaria (IRTA), 08140 Barcelona, España. <sup>3</sup> Asvet Veterinaris, 08410 Barcelona, España. <sup>4</sup> Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia-Romagna (IZSLER), 25124 Brescia, Italia. \*[massimiliano.baratelli@hipra.com](mailto:massimiliano.baratelli@hipra.com)

**Abstract:** The present study investigates whether the antibody immunity against RHDV-2 produced by vaccination of breeding does with an inactivated vaccine is transmitted to their rabbit kits and its dynamic once inherited. For this purpose, 80 New Zealand female rabbits of 8-9 weeks of age were equally allocated into 2 groups and bred during 6 reproductive cycles. The first experimental group was vaccinated with a commercially available inactivated vaccine against RHDV-2 whereas the second group was inoculated with PBS. Moreover, the present study was also meant to identify the mechanisms of transmission of that maternal immunity. For this reason, rabbit kits of vaccinated and non-vaccinated breeding does were cross-fostered before milk uptake. The RHDV-2 antibody response was monitored in the blood serum of breeding does and of their kits by competition ELISA (cELISA). Since it has been clearly demonstrated that cELISA positive rabbits are protected from RHD, we avoided the resorting of the challenge of the kits with RHDV-2. Results showed that RHDV-2 antibodies were inherited by kits mainly during gestation and up to the sixth reproduction cycle. Once inherited, these lasted in kits blood at least until 28 days of life.

### Introducción

La aparición de un nuevo virus relacionado con el RHDV (RHDV-2) en 2010 cambió parcialmente la epidemiología de esta enfermedad. La falta de una inmunidad protectora previa permitió que la enfermedad se extendiera por Europa provocando una alta mortalidad en las poblaciones de conejos domésticos y silvestres. Se desarrollaron vacunas homólogas inactivadas y se utilizaron con éxito para controlar la enfermedad. Casi diez años después, se desconocen los mecanismos mediante los cuales las vacunas administradas en las reproductoras pueden ayudar a proteger la población de gazapos (Le Gall et al., 2011). La respuesta humoral, ya sea activa o pasiva, es esencial en la protección contra RHD (OIE et al., 2012). Los conejos tienen una placentación hemocorial y por ello se sabe que los anticuerpos maternos se transmiten de la madre a la descendencia a través de la placenta; por el contrario, no se sabe demasiado sobre la transmisión a través de la lactancia (DeSesso et al., 2012). El objetivo de este estudio fue determinar si una vacuna inactivada puede producir una inmunidad pasiva en gazapos mediante la inmunización activa de las madres, cuánto dura esta inmunidad en los gazapos y describir los mecanismos de transmisión.

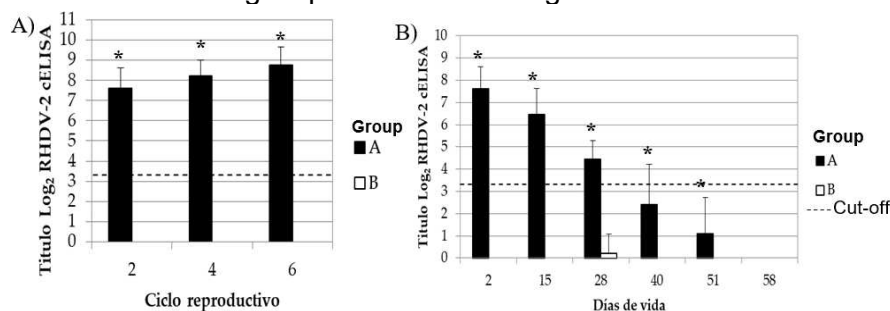
### Material y métodos

Se adquirieron conejas de raza New Zealand White de 8-9 semanas de vida (sdv) y se distribuyeron en dos grupos de 40 animales cada uno. A las 9-10 sdv, el grupo A se inmunizó con una vacuna inactivada frente al RHDV-2 (ERAVAC<sup>®</sup>, Laboratorios HIPRA S.A.) mediante administración subcutánea y siguiendo las instrucciones del fabricante; mientras que el grupo B se inoculó con PBS estéril. Se comprobó el estado de inmunización de todas las conejas 25 días después de la vacunación (dpv). El programa de reproducción comenzó a los 17-18 sdv y continuó hasta 6 ciclos de reproducción (intervalo entre partos: 49-56 días). Se evaluó la respuesta de anticuerpos activa y pasiva frente a RHDV-2 en la sangre de 10 madres y de uno de los gazapos de cada una de las madres a los 2 días después del parto y a lo largo de los 6 ciclos reproductivos. Por otro lado, se evaluó la duración de la inmunidad pasiva presente en los gazapos hasta los 58 días de vida (ddv). Para este propósito se seleccionaron al azar 40 gazapos por grupo (grupos A y B), se destetaron a 30-35 ddv y se evaluaron hasta los 60 ddv. Se recogieron periódicamente muestras de sangre de 15 gazapos por grupo. Finalmente, se adoptaron los gazapos nacidos del grupo A y B de manera cruzada para determinar los mecanismos de transmisión de los anticuerpos maternos. Los gazapos nacidos de 6 madres del grupo A fueron adoptados, justo después de su nacimiento, por las madres del grupo B y viceversa (grupo AB y BA); el procedimiento se realizó antes del inicio de la ingesta de leche materna. La adopción cruzada se realizó también entre gazapos nacidos de conejas del mismo grupo para evaluar la presencia de posibles sesgos asociados al procedimiento; para ello se realizó el mismo procedimiento entre 4 madres del grupo A (grupo AA) y 4 madres del grupo B

(grupo BB). Se evaluaron los anticuerpos maternos frente a RHDV-2 en sangre entre 4-12 gazapos por grupo periódicamente hasta los 29 ddv. Los anticuerpos frente a RHDV-2 fueron cuantificados mediante ELISA de competición (cELISA) por el laboratorio de referencia de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE).

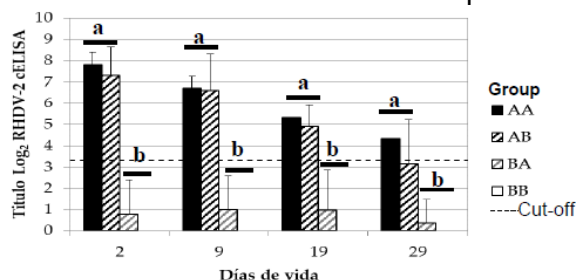
## Resultados y discusión

La vacunación produjo una respuesta de anticuerpos frente a RHDV-2 que duró hasta el final del estudio, es decir, 351 días post-vacunación (datos no mostrados); de la misma manera, los gazapos nacidos de estas conejas mostraron anticuerpos frente a RHDV-2 (Fig. 1A). Estos resultados sugirieron que la vacuna produjo una respuesta de anticuerpos frente a RHDV-2 en las madres y esta se transmitió a sus gazapos. Además, los anticuerpos maternos se detectaron en gazapos nacidos hasta el sexto ciclo reproductivo (Fig. 1A). Por lo tanto, las madres vacunadas con una única dosis fueron capaces de transferir los MDA a los gazapos hasta un año después de su administración, y sin necesidad de revacunar. En los gazapos, la inmunidad pasiva frente a RHDV-2 producida por la vacuna duró al menos 28 ddv, pero no llegó a 58 ddv (Fig. 1B). Los primeros gazapos sin anticuerpos maternos frente a RHDV-2 se observaron a los 40 ddv (33,33%). A los 58 ddv todos los gazapos fueron seronegativos.



**Figura 1. Anticuerpos maternos frente a RHDV-2 en A) gazapos de 2 días de vida a lo largo de los ciclos reproductivos de las madres y B) a lo largo del crecimiento de los gazapos. Diferencias significativas (\*) (Mann-Whitney U,  $p < 0.05$ ).**

La adopción cruzada (Fig. 2) mostró que la gestación es el periodo donde existe una mayor transferencia de anticuerpos maternos, probablemente por mecanismos transplacentarios. Los gazapos nacidos de madres vacunadas pero amamantados por madres no vacunadas (Grupo AB) no tuvieron alteraciones significativas de los niveles de anticuerpos maternos frente a RHDV-2. Al contrario, los otros gazapos (Grupo BA) no tuvieron niveles significativos de anticuerpos maternos frente a RHDV-2. Por lo tanto, los resultados sugieren que la lactancia tiene poca o ninguna contribución detectable en la transferencia de anticuerpos maternos frente a RHDV-2.



**Figura 2. Anticuerpos maternos frente a RHDV-2 en gazapos de adopción cruzada. Diferencias significativas (a-b) (Mann-Whitney U,  $p < 0.05$ ).**

En conclusión, ERAVAC® demostró que con una sola dosis administrada en la coneja, puede producir una inmunidad maternal frente a RHDV-2 en gazapos, como mínimo durante todo el estudio (351 días post-vacunación). Dichos anticuerpos maternos tienen una duración de mínimo hasta los 28 días de vida del gazapo. Además, esta inmunidad se transmite mayoritariamente por vía transplacental.

**Agradecimientos:** SMU (DIAGNOS lab., HIPRA), Silvia Brodini y Alessandra Previdi (IZSLER).

**Bibliografía:** DeSesso JM, Williams AL, Ahuja A, Bowman CJ, Hurtt ME. 2012. The placenta, transfer of immunoglobulins, and safety assessment of biopharmaceuticals in pregnancy. *Crit Rev Toxicol* 42(3):185-210. ■ Le Gall-Recule G, Zwengelstein F, Boucher S, Le Normand B, Plassiart G, Portejoie Y, Decors A, Bertagnoli S, Guerin JL, Marchandeau S. 2011. Detection of a new variant of rabbit haemorrhagic disease virus in France. *Vet Rec* 168:137-138. ■ OIE. 2012. Rabbit Haemorrhagic Disease Chapter 2.6.2 OIE *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*. Paris, France: OIE, pp 941-955 (version May 2016).

## Efecto de la vacunación en la carga viral y la protección frente a EHC-2

### *Effect of vaccination on viral load and protection against RHDV2*

Sánchez-Matamoros A<sup>1\*</sup>, Woodward M<sup>1</sup>, Navas E<sup>1</sup>, Boix O<sup>1</sup>, Valls L<sup>1</sup>

<sup>1</sup> HIPRA, 17007 Amer (Girona), España. [\\*almudena.sanchez@hipra.com](mailto:almudena.sanchez@hipra.com)

**Abstract:** Vaccination against Rabbit haemorrhagic disease (RHD) is the principal measure available for protection against this lethal virus, although limited scientific information is available. The aim of this study was to assess the clinical course, viral load and survival rate of animals vaccinated with ERAVAC<sup>®</sup> after experimental RHDV2 infection at 6 months post-vaccination (mpv). To this end, 38 rabbits were randomly distributed between two groups; one was vaccinated with ERAVAC<sup>®</sup> and the second one received PBS (control). Control and vaccinated rabbits were challenged with a heterologous virulent RHDV2 strain at 6 mpv and clinically monitored for 7 days. Animals were necropsied and organs and faeces were sampled for detection of the viral load. The results showed that vaccination with ERAVAC<sup>®</sup> provides full protection against mortality after experimental challenge and prevents the spread of RHDV in faeces, as well as the persistence of the virus in major target organs, in RHDV2 infected adult rabbits at 6 mpv. This study contributed to describing the effect of the vaccine on RHDV2 transmission, being the main alternative for RHDV2 control on farms.

### Introducción

La enfermedad hemorrágica del conejo (EHC) es uno de los principales problemas económicos de la cunicultura, especialmente tras la aparición de la cepa variante tipo 2 (EHC-2 o GI.2) en 2010. La principal vía de transmisión de la enfermedad es la vía fecal (Dalton et al., 2018), mientras que la vacunación es la principal herramienta de prevención y control de misma (Le Minor et al., 2019). Sin embargo, se desconoce el efecto de la vacunación en la replicación y propagación de EHC-2 a largo plazo. Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de una vacuna inactivada en la prevención de la enfermedad, en la excreción viral y replicación del virus en el organismo de conejos adultos infectados experimentalmente a los 6 meses de la vacunación (mpv).

### Material y métodos

Treinta y ocho conejos SPF de 35 días de vida, seronegativos a EHC-2, fueron aleatorizados en el grupo vacunados (GV; n = 19) y el grupo control (GC; n = 19). El GV se inmunizó con la vacuna ERAVAC<sup>®</sup> (Laboratorios HIPRA S.A.), siguiendo las recomendaciones del fabricante, mientras que GC se inmunizó con PBS estéril. La eficacia de la vacuna a largo plazo se evaluó mediante la realización de un desafío heterólogo (cepa virulenta aislada de un brote clínico en España) a los 6 mpv. Tras el desafío, los signos clínicos y la mortalidad fueron registrados diariamente durante 7 días post-infección (dpi). La excreción viral se evaluó en las heces de 10 conejos por grupo, mientras que la replicación del virus en los órganos diana (hígado y bazo) tras la necropsia de los animales por muerte natural o sacrificio a los 7 dpi. La cuantificación de la carga viral del virus de la EHC-2 en las diferentes muestras se realizaron mediante RT-qPCR (Duarte et al., 2015).

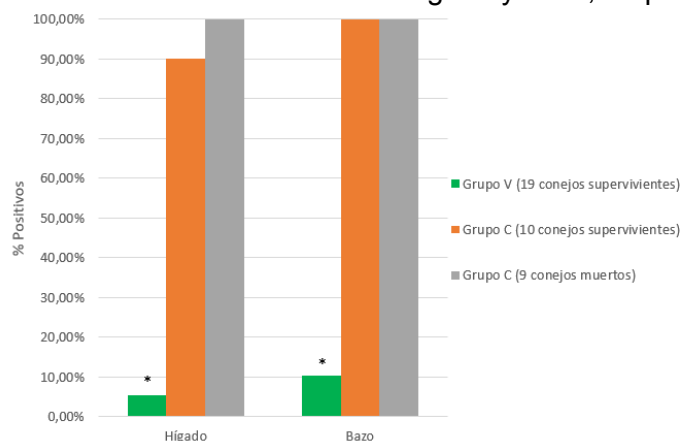
### Resultados y discusión

Todos los conejos vacunados sobrevivieron a la infección sin mostrar ningún síntoma clínico de la enfermedad, a excepción de 1 animal. Por el contrario, los resultados obtenidos en el GC tras la infección con una cepa heteróloga virulenta fueron síntomas clínicos en un 42,10% de los conejos y una mortalidad acumulada del 47,4%. Estos resultados demuestran la severidad de la infección del inóculo utilizado (Le Gall-Reculé et al., 2013) y permiten extrapolar los resultados de protección de la vacuna frente a otros virus de campo.

La evaluación de la replicación vírica en los órganos diana permitió observar que el porcentaje de conejos con presencia de ARN del virus de la EHC-2 en el GV fue significativamente inferior que en el GC para ambos tipos de muestras (test de Fisher,  $p < 0,05$ ). Concretamente, en los animales vacunados no se detectó ARN del virus de la EHC-2 en las muestras de hígado y bazo, a excepción de 1 y 2 animales, respectivamente. Por el contrario, el 95% y 100% de los conejos del



GC presentaron carga viral de EHC-2 en muestras de hígado y bazo, respectivamente (Figura 1).



**Figura 1. Porcentaje de conejos con presencia de ARN del virus de la EHC-2 en el grupo vacunado hígado y bazo tras la infección heteróloga de EHC-2 a 6 mpv.**

Respecto a la carga viral detectada, se observó hasta 261 y 246 veces más carga viral en muestras de hígado y bazo de conejos muertos, respectivamente, que en los supervivientes (test de Student,  $p < 0,001$ ) (Tabla 1). Estos hallazgos están en línea con los resultados obtenidos por autores anteriores (Le Minor et al., 2019; Dalton et al., 2018).

**Tabla 1. Media geométrica de la carga viral en hígado y bazo tras la infección heteróloga de EHC-2 a 6 mpv en los animales con presencia de ARN. La carga viral se calculó como copias de ARN viral/mg de tejido y es expresado como  $\text{Log}^{10}$**

	Carga viral (copias de ARN viral/mg de tejido)	
	Hígado	Bazo
Grupo V (19 conejos supervivientes)	3,96	3,54 ± 0,52
Grupo C (10 conejos supervivientes)	4,13 ± 0,40 <sup>a</sup>	3,98 ± 0,28 <sup>a</sup>
Grupo C (9 conejos muertos)	10,76 ± 0,30 <sup>b</sup>	9,78 ± 0,33 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup>: Diferentes letras en la misma columna significan diferencias significativas entre los datos.

Del mismo modo, el porcentaje de conejos en los que se detectó el virus de la EHC-2 en las heces fue diferente entre ambos grupos. En los conejos no vacunados, el virus se detectó en 60% de los conejos a 2 dpi, 50% de los conejos a 4 dpi y en 44% de los conejos a 7 dpi, mientras que en los conejos vacunados no se detectó el virus en ninguno de los tiempos de estudio. Si analizamos la excreción del virus en las heces, los niveles más altos de ARN viral fueron detectados a los 4 dpi, aunque no mostraron diferencias significativas con la excreción ni a 2 ni a 7 dpi (test de Student,  $p > 0,05$ ). Los hallazgos en los hisopos rectales del GC son similares a los descritos por Dalton et al. (2018). Además, este estudio aporta nueva información sobre la ausencia de diseminación de ARN viral en las heces de conejos vacunados, mostrando que la vacunación previene la propagación del virus de la EHC-2 en granjas, principal vía de transmisión de la enfermedad.

En conclusión, este estudio ha demostrado que la vacunación con ERAVAC® proporcionó una protección completa contra la mortalidad tras la infección experimental y evitó la propagación del virus de la EHC-2 en las heces, así como su persistencia en los principales órganos diana de los animales vacunados a 6 mpv. Este estudio contribuyó a describir el efecto de la vacuna en la transmisión de EHC-2, siendo la principal alternativa para su control en granjas.

**Agradecimientos:** Equipo SMU-DIAGNOS, I+D Soporte y CEYC.

**Bibliografía:** Dalton KP, Balseiro A, Juste RA, Podadera A, Nieceza I, Del Llano D, González R, Martín Alonso JM, Prieto M, Parra F, Casais R. 2018. Clinical course and pathogenicity of variant rabbit haemorrhagic disease virus in experimentally infected adult and kit rabbits: Significance towards control and spread. *Vet Microb* 220:24-32. ■ Duarte MD, Carvalho CL, Barros SC, Henriques AM, Ramos F, Fagulha T, Luís T, Duarte EL, Fevereiro M. 2015. A real time Taqman RT-PCR for the detection of rabbit hemorrhagic disease virus 2 (RHDV2). *J Virol Methods* 219:90-95. ■ Le Gall-Reculé G, Lavazza A, Marchandeu S, Bertagnoli S, Zwingelstein F, Cavadini P, Martinelli N, Lombardi G, Guérin JL, Lemaitre E, Decors A, Boucher S, Le Normand B, Capucci L. 2013. Emergence of a new lagovirus related to Rabbit Haemorrhagic Disease Virus. *Vet Res* 44:81. ■ Le Minor, O, Boucher S, Joudou L, Mellet R, Sourice M, Le Moullec T, Nicolier A, Beilvert F, Sigognault-Flochlay A. 2019. Rabbit haemorrhagic disease: experimental study of a recent highly pathogenic GI. 2/RHDV2/b strain and evaluation of vaccine efficacy. *World Rabbit Sci* 27:143-156.

## Estudio comparativo del casete cromosómico *mec* (SSC*mec*) en cepas de *Staphylococcus aureus* aisladas de conejos

### Comparative study of the cassette chromosome *mec* (SSC*mec*) in *Staphylococcus aureus* strains isolated from rabbits

Moreno-Grúa E<sup>1\*</sup>, Pérez-Fuentes S<sup>1</sup>, Selva L<sup>1</sup>, Arnau A<sup>1</sup>, Penadés JR<sup>2</sup>, Corpa JM<sup>1</sup>, Viana D<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dept. de Producción y Sanidad Animal (PASAPTA), Universidad Cardenal Herrera CEU, 46115 Alfara del Patriarca (Valencia), España. <sup>2</sup> MRC Centre for Molecular Bacteriology and Infection, Imperial College London, SW7 2AZ, UK. \*[elena.moreno3@uchceu.es](mailto:elena.moreno3@uchceu.es)

**Abstract:** The increase of bacteria resistant to antibiotics is a problem, and specifically in *Staphylococcus aureus* one of the most important resistances is to methicillin. This resistance is produced by the acquisition of the mobile genetic element SCC*mec* (staphylococcal chromosomal cassette containing the *mec* gene). In this study, a selection of isolated strains of rabbits was carried out in order to sequence them and to know in depth the SCC*mec* element. Five different types of *mec* cassette (III, IVc, Vc, XI, new type) specific to each ST genotype were obtained. The types of cassettes IVc, Vc and XI found were similar to those described above. However, we found a new type of cassette in a strain type ST2855, and another type of cassette composed of this new SCC*mec* and part of the SCC*mec* type III element. In addition, within this element other resistance genes such as *bla<sub>Z</sub>* and genes for resistance to bleomycin and cadmium were found.

#### Introducción

*Staphylococcus aureus* es una bacteria que afecta a numerosas especies animales entre las que destaca el conejo. En los conejos comerciales *S. aureus* es una de las principales causas de eliminación de las granjas (Rosell y de la Fuente, 2009). Uno de los problemas más importantes a la hora de combatir este patógeno es la gran capacidad que tiene para adquirir múltiples resistencias a los agentes antimicrobianos (Foster, 2017); una de las más importantes es la resistencia a la meticilina. Recientemente se han descrito cepas resistentes a meticilina en granjas de conejos (Moreno *et al.*, 2018). Esta resistencia está mediada por la adquisición del elemento genético móvil SCC*mec* (Ito *et al.*, 1999), el cual, constituye un grupo heterogéneo de elementos genéticos móviles caracterizados por la presencia del complejo *mec*, el complejo *ccr*, y la presencia de repeticiones directas e invertidas en los extremos del SCC*mec*. Los elementos SCC*mec* se clasifican según la combinación de los complejos *mec* y *ccr* (IWG-SCC, 2009). Debido a que el elemento SCC*mec* juega un papel central en las características de resistencia antimicrobiana, epidemiología molecular y evolución de *Staphylococcus aureus* resistentes a meticilina (MRSA), el análisis de las secuencias de SCC*mec* pueden contribuir a conocer el origen y difusión de estas resistencias y mejorar enfoques preventivos y terapéuticos. Por todos estos motivos el objetivo de este trabajo fue el estudio y descripción de SCC*mec* en aislados de *S. aureus* procedentes de conejos.

#### Material y métodos

En este trabajo se secuenciaron 20 cepas de *S. aureus* procedentes de conejos. Esta selección se realizó en base al genotipo y a la presencia del gen *mec*, confirmado por PCR. La secuenciación se llevó a cabo en Edinburg Genomics (Edimburgo, Reino Unido) y posteriormente fueron anotadas y comparadas con otros genomas disponibles mediante RAST (Rapid Annotation using Subsystem Technology, Versión 2.0, <http://rast.nmpdr.org>) (Glass *et al.*, 2010). La comparativa de elementos genéticos móviles se completó mediante los programas BLAST (Basic Local Alignment Search Tool, versión 2.0) del servidor NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) (Altschul *et al.*, 1997) y el programa SnapGene (GSL Biotech LLC, versión 3.2.1, [www.snapgene.com](http://www.snapgene.com)), en base al listado y clasificación llevada a cabo por el Grupo de trabajo internacional sobre elementos cromosómicos en casetes estafilocócicos (<http://www.SCCmec.org>).

## Resultados y discusión

Mediante el estudio de las secuencias completas del elemento SCCmec en cada una de las cepas seleccionadas, se encontraron 5 tipos diferentes de este elemento genético móvil: tipo III, IVc, V, XI y un tipo no descrito hasta la fecha (Tabla 1).

**Tabla 1. Características de SCCmec en las cepas analizadas.**

MLST	CC	Nº muestras	mecA/mecC	Tipo SCCmec	Longitud (kb)	Genes de resistencia
146	5	2	mecA	IVc	28,66	Bleomicina
398	398	5	mecA	Vc	34,11	-
1945	130	2	mecC	XI	32,56	blaZ
2855	96	1	mecC	Nuevo	21,89	blaZ
2855	96	5	mecA y mecC*	III y Nuevo	43,72	blaZ y Cd
4774	130	2	mecC	XI	32,56	blaZ
4998	96	1	mecA y mecC*	III y Nuevo	43,72	blaZ y Cd
5001	96	2	mecA y mecC*	III y Nuevo	43,72	blaZ y Cd

CC: complejo clonal; Cd: Cadmio; blaZ: gen que confiere resistencia a betalactámicos.

Los genotipos ST2855, ST4998 y ST5001, todos ellos del complejo clonal CC96, presentaron un fragmento que se corresponde con la secuencia de SCCmec tipo III descrita en la bibliografía, con *mecA*, pero además presentaron un segundo segmento de SCCmec no descrito hasta la fecha, que contiene *mecC*, lo que hace que estas cepas contengan simultáneamente el gen *mecA* y *mecC* dentro de el mismo SCCmec. Por lo tanto, este tipo de casete encontrado parece ser la combinación de dos casetes diferentes por inserción del SCCmec tipo III incompleto en otro SCCmec desconocido que contiene el gen *mecC*. Esta hipótesis se justifica también porque otro aislado ST2855 analizado presentó como único elemento SCCmec ese segundo segmento no descrito hasta la fecha. El elemento SCCmec tipo IVc se identificó en el genotipo ST146 y el elemento SCCmec tipo V se identificó en el genotipo ST398, ambos portando *mecA*. Por último, se encontraron SCCmec tipo XI con el gen *mecC* en todas las muestras tipo ST1945 y ST4774 (CC130). El SCCmec de las cepas ST4774 aisladas de conejos en granjas resultó ser igual en un 99,9% al de las cepas ST1945 aisladas de conejos silvestres. Esto hace pensar que dicho elemento genético móvil tiene un origen común. Además, se detectó el gen de resistencia *blaZ* dentro del SCCmec en las cepas que presentaron este tipo de casete. Esto se había descrito anteriormente para las cepas pertenecientes al complejo clonal CC130 (Shore *et al.*, 2011), pero no para cepas ST 1945 pertenecientes al complejo clonal CC96 como se ha hallado en este estudio. El gen *blaZ* codifica una betalactamasa y generalmente se encuentra como parte del operón *bla*, que está muy extendido entre bacterias Gram-positivas. La presencia de este gen en una secuencia SCCmec podría indicar un complejo de genes *mec* ancestral en MRSA, como se ha descrito previamente (Baba *et al.*, 2009).

**Agradecimientos:** Ministerio Economía y Competitividad (AGL2014-53405-C2-2-P), Generalitat Valenciana y al Ministerio de Educación y Formación Profesional (contratos predoctorales ACIF/2016/085 y FPU17/02708) y a la Universidad CEU Cardenal Herrera (INDI 18/08).

**Bibliografía:** Altschul SF, Madden TL, Schäffer AA, Zhang J, Zhang Z, Miller W, Lipman DJ. 1997. Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs. *Nucleic Acids Res* 25(17):3389-3402. ■ Baba T, Kuwahara-Arai K, Uchiyama I, Takeuchi F, Ito T, Hiramatsu K. 2009. Complete genome sequence of *Staphylococcus caseolyticus* strain JCSCS5402, reflecting the ancestral genome of the human-pathogenic staphylococci. *J Bacteriol* 191:1180-1190. ■ Foster TJ. 2017. Antibiotic resistance in *Staphylococcus aureus*. Current status and future prospects. *FEMS Microbiol Rev* 41:430-449. ■ Glass EM, Wilkening J, Wilke A, Antonopoulos D, Meyer F. 2010. Using the metagenomics RAST server (MG-RAST) for analyzing shotgun metagenomes. *Cold Spring Harb Protoc* 1:pdb prot5368. ■ Ito, T, Katayama, Y, Hiramatsu, K. 1999. Cloning and nucleotide sequence determination of the entire *mec* DNA of pre-methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* N315. *Antimicrob Agents Chemother* 43:1449-1458. ■ IWG-SCC; International Working Group on the Classification of Staphylococcal Cassette Chromosome Elements Classification of staphylococcal cassette chromosome *mec* (SCCmec). 2009. Guidelines for reporting novel SCCmec elements. *Antimicrob Agents Chemother* 53:4961-4967. ■ Moreno-Grúa E, Pérez-Fuentes S, Muñoz-Silvestre A, Viana D, Fernández-Ros AB, Sanz-Tejero C, Corpa JM, Selva L. 2018. Characterization of livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolates obtained from commercial rabbitries located in the Iberian Peninsula. *Front Microbiol* 9: 1812. ■ Rosell JM, de la Fuente LF 2009. Culling and mortality in breeding rabbits. *Prev Vet Med* 88(2):120-127. ■ Shore AC, Deasy EC, Slickers P, Brennan G, O'Connell B, Monecke S, Ehrlich R, Coleman DC. 2011. Detection of Staphylococcal Cassette Chromosome *mec* Type XI Carrying Highly Divergent *mecA*, *mecI*, *mecR1*, *blaZ*, and *ccr* Genes in Human Clinical Isolates of Clonal Complex 130 Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. *Antimicrob Agents Chemother* 55(8):3765-3773.



## Efecto del tamaño de grupo y el parentesco en el crecimiento y el estrés en conejos de crecimiento

### *Group size and relationship effect on growth and stress parameters of growing rabbits*

Ramón-Moragues A<sup>1\*</sup>, Gonçalves C<sup>2</sup>, Moreno-Pardo JC<sup>2</sup>, Escribano D<sup>3</sup>, Romero T<sup>2</sup>, Torres R<sup>2</sup>, Martínez-Paredes E<sup>2</sup>, Villagrà A<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación CITA-IVIA, 12400, Segorbe, Castellón, España. \*[adramo@etsiamn.upv.es](mailto:adramo@etsiamn.upv.es)

<sup>2</sup> Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universitat Politècnica de València. 46022 Valencia, España

<sup>3</sup> Departamento de Medicina y Cirugía Animal. Universidad de Murcia, 30100 Murcia, España

**Abstract:** The search of alternatives in the use of antibiotics in the fattening of meat rabbits is a need nowadays, since the abuse of antibiotics has caused the appearance of antimicrobial resistance. These alternatives can be related to feeding alternatives, but also to management techniques. In this work, 3 different management techniques have been assessed: feed (with and without antibiotic), cage size (8 animals and 32 animals) and relationships (siblings and no siblings in the same cage). Productive parameters (IC, GMD, IMD, motility, final weight) and hematological parameters (erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, leukocytes, neutrophils, lymphocytes, lymphocytes-neutrophils ratio, platelets) were analyzed. Feed had effect only on IC, GMD, IMD and mortality, and cage and group size affected also productive and hematological parameters, respectively.

### Introducción

El uso de antibióticos en la producción cunícola ha estado condicionado por la enteropatía epizoótica debido a la alta mortalidad producida durante la fase de engorde (Licois et al., 2005). El uso reiterado de los antibióticos ha desembocado en la aparición de resistencias microbianas (Shuyu et al., 2017), con los riesgos que conlleva para la salud animal y humana (Fukuda, 2014). Por eso, es necesario buscar alternativas al uso de antibióticos, como la aplicación de técnicas relacionadas con el manejo de los animales que puede mejorar la capacidad de los animales para afrontar retos y aumentar su resiliencia (Dawkins, 2017). Técnicas como la disminución del tamaño de grupo en el engorde (Dalle Zotte et al., 2009; Paci et al., 2013; Volek et al., 2014), u otras menos estudiadas como el mantenimiento o no de las camadas de hermanos, podrían ser útiles para la reducción del uso de antibióticos. Así, el objetivo de este trabajo es valorar el efecto sobre la producción, mortalidad y algunos parámetros de estrés durante el engorde del uso o no de antibiótico en el pienso, el tamaño del grupo y el parentesco en el alojamiento.

### Material y métodos

Un total de 672 conejos de engorde de la línea LP de la Universitat Politècnica de València, fueron distribuidos en 6 tratamientos distintos, cuatro de ellos en jaulas para 8 animales (I) y dos tratamientos para jaulas de 32 animales (C). Las jaulas I, se subdividieron en jaulas de hermanos (H) y no hermanos (NoH), y éstas a su vez en pienso medicado (M) y sin medicar (SM). En el caso de las jaulas C, sólo se dividieron por el pienso utilizado (M y SM). El pienso utilizado para todos los tipos de jaula tenía la misma composición nutricional (14,5 % PB y 19,8 % FB). El cebo duró 33 días (desde el destete hasta los 64 días de vida) y se utilizaron un total de 15 jaulas para las jaulas I y 6 jaulas para las jaulas C. Semanalmente se registró el peso y la ingestión de los animales, para posteriormente calcular la ganancia media diaria de peso (GMD), la ingestión media diaria (IMD), índice de conversión (IC), y el número de animales con heridas. La mortalidad fue registrada a diario. Además, al inicio y al final del cebo, se obtuvo por exanguinación una muestra de sangre de un animal de cada jaula elegido al azar, para la realización de un hemograma completo. Los resultados obtenidos se analizaron mediante un ANOVA con el programa estadístico Statgraphics Centurion<sup>®</sup>, con los tres factores estudiados como efectos fijos. Además, se analizó mediante la sentencia GENMOD del programa estadístico SAS<sup>®</sup>, la mortalidad total durante el periodo de cebo en función de los factores previamente definidos.

### Resultados y discusión

El uso o no de antibióticos tuvo un efecto significativo en los parámetros productivos y de mortalidad, como se puede observar en la Tabla 1. Los animales que consumieron pienso medicado mostraron una mayor GMD (+3,57 g/día), una mayor IMD (+7,01 g/día) y un menor IC (-0,34) respecto a los animales que consumieron pienso sin medicar. Estas diferencias están muy relacionadas con el pienso medicado (M), ya que mejora el aprovechamiento del alimento por parte de los animales gracias al antibiótico de acuerdo con lo dicho por Allen et al. (2013). Como se observa en la Tabla 1, cuando se comparan los resultados de animales hermanos según el

pienso suministrado, no existen diferencias en los parámetros productivos controlados. Sin embargo, cuando el efecto del pienso se analiza entre animales no hermanos, las jaulas con pienso medicado muestran mejores valores productivos [GMD (+5,61 g/día); IMD (+8,08 g/día); IC (-0,64)], probablemente por una mayor incidencia de trastornos digestivos en la transición leche-pienso cuando se mezclan animales dentro de un ambiente reducido. De hecho, al analizar la mortalidad, se encontraron menores porcentajes de mortalidad (-9%), debido a una menor incidencia de enteropatía epizootica (Licois et al., 2005) con el pienso medicado en general y de -4,28% y -13,73% cuando se suministra en jaulas de hermanos y no hermanos, respectivamente. En cuanto a los parámetros productivos y de mortalidad, no se observaron diferencias significativas para los dos tipos de jaula (8 vs. 32 animales; valores medios respectivamente: GMD: 33,37±0,70 vs. 33,69±1,17; IMD: 86,89±1,76 vs. 92,01±2,93; IC: 3,20±0,12 vs. 3,31±0,19 y Mortalidad: 7,79±2,06 vs. 6,92±3,37). En el caso de las heridas el único factor que obtuvo resultados significativos fue el efecto de la jaula donde las jaulas I obtuvieron una media de 0,994±1,094 frente a las jaulas C con una media 6,167± 1,622, coincidiendo con otros autores como Dalle Zotte et al. (2009); Paci et al. (2013); Volek et al. (2014).

**Tabla 1. Efecto del pienso y su interacción con el parentesco sobre las variables productivas y la mortalidad (valor± error estándar).**

EFECTOS FIJOS		IC	GMD (g/día)	IMD (g/día)	Mortalidad (%)
PIENSO	M	2,94 <sup>a</sup> ±0,10	35,77 <sup>b</sup> ±0,67	90,33 <sup>b</sup> ±1,61	3,19 <sup>a</sup> ±1,77
	SM	3,28 <sup>b</sup> ±0,11	32,20 <sup>a</sup> ±0,70	83,32 <sup>a</sup> ±1,69	12,18 <sup>b</sup> ±1,84
PARENTESCO * PIENSO	HM	3,00 <sup>ab</sup> ±0,15	35,13 <sup>b</sup> ±0,96	90,48±2,32	5,05 <sup>a</sup> ±2,90
	NoHM	2,88 <sup>a</sup> ±0,14	36,41 <sup>b</sup> ±0,93	90,19±2,31	1,29 <sup>a</sup> ±2,89
	HSM	3,03 <sup>ab</sup> ±0,15	33,61 <sup>ab</sup> ±0,99	84,54±2,44	9,33 <sup>b</sup> ±3,06
	NoHSM	3,52 <sup>b</sup> ±0,15	30,80 <sup>a</sup> ±0,99	82,11±2,39	15,02 <sup>b</sup> ±3,00

IMD: ingesta media diaria; GMD: ganancia media diaria; IC: índice de conversión; H: hermanos; NoH: no hermanos; C: jaula de 32 animales; I: jaula de 8 animales; M: pienso medicado; SM: pienso sin medicar. <sup>a,b</sup>: valores con superíndices diferentes en la misma columna dentro de pienso o parentesco\*pienso difieren significativamente (p<0.05).

En el caso de los parámetros sanguíneos solo tuvo efecto significativo el tipo de jaula. Como se puede observar en la Tabla 2, en las jaulas C se obtuvieron valores significativamente más bajos de eritrocitos, leucocitos y hemoglobina, y un valor más alto en el recuento de plaquetas respecto de las jaulas I. Los valores encontrados en la jaula C podrían estar relacionados con un mayor estrés causado por el tamaño de grupo (Archetti et al., 2008) y relacionado con la media de heridas en las jaulas tipo C. Además, de acuerdo a los valores de referencia propuestos por autores como Poljičak-Milas et al. (2009), los animales de las jaulas C tienen valores por debajo de estos rangos para el parámetro de leucocitos.

**Tabla 2. Efecto del tipo de jaula sobre los parámetros hematológicos (valor± error estándar).**

EFECTOS FIJOS	Eritrocitos (x10 <sup>6</sup> cel/μl)	Hemoglobina (g/dl)	Hematocrito (%)	Leu. (x10 <sup>3</sup> cel/μL)	Lin. (%)	Neu. (%)	PLT (x10 <sup>3</sup> cel/μl)
JAULA	C	4,97 <sup>a</sup> ±0,13	10,64 <sup>a</sup> ±0,24	33,64±0,78	3,57 <sup>a</sup> ±0,31	60,75±1,61	26,57±1,32
	I	5,31 <sup>b</sup> ±0,12	11,37 <sup>b</sup> ±0,23	35,11±0,73	4,58 <sup>b</sup> ±0,29	61,95±1,51	26,37±1,24

Leu: leucocitos; Lin: linfocitos; Neu: neutrófilos; PTL: plaquetas. <sup>a,b</sup>: valores con superíndices diferentes en la misma columna dentro del efecto jaula difieren significativamente (p<0.05).

De esta forma se podría concluir que un engorde en tamaños de grupo elevados no afecta a los parámetros productivos, pero sí a los hematológicos, haciendo que el animal sea más susceptible al ambiente. Por otro lado, un engorde en grupos de 8 animales sin mezcla de camadas mejoraría los parámetros productivos sin alterar los hematológicos, además de poder prescindir del uso de antibiótico en el pienso si comparamos los resultados, tanto productivos como de mortalidad.

**Bibliografía:** Allen H, Bandrick M, Casey T, Levine U, Looft T. 2013. Treatment, promotion, commotion: antibiotic alternatives in food-producing animals. *Trends Microbiol* 21:114-11. • Archetti I, Tittarelli C, Cerioli M, Brivio R, Grilli G, Lavazza A. 2008. Serum chemistry and hematology values in commercial rabbits: preliminary data from industrial farms in northern Italy. Proc. 9<sup>th</sup> World Rabbit Congress, 10-30 June 2008, Verona, Italy, 1147-1152 pp. • Dalle Zotte A, Prinež Z, Metzger SZ, Szabó A, Radnai I, Biró-Németh E, Orova Z, Szendrő ZS. 2009. Response of fattening rabbits reared under different housing conditions. 2. Carcass and meat quality. *Livest Sci* 122:39-47. • Dawkins MS. 2017. Animal welfare and efficient farming: is conflict inevitable. *Anim Prod Sci* 57:201-208. • Fukuda K. 2014. Antimicrobial resistance: global report on surveillance. World Health Organization, Geneva. • Licois D, Wyers M, Coudert P. 2005. Epizootic rabbit enteropathy: Experimental transmission and clinical characteristics. *Vet Res* 36:601-613. • Paci G, Prezioso G, D'Agata M, Russo C, Dalle Zotte A. 2013. Effect of stocking density and group size on growth performance, carcass traits and meat quality of outdoor-reared rabbits. *Meat Sci* 93:162-166. • Poljičak-Milas N, Kardum-Skelin I, Vuđan M, Marenjak TS, Ballarin-Perharić A, Milas Z. 2009. Blood cell count analyses and erythrocyte morphometry in New Zealand white rabbits. *Vet Arhiv* 79:561-571. • Shuyu J, Xu-xiang Z, Yu M, Ayanting Z, Li N, Ye L, Zhang T. 2017. Fate of antibiotic resistance genes and their associations with bacterial community in livestock breeding waste water and its receiving river water. *Water Res* 124:259-268. • Volek Z, Chodova D, Tumova E, Volkova L, Kudmova E, Marounek M. 2014. The effect of housing conditions on biceps femoris muscle fibre properties, fatty acid composition, performance and carcass traits of slow-growing rabbits. *World Rabbit Sci* 22:41-49.

## Factores perinatales que afectan la supervivencia de los gazapos

### *Perinatal factors affecting survival of kits*

Ezzeroug R<sup>1\*</sup>, García ML<sup>2</sup>, Belabbas R<sup>1</sup>, Berbar A<sup>1</sup>, Argente MJ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> University Blida1, Biotechnology Laboratory of Animal Reproduction, Institute of Veterinary Sciences, Blida, Algeria. \*[arymvet@hotmail.com](mailto:arymvet@hotmail.com)

<sup>2</sup> Departamento de Tecnología Agroalimentaria, Universidad Miguel Hernández de Elche, Ctra. Beniel km 3.2, 03312 Alicante, Spain.

**Abstract:** The objective of this study was to examine the effect of parity order, season, lactation status, quality of nest, sex, kindling on cage, cannibalism, and weight of kit at birth on its survival in the early hours after delivery. A total of 1696 kits from 77 females of ITELV2006 Synthetic line were used in this study. Kindling on cage effect and kit weight at birth were significant ( $p < 0.001$ ), as well as cannibalism had a significant effect on the survival of kits ( $p \leq 0.05$ ). However, lactation, sex ( $p = 0.10$ ), parity, season, and nest quality ( $p > 0.10$ ) had no effect on survival of kits. When weight at birth was 45 g, survival probability was a 90%, and only 60% if they were born outside the nest. Cannibalism also reduced survival from 25 to 10% in kits with weights between 15 and 75 g. In conclusion, a high weight of kit at birth increases its survival in unfavourable conditions of maternal behaviour.

### Introducción

En conejo, se ha constatado que el peso del gazapo al nacimiento afecta tanto a su posterior crecimiento como a su supervivencia (Bautista et al., 2015). Se han estudiado ampliamente los factores prenatales que condicionan el peso del gazapo al nacimiento, i.e. número de fetos gestados, disponibilidad de espacio uterino, aporte sanguíneo, y posición dentro del cuerno uterino (Argente et al., 2006; Belabbas et al., 2012; Szendro et al., 2019). Sin embargo, la bibliografía es escasa con relación a los factores que actúan en el momento del parto, y pueden afectar a la supervivencia del gazapo en sus primeras horas de vida, especialmente los relacionados con el comportamiento maternal. El objetivo del presente trabajo es analizar los factores orden de parto, estación del año, estado de lactación, calidad del nido, lugar de nacimiento en la jaula, episodios de canibalismo de la hembra, sexo del gazapo, y la variable peso del gazapo sobre la supervivencia en las primeras horas de vida del gazapo.

### Material y métodos

Se recogió el peso al nacimiento en 1696 gazapos de 77 conejas de la línea sintética ITELV2006 (Ezzeroug et al., 2020). Los animales fueron alojados en las instalaciones del Technical Institute of Breeding (ITELV) en Bab Ali (Argelia). Se realizó una regresión Probit para analizar el efecto del peso del gazapo al nacimiento sobre la probabilidad de sobrevivir en las primeras horas de vida. El modelo utilizado para analizar la variable binaria supervivencia del gazapo en las primeras horas de vida incluyó los efectos de orden de parto (con tres niveles: primer parto, segundo parto y tercer parto), estación del año (con tres niveles: otoño, invierno y primavera), estado de lactación (con dos niveles: hembra lactante y no lactante), calidad en la preparación del nido por parte de la hembra (con tres niveles: excelente, adecuado y pobre), sexo del gazapo (con dos niveles: macho y hembra), lugar de nacimiento (con dos niveles: dentro y fuera del nido), episodios de canibalismo de la hembra (con dos niveles: sí y no), y la variable peso del gazapo al nacimiento. Los análisis fueron realizados con el programa SAS (SAS Institute, 2020, versión 9.1.3).

### Resultados y discusión

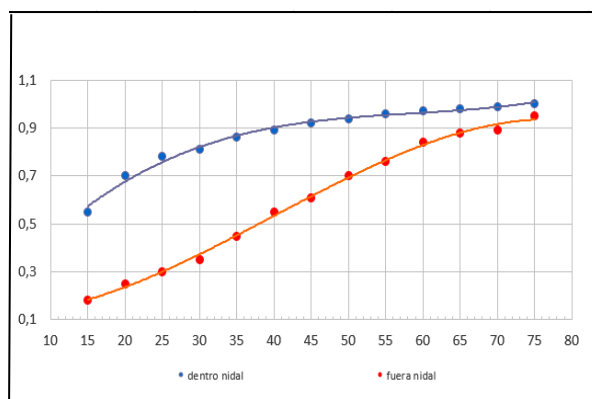
La Tabla 1 muestra la probabilidad de significación para los factores estado de lactación, orden de parto, estación, lugar de nacimiento en la jaula, episodios de canibalismo de la hembra, calidad del nido, sexo del gazapo y la variable peso del gazapo al nacimiento. Solo el lugar de nacimiento, el canibalismo y el peso del gazapo tuvieron un efecto relevante sobre la probabilidad de sobrevivir el gazapo. El peso de los gazapos al nacer fue de 45 g. La Figura 1 muestra que los gazapos que nacen con 45 g tienen una probabilidad de sobrevivir del 90% si nacen dentro del nido, y solo del 60% si nacen fuera del nido. Esta diferencia en supervivencia estaría relacionada

con el grado de desprotección del gazapo al nacer para hacer frente a las temperaturas bajas. El tejido adiposo pardo tiene un importante papel en la respuesta metabólica del animal al frío, y su proporción aumenta con el peso del gazapo al nacimiento (Dawkins y Hull, 1964). Esto explicaría el elevado incremento en la probabilidad de sobrevivir el gazapo que nace fuera del nido al aumentar su peso, y pasar de una probabilidad de sobrevivir del 30% para un peso de 25 g al nacimiento a una probabilidad del 90% para un peso de 65 g al nacimiento. El canibalismo también disminuye entre un 25 y un 10% la supervivencia al nacimiento en gazapos con pesos al nacimiento entre 15 y 75 g, respectivamente (Figura 2).

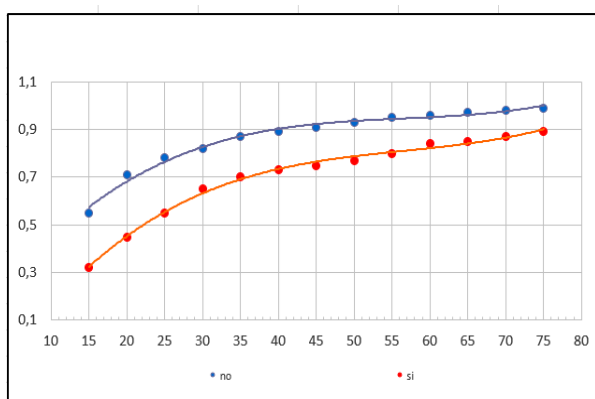
**Tabla 1. Factores relacionados con la supervivencia del gazapo en las primeras horas de nacer.**

Efecto	P
Lactación	0.10
Orden de parto	ns
Estación	ns
Lugar de Nacimiento	<0.001
Canibalismo	0.05
Calidad del nido	ns
Sexo	0.10
Peso del gazapo al nacer	<0.001

ns: no significativo.



**Figura 1. Relación entre el peso al nacimiento (g) y la probabilidad de supervivencia según el lugar de nacimiento.**



**Figura 2. Relación entre el peso al nacimiento (g) y la probabilidad de supervivencia según la concurrencia o no de canibalismo.**

## Conclusión

La supervivencia del gazapo en las primeras horas de vida muestra una relación positiva con su peso al nacer. Un peso elevado del gazapo al nacimiento incrementa su supervivencia en condiciones desfavorables de comportamiento maternal.

**Bibliografía:** Argente MJ, Santacreu MA, Climent A, Blasco A. 2006. Influence of available uterine space per fetus on fetal development and prenatal survival in rabbits selected for uterine capacity. *Livest Sci* 102:83-91. ■ Bautista A, Rödel GH, Monclús R, Juárez-Romero M, Cruz-Sánchez E, Martínez Gómez M, Hudson R. 2015. Intrauterine position as a predictor of postnatal growth and survival in the rabbit. *Physiol Behav* 138:101-106. ■ Belabbas R, Ilès I, Ain-Baziz H, Boumahdi Z, Boulbina I, Benali N, Temim S. 2012. Influence of parity order on available uterine space per fetus, placental and fetal development in rabbits. In 10<sup>th</sup> World Rabbit Congress, World Rabbit Association, Sharm El-Sheikh - Egypt, pp 363- 366. ■ Dawkins RJ, Hull D. 1964. Brown adipose tissue and response of new-born rabbits to cold. *J Physiol* 172: 216-238. ■ Ezzeroug R, Belabbas R, Argente MJ, Berbar A, Diss S, Boudjella Z, Talaziza D, Boudahdir N, Garcia ML. 2020. Genetics correlations for reproductive and growth traits in rabbits. *Can J Anim Sci* 100:317-322. ■ Szendrő Zs, Cullereb M, Atkáric T, Dalle Zotte A. 2019. The birth weight of rabbits: Influencing factors and effect on behavioural, productive and reproductive traits: A review. *Livest Sci* 230: 103841.

## Estudio de la capacidad uterina en dos líneas de conejos Argelinos

### *Study of uterine capacity in two Algerian rabbit lines*

**Belabbas R<sup>1\*</sup>, García ML<sup>2</sup>, AinBaziz H<sup>3</sup>, Berbar A<sup>1</sup>, Argente MJ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *University Blida1, Biotechnology Laboratory of Animal Reproduction, Institute of Veterinary Sciences, Blida, Algeria. \*r\_belabbas@yahoo.fr*

<sup>2</sup> *Departamento de Tecnología Agroalimentaria, Universidad Miguel Hernández de Elche, Ctra. Beniel km 3.2, 03312, Alicante, Spain.*

<sup>3</sup> *Laboratory of Research Health and Animal Production, National Veterinary School, Algiers, Algeria.*

**Abstract:** The aim of this work was to study the uterine capacity in females from synthetic line SS and local population LP. In total, 27 ovariectomized females from SS and 25 from LP were used. Does were slaughtered on d 25 of third gestation. Ovulation rate, number of embryos and alive foetuses, and embryonic, fetal and prenatal survival were collected. Ovulation rate and the number of implanted embryos were significantly higher in does from SS group than in those from LP group (+2.87 ova and +2.51 embryos, respectively,  $P < 0.001$ ). No differences were found for number of implanted and alive foetuses on 25 d of gestation between groups when ovulation rate was included as covariable in model. Does from SS group had a similar embryonic, fetal and prenatal survival, compared to those from LP group. In conclusion, synthetic line SS and local population LP had a similar uterine capacity.

### **Introducción**

La mortalidad prenatal es uno de los principales factores limitantes del tamaño de camada en especies prolíficas como el conejo (Laborda et al., 2011). La mortalidad prenatal está estrechamente relacionada con la capacidad uterina de la hembra (Vallet et al., 2002). La capacidad uterina se define como el número máximo de fetos que una hembra puede llevar al término de la gestación, sin que la tasa de ovulación sea el factor limitante (Christenson et al., 1987). El tamaño de camada en hembras ovariectomizadas unilateralmente se ha utilizado como un estimador de la capacidad uterina, debido a que no hay transmigración embrionaria entre cuernos uterinos en la coneja (Blasco et al., 1994). En Argelia, se creó la línea sintética SS (Gacem y Bolet, 2005). Esta línea tiene un 20% más de tamaño de camada que la población local LP (Sid et al., 2018). La diferencia en tamaño de camada podría estar relacionada con una mayor capacidad uterina en la línea sintética SS que en la población local LP. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la capacidad uterina en hembras de la línea sintética SS y de la población local LP.

### **Material y métodos**

En este experimento se utilizaron 27 hembras de la línea sintética SS y 25 de la población local LP. La población local LP se generó a partir de reproductores de diferentes regiones de Argelia en 1988 (Mefti-Korteb, 2011). La línea SS fue creada a partir del cruce de hembras de la población local LP con machos de la línea 2666 del INRA (Gacem y Bolet, 2005). Después de 4 generaciones de homogeneización, la línea SS fue seleccionada por el tamaño de la camada al nacimiento y el peso a los 75 días durante 3 generaciones (Bolet et al., 2012).

Se extirpó el ovario izquierdo en todas las hembras antes de llegar a su pubertad, mediante una incisión medioventral a las 15 semanas de edad. Las hembras se aparearon por primera vez a las 18 semanas de edad y a los 10 días después del parto. Las hembras fueron sacrificadas en el día 25 de su tercera gestación. Se midió la tasa de ovulación, el número de embriones implantados (estimado como el número de puntos de implantación), el número de fetos vivos a los 25 días de gestación, la supervivencia embrionaria (estimada como el número de embriones implantados dividido por la tasa de ovulación), la supervivencia fetal (estimada como el número de fetos vivos dividido por el número de embriones implantados) y la supervivencia prenatal (estimada como el número de fetos vivos dividido por la tasa de ovulación). El modelo utilizado solo incluyó el efecto de grupo con dos niveles (línea SS y población LP). Se utilizó el procedimiento GLM del paquete SAS para el análisis de las variables recogidas (SAS Institute, 2020).

## Resultados y discusión

La tasa de ovulación de las hembras ovariectomizadas de la línea SS y de la población LP fue similar a la de las hembras intactas (Belabbas et al., 2016). Por lo que el cuerno uterino funcional de las hembras ovariectomizadas fue desafiado con el doble de embriones que el de las hembras intactas, expresando así su capacidad uterina. Este desafío fue mayor en las hembras de la línea SS, al ovular 2,87 óvulos más que las hembras de la población LP (Tabla 1). Debido a su mayor tasa de ovulación, la línea SS implantó más embriones y albergó más fetos a los 25 días de gestación que la población LP. Los valores de las hembras ovariectomizadas de la línea SS estuvieron dentro del rango de valores encontrados en hembras intactas de las líneas maternas francesas (Brun et al., 2006), pero fueron menores a los de las hembras de las líneas maternas españolas (Ragab et al., 2014). Las diferencias en embriones implantados y fetos desaparecieron entre grupos al corregir por la tasa de ovulación. Este resultado indica que el mayor número de embriones implantados y fetos en la línea SS se debe sobre todo a su mayor tasa de ovulación, y no a una diferencia en capacidad uterina. No hubo diferencias en supervivencia embrionaria, fetal y prenatal entre grupos.

**Tabla 1. Tasa de ovulación, embriones implantados, fetos vivos a los 25 días de gestación, supervivencia embrionaria, fetal y prenatal.**

	Línea sintética (n = 27)	Población local (n = 25)	P
Tasa de ovulación (óvulos)	11,07 ± 0,30	8,20 ± 0,31	0,001
Embriones implantados	9,59 ± 0,28	7,08 ± 0,29	0,001
Embriones implantados (TO)	8,78 ± 0,26	7,96 ± 0,27	0,10
Fetos vivos a los 25 d gestación	8,37 ± 0,30	6,64 ± 0,31	0,001
Fetos vivos a los 25 d gestación (TO)	7,78 ± 0,33	7,28 ± 0,35	ns
Supervivencia embrionaria (%)	87,28 ± 2,23	86,81 ± 2,31	ns
Supervivencia fetal (%)	87,83 ± 2,35	93,58 ± 2,44	ns
Supervivencia prenatal (%)	76,73 ± 2,88	81,06 ± 2,99	ns

TO: el modelo incluyó la covariable tasa de ovulación; ns: diferencias no significativas.

## Conclusión

La capacidad uterina fue similar entre la línea sintética SS y la población local LP.

**Bibliografía:** Belabbas R, García ML, Bazi HA, Berbar A, Zitouni G, Lafri M, Bouzouan M, Merrouche R, Ismail D, Boumahdi Z, Benali N, Argente MJ. 2016. Ovulation rate and early embryonic survival rate in female rabbits of a synthetic line and a local Algerian population. *World Rabbit Sci* 24: 275-282. ■ Blasco A, Argente MJ, Haley CS, Santacreu MA. 1994. Relationships between components of litter size in unilaterally ovariectomized and intact rabbit does. *J Anim Sci* 72: 3066-3072. ■ Bolet G, Zerrouki N, Gacem M, Brun JM, Lebas F. 2012. Genetic parameters and trends for litter and growth traits in a synthetic line of rabbits created in Algeria. *En: 10<sup>th</sup> World Rabbit Congress, World Rabbit Science Association, Sharm El-Sheikh, Egypt, pp.195-199.* ■ Brun JM, Theau-Clément M, Esparbié J, Falières J, Saleil G, Larzul C. 2006. Semen production in two rabbit lines divergently selected for 63-d body weight. *Theriogenology* 66: 2165-2172. ■ Christenson RK, Leymaster KA, Young LD. 1987. Justification of unilateral hysterectomy ovariectomy as a model to evaluate uterine capacity in swine. *J Anim Sci* 67:738-744. ■ Gacem M, Bolet G, 2005. Création d'une lignée issue du croisement entre une population locale et une souche européenne. *En: 11<sup>èmes</sup> Journées de le Recherche Cunicole, Paris, (France), 29-30 Novembre, pp. 15-18.* ■ Laborda P, Mocé ML, Santacreu MA, Blasco A. 2011. Selection for ovulation rate in rabbits: Genetic parameters, direct response, and correlated response on litter size1. *J Anim Sci* 89: 2981-2987. ■ Mefti-Korteb H. 2011. Caractérisation zootechnique et génétique du lapin local (*Oryctolagus cuniculus*). Thèse de Doctorat. Université Saad Dahlab de Blida. ■ Ragab M, Sánchez JP, Mínguez C, Vicente JS, Baselga M. 2014. Litter size components in a full diallel cross of four maternal lines of rabbits. *J Anim Sci* 92: 3231-3236. ■ SAS Institute. 2020. SAS/STAT® User's Guide (Release 9.1.3). ■ Sid S, Benyoucef MT, Mefti-Korteb H, Boudjenah H. 2018. Performances de reproduction des lapines de souche synthétique et de population blanche en Algérie. *Livest Res Rural Dev* 30 (7). ■ Vallet KL, Klemcke HG, Christendon RK. 2002. Interrelationships among conceptus size, uterine protein secretion, fetal erythropoiesis, and uterine capacity. *J Anim Sci* 80: 729-737.



## Inicio de un programa de selección de una línea maternal de conejos

### *Initiation of a selection program of a maternal line of rabbits*

**Ait Lhadi A<sup>1\*</sup>, Argente MJ<sup>3</sup>, Ghazlane F<sup>1</sup>, Rebia A<sup>2</sup>, Zitouni Gh<sup>2</sup>, Sais M<sup>2</sup>, Nadjemi H<sup>2</sup>, Boudjella Z<sup>2</sup>, Boudahdir N<sup>2</sup>, Diss S<sup>2</sup>, Talaziza D<sup>2</sup>, Abdesslam L<sup>2</sup>, Zebbiche Z<sup>2</sup>, García ML<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Département des Productions Animales, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Avenue Hassan Badi, El Harrach, 16200, Alger, Algérie.*

<sup>2</sup> *Département des Monogastriques, Institut Technique des Elevages, ITELV, les zouines BP 03/A. 16000 Birtouta, Alger, Algérie.*

<sup>3</sup> *Departamento de Tecnología Agroalimentaria, Universidad Miguel Hernández de Elche, Ctra. Beniel km 3.2, 03312 Alicante, España. \*[aziza\\_aitlhadi@yahoo.fr](mailto:aziza_aitlhadi@yahoo.fr)*

**Abstract:** The ITELV2006 line has been selected for both litter size at birth and weight at 75 days for 3 generations. Subsequently, the line has been maintained in discrete generations without selection. Recently, new selection strategies for litter size are being studied. The objective of this study is the reproductive characterization of base population of the maternal line. A total of 273 parities from 101 females were measured. Litter size at birth, number of born alive, number of dead and weaned number were reordered. The model included farm, season (summer and winter), physiological status (nulliparous, lactating and no lactating) and doe permanent effects. Bayesian methodology were used. Litter size at birth, the number of kits born alive and at weaning were lower in summer than in winter (-2.0, -2.0 and -1.0 kits, respectively). Nulliparous and lactating does at mating showed more total kits born (+0.8, +0.5 kits) and born alive (+1.3, +0.8 kits) than non-lactating does. The number of weaned was similar in all physiological status. In conclusion, both season and physiological status at mating affect litter size. These results imply that litter size will have to be corrected for these effects for the application of a genetic improvement program.

### Introducción

La cunicultura representa una valiosa fuente de proteína animal debido a la prolificidad de la especie cunícola y la calidad de sus productos. En 2003, en el marco de un proyecto de cooperación INRA de Toulouse (Francia) y el instituto técnico de cría de Argelia (ITELV), se creó una línea sintética de conejos (ITELV2006) y se comenzó un programa de mejora genética. El criterio de selección fue el tamaño de la camada al nacimiento y el peso a los 75 días (Bolet et al., 2012). Después de 3 generaciones de selección, la línea ha sido mantenida en generaciones discretas sin selección, pero evitando la consanguinidad. Recientemente, Ezzeroug et al. (2020) estimó una elevada correlación negativa entre los caracteres de crecimiento y reproductivos. Por ello, se ha iniciado un programa de mejora genética solo por caracteres reproductivos en la línea ITELV2006. El objetivo de este estudio es caracterizar reproductivamente la población base sobre la que se planteará el programa de selección.

### Material y métodos

Se analizaron un total de 273 partos de 101 conejas de la línea sintética ITELV2006, registrados entre junio del 2019 y febrero del 2020. Los caracteres estudiados son el número de nacidos totales, nacidos vivos, nacidos muertos y el número de destetados. El manejo reproductivo es semi-intensivo y la lactación dura 30 días. Los datos se analizaron utilizando el siguiente modelo:  $y_{ijklmn} = m + N_i + E_j + T_k + p_{ijkm} + e_{ijklmn}$ . Donde  $y_{ijklmn}$  es el carácter estudiado,  $m$  es la media general,  $N_i$  es el efecto nave ( $i = 2$  niveles),  $E_j$  es el efecto estación de la monta ( $j =$  invierno, verano),  $T$  es el efecto estado fisiológico de la hembra ( $k =$  nulíparas, lactantes y no lactantes),  $p_{ijkm}$  es el efecto permanente de la hembra y  $e_{ijklmn}$  es el residuo. El modelo de nacidos vivos, nacidos muertos y destetados se realizó también incluyendo la covariable nacidos totales. Se utilizó metodología bayesiana para estimar las diferencias entre los niveles de los efectos de estación y estado fisiológico (Programa Rabbit, desarrollado por el Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Valencia, España).

### Resultados y discusión

La Tabla 1 muestra las distribuciones marginales posteriores de las diferencias entre el verano y el invierno ( $D_{V-I}$ ) para los tamaños de camada. En verano, el número de nacidos totales ( $D_{V-I} = -2.0$ ;

$p=1$ ), nacidos vivos ( $D_{V-I} = -2.0$ ;  $p=1$ ) y número de destetados ( $D_{V-I} = -1.0$ ;  $p=0.99$ ) es menor que en el invierno. Las diferencias para nacidos vivos y número de destetados no son diferentes de cero cuando se incluye la covariable nacidos totales (datos no mostrados). No se han observado diferencias para los nacidos muertos.

**Tabla 1. Efecto de la estación de la monta sobre los tamaños de camada.**

Carácter	V	I	$D_{V-I}$	HPD <sub>95%</sub>	P
NT	7.7	9.7	-2.0	[-2.8, -1.1]	1
NV	6.9	8.9	-2.0	[-2.9, -1.1]	1
NM	0.8	0.7	0.1	[-0.4, 0.4]	0.55
ND	6.1	7.1	-1.0	[-1.9, -0.2]	0.99

NT: Nacidos Totales, NV: Nacidos vivos, NM: Nacidos muertos, ND: Numero de destetados, V: Verano, I: Invierno,  $D_{V-I}$ : Diferencia, HPD<sub>95%</sub>: región de alta densidad posterior al 95%, P: probabilidad de que la diferencia sea >0 cuando  $D_{V-I} > 0$  o sea <0 cuando  $D_{V-I} < 0$ .

Las hembras nulíparas y las hembras lactantes presentaron 9.0 y 8.8 gazapos nacidos totales al parto (Tabla 2). Estos resultados se mantienen para el número de gazapos nacidos vivos y muertos, presentando 8.5 y 0.6 gazapos las hembras nulíparas y 8.1 y 0.7 gazapos las hembras lactantes. Las hembras no lactantes mostraron 0.7 ( $p=0.94$ ) y 0.5 ( $p=0.88$ ) gazapos menos al parto que las hembras nulíparas y lactantes, respectivamente. Resultados similares presentaron el número de nacidos vivos y muertos. Cuando el covariable número de gazapos nacidos totales se incluye en el modelo, no se observan diferencias entre los diferentes estados fisiológicos. El número de destetados fue similar en todos los estados fisiológicos.

**Tabla 2. Efecto del estado fisiológico de la hembra a la monta sobre los tamaños de camada.**

Carácter	N	L	NL	N-L		N-NL		L-NL	
				D, HPD <sub>95%</sub> , p	D, HPD <sub>95%</sub> , p	D, HPD <sub>95%</sub> , p	D, HPD <sub>95%</sub> , p		
NT	9.0	8.8	8.3	0.2, [-0.5; 1.1], 0.74	0.7, [-0.2; 1.9], 0.94	0.5, [-0.36; 1.3], 0.88			
NV	8.5	8.1	7.3	0.4, [-0.5; 1.3], 0.79	1.2, [0.1; 2.4], 0.98	0.8, [-0.1; 1.7], 0.96			
NM	0.6	0.7	1.0	-0.1, [-0.5; 0.3], 0.67	-0.4, [-0.9; 0.1], 0.96	-0.3, [-0.8; 0.1], 0.95			
ND	6.7	6.8	6.5	-0.1, [-0.9; -0.8], 0.57	0.2, [-0.9; 1.2], 0.65	0.3, [-0.6; 1.2], 0.73			

NT: Nacidos Totales, NV: Nacidos vivos, NM: Nacidos muertos, ND: Numero de destetados, N: Nulíparas, L: Lactantes, NL: No lactantes HPD<sub>95%</sub>: región de alta densidad posterior al 95%, p: probabilidad de que la diferencia sea >0 cuando  $D > 0$  o sea <0 cuando  $D < 0$

El tamaño de camada al nacimiento y al destete en la generación base fue mayor que en las poblaciones locales argelinas (Belabbas et al., 2016; Sid et al., 2018) y menor que en las líneas maternas europeas (Ragab y Baselga 2011; Theau-Clément et al., 2012). El estrés térmico afecta negativamente al tamaño de camada desde el nacimiento hasta el destete (Zerrouki et al., 2014). Las hembras pueden solapar la lactación con la gestación sin mermar su capacidad productiva, pues presentan mayores tamaños de camada que las hembras no lactantes. En conclusión, tanto la estación del año como el estado fisiológico de la coneja en el momento de la monta afectan al tamaño de la camada. Estos resultados implican que los datos de tamaño de camada tendrán que ser corregidos por estos efectos para la aplicación de un programa de mejora genética.

**Bibliografía:** Belabbas R, García ML, Ainbaziz H, Berbar A, Zitouni G, Lafri M, Bouzouan M, Merrouche R, Ismail D, Boumahdi Z, Benali N, Argente MJ. 2016. Ovulation rate and early embryonic survival rate in female rabbits of a synthetic line and a local algerian population. *World Rabbit Sci* 24:275-282. ■ Bolet G, Zerrouki N, Gacem M, Brun JM, Lebas F. 2012. Genetic parameters and trends for litter and growth traits in a synthetic line of rabbits created in Algeria. En: 10<sup>th</sup> World Rabbit Congress. Sharm El-Sheikh, Egypt, pp 195-199. ■ Ezzeroug R, Belabbas R, Argente MJ, Berbar A, Diss S, Boudjella Z, Talaziza D, Boudahdir N, García ML. 2020. Genetic correlations for reproductive and growth traits in rabbits. *Can J Anim Sci* 100:317-322. ■ Ragab M, Baselga M. 2011. A comparison of reproductive traits of four maternal lines of rabbits selected for litter size at weaning and founded on different criteria. *Livest Sci* 136:201-206. ■ Sid S, Benyoucef MT, Mefti-Korteby H, Boudjenah H. 2018. Performances de reproduction des lapines de souche synthétique et de population blanche en Algérie. *Livest Res Rural Dev* 30:7. ■ Theau-Clément M, Weissman D, Davoust C, Galliot P, Souchet C, Bignon L, Fortun-Lamothe L, 2012. Productivity and body composition of rabbit does subject to three breeding systems. En: 10<sup>th</sup> World Rabbit Congress. Sharm El-Sheikh, Egypt, pp 401-405. ■ Zerrouki N, Lebas F, Gacem M, Meftah I, Bolet G. 2014. Reproduction performances of a synthetic rabbit line and rabbits of local population in Algeria, in 2 breeding locations. *World Rabbit Sci* 22: 269-278.



## Efecto de la restricción alimentaria como alternativa al uso de antibióticos en explotaciones sin ambiente controlado

### *Effect of feed restriction as an alternative to the use of antibiotics in non-controlled environment farms*

Pascual M<sup>1</sup>, Martin E<sup>3</sup>, Fabre C<sup>3</sup>, Garreau H<sup>2</sup>, Gilbert H<sup>2</sup>, Piles M<sup>1</sup>, Sánchez M<sup>1</sup>, Sánchez JP<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IRTA, Torre Marimon, 08140 Caldes de Montbui, Barcelona, Spain. <sup>2</sup> GenPhySE, Université de Toulouse, INRAE, ENVT, F-31326, Castanet Tolosan, France. <sup>3</sup> GUCO. Grupo Arcoiris, Ctra. de Beceite km 23, 44580 Valderrobres, Teruel, Spain. \*[mariam.pascual@irta.es](mailto:mariam.pascual@irta.es)

**Abstract:** The effect of feed restriction and antimicrobials on production performance during fattening was studied in 987 young rabbits reared at eight rabbit per cage in a non-controlled environment farm. Between 35 (weaning) and 63 days of age, animals were fed: ad libitum feeding with medicated feed (AdLibMed); ad libitum feeding with no medicated feed (AdLibNoMed); restricted feeding with medicated feed (RestrMed); or restricted feeding with no medicated feed (RestrNoMed). All animals were fed ad libitum with no medicated feed between 63 and 70 days of age. The level of feed offered under restriction was theoretically 80% of the feed intake observed in groups fed ad libitum but variations in environmental temperature along the trial led to a final effective level of 84%. Overall mortality was low (3.88% to 9.30%). Group AdLibNoMed had lower average daily gain and not significant but relevantly higher mortality than group AdLibMed. Group RestrNoMed did not have lower mortality rate than group AdLibNoMed. Results indicate that feed restriction might not be the best alternative to producing without antibiotics when feed intake is highly conditioned to environmental changes and mortality is low.

#### Introducción

Las granjas de producción de conejos suelen verse afectadas por trastornos digestivos, especialmente desde la extensión de la enteropatía epizootica del conejo (ERE). Esta enfermedad provoca altos niveles de morbilidad y mortalidad durante el período de engorde. Aún no se ha identificado el agente causal y la incidencia de la enfermedad se ha controlado parcialmente mediante el uso de antibióticos (Carabaño et al., 2018). La creciente aparición de nuevas bacterias resistentes a los antibióticos ha obligado a reducir el uso de antibióticos tanto en la salud humana como en la producción ganadera. El menor uso de estas sustancias podría aumentar la incidencia de ERE y otras enfermedades. La restricción alimenticia después del destete se ha propuesto como alternativa al uso de antibióticos ya que reduce la mortalidad y la morbilidad en condiciones experimentales controladas (Gidenne et al., 2012; Piles et al., 2017). Sin embargo, hay granjas comerciales con ambiente no controlado en las que las variaciones de temperatura podrían influir en el patrón de consumo de alimento de los animales. El objetivo del estudio es analizar el efecto del uso de piensos sin antibióticos y el uso de la restricción alimenticia como alternativa a los antibióticos en conejos criados en una granja sin ambiente controlado.

#### Material y métodos

El ensayo se desarrolló en una explotación comercial sin control ambiental entre agosto y noviembre de 2019, con temperaturas máximas entre 10,2 y 31,4°C y mínimas entre 5,9 y 14,6°C. Se utilizaron un total de 987 conejos procedente de un cruce a tres vías. A los 35 días de vida (destete) se alojaron en jaulas de ocho individuos y se clasificaron en cuatro grupos que recibieron diferentes regímenes de alimentación hasta los 63 días de vida: AdLibMed, alimentado ad libitum con pienso medicado; AdLibNoMed, alimentado ad libitum sin pienso medicado; RestrMed, alimentado bajo restricción con pienso medicado; y RestrNoMed, alimentado bajo restricción sin alimento medicado. De 63 a 70 días de vida todos los grupos fueron alimentados ad libitum sin pienso medicado. La medicación del pienso fue Valnemulina 40 ppm, Oxitetra 400 ppm y un coccidiostático. La cantidad de alimento ofrecida a los animales restringidos se calculó semanalmente como 80% de la cantidad de alimento consumido en la semana anterior por los compañeros de lote alimentados ad libitum aumentado en un 10% para corregir por el aumento del consumo con el peso corporal. La ganancia diaria promedio y el consumo de pienso se analizaron mediante ANOVA utilizando un modelo con el régimen de alimentación (dos niveles; ad

libitum o restringido), la medicación (dos niveles; medicado, no medicado), y la línea paterna (5 niveles) y la interacción entre régimen de alimentación y medicación como efectos fijos. Las diferencias entre los grupos se probaron estadísticamente utilizando el método de diferencia significativa honesta de Tukey (Tukey HSD). Las diferencias en la mortalidad entre los grupos se probaron estadísticamente utilizando pruebas de chi-cuadrado.

### Resultados y discusión

Durante el primer período post destete (35 a 63 días de vida), los conejos alimentados ad libitum con pienso no medicado (grupo AdLibNoMed) tuvieron una ganancia diaria promedio más baja que los animales alimentados ad libitum con alimento medicado (grupo AdLibMed). Las diferencias giraron al final del período de engorde (63 a 70 días de vida), cuando ambos grupos se alimentan sin medicación, pero los resultados obtenidos durante el conjunto de todo el período de engorde fueron similares a los observados durante el primer período. La mortalidad durante todo el período no difirió significativamente entre los grupos, aunque la diferencia podría considerarse relevante (-3,37 AdLibMed vs. AdLibNoMed). Todos estos resultados indican que, tal como era de esperar, la eliminación de antibióticos sin la aplicación de ninguna estrategia alternativa para reducir la mortalidad empeoraría la productividad y el estado de salud de los conejos.

Se ha observado que la restricción reduce la morbilidad y la mortalidad (Gidenne et al., 2012). Sin embargo, la restricción no disminuyó la mortalidad en nuestro ensayo, probablemente debido a los bajos niveles de mortalidad observados en el estudio (7,62% para ad libitum y 6,12% para restricción) en comparación con los rangos obtenidos en otros estudios sobre restricción alimentaria (de 12,5 a 21,6% en animales alimentados ad libitum; Gidenne et al., 2012). Por otro lado, los animales alimentados bajo restricción mostraron un crecimiento compensatorio durante la alimentación ad libitum pero el crecimiento fue limitado y no permitió alcanzar el peso que obtienen animales alimentados ad libitum durante todo el engorde.

El nivel medio de restricción fue del 84,2% de la ingesta ad libitum, pero osciló entre el 72% y el 100% a lo largo del ensayo debido a cambios en la temperatura ambiental que dificultaron el establecimiento de la cantidad de alimento para los animales en condiciones restringidas. Estos resultados junto a la baja mortalidad nos pueden llevar a concluir que la restricción de pienso podría mejorar la productividad solo en condiciones donde la ingesta de alimento no está muy influenciada por cambios en la temperatura ambiental y la mortalidad es alta.

**Tabla 1. Ganancia diaria promedio e ingestión diaria de pienso en conejos de engorde criados en una granja de ambiente no controlado bajo diferentes estrategias de alimentación.**

	AdLibMed	AdLibNoMed	RestrMed	RestrNoMed
Ganancia Media Diaria (g/d)				
35 a 63 días de vida	38.9 <sup>c</sup>	36.8 <sup>b</sup>	34.5 <sup>a</sup>	33.1 <sup>a</sup>
63 a 70 días de vida	34.9 <sup>a</sup>	37.6 <sup>b</sup>	33.3 <sup>a</sup>	35.2 <sup>a</sup>
35 a 70 días de vida	38.5 <sup>c</sup>	37.2 <sup>b</sup>	34.4 <sup>a</sup>	33.8 <sup>a</sup>
Consumo diario de pienso (g/d)				
35 a 63 días de vida	105.3 <sup>b</sup>	101.2 <sup>b</sup>	87.4 <sup>a</sup>	86.7 <sup>a</sup>
63 a 70 días de vida	133.3	132.7	130.9	132.2
35 a 70 días de vida	110.9 <sup>b</sup>	107.5 <sup>b</sup>	96.1 <sup>a</sup>	95.8 <sup>a</sup>

AdLibMed: ad libitum con pienso medicado de 35 a 63 días de vida (d); AdLibNoMed: ad libitum con pienso no medicado de 35 a 63 d; RestrMed: bajo restricción con pienso medicado de 35 a 63 d; RestrNoMed: bajo restricción con pienso no medicado de 35 a 63 d. Todos los grupos fueron alimentados ad libitum con pienso no medicado de 63 a 70 d. Los datos con diferentes superíndices en la misma fila son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

**Agradecimientos:** El estudio ha sido realizado dentro del marco del proyecto Feed-a-Gene financiado por la Unión Europea (H2020 Programme under Grant Agreement EU 633531).

**Bibliografía:** Carabaño R, Badiola I, Chamorro S, García J, García-Ruiz AI, García-Rebollar P, Gómez-Conde MS, Gutiérrez I, Nicodemus N, Villamide MJ, de Blas JC. 2008. Review. New trends in rabbit feeding: influence of nutrition on intestinal health. *Span J Agric Res* 6:15-25. ■ Gidenne T, Combes S, Fortun-Lamothe L. 2012. Feed intake limitation strategies for the growing rabbit: effect on feeding behaviour, welfare, performance, digestive physiology and health: a review. *Animal* 6(9):1407-1419. ■ Piles M, David I, Ramon J, Canario L, Rafel O, Pascual M, Ragab M, Sánchez JP. 2017. Interaction of direct and social genetic effects with feeding regime in growing rabbits. *Gen Sel Evol* 49(1):58.

## Factores que influyen en la viabilidad económica y financiera de la cunicultura en el Estado de México, México

### *Factors that influence the economic and financial viability of rabbit farming in the State of Mexico, Mexico*

Manjarrez-Martínez NR<sup>1\*</sup> Sagarnaga-Villegas LM<sup>1</sup> Salas-González JM<sup>1</sup> Martínez-González EG<sup>1</sup> Montero-Vicente L<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), Universidad Autónoma Chapingo, 56230, Texcoco, Estado de México, México. <sup>2</sup> Departamento de Economía y Ciencias Sociales, Universidad Politécnica de Valencia, camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España. \*[nestor.manjarrez@ciestaam.edu.mx](mailto:nestor.manjarrez@ciestaam.edu.mx)

**Abstract:** This study aimed to analyse the factors that influence the costs and income of rabbit production, with emphasis on the adoption of Good Rabbit Practices (GRP). For the analysis, the technique of producer panels was used and descriptive information was obtained from three Representative Production Units (RPU) of 20, 40 and 80 bellies. Questionnaires were applied to 30 rabbit farmers to determine the Good Practices Adoption Index (GPAI). In the RPU analysed, the concept of food is the main cost of production (65 to 83%); the medium-scale RPU (40 bellies) is the most profitable. All three RPU are financially and economically viable. The general GPAI is low (0.45), rabbit farmers adopt GP that facilitate production, feeding, durability of housing materials and equipment. There are significant differences ( $P < 0.05$ ) in the average GPAI of group I (0.22), in relation to group II (0.45) and III (0.68). In conclusion, the cost of feed is the main factor that directly influences the profitability of farms. Rabbit farmers adopt GRP that have a direct influence on production costs.

### Introducción

La producción de conejos está vinculada al medio rural como una actividad económica importante, puede contribuir a reducir la pobreza, el hambre y la desnutrición (Baviera-Puig et al., 2017). En México, el 95% de la cunicultura es de traspatio, con baja tecnificación y manejo productivo deficiente; solo el 5% de las granjas cuentan con sistemas intensivos (SAGARPA, 2015). Olivares et al. (2009), señalan que la mayoría de las granjas carecen de registros productivos, de costos e ingresos que les impide tener una visión clara sobre la rentabilidad, por lo que se toman decisiones en un ambiente de desconocimiento, incertidumbre y riesgo. El objetivo de este estudio fue analizar los factores que influyen en costos e ingresos de la cunicultura en el Estado de México, con énfasis en la adopción de Buenas Prácticas Cunicolas (BPC).

### Material y métodos

Se modelaron 3 Unidades Representativas de Producción (URP) correspondientes a las escalas típicas de 20, 40 y 80 vientres. La información se recabó a través de la técnica de paneles de productores en 2019, en la que se incluyeron parámetros técnicos, uso de insumos, factores de producción, costos e ingresos; con la cual se estimó la viabilidad económica y financiera de las granjas. Para el análisis se utilizó la metodología de la American Agricultural Economics Association's Task Force (AAEA) (2000), la cual fue adaptada para México por Sagarnaga et al. (2014). En el análisis financiero se consideran los costos desembolsados y la depreciación, mientras que para el análisis económico, se incluye el costo de oportunidad de los factores de producción (tierra, mano de obra y capital). Complementariamente, se aplicó una encuesta a 30 cunicultores seleccionados mediante muestreo bola de nieve para determinar el Índice de Adopción de Buenas Prácticas (InABP), adaptado a partir del Índice de Adopción de Innovaciones (InAI), propuesto por Muñoz et al. (2004).

### Resultados y discusión

En el análisis de los costos e ingresos totales de la URP, el concepto de alimentación es el más alto en las tres URP, representa del 65.93% al 79.38% del total de costos. Al respecto Gidenne et al. (2017), reportaron que los costos de alimentación contribuyen hasta el 60% de los costos totales en la producción de conejo. La URP de mayor escala (80 vientres) es la que obtiene mayores ingresos totales y netos (Tabla 1); sin embargo, al estimar los ingresos netos por vientre,

se observa que la URP de 40 es la que presenta mayores ganancias por vientre productivo y mejor relación Beneficio/Costo (1.63). En esta URP, se utiliza mano de obra familiar y asalariada, en menor proporción, por lo que se contempla un monto bajo en este concepto. Las tres URP son financieramente viables, lo que indica que cubren sus obligaciones de corto y mediano plazo.

**Tabla 1. Análisis de costos e ingreso de las URP (pesos totales por URP y por vientre al año).**

Ingreso total	20 vientres		40 vientres		80 vientres	
	Financiero	Económico	Financiero	Económico	Financiero	Económico
Ingreso total	99935.00	104615.20	233252.71	237932.71	507728.15	518128.15
Costo total	70745.00	104283.00	143344.15	220446.51	334401.89	486552.56
Ingreso neto	29190.00	333.00	89908.56	17486.21	173326.26	31575.59
<b>Ingresos/vientre</b>						
Ingreso total	4997.00	5231.00	5831.00	5948.00	6347.00	6477.00
Costo total	3527.00	4887.00	3569.00	5189.00	4168.00	5613.00
Ingreso neto	1470.00	344.00	2263.00	759.00	2179.00	864.00
Relación B/C	1.42	1.07	1.63	1.14	1.52	1.15

En la adopción de BPC, el InABP general es bajo (0.45), lo que indica que las BP adoptadas en las granjas son pocas; las URP de mayor escala productiva adoptan BP con mayor frecuencia; existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en el InABP promedio del grupo I (0.22), con relación al grupo II (0.45) y III (0.68). Los cunicultores adoptan con mayor frecuencia las BP que favorecen el manejo operativo, sobre todo aquellas que facilitan la producción, alimentación, durabilidad de los materiales de alojamiento y equipo (Tabla 2). La categoría tres (BPP en la alimentación) presenta diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en el InABP entre los tres grupos. En este contexto, Martínez-González et al. (2017), reportaron que en la adopción de innovaciones influyen las características propias del productor, de las innovaciones y las atribuibles a los sistemas de producción.

**Tabla 2. Índice de adopción de buenas prácticas de los tres grupos analizados.**

Buenas Prácticas	Grupo I (20 vientres)	Grupo II (40 vientres)	Grupo III (80 vientres)	Promedio
1. Ubicación y diseño de la unidad de producción.	0.43 a	0.50 a	0.63 a	0.52
2. Características de alojamiento y equipo	0.51 a	0.77 b	0.87 b	0.72
3. Buenas prácticas pecuarias en la alimentación	0.25 a	0.63 b	0.83 c	0.57
4. Medidas de bioseguridad	0.04 a	0.11 a	0.54 b	0.23
5. Manejo sanitario, buen uso y manejo de fármacos	0.00 a	0.33 b	0.56 b	0.30
6. Programa de eliminación de desechos	0.09 a	0.35 b	0.68 b	0.37
InABP Promedio Global	0.22 a	0.45 b	0.68 b	0.45

a,b,c: Diferentes literales por fila indican diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) según la prueba U - de Mann Whitney.

En conclusión, el costo de alimentación influye de manera directa en la rentabilidad de las granjas, representan el mayor porcentaje de los costos totales de las tres URP analizadas. Los cunicultores adoptan las buenas prácticas que consideran importantes, que facilitan el manejo y las que influyen de manera directa en los costos de producción. Las BPC favorecen el manejo eficiente de los sistemas de producción cunícola y el índice de adopción aumenta a medida que aumenta el número de vientres productivos en las granjas y los ingresos que aporta la actividad. El 89 % de las BPC incrementan los costos de producción, debido a que en su implementación se deben realizar inversiones en infraestructura, equipo, mano de obra e insumos. El 70% de estas BP aumentan el rendimiento de las granjas y favorecen la disminución de la mortalidad.

**Bibliografía:** Baviera-Puig A, Buitrago-Vera J, Escriba-Perez C, Montero-Vicente L. 2017. Rabbit meat sector value chain. *World Rabbit Sci* 25:95-108. ■ Gidenne T, Garreau H, Drouilhet L, Aubert C, Maertens L. 2017. Improving feed efficiency in rabbit production, a review on nutritional, technico-economic, genetic and environmental aspects. *Anim Feed Sci Technol* 225:109-122. ■ Martínez-González EG, Aguilar-Avila J, Aguilar-Gallegos N, García-Sánchez EI, Olvera-Martínez JA, Santoyo-Cortés H. 2017. Adopción de buenas prácticas de producción de miel en Yucatán, México. *Livest Res Rural Develop* 29:1-7. ■ Muñoz RM, Rendón MR, Aguilar AJ, García JG, Altamirano JR. 2004. *Redes de Innovación: Un acercamiento a su identificación, análisis y gestión para el desarrollo rural* (Primera). Fundación PRODUCE Michoacán A.C./Universidad Autónoma Chapingo. ■ Olivares PR, Gómez MA, Schwentesius RR, Carrera CB. 2009. Alternativas a la producción y mercadeo para la carne de conejo en Tlaxcala, México. *Región y Sociedad* 21:191-207. ■ Sagarnaga LM, Salas JM, Aguilar AJ. 2014. *Ingresos y Costos de Producción 2013: Unidades Representativas de Producción, Trópico Húmedo y Mesa Central Paneles de productores*. UACH/CIESTAAM, México. ■ Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2015. *Manual de buenas prácticas de producción de carne de conejo* (1a ed., Vol. 1). México.





# Síguenos en las redes sociales de **ADESCU**



Asescu



@Asescu

#



Asescu18



[www.asescu.com](http://www.asescu.com)



App de Asescu

