

Efectos del enriquecimiento ambiental en la producción, salud y comportamiento de conejos de carne.

Revisión sistemática

Patricia Katusca Cumbe-Nacipucha^{1,*}, Erik Sandor Valencia-Kanut², Karen Melissa Cardona-Gómez³ y Juan Carlos Domínguez-Tejerina²

¹ Universidad de Guayaquil, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Guayaquil, Ecuador.

² Universidad de León, Facultad de Veterinaria, León, España.

³ Universidad de La Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Bogotá D.C, Colombia.

Resumen

La aplicación de técnicas de enriquecimiento ambiental en la producción de carne puede ofrecer beneficios significativos para el bienestar animal, garantiza una producción eficiente y sostenible, reduce comportamientos indeseables y mejora la salud de los animales. El objetivo del presente trabajo fue analizar de forma sistemática los tipos de enriquecimiento ambiental y su efecto sobre la producción, la salud y el comportamiento en conejos de carne en sistema intensivo. Se realizó una búsqueda electrónica de artículos según la metodología de revisión sistemática PRISMA. Se seleccionaron artículos de la base de datos Scopus, PubMed, Web of Science y otras bases de datos en lengua inglesa de los últimos cinco años, y se siguieron criterios de inclusión y exclusión. Los resultados sugieren que las diversas técnicas de enriquecimiento ambiental, solas o combinadas, podrían tener efectos beneficiosos en la producción con el aumento de peso y mejor calidad de pelaje. Efectos en la salud, al reducir las lesiones, mejorar el sistema inmunológico, la función digestiva y disminuir el estrés. En lo que se refiere a los efectos en el comportamiento, aumenta el comportamiento exploratorio, el ejercicio físico, reduce la agresividad, permite la manifestación de comportamientos propios de la especie y disminuye los comportamientos estereotipados. Por tanto, las investigaciones sobre la combinación de diferentes tipos de enriquecimiento ambiental podrían proporcionar información valiosa para mejorar el bienestar y la producción de conejos.

Palabras clave: *Oryctolagus cuniculus*, rendimiento reproductivo, ganancia de peso, bienestar, estrés, PRISMA.

Effects of environmental enrichment on production, health and behaviour of meat rabbits.

Systematic review

Abstract

The application of environmental enrichment techniques in meat production can offer significant benefits for animal welfare, ensure efficient and sustainable production, reduce undesirable behaviours and improve animal health. The aim of this study was to systematically analyse the types of environmental en-

* Autor para correspondencia: patricia.cumben@ug.edu.ec

Cita del artículo: Cumbe-Nacipucha P.K., Valencia-Kanut E.S., Cardona-Gómez K.M., Domínguez-Tejerina J.C. (2025). Efectos del enriquecimiento ambiental en la producción, salud y comportamiento de conejos de carne. Revisión sistemática. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 121(1): 39-55. <https://doi.org/10.12706/itea.2024.015>



richment and their effect on production, health and behaviour in meat rabbits in an intensive system. An electronic search for articles was carried out using the PRISMA systematic review methodology. Articles were selected from Scopus, PubMed, Web of Science, and other databases in the English language from the last five years, and inclusion and exclusion criteria were followed. The results suggest that the various environmental enrichment techniques alone or in combination could have beneficial effects on production with weight gain and improved coat quality. Health effects, by reducing injuries, improved immune system, digestive function, and reduced stress. In terms of behavioural effects, it increases exploratory behaviour, physical exercise, reduces aggression, allows the display of species-specific behaviours, and decreases stereotypical behaviour. Therefore, research on the combination of different types of environmental enrichment could provide valuable information to improve the welfare and production of rabbits.

Keywords: *Oryctolagus cuniculus*, reproductive performance, weight gain, welfare, stress, PRISMA.

Introducción

El género *Oryctolagus* y especie *cuniculus* se destaca por tener propiedades nutricionales ideales para el consumo, por lo que se considera una opción económica de ganado debido a su tamaño pequeño, espacio reducido de crianza, bajo consumo de alimento y menor requerimiento de labores operativas en comparación de otras especies de producción. La carne de conejo es muy apreciada por el alto valor nutritivo, contiene excelentes niveles de proteína (Ebeid et al., 2022), y es baja en grasa, lo que la convierte en una alternativa alimenticia saludable en comparación con la carne de pollo, bovina y porcina (Nistor et al., 2013). A nivel mundial, la producción de carne de conejo durante el año 2020 fue de 893.631 toneladas, con una elevada estimación productiva en Asia 67,5 %, seguido por Europa 19,6 %, África 11,12 % y América 1,7 % (FAOSTAT, 2022).

La crianza de conejos para la producción de carne se realiza comúnmente en sistemas intensivos debido a la facilidad para organizar los tiempos de producción y optimización del espacio, teniendo en cuenta los principios básicos de bienestar animal (buena alimentación, buen alojamiento, buena salud y comportamiento apropiado; según Welfare Quality®) puesto que pueden presentarse problemas de bienestar animal en las diver-

sas etapas productivas con efectos adversos sobre la producción, la salud y el comportamiento del animal (EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) et al., 2020). Según Dalmau et al. (2020), los principales problemas que afectan el bienestar de los conejos en producción de carne son: ausencia de plataformas, espacio disponible reducido, baja altura de la jaula, falta de protección de las hembras en jaulas individuales adyacentes a otras hembras y ausencia de material de enriquecimiento. Además, numerosos problemas de salud como diarrea, pododermatitis ulcerosa, mastitis, dermatomicosis en hembras y diarrea en las camadas son otros problemas que pueden afectar la producción de conejos (Pasqualin et al., 2021). En las granjas, las conejas se encuentran constantemente en estado de gestación y lactancia; en este último período muestran mayor agresividad, principalmente en los períodos pre y post parto, lo que puede incrementar las tasas de infanticidio y lesiones (Dal Bosco et al., 2019; Machado et al., 2019).

La producción de conejos en ambientes estériles o en instalaciones inapropiadas en su diseño (Trocino et al., 2019 y 2022) dificulta la expresión de comportamientos propios de la especie como los contactos sociales, el descanso, la construcción de nidos, el ocultamiento, la exploración, la búsqueda de alimento y el roer. Si no se satisfacen estas

necesidades se produce estrés, con el riesgo de presentar estereotipias y agresión. Por lo tanto, compromete el bienestar del animal y, como consecuencia, la disminución en la economía de la granja.

El enriquecimiento ambiental ha sido utilizado como una estrategia para mejorar el bienestar animal en granjas de producción (Bolt y George, 2019; van de Weerd e Ison, 2019; Xu et al., 2022; Jacobs et al., 2023). Según Sztainberg y Chen (2010), el enriquecimiento ambiental facilita una mayor estimulación sensorial, cognitiva y motora en relación con las condiciones de alojamiento en jaulas estándar. En conejos se han utilizado diferentes tipos de enriquecimiento como cajas, tubos de ocultación, plataformas elevadas, alimentos adicionales como paja, cubos de alfalfa o palos de madera para satisfacer la necesidad de masticación de los animales. Además, el enriquecimiento ambiental aumenta la expresión de los comportamientos específicos de la especie (Huang et al., 2021a), lo cual es muy importante para asegurar el bienestar en la crianza de conejos en sistemas intensivos.

Cabe mencionar que, el uso de enriquecimiento ambiental no está determinado en las leyes de todo el mundo, sin embargo, existen organizaciones acreditadas que regulan el enriquecimiento ambiental como la RSPCA (Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals; Taylor et al., 2023). Además, la EFSA de la Unión Europea emite recomendaciones científicas para la cría de conejos de carne en donde se considera el enriquecimiento ambiental (AHAW et al., 2020).

Es primordial revisar las diversas técnicas de enriquecimiento ambiental en conejos para responder las siguientes preguntas: ¿Qué tipos de enriquecimiento ambiental provocan un efecto positivo en el bienestar de los conejos de producción de carne? ¿Cuáles son los enriquecimientos ambientales que mejores resultados han mostrado para cada una

de las diferentes etapas de producción de conejos de carne?

El objetivo general del presente trabajo es analizar de forma sistemática los tipos de enriquecimiento ambiental y el efecto sobre la producción, la salud y el comportamiento en conejos de carne de sistema intensivo. Todo ello, con la intención de proporcionar a los productores y profesionales del sector de conejos información sobre diferentes alternativas de enriquecimiento ambiental, y así, contribuir al bienestar de conejos en producción intensiva.

Metodología

Se realizó una búsqueda electrónica y sistemática de artículos siguiendo la metodología de revisión sistemática establecida en las guías internacionales PRISMA (Page et al., 2021).

Origen de la información y estrategia de búsqueda

Se identificaron estudios relevantes utilizando bases de datos en línea, como Scopus, PubMed, Web of Science y otras. Se eligieron estas bases de datos por incluir artículos científicos revisados por pares que han pasado un riguroso proceso de revisión. La búsqueda se limitó al periodo de enero de 2018 a diciembre de 2022 (5 años). Se realizaron búsquedas utilizando el operador booleano con los siguientes términos: "environmental" AND "enrichments" AND "welfare" AND "behaviour" AND "rabbits". Los términos se incorporaron en los buscadores de diversas revistas indexadas para identificar los artículos. Se utilizó el software zotero para administrar las referencias bibliográficas y almacenar y organizar los artículos científicos obtenidos en las búsquedas. Los resultados se tabularon y analizaron en Excel.

Criterio de elegibilidad

Criterios de inclusión

1. Artículos de investigación con resultados experimentales sobre los tipos y efectos de enriquecimiento ambiental en conejos de producción.
2. Artículos de investigación con resultados experimentales sobre las etapas productivas en las que se aplica cada método de enriquecimiento ambiental.
3. Artículos de investigación con tratamientos experimentales específicos y controlados.
4. Artículos escritos en idioma inglés.
5. Artículos publicados entre enero de 2018 y diciembre de 2022.

Criterios de exclusión

1. Artículos duplicados, informes, guías, manuales, capítulos de libros, disertaciones, documentos de conferencias o congresos y notas técnicas.
2. Estudios experimentales que no describen ningún efecto productivo, fisiológico o de comportamiento.
3. Estudios realizados en conejos en sistema extensivo.
4. Estudios en conejos de laboratorio y compañía.
5. Estudios en especies animales diferentes a la especie objetivo.
6. Artículos de revisión.
7. Artículos sin tratamientos experimentales.

Extracción de datos

Después de eliminar los artículos duplicados, se examinaron títulos y resúmenes de forma independiente y se eliminaron artículos según los criterios de exclusión. Luego, se revisaron los textos completos de los estudios seleccionados. El cribado se realizó sobre la base de los criterios de inclusión predeterminados.

Se crearon tablas para extraer, recopilar y organizar la información de cada artículo. La información contenida en tablas fue tipos de enriquecimiento ambiental: social (permite interacción entre individuos), ocupacional (adición de objetos para entretener), físico (modificación en la infraestructura), sensorial (promueve el uso de uno o más sentidos) y nutricional (suplemento para proveer carencias), descripción del enriquecimiento, etapa productiva (engorde y la reproducción), efectos (producción, salud o comportamiento) y referencia (autor, año de publicación).

Para el análisis se empleó la técnica de revisiones sistemáticas con enfoque deductivo. Esto implicó examinar los diferentes tipos de enriquecimiento ambiental empleados en las diversas etapas productivas (hembras reproductoras y gazapos de engorde) y evaluar los beneficios a nivel productivo, de salud y comportamiento en conejos de carne (ver etapas Figura 2).

Distribución de datos

En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo de la búsqueda en las bases de datos de artículos científicos (Moher et al., 2009). Se obtuvieron 69 documentos correspondientes al periodo de tiempo entre 2018 y 2022. Después de excluir duplicados ($n = 12$), quedaron 57 registros. Luego, se revisaron títulos y resúmenes, y se excluyeron estudios en conejos de laboratorio, estudios sin tratamientos experimentales, estudios en especies diferentes, revisiones, guías, manuales y notas técnicas, estudios piloto y estudios en sistemas extensivos. De este filtro se obtuvieron 11 artículos, que se revisaron para corroborar que cumplían con los criterios de inclusión. Estos artículos se consideraron para la revisión sistemática. Todos los artículos señalaban estudios con diversos tipos de enriquecimiento ambiental y al menos un efecto en conejos de producción.

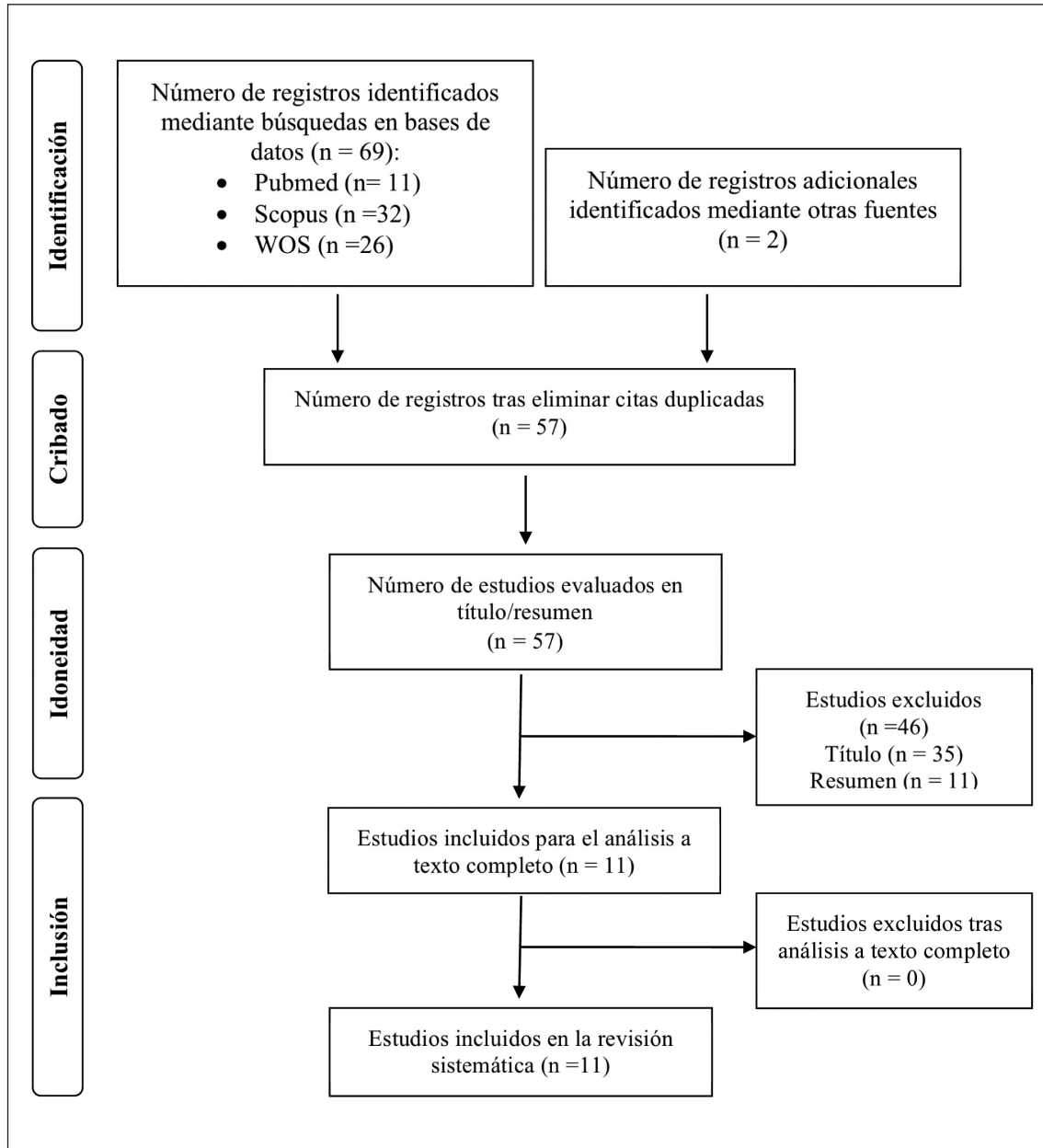


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA en cuatro niveles.
 Figure 1. PRISMA Flow Diagram in four stages.

Resultados

Los estudios examinados en esta revisión utilizaron enriquecimiento ambiental de tipo físico, social, ocupacional, sensorial y nutricional en la producción de conejos de engorde, así como en conejas reproductoras (Figura 2).

Todos los estudios tenían el objetivo explícito de mejorar las condiciones de vida de los conejos en sistemas intensivos de producción. Por lo tanto, diseñaron experimentos con diversos tipos de enriquecimiento ambiental. Algunos estudios combinaron más de dos tipos de enriquecimiento ambiental. De los artículos examinados en esta revisión, el 27,27 % fue enriquecimiento de tipo ocupacional y sensorial, el 18,18 % combinó enriquecimiento físico y social. De igual forma, el 18,18 % combinó enriquecimiento físico, social y ocupacional. La combinación físico, ocupacional y nutricional fue de 9,09 %. Así mismo, en la combinación físico, social, ocupacional, y nutricional el porcentaje fue de 9,09 %. Además, tanto para el enriquecimiento físico como para el enriquecimiento nutricional fue de 9,09 %.

Los estudios de enriquecimiento de tipo físico consistían en modificaciones en el diseño de las jaulas, mientras que en el enriquecimiento social se realizaron modificaciones a las jaulas, de forma que permitieran la interacción entre conejos y, con ello, la socialización. El enriquecimiento ocupacional consistía en la aplicación de diversos objetos y sustratos para la manipulación y expresión de los comportamientos naturales de la especie como juguetes, trozos de madera y/o rascadores. El enriquecimiento nutricional se realizó con bloques de heno o forraje compacto que brinda a los conejos la oportunidad adicional de obtener nutrientes esenciales en su dieta.

Todos estos estudios provocaron de manera diferenciada efectos (Figura 2) tanto positivos como negativos en la salud, producción y comportamiento de conejos de producción cárnica.

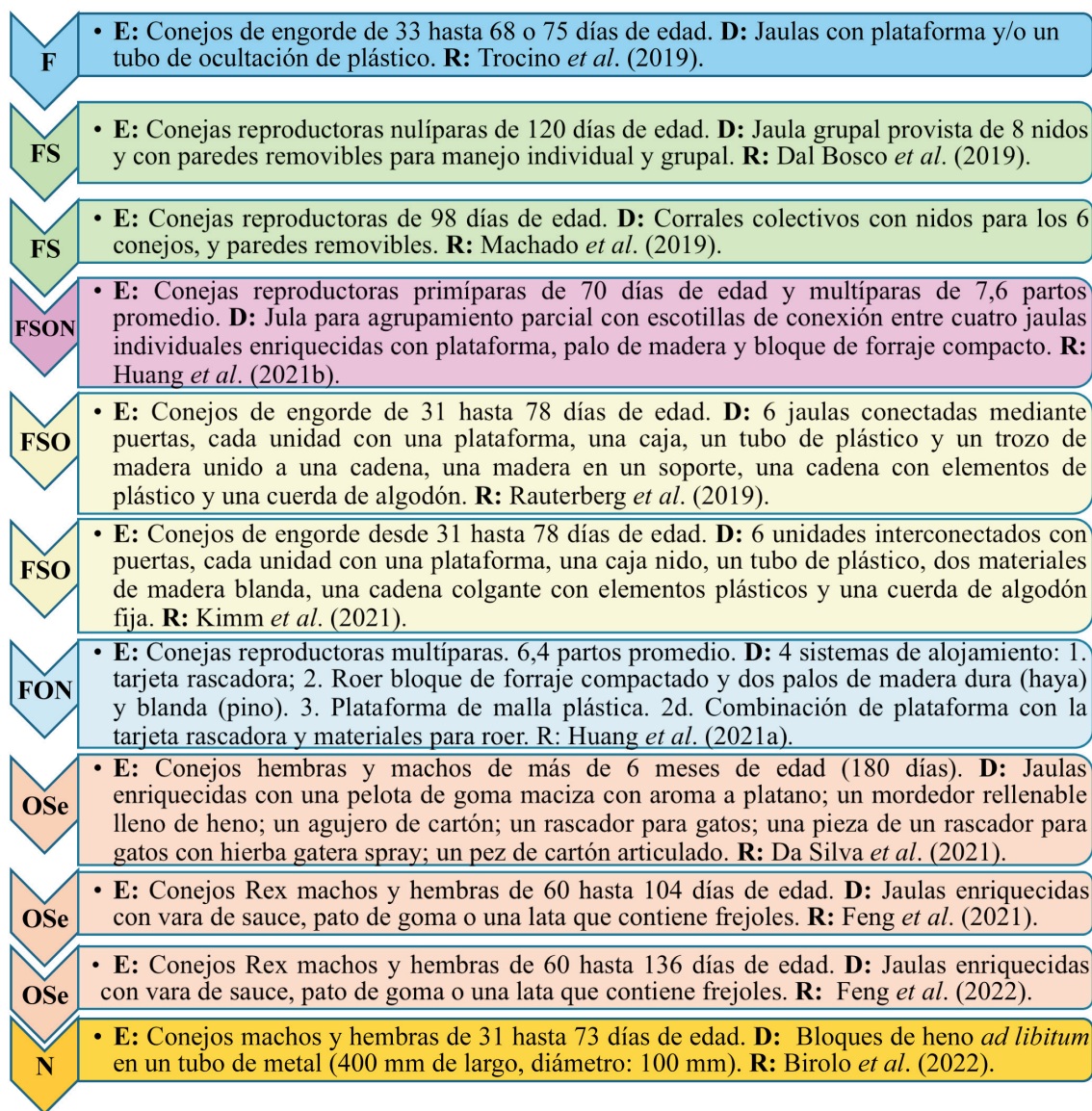
En todos los estudios consultados de enriquecimiento ambiental en la producción de conejos (Tabla 1) hubo grupos tratamiento con la aleatorización de los animales para cada experimento. El 72,72 % de las publicaciones analizadas consideraron la variable producción. En cambio, el 45,45 % de las publicaciones analizadas consideraron la variable salud en el estudio. En referencia al comportamiento, el 63,63 % de las publicaciones analizadas consideraron la variable comportamiento como efecto del enriquecimiento ambiental aplicado en las jaulas de producción.

Discusión

En el presente estudio, se analizaron diferentes tipos de enriquecimiento ambiental en diversas etapas del proceso productivo y el efecto en la producción, salud y comportamiento de conejos de carne en sistemas de producción intensiva; se presentan los aspectos más relevantes de las fuentes bibliográficas revisadas y el análisis crítico de los mismos.

Efectos Productivos

En estudios de enriquecimiento físico realizado por Trocino et al. (2019), observaron que la colocación de una plataforma en las jaulas de conejos de engorde no tuvo un efecto significativo en la producción, pero la introducción de un tubo de escondite provocó un efecto adverso, ya que el crecimiento de los conejos se redujo. El tubo de plástico utilizado en el estudio tenía un diámetro de 20 cm y una longitud de 50 cm. Aunque inicialmente los conejos pudieron haber utilizado el tubo como refugio, posteriormente pudo haberse convertido en un obstáculo generador de estrés, lo cual afectó el peso de los animales. Sin embargo, los autores concluyen que se requieren más estudios para determinar las características óptimas de los tubos en las jaulas de producción grupal de co-



E: Etapa productiva; D: Descripción del enriquecimiento; R: Referencia. Tipos de enriquecimiento: F: Físico; FS: Físico y social; FSON: Físico, social, ocupacional y nutricional; FSO: Físico social y ocupacional; FON: Físico, ocupacional y nutricional; Ose: Ocupacional y sensorial; N: Nutricional.

Figura 2. Tipos de enriquecimiento y etapas productivas en conejos.

Figure 2. Types of enrichment and productive stage in rabbits.

Tabla 1. Efectos del enriquecimiento ambiental en conejos de carne.
 Table 1. Effects of environmental enrichment in meat rabbits.

Tipos de EA	Pro	Sa	Comp	Referencia
Físico	-	-	+	Trocino et al., 2019
Físico y social	+	NC	+	Dal Bosco et al., 2019
Físico y social	-	NC	NC	Machado et al., 2019
Físico, social, ocupacional y nutricional	-	-	NC	Huang et al., 2021b
Físico, social y ocupacional	+	-	NC	Rauterberg et al., 2019
Físico, social y ocupacional	NC	NC	+	Kimm et al., 2021
Físico, ocupacional y nutricional	SD	NC	+	Huang et al., 2021a
Ocupacional y sensorial	+	+	NC	Feng et al., 2021
Ocupacional y sensorial	NC	+	+	Feng et al., 2022
Ocupacional y sensorial	NC	NC	+	Da Silva et al., 2021
Nutricional	+	NC	+	Birolo et al., 2022

EA: Enriquecimiento ambiental; Pro: Producción; Sa: Salud; Comp: Comportamiento; +: efectos positivos; -: efectos negativos; NC: variable no considerada; SD: sin diferencias.

nejos en crecimiento (Trocino et al., 2019), así como la ubicación más apropiada dentro de las jaulas de producción. Por otro lado, se ha reportado en estudios previos que las plataformas no tienen influencia sobre los parámetros productivos de conejos en crecimiento (Lang y Hoy, 2011; Matics et al., 2018). Por tanto, las plataformas elevadas y tubos de escondite parecen no mejorar los parámetros productivos de los conejos en crecimiento.

En cambio, el enriquecimiento físico y social mediante el alojamiento en grupo de conejas reproductoras en jaulas con paredes desmontables para la interacción social, ha demostrado mejorar los parámetros reproductivos en comparación con el alojamiento grupal permanente (Dal Bosco et al., 2019). Cabe señalar, que las paredes desmontables permiten individualizar las conejas cuatro días antes del parto (para evitar molestias de

parte de otras hembras) y, a su vez, permiten reagrupar las hembras con sus crías una semana después. En un alojamiento grupal, la competencia por recursos y territorio aumenta el estrés social lo que, a su vez, deriva en resultados bajos en los parámetros reproductivos. No obstante, las conejas en alojamiento individual presentaron una mayor receptividad, una mayor tasa de fertilidad, un mayor número de crías nacidas vivas y una más alta producción de leche (Dal Bosco et al., 2019). Así mismo, Braconnier et al. (2020) mencionan que el alojamiento en semigrupos de conejas reproductoras reduce la producción y el éxito reproductivo en comparación con el alojamiento individual. Esto es porque el alojamiento individual puede proporcionar un entorno sin eventos agresivos, lo que podría ser más beneficioso para la salud reproductiva de las conejas, aunque sin la expresión del comportamiento gregario.

En otro estudio, Machado *et al.* (2019) observaron que la agrupación de hembras en jaulas colectivas con paredes móviles disminuyó el consumo de alimento, lo que posiblemente provocó una alta pérdida de grasa perirrenal después del agrupamiento y, como consecuencia, una baja producción de leche al día siguiente del agrupamiento. La agresividad y el consecuente estrés posterior al agrupamiento conllevan a un menor consumo de alimento de la coneja reproductora, lo que puede resultar en un menor peso de los gazapos. Asimismo, se ha observado que el menor consumo de alimento en los corrales colectivos después del reagrupamiento puede afectar la producción diaria de leche y, por tanto, el crecimiento de las camadas (Zomeño *et al.*, 2018). Aunado a lo anterior, la capacidad limitada de ingesta de alimento moviliza mayores cantidades de reservas de grasa para satisfacer la enorme demanda de energía tanto para la producción de leche como para su propio crecimiento (Machado *et al.*, 2019). Por lo tanto, se propone realizar mayor investigación en estrategias de manejo del agrupamiento y alimentación en conejas reproductoras en jaulas colectivas.

El uso de enriquecimiento físico, social, ocupacional y nutricional en conejas reproductoras alojadas a tiempo parcial reduce el tamaño de camada al destete durante el periodo de agrupación (Huang *et al.*, 2021b). Esto puede deberse a que en el largo periodo de agrupamiento, las constantes interacciones agresivas afectaron el rendimiento reproductivo.

Por otro lado, con respecto al enriquecimiento físico, social y ocupacional en conejos de engorde, Rauterberg *et al.* (2019) encontraron que este modelo de enriquecimiento ambiental combinado incrementó la ganancia diaria de peso y el peso final de los conejos. Mohammed y Nasr (2016) observaron que el enriquecimiento de la jaula con palos de madera de manzano o sauce para roer aumentó

el peso corporal final y algunos rasgos de la canal, durante la cría intensiva de conejos. Sin embargo, Rauterberg *et al.* (2019) también observaron una alta mortalidad posiblemente relacionada al exceso de suciedad por la estructura del suelo plástico compuesto por listones de 11 mm separados por espacios de 11 mm. Otros estudios han informado sobre problemas de contaminación y heridas causados por pisos con listones de 10 mm de ancho y 50 % de perforación (Masthoff y Hoy, 2019). Por su parte Dalle Zotte *et al.* (2009) también mencionan que la rápida contaminación del piso de red de plástico se asocia con mayores problemas de salud y mortalidad. No obstante, se ha observado que pisos con listones de plástico de 5 mm y ranuras de 13 mm, con 75 % de perforación, parecen promover una mejor limpieza y reducir las lesiones en conejos de engorde (Masthoff y Hoy, 2019). Tras la revisión de estos estudios, consideramos que se requiere investigación que compare simultáneamente diferentes tipos de suelos plásticos en términos de contaminación, lesiones, problemas de salud y mortalidad en conejos de engorde.

En lo que se refiere a enriquecimiento ocupacional y sensorial, se ha encontrado que la presencia de una lata (convencional de 10 cm de largo) que contiene frijoles (provocan que la lata emita una serie de sonidos al rosarla) en las jaulas de conejos de engorde puede incrementar la ganancia de peso diaria y mejorar la eficiencia alimenticia (Feng *et al.*, 2021). Además, estos autores observaron que los conejos que tenían acceso a la lata con frijoles presentaban una carne más tierna y enrojecida, lo cual también se observó con los conejos expuestos a un pato de goma. La actividad física de los conejos puede influir en la composición de su carne. Según Lebas *et al.* (1997) los conejos con mayor actividad física, que tienen más oportunidades de movimiento y ejercicio, suelen desarrollar una proporción relativamente mayor de fibras muscula-

res rojas (oxidativas y ricas en mioglobina) en comparación con las fibras musculares blancas (pobres en mioglobina). Es decir, la actividad generada por el enriquecimiento ocupacional y sensorial podría contribuir a la mejora de la calidad de la carne de los conejos.

Además, se ha encontrado que la lata que contenía frijoles promovió el desarrollo de los folículos pilosos primarios y secundarios en conejos (Feng et al., 2021). Es muy conocido que el estrés afecta el pelaje de los animales, ya que; puede provocar su pérdida e inhibir el crecimiento, al activar la dependencia de la sustancia P de los macrófagos o mastocitos en el contexto del eje del folículo piloso (Arck et al., 2001). La interacción y los sonidos generados por la lata con frijoles probablemente contribuyeron a reducir el estrés. Estudios han demostrado que la música, reduce significativamente el cortisol fecal en conejos de laboratorio (Peveler y Hickman, 2018). Los sonidos generados durante la interacción con las latas que contenían frijoles podrían ser beneficiosos, por lo que sería interesante realizar más investigaciones sobre el uso de sonidos como enriquecimiento ambiental en conejos de producción de carne.

En el contexto del enriquecimiento nutricional, la presencia de bloques de heno "*ad libitum*" en las jaulas de conejos de engorde puede incrementar la ganancia de peso diaria e incluso aumentar el peso al sacrificio (Birolo et al., 2022). Los conejos no solo muerden los bloques de heno, sino que también los consumen activamente. El consumo de bloques de heno comprimido fue de 1,3 g/día por conejo (Birolo et al., 2022). El mordisqueo se ha relacionado con los mecanismos digestivos y el sistema nervioso, lo que puede reducir el estrés y promover el flujo intestinal, la digestión y la salud general de los conejos (Kermauner et al., 2004). Es decir, que los bloques de heno parecen contribuir al aumento de peso y la eficiencia alimenticia de los conejos de engorde.

Efectos en la salud

El enriquecimiento físico con plataforma en las jaulas de conejos de engorde ha sido asociado con la aparición de lesiones (Trocino et al., 2019). Estas lesiones podrían estar relacionadas con la densidad de conejos en las jaulas con plataforma puesto que, un mayor número de conejos en un espacio limitado puede aumentar la competencia por recursos y el riesgo de lesiones debido a peleas o interacciones agresivas (Valuska y Mench, 2013). Sin embargo, es importante tener en cuenta que las observaciones solamente se realizaron un día antes del faenamiento, esto puede limitar la comprensión de la ocurrencia y gravedad de las lesiones a lo largo del tiempo. Por lo tanto, es crucial considerar una densidad de población adecuada al implementar enriquecimiento físico en las jaulas, para garantizar el bienestar y la salud de los conejos. Además, el uso de las plataformas puede generar una mayor competencia por los espacios elevados, lo que puede conducir a confrontaciones y agresiones entre los conejos, resultando en lesiones como arañazos y heridas.

En el enriquecimiento físico, social, ocupacional y nutricional, se ha observado que el sistema de alojamiento en grupo a tiempo parcial tiene consecuencias negativas para la salud de las hembras reproductoras, con un aumento en la ocurrencia de lesiones (Huang et al., 2021b). Estas lesiones podrían haberse producido debido a las peleas que surgieron como resultado de los intentos de establecer una jerarquía social en el grupo. Es importante considerar, que las agresiones y el estrés crónico pueden llevar a problemas de salud a largo plazo, como trastornos del sistema inmunológico y comportamentales.

En lo referente al enriquecimiento físico, social y ocupacional, se observó en un nuevo sistema de alojamiento, que los conejos de engorde presentaban una menor incidencia de lesiones cutáneas en comparación con los

conejos alojados en el sistema convencional (Rauterberg *et al.*, 2019). Este resultado podría atribuirse al diseño de las instalaciones, que incluye una caja de retirada adicional, la socialización previa de los conejos en la misma jaula desde el nacimiento, y los elementos de enriquecimiento ocupacional, lo que contribuyó a una menor incidencia de lesiones. Cabe mencionar que, en el destete, únicamente se retiró a las madres de las jaulas, y las crías permanecieron en ellas hasta la finalización de la etapa de engorde. Estos factores contribuyen a la reducción de comportamientos agresivos o competitivos y de estrés, lo que a su vez disminuye el riesgo de lesiones en los conejos. Sin embargo, Rauterberg *et al.* (2019) mencionan que los conejos alojados en el nuevo sistema mostraron un peor estado de higiene de las patas que en el sistema convencional. El diseño de las instalaciones y posiblemente el tipo de piso utilizado pueden haber contribuido a este resultado. La acumulación de suciedad en las patas de los conejos puede ser un indicador de un ambiente menos higiénico y puede tener implicaciones para la salud y el bienestar de los animales.

En lo que respecta al enriquecimiento ocupacional y sensorial, proporcionado por las latas con frijoles, se observó un efecto positivo en la salud de los conejos, evidenciado por el incremento del peso del bazo y del ciego (Feng *et al.*, 2021). Este incremento puede estar relacionado con dos posibles razones. En primer lugar, el enriquecimiento ambiental podría haber estimulado el sistema inmunológico de los conejos, puesto que, el bazo como órgano crucial del sistema inmunológico participa en la producción y maduración de células del sistema inmune (Bronte y Pittet, 2013). El aumento en el peso del bazo sugiere un mayor desarrollo y actividad de este órgano, lo que podría indicar una respuesta inmunológica más robusta en los conejos. En segundo lugar, el uso de la lata con frijoles podría promover el comportamiento exploratorio y la búsqueda

de alimento, favoreciendo una mejor digestión y absorción de nutrientes. Un ciego más pesado podría indicar una mayor actividad y desarrollo de la flora bacteriana beneficiosa en el intestino grueso, lo cual contribuiría a una función digestiva más eficiente. El consumo alto de fibra aumenta el peso del contenido cecal (Wu *et al.*, 2018). Por lo cual, sería interesante realizar investigaciones adicionales para confirmar la relación entre el enriquecimiento ocupacional y sensorial, la respuesta inmunológica, el microbiota intestinal y el bienestar de los conejos.

Asimismo, en otro estudio se observó que los conejos en los grupos enriquecidos con vara de sauce, pato de goma y lata con frijoles mostraron niveles más altos de IGF-1 (Feng *et al.*, 2022), una hormona relacionada con el crecimiento y el desarrollo. Estos hallazgos sugieren que el enriquecimiento ambiental puede estimular el crecimiento y el desarrollo saludable de los conejos. Además, el grupo que recibió la lata con frijoles mostró niveles elevados de dopamina (Feng *et al.*, 2022), una hormona asociada con la sensación de bienestar, lo que indica que el enriquecimiento ambiental puede promover un estado emocional positivo en los conejos. Por otra parte, en todos los grupos enriquecidos se observaron niveles más bajos de cortisol, una hormona relacionada con el estrés (Feng *et al.*, 2022). Asimismo, Buijs *et al.* (2011) mencionan que los conejos en medios enriquecidos presentaron niveles de glucocorticoides fecales bajos después del transporte. Por tanto, la reducción de los niveles de cortisol sugiere una disminución en la respuesta al estrés en los conejos que se beneficiaron del enriquecimiento ambiental.

Por otro lado, el enriquecimiento con la lata que contenía frijoles, tuvo un impacto significativo en la composición y diversidad de la microbiota cecal (Feng *et al.*, 2022). Estos autores, identificaron bacterias como *Alloprevotella*, *Bifidobacterium*, *Enterobacteriaceae*,

Parabacteroides y Erysipelatoclostridium y se asociaron con niveles más bajos de cortisol en suero. Estos hallazgos sugieren una posible relación entre el enriquecimiento ambiental, el microbiota cecal y la regulación del estrés en los conejos. El enriquecimiento ambiental puede estimular comportamientos exploratorios y la masticación, aumentando con ello, la ingesta de fibra, de forma que, promueve la proliferación de bacterias fermentadoras de fibra, importantes para descomponer y fermentar los componentes de la dieta vegetal en ácidos grasos de cadena corta (Liu et al., 2022). Es decir, este tipo de enriquecimiento puede influir de manera positiva en la salud y el bienestar de los conejos.

Efectos en el comportamiento

En lo que refiere al enriquecimiento físico, se observó un comportamiento exploratorio muy manifiesto en las jaulas enriquecidas con plataforma durante una observación de 24 h (Trocino et al., 2019). Estas plataformas proporcionan a los conejos la oportunidad de explorar, saltar y trepar, comportamientos que son inherentes en su repertorio conductual. Las plataformas pueden ofrecer espacio adicional para el movimiento y el ejercicio físico, sin afectar la productividad y la salud de los conejos (Postollec et al., 2008; Matics et al., 2014 y 2018). Además, las plataformas permiten a los conejos descansar en posición estirada (Trocino et al., 2019). Las plataformas pueden brindar una sensación de seguridad y refugio para los conejos y tener una mejor vista del entorno, ayudando a evitar conflictos o amenazas. Por tanto, puede haber afectado la interacción social y la territorial, al reducir el número de encuentros agresivos (Trocino et al., 2019).

En los estudios de enriquecimiento físico y social, se observó que el alojamiento grupal en jaulas provistas de paredes internas removi-

bles disminuyó las conductas estereotipadas y la agresividad en conejas (Dal Bosco et al., 2019). Las paredes removibles permiten una mayor flexibilidad del espacio y la interacción social entre las conejas. Esta flexibilidad puede permitir separaciones temporales durante el período peri-parto, ya que proporciona a las conejas un entorno más tranquilo y seguro para la construcción del nido y la lactancia. Sin embargo, el alojamiento en grupo a tiempo parcial de conejas lactantes se asocia con la aparición de daños cutáneos de moderados a graves principalmente en los cuartos traseros, las orejas y la cabeza después del agrupamiento y antes del destete (Rommers y Greef, 2018). Los sistemas de alojamiento grupal continuo pueden desafiar el bienestar animal al aumentar la agresión y las lesiones entre hembras (Olivas et al., 2016; Gerencsér et al., 2019; Szendr et al., 2019). Munari et al. (2020) sugieren que las horas luz/oscuridad podrían influir en las agresiones de las conejas reproductoras, proponiendo agrupar a los animales durante el día, ya que los conejos son animales crepusculares. La separación temporal de las conejas puede reducir la competencia y el estrés social, lo que, a su vez, puede disminuir la agresividad entre las conejas.

El enriquecimiento físico, social y ocupacional en jaulas colectivas interconectadas, con las plataformas brindaron a los conejos un espacio para descansar, mientras que, las áreas abiertas permitieron la expresión de comportamientos locomotores y adoptar posiciones verticales (Kimm et al., 2021). Además, estos autores observaron que el material manipulable estimuló el comportamiento exploratorio, y redujo la frecuencia de agresiones y comportamientos estereotipados. Este hallazgo puede estar relacionado al manejo de los conejos desde el nacimiento, puesto que el diseño de las jaulas permitió el retiro de la madre en el destete y la posterior interconexión entre las jaulas. Las jaulas interconecta-

das permiten a los conejos mantener contacto visual y olfativo con otros individuos (Varga, 2014), ello puede ayudar a reducir el estrés y la territorialidad. Asimismo, retirar a la madre y permitir que los conejos interactúen entre sí favorece el establecimiento de jerarquías sociales de manera más natural y pacífica. El acceso a un entorno más enriquecido y con mayor espacio puede contribuir a reducir la agresión, ya que los conejos tienen más oportunidades de expresar comportamientos naturales.

En el enriquecimiento ambiental de tipo físico, ocupacional y nutricional, se ha observado un impacto significativo en el comportamiento de roer de las conejas, mediante la provisión de bloques de forraje compactados y palos de madera blanda principalmente, mientras que, los animales con plataforma no mostraron un efecto significativo en el comportamiento (Huang et al., 2021a). La ubicación de la plataforma en el centro de la jaula podría haber sido un factor que contribuyó a la falta de efecto en el comportamiento. Por lo tanto, es importante considerar el tipo de elementos de enriquecimiento y la ubicación adecuada al implementar plataformas en el entorno de los animales. Además, se ha observado que la locomoción y el comportamiento de ingesta aumentaron significativamente en hembras reproductoras, cuando había un bloque de roer disponible (Maertens et al., 2013).

Por otro lado, en los estudios de enriquecimiento ocupacional y sensorial, Da Silva et al. (2021) observaron que los elementos de enriquecimiento de cartón o caucho eran destruidos en diferentes niveles por los conejos. Sin embargo, estos autores observaron que únicamente el mordedor relleno de heno incrementó los comportamientos de interacción como morder y oler. Berthelsen y Hansen (1999) mencionan que el heno mejora el bienestar de los conejos enjaulados. Es decir que, la provisión de heno estimula el uso del mor-

dedor, lo cual, juega un papel importante en el comportamiento de los conejos y su interacción con los objetos de enriquecimiento.

El enriquecimiento ambiental con vara de sauce, pato de goma o una lata con frijoles promueve un comportamiento de forrajeo más activo y reduce los comportamientos estereotipados en los conejos según lo mencionado por Feng et al. (2022), al proporcionar estimulación del comportamiento natural, estimulación mental y física, y variación en el entorno. Así, se ha observado que el uso de palos de madera como enriquecimiento ambiental, disminuye las estereotipias (roer los barrotes de la jaula) y reduce los comportamientos agresivos en los conejos enjaulados (Princz et al., 2007). El enriquecimiento ocupacional con palos de madera palos de madera de manzano o sauce para roer redujo el comportamiento anormal y mejoró el bienestar de los conejos (Mohammed y Nasr, 2016). Sin embargo, otros investigadores, observaron que en jaulas mixtas de conejos, los comportamientos agresivos fueron más frecuentes, aunque el número de heridas en la piel fue menor en los conejos de jaulas enriquecidas con palos de madera (Bozicovich et al., 2016). Además, según Feng et al. (2022), la lata con frijoles incrementa el comportamiento de juego en los conejo. El entorno enriquecido brinda oportunidades para participar en actividades lúdicas, como saltar, correr y perseguirse. El juego es una parte importante del comportamiento natural de los conejos y les brinda oportunidades para socializar, liberar energía y mejorar su bienestar emocional.

En otro estudio con enriquecimiento nutricional, los conejos que tenían acceso a bloques de heno dedicaron más tiempo a roer y descansar en comparación con aquellos que no tenían acceso (Birolo et al., 2022). El comportamiento de roer es fundamental para los conejos, ya que les permite desgastar sus dientes en crecimiento continuo y estimular su actividad oral natural (Varga, 2014). Al pro-

porcionarles los bloques de heno, se les dio la oportunidad de satisfacer esta necesidad de masticación y roer placentera, lo que llevó a un mayor tiempo de descanso en los conejos, es decir, promovieron un comportamiento más relajado y tranquilo en los conejos. Además, Birolo et al. (2022) mencionan que durante el ensayo con los bloques de heno, no observaron comportamientos agresivos ni lesiones corporales, por lo cual, sería interesante un análisis específico para comprender mejor el impacto de los bloques de heno en la agresión y las lesiones en los animales.

Conclusiones

En la producción intensiva de conejos de carne, las técnicas de enriquecimiento ambiental tuvieron efectos positivos sobre la salud los parámetros productivos y el comportamiento.

En términos de producción, las combinaciones de enriquecimiento físico y social; el físico, social y ocupacional; y el nutricional favorecieron la reproducción, el incremento de folículos pilosos y el peso, respectivamente.

En referencia a los efectos en la salud, el enriquecimiento ocupacional y sensorial incrementó el microbiota, la dopamina, el peso del bazo y ciego.

En cuanto a los efectos en el comportamiento, el tipo de enriquecimiento físico, social, ocupacional, sensorial y nutricional incrementó los comportamientos propios de la especie, tales como rasgar y roer, además, redujo las agresiones y los comportamientos estereotipados.

Por tanto, es importante considerar estos hallazgos, ya que pueden mejorar tanto la salud como el bienestar de los conejos de carne en sistemas de producción intensiva, lo que puede tener un impacto positivo en la cunicultura y en la literatura científica existente.

Referencias bibliográficas

- Arck P.C., Handjiski B., Hagen E., Joachim R., Klapp B.F., Paus R. (2001). Indications for a brain-hair follicle axis: Inhibition of keratinocyte proliferation and up-regulation of keratinocyte apoptosis in telogen hair follicles by stress and substance P. *The FASEB Journal* 15(13): 2536-2538. <https://doi.org/10.1096/fj.00-0699fje>
- Berthelsen H., Hansen L.T. (1999). The effect of hay on the behaviour of caged rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Animal Welfare* 8(2): 149-157. <https://doi.org/10.1017/S0962728600021485>
- Birolo M., Trocino A., Zuffellato A., Pirrone F., Bordinon F., Xiccato G. (2022). Use of gnawing hay blocks: effects on productive performance, behavior and reactivity of growing rabbits kept in parks with different sex-group compositions. *Animals* 12(9): 1212. <https://doi.org/10.3390/ani12091212>
- Bolt S.L., George A.J. (2019). The use of environmental enrichment on farms benefits animal welfare and productivity. *Livestock* 24(4): 183-188. <https://doi.org/10.12968/live.2019.24.4.183>
- Bozicovich T.F., Moura A.S.A., Fernandes S., Oliveira A.A., Siqueira, E.R.S. (2016). Effect of environmental enrichment and composition of the social group on the behavior, welfare, and relative brain weight of growing rabbits. *Applied Animal Behaviour Science* 182: 72-79. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.05.025>
- Braconnier M., Munari C., Gómez Y., Gebhardt-Henrich S. (2020). Grouping of breeding rabbit does at different time points: Effects on fertility, mortality and weight. *World Rabbit Science* 28(2): 73-80. <https://doi.org/10.4995/wrs.2020.13107>
- Bronte V., Pittet M.J. (2013). The spleen in local and systemic regulation of immunity. *Immunity* 39(5): 806-818. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2013.10.010>
- Buijs S., Keeling L.J., Rettenbacher S., Maertens L., Tuytens F.A.M. (2011). Glucocorticoid metabolites in rabbit faeces-Influence of environmental enrichment and cage size. *Physiology & Behavior* 104(3): 469-473. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.05.008>

- Da Silva K.G., Stange M.G., Pergorara M., Sotomaior C.S., Weber S.H., Borge, T.D., Costa L.B. (2021). Cardboard and rubber objects as means of environmental enrichment for rabbits. *World Rabbit Science* 29(2): 109-114. <https://doi.org/10.4995/WRS.2021.14193>
- Dal Bosco A., Mugnai C., Martino M., Szendr Z., Mattioli S., Cambiotti V., Cartoni Mancinelli A., Moscati L., Castellini C. (2019). Housing rabbit does in a combi system with removable walls: effect on behaviour and reproductive performance. *Animals* 9(8): 528. <https://doi.org/10.3390/ani9080528>
- Dalle Zotte A., Princz Z., Metzger Sz., Szabó A., Radnai I., Biró-Németh E., Orova Z., Szendr Zs. (2009). Response of fattening rabbits reared under different housing conditions. 2. Carcass and meat quality. *Livestock Science* 122(1): 39-47. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.07.021>
- Dalmau A., Moles X., Palliser J. (2020). Animal welfare assessment protocol for does, bucks, and kit rabbits reared for production. *Frontiers in Veterinary Science* 7: 445. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00445>
- Ebeid T.A., T mová E., Al-Homidan I.H., Ketta M., Chodová D. (2022). The potential role of feed restriction on productivity, carcass composition, meat quality, and muscle fibre properties of growing rabbits: A review. *Meat Science* 191: 108845. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108845>
- EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW), Saxmose Nielsen S., Alvarez J., Bicout D.J., Calistri P., Depner K., Drewe J.A., Garin-Bastuji B., Gonzales Rojas J.L., Gortázar Schmidt C., Michel V., Miranda Chueca M.Á., Roberts H.C., Sihvonen L.H., Spooler H., Stahl K., Velarde Calvo A., Viltrop A., Buijs S., Edwards S., Candiani D., Mosbach-Schulz O., Van der Stede Y., Winckler C. (2020). Health and welfare of rabbits farmed in different production systems. *EFSA Journal* 18(1): e05944. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.5944>
- FAOSTAT. (2022). The Statistics División of the FAO. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize> (Consultado: 08/09/2022)
- Feng Y., Shi H., Gun S. (2021). Effects of environmental enrichment on growth performance, carcass traits, meat quality, and hair follicle development of Rex rabbits. *Animal Bioscience* 34(9): 1544-1551. <https://doi.org/10.5713/AJAS.20.0540>
- Feng Y., Fan H., Liang X., Wang X., Gao G., Gun S. (2022). Environmental enrichment changes rabbits' behavior, serum hormone level and further affects cecal microbiota. *PeerJ* 10: e13068. <https://doi.org/10.7717/peerj.13068>
- Gerencsér Z., Matics Z., Szabó R.T., Kustos K., Mikó A., Nagy I., Odermatt M., Atkári T., Szendr Z. (2019). Aggressiveness, mating behaviour and lifespan of group housed rabbit does. *Animals* 9(10): 708. <https://doi.org/10.3390/ani9100708>
- Huang Y., Bréda J., Savietto D., Debrusse A.M., Bonnemère J.M., Gidenne T., Combes S., Fortun-Lamothe L. (2021a). Effect of housing enrichment and type of flooring on the performance and behaviour of female rabbits. *World Rabbit Science* 29(4): 275-285. <https://doi.org/10.4995/wrs.2021.15848>
- Huang Y., Breda J., Savietto D., Debrusse A.M., Combes S., Fortun-Lamothe L. (2021b). Part-time grouping of rabbit does in enriched housing: Effects on performances, injury occurrence and enrichment use. *Animal*: 15(12): 100390. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100390>
- Jacobs L., Blatchford R.A., de Jong I.C., Erasmus M.A., Levensgood M., Newberry R.C., Regmi P., Riber A.B., Weimer S.L. (2023). Enhancing their quality of life: environmental enrichment for poultry. *Poultry Science* 102(1): 102233. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102233>
- Kermauner A., Žgur S., Jordan D., Štuhec I. (2004). The influence of environmental enrichment with different kind of wood on carcass quality of individually caged rabbits. *Acta Agriculturae Slovenica Supplement* 1: 81-86.
- Kimm S., Rauterberg S.L., Bill J., Stracke J., Kemper N., Fels M. (2021). Use of space, active and resting behaviour in fattening rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) housed in a combi park system: A case study. *Animal Welfare* 30: 493-506. <https://doi.org/10.7120/09627286.30.4.012>

- Lang C., Hoy S. (2011). Investigations on the use of an elevated platform in group cages by growing rabbits. *World Rabbit Science* 19(2): 95-101. <https://doi.org/10.4995/wrs.2011.800>
- Lebas F., Coudert P., De Rochambeau H., Thebault R.G. (1997). The rabbit: Husbandry, health and production. (New revised version). *FAO Animal Production and Health Series (FAO)*. pp. 274
- Liu B., Cui Y., Ali Q., Zhu X., Li D., Ma S., Wang Z., Wang C., Shi Y. (2022). Gut microbiota modulate rabbit meat quality in response to dietary fiber. *Frontiers in Nutrition* 9: 849429. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.849429>
- Machado L.C., Martínez-Paredes E., Cervera C. (2019). Performance of rabbit does housed in collective pens and individual cages. *World Rabbit Science* 27(4): 227-235. <https://doi.org/10.4995/wrs.2019.11540>
- Maertens L., Buijs S., Davoust C. (2013). Gnawing blocks as cage enrichment and dietary supplement for does and fatteners: Intake, performance and behaviour. *World Rabbit Science* 21(3): 185-192. <https://doi.org/10.4995/wrs.2013.1195>
- Masthoff T., Hoy S. (2019). Investigations on the influence of floor design on dirtiness and foot pad lesions in growing rabbits. *Animals* 9(6): 354. <https://doi.org/10.3390/ani9060354>
- Matics Zs., Szendr Zs., Odermatt M., Gerencsér Zs., Nagy I., Radnai I., Zotte A.D. (2014). Effect of housing conditions on production, carcass and meat quality traits of growing rabbits. *Meat Science* 96(1): 41-46. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.001>
- Matics Z., Farkas T.P., Dal Bosco A., Szendr Z., Filiou E., Nagy I., Odermatt M., Paci G., Gerencsér Z. (2018). Comparison of pens without and with multilevel platforms for growing rabbits. *Italian Journal of Animal Science* 17(2): 469-476. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1363640>
- Mohammed H., Nasr M. (2016). Growth performance, carcass traits, behaviour and welfare of New Zealand White rabbits housed in different enriched cages. *Animal Production Science* 57(8): 1759-1766. <https://doi.org/10.1071/AN15865>
- Moher D., Liberati A., Tetzlaff J., Altman D.G., The PRISMA Group. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLOS Medicine* 6(7): e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Munari C., Mugnai D., Braconnier M., Toscano M., Gebhardt-Henrich S. (2020). Effect of different management protocols for grouping does on aggression and dominance hierarchies. *Applied Animal Behaviour Science* 227: 104999. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2020.104999>
- Nistor E., Bampidis V., P cal N.P., Pentea M., Tozer J., Prundeanu H. (2013). Nutrient content of rabbit meat as compared to chicken, beef and pork meat. *Journal of Animal Production Advances* 3(4): 172. <https://doi.org/10.5455/japa.20130411110313>
- Olivas I., Villagrà A., Simarro L. (2016). Development and establishment of a protocol of an individual aggressiveness test in breeding does. *World Rabbit Science* 24(4): 321-326. <https://doi.org/10.4995/wrs.2016.3978>
- Page M.J., McKenzie J.E., Bossuyt P.M., Boutron I., Hoffmann T.C., Mulrow C.D., Shamseer L., Tetzlaff J.M., Akl E.A., Brennan S.E., Chou R., Glanville J., Grimshaw J.M., Hróbjartsson A., Lalu M.M., Li T., Loder E.W., Mayo-Wilson E., McDonald S., McGuinness L.A., Moher D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *International Journal of Surgery* 88: 105906. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2021.105906>
- Pasqualin D., Zomeño C., Santagiuliana M., Costa A., Trocino A., Lavazza A., Dorigo F., Bonfanti L., Birolo M., Xiccato G., Menegon F., Di Martino G. (2021). A protocol for measuring health and welfare of reproducing does and litters in rabbit farms. *World Rabbit Science Association, 12th World Rabbit Congress, 3-5 novembre, Nantes, France. Communication E-11, 4 pp.*
- Peveler J.L., Hickman D.L. (2018). Effects of music enrichment on individually housed male new zealand white rabbits. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science: JAA-LAS* 57(6): 695-697. <https://doi.org/10.30802/JAA-LAS-JAALAS-17-000153>

- Postollec G., Boilletot E., Maurice R., Michel V. (2008). The effect of pen size and an enrichment structure (elevated platform) on the performances and the behaviour of fattening rabbits. *Animal Welfare* 17: 53-59. <https://doi.org/10.1017/S0962728600031985>
- Princz Z., Orova Z., Nagy I., Jordan D., Štuhec I., Luzi F., Verga M., Szendr Z. (2007). Application of gnawing sticks in rabbit housing. *World Rabbit Science* 15(1): 29-36. <https://doi.org/10.4995/wrs.2007.607>
- Rauterberg S.L., Bill J., Kimm S., Kemper N., Fels M. (2019). Effect of a new housing system on skin lesions, performance and soiling of fattening rabbits: A German case study. *Animals* 9(9): 650. <https://doi.org/10.3390/ani9090650>
- Rommers J., De Greef K.H. (2018). Are combi parks just as useful as regular parks for fatteners for part-time group housing of rabbit does? *World Rabbit Science* 26(4): 299-305. <https://doi.org/10.4995/wrs.2018.9587>
- Szendr Z., Trocino A., Hoy S., Xiccato G., Villagr a A., Maertens L. (2019). A review of recent research outcomes on the housing of farmed domestic rabbits: Reproducing does. *World Rabbit Science* 27(1): 1-14. <https://doi.org/10.4995/wrs.2019.10599>
- Sztainberg Y., Chen A. (2010). An environmental enrichment model for mice. *Nature Protocols* 5(9): 1535-1539. <https://doi.org/10.1038/nprot.2010.114>
- Trocino A., Zomeño C., Filiou E., Birolo M., White P., Xiccato G. (2019). The use of environmental enrichments affects performance and behavior of growing rabbits housed in collective pens. *Animals* 9(8): <https://doi.org/10.3390/ani9080537>
- Trocino A., Menegon F., Zomeño C., Pasqualin D., Cunial G., Xiccato G., Pirrone F., Bertotto D., Bortoletti M., Dorigo F., Lavazza A., Di Martino G. (2022). A pilot study about on-farm assessment of health and welfare in rabbits kept in different housing systems. *Frontiers in Veterinary Science* 9: 936643. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.936643>
- Valuska A.J., Mench J.A. (2013). Size does matter: The effect of enclosure size on aggression and affiliation between female New Zealand White rabbits during mixing. *Applied Animal Behaviour Science* 149(1): 72-76. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.10.002>
- van de Weerd H., Ison S. (2019). Providing effective environmental enrichment to pigs: how far have we come? *Animals* 9(5): 254. <https://doi.org/10.3390/ani9050254>
- Varga M. (2014). Rabbit Basic Science. En: *Textbook of Rabbit Medicine* (Ed. Varga M.), pp. 3-108. Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-4979-8.00001-7>
- Wu Z., Zhou H., Li F., Zhang N., Zhu Y. (2018). Effect of dietary fiber levels on bacterial composition with age in the cecum of meat rabbits. *MicrobiologyOpen* 8(5): e00708. <https://doi.org/10.1002/mbo3.708>
- Xu D., Shu G., Liu Y., Qin P., Zheng Y., Tian Y., Zhao X., Du X. (2022). Farm environmental enrichments improve the welfare of layer chicks and pullets: a comprehensive review. *Animals* 12(19): 2610. <https://doi.org/10.3390/ani12192610>
- Zomeño C., Birolo M., Gratta F., Zuffellato A., Xiccato G., Trocino A. (2018). Effects of group housing system, pen floor type, and lactation management on performance and behaviour in rabbit does. *Applied Animal Behaviour Science* 203: 55-63. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.03.002>

(Aceptado para publicación el 19 de septiembre de 2024)