



EFFECT OF ENVIRONMENTAL ENRICHMENT ON WELFARE AND PRODUCTIVE INDICATORS IN PREGNANT RABBITS †

[EFECTO DEL ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL SOBRE EL BIENESTAR E INDICADORES PRODUCTIVOS EN CONEJAS GESTANTES]

Evelin García-Mota¹, Guadalupe Espejo-Beristain¹,
María Luisa Robledo-Salinas², Nancy Domínguez González¹
and Fernando Naranjo-Chacón^{1*}

¹ Facultad de Ciencias Agrícolas campus Xalapa, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán S/N, C.P. 91090, Colonia Zona Universitaria, Xalapa de Enríquez, Ver., México. Email: evelingarciamota17@gmail.com, gespejo@uv.mx, nadominguez@uv.mx, fnaranjo@uv.mx *.

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia campus Veracruz, Universidad Veracruzana. Av. Miguel Ángel de Quevedo, esq. Yáñez S/N. C.P. 91710, Colonia Unidad Veracruzana, Veracruz, Ver., México. Email: robledo@uv.mx.

* Corresponding author

SUMMARY

Background: In productive systems, confinement limits the natural behaviors of rabbits, causing stress that affects their animal welfare (AW) and productive performance. The reduction of space and lack of environmental stimuli aggravate these conditions. Environmental enrichment (EE) is presented as a key strategy to improve AW by promoting natural behaviors and reducing stress in captive animals. **Objective:** To evaluate the effect of EE on welfare and productive indicators in the rabbit production unit “La Coneja Roja” in Palo Gacho, Veracruz, Mexico. **Methodology:** The study included 60 multiparous rabbits, divided into two groups: with EE (CCEE, n=30) and without EE (CSEE, n=30). The EE items (log with hay, rope, stuffed bamboo, rattle and pine nut) were offered during pregnancy and lactation. Behaviors such as exploration, inactivity, locomotion, grooming, feeding and lactation were evaluated through video recordings, as well as productive parameters (number of total born rabbits, live born rabbits, stillborn rabbits and birth weight per litter). Data were analyzed with ANOVA and non-parametric tests ($P<0.05$). **Results:** Rabbits with EE showed greater exploration ($P=0.001$), locomotion ($P=0.001$) and grooming ($P=0.001$), while those without EE had greater inactivity ($P=0.002$). These results reflect a greater AW in rabbits with EE when expressing natural behaviors. No significant differences were observed in productive parameters between groups ($P>0.05$). **Implications:** Although EE did not significantly impact productive parameters, it improved AW by promoting natural behaviors and reducing stress. However, further studies are required to evaluate its effect under different management conditions. **Conclusions:** The EE is a viable strategy to improve AW in rabbit production systems without affecting productivity, contributing to more ethical and sustainable practices. **Key words:** food; welfare; ethics; rabbit production.

RESUMEN

Antecedentes: En sistemas productivos, el confinamiento limita los comportamientos naturales de los conejos, provocando estrés que afecta su bienestar (BA) y rendimiento productivo. La reducción de espacio y falta de estímulos ambientales agravan estas condiciones. El enriquecimiento ambiental (EA) se presenta como una estrategia clave para incrementar el BA al fomentar conductas naturales, reducir el estrés en animales en situación de cautiverio. **Objetivo:** Evaluar el efecto del EA sobre el bienestar e indicadores productivos en la unidad de producción cunícola “La Coneja Roja” en Palo Gacho, Veracruz, México. **Metodología:** El estudio incluyó 60 conejas multíparas, divididas en dos grupos: con EA (CCEA, n=30) y sin EA (CSEA, n=30). Los elementos de EA (tronco con heno, soga, bambú relleno, sonajero y piñón) se ofrecieron durante gestación y lactancia. Se evaluaron comportamientos como exploración, inactividad, locomoción, acicalamiento, alimentación y lactancia mediante videgrabaciones, así como parámetros productivos (número de gazapos nacidos totales, gazapos nacidos vivos, gazapos nacidos muertos y peso al nacimiento

† Submitted January 15, 2025 – Accepted March 24, 2025. <http://doi.org/10.56369/tsaes.6150>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = G. Espejo-Beristain: <https://orcid.org/0000-0002-0207-9774>; M.L. Robledo-Salinas: <https://orcid.org/0009-0005-2270-0205>; N. Domínguez-González: <https://orcid.org/0000-0002-5422-2309>; F. Naranjo Chacón: <https://orcid.org/0000-0002-5895-3272>

por camada). Los datos fueron analizados con ANOVA y pruebas no paramétricas ($P < 0.05$). **Resultados:** Las conejas con EA mostraron mayor exploración ($P = 0.001$), locomoción ($P = 0.001$) y acicalamiento ($P = 0.001$), mientras que las sin EA tuvieron mayor inactividad ($P = 0.002$). Estos resultados reflejan un mayor BA en las conejas con EA al expresar comportamientos naturales. No se observaron diferencias significativas en los parámetros productivos entre grupos ($P > 0.05$). **Implicaciones:** Aunque el EA no impactó significativamente los parámetros productivos, mejoró el BA al promover comportamientos naturales y reducir el estrés. Sin embargo, se requieren estudios adicionales para evaluar su efecto en diferentes condiciones de manejo. **Conclusiones:** El EA es una estrategia viable para mejorar el BA en sistemas de producción cunícola sin afectar la productividad, contribuyendo a prácticas más éticas y sostenibles. **Palabras clave:** alimentación; bienestar; ética; producción cunícola.

INTRODUCCIÓN

El alojamiento de los animales en las unidades de producción está bajo creciente escrutinio por parte de la sociedad, lo que ha impulsado una transición hacia sistemas más respetuosos que promuevan el bienestar animal (BA) (Mondin *et al.*, 2021). Según la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) el BA se define como el estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive y muere (OMSA, 2023). Por ello, la relevancia del BA ha incrementado a nivel mundial tanto en sistemas de producción pecuaria, como en animales de compañía, ya que involucra múltiples dimensiones científicas, éticas, económicas, culturales, religiosas y políticas. Además, tiene impacto directo en la salud de los animales utilizados en sistemas de producción intensiva bajo condiciones dadas por el humano (Canén, 2009, Huertas, 2023, Muñoz, 2014).

En los últimos años, el interés por el BA en la producción pecuaria ha fomentado el estudio de sistemas alternativos de alojamiento en conejos. Estos sistemas contemplan aspectos como el tamaño del grupo, espacios disponibles y adecuados, calidad del entorno y manejo general de los animales (Miranda-De La Lama *et al.*, 2017). El enriquecimiento ambiental (EA) es un concepto que se refiere a las diferentes formas de estimulación que el entorno proporciona al cerebro (Magnusson y Brim, 2014). Estas modificaciones mejoran la estimulación física y social en entornos cautivos (Kelley y Macías, 2010) y tienen efectos positivos sobre el comportamiento, salud y desempeño productivo de los animales (Webster, 2016).

En la producción cunícola, los conejos domésticos (*Oryctolagus cuniculus*) suelen estar confinados en espacios reducidos y menos complejos que su entorno natural y bajo las condiciones que el humano suele ofrecerle (Jayne y See, 2019). Esta situación limita sus comportamientos naturales y los expone a rutinas impuestas por sus cuidadores, generando un alto grado de estrés, que se refleja negativamente en su potencial genético (Fraser, 2009). Por ello, el EA se utiliza como herramienta para mejorar el BA de los individuos en diferentes sistemas de producción pecuaria, incluyendo la cunícola (Erasmus, 2018).

En México, el consumo de carne de conejo data de la época prehispánica (Soto, 2019). Sin embargo, representa solo el 0.5% del total de los productos cárnicos consumidos, es decir alrededor de 200 g *per cápita* al año, cifra significativamente menor en comparación con otros países de la Unión Europea (Vélez *et al.*, 2021). Estudios muestran que la carne de conejo posee un alto valor nutricional, es fácil de cocinar y digerir y tiene gran versatilidad gastronómica (Bixquert y Gil, 2005), lo que la convierte en una opción adecuada para personas con enfermedades cardiovasculares (Mireles-Arriaga, 2018, Romain, 2015).

La producción cunícola se desarrolla principalmente en espacios pequeños y representa una alternativa económica para las familias de zonas urbanas, suburbanas y rurales, además de ser una fuente de autoconsumo (Flórez, 2011). Esto es especialmente relevante en un contexto de sistemas alimentarios globalizados, pobreza extrema y variaciones climáticas que afectan la producción de alimentos de origen animal (Romain, 2015, Smith *et al.*, 2000). La cunicultura, como tipo de ganadería alternativa, se adapta a estas condiciones gracias a la alta productividad y facilidad de manejo (Millán *et al.*, 2019), convirtiéndose en una propuesta efectiva para combatir la inseguridad alimentaria en países en desarrollo y desarrollados (Figuroa-Sandoval *et al.*, 2019). Por ello, el presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto del enriquecimiento ambiental sobre el bienestar e indicadores productivos de conejas en la unidad de producción cunícola “La Coneja Roja” en Palo Gacho, Veracruz, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la unidad de producción cunícola “La Coneja Roja”, ubicada en la localidad de Palo Gacho, municipio de Emiliano Zapata, Veracruz, México (19° 44' N, 96° 37' O), a una altitud de 328 msnm. La región presenta un clima templado-húmedo, con una temperatura promedio de 25.2 °C y una precipitación anual de 2779 mm (García, 2004). El objetivo principal de la granja es la obtención de

canales de conejo para su venta, además de la cría de animales para mascotas y la elaboración de platillos y embutidos de conejo.

Animales experimentales

La unidad de producción cuenta con un total de 352 animales, incluyendo 70 hembras reproductoras, 12 sementales y 270 crías en diferentes etapas de desarrollo. Para este estudio, se seleccionaron 60 hembras multíparas, divididas en dos grupos: Grupo 1 (n=30): conejas que recibieron diferentes materiales de EA como tronco, sogá, bambú relleno, sonajero y piñón, durante la gestación y 21 días posparto (CCEA); y Grupo 2 (n=30): conejas sin EA (CSEA).

Características del alojamiento y manejo de los animales

Los conejos fueron alojados en un edificio construido de concreto, llamado conejera, que se encontraba orientado al este, con dimensiones de 10 m de largo por 7 m de ancho, y con piso de cemento pulido. El techo del edificio era de lámina galvanizada a dos aguas, con una altura de 3 m. Además, contaba con 8 ventanas (4 de cada lado) protegidas con tela metálica y mosquitera. Cada ventana tenía cortinas plásticas para evitar la entrada de corrientes de aire fuerte y frío provenientes del norte.

Cada coneja fue alojada de forma individual en jaulas polivalentes, con dimensiones de 66 × 52 × 28.5 cm de largo, ancho y alto, respectivamente, equipadas con un bebedero y un comedero de llenado manual, ambos localizados dentro de cada jaula. También se habilitó un nidal de lámina galvanizada lisa, descubierto en la parte superior para vigilar a los gazapos y en la parte inferior para el escurrimiento de los desechos. En la parte interna de cada nidal se colocó un recipiente de plástico acondicionado con una cama de cascarilla de trigo para los gazapos. Todo fue abatible y se ubicó dentro de cada jaula, con comunicación a través de una puerta de acceso.

Los conejos fueron alimentados con un concentrado comercial de la marca Unión Tepexpan (compuesto por 16.5% de proteína bruta, 3% de grasa, 15% de fibra y 9% de cenizas), el cual fue proporcionado *ad libitum*. El manejo reproductivo se llevó a cabo de la siguiente manera: la detección del celo se realizó mediante la observación de la vulva y la presencia de comportamientos propios de la fase de celo. Posteriormente, cada hembra fue colocada en la jaula

del semental correspondiente para esperar la monta directa. Además, el cruzamiento en la granja se efectuó de manera sistemática cada 42 días posparto. Después de la monta, el tiempo de gestación fue de aproximadamente 30-35 días. Por lo tanto, cada coneja fue alojada en su jaula individual sin nidal hasta que presentó comportamientos propios del parto, momento en el cual se realizó el cambio a jaulas con nidales.

Posterior al parto, los nidos fueron revisados periódicamente para verificar que la cantidad de pelo fuera la adecuada y que no hubiera animales muertos hasta los 21 días posparto. El manejo de la salud de los conejos estuvo a cargo de un médico veterinario, quien realizó visitas periódicas para examinar a todos los animales con el propósito de detectar anomalías, lesiones o enfermedades dentro de la granja y proporcionar tratamiento oportuno o preventivo, con el fin de mantener una buena salud en los animales.

Enriquecimiento ambiental de las conejas

Para el EA se elaboraron cinco objetos de diferentes materiales, los cuales cumplían con los requerimientos y criterios propuestos por Young (2003), donde indica que deben ser de bajo costo, de materiales accesibles de la región y que no genere algún tipo de daño a los animales. Por lo tanto, los cinco EA ocupacionales proporcionados a las conejas durante la gestación y los 21 días posparto, consistieron en (figura 1):

- a) Tronco: fragmento de madera con forma de tronco, fijado a una base cuadrada de 12 x 12 cm, con dos agujeros que la atraviesan, donde se colocaron 50 g de heno de avena.
- b) Soga: base de rectangular de 18 x 9 cm, en la cual se sujetaron seis sogas de henequén beige de 14 cm de longitud, dispuestas en forma de colgantes.
- c) Bambú relleno: segmento hueco de bambú de 15 cm de largo, relleno con 50 g de heno de avena.
- d) Sonajero: cilindro de madera con un diámetro de 12 cm y altura de 18 cm, compuesto por barrotes de madera que proporcionan forma y soporte a la estructura.
- e) Piñón: Semilla o fruto seco de pino, suministrada a razón de una unidad por animal.



Figura 1. Objetos usados para EA ocupacional: (a) tronco, (b) sogá, (c) bambú relleno, (d) sonajero y (e) piñón. Durante siete semanas, las conejas enriquecidas fueron expuestas a los diferentes estímulos de EA (tronco, sogá, bambú relleno, sonajero y piñón). Cada objeto se ofreció por un lapso de 30 minutos, utilizando un objeto diferente cada día, y siempre ofrecidos por la misma persona.

Análisis de los comportamientos

El comportamiento de las conejas fue registrado mediante videgrabación, utilizando una cámara Canon EOS Rebel T7 (4k) durante 10 minutos al día, comenzando el segundo día posparto, tanto en el grupo CCEA como en el CSEA. Posteriormente, se evaluó la duración de los diferentes componentes en segundos (s), los cuales se describen a continuación en la tabla 1.

Análisis de parámetros productivos

Los parámetros productivos evaluados en las conejas y gazapos al nacimiento fueron: número de gazapos nacidos totales (NGNT), número de gazapos nacidos vivos (NGNV), número de gazapos nacidos muertos (NGNM) y peso al nacimiento por camada de gazapos (PNCG). Para ello, el peso de los gazapos de cada

coneja en los diferentes grupos fue registrado utilizando una báscula de reloj comercial Truper BASC-10C, con un rango de medición de hasta 10 kg.

Análisis estadístico

Para evaluar el comportamiento y los parámetros de producción, se empleó un análisis de varianza ANOVA de una vía, considerando como factor el tratamiento (con o sin EA). La única excepción fue la variable número de gazapos nacidos muertos (NGNM), para la cual se aplicó la prueba Kruskal-Wallis H, debido a que los datos no presentaron una distribución normal. Para identificar diferencias significativas entre las medias, se utilizó la prueba de Tukey HSD. Para todas las pruebas estadísticas, se fijó un nivel de significancia de $P < 0.05$, utilizando el software estadístico SigmaPlot, versión 15.0.

Tabla 1. Etograma de los comportamientos evaluados.

Comportamiento	Descripción
Exploratorio	Postura de pie, en dos o cuatro patas, avanzando mientras realiza marcaje e investigación mediante olfateos. Este comportamiento se presenta de forma vigilante y con posturas de alerta.
Inactivo	Acostado, extendido con las cuatro extremidades, con los ojos abiertos o cerrados y sin realizar ningún otro comportamiento.
Locomoción	Desplazamiento de un lugar a otro.
Acicalamiento	Acción de lamerse, mordisquear, repasar el pelo o rascarse con las extremidades posteriores la cabeza, bigotes y orejas.
Alimenticio	Ingerir alimentos o agua.
Lactancia	Proceso de amamantar a los gazapos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento

En cuanto al comportamiento de las conejas postparto, se observaron diferencias significativas entre grupos ($P < 0.05$), en la duración del tiempo dedicado a la exploración, en el comportamiento inactivo, de locomoción y acicalamiento (Tabla 2). Se recomienda usar el mismo formato para todas las tablas.

En una amplia variedad de especies se ha descubierto que la restricción de espacio, derivada de las condiciones brindadas en las unidades de producción, causa problemas de bienestar (Sánchez-Casanova *et al.*, 2021). En cuanto a las consecuencias que ha traído la restricción de espacio en los conejos, se observa una limitada expresión de comportamientos naturales, los cuales eran característicos de su antecesor, el conejo salvaje europeo (*Oryctolagus cuniculus*). Por ejemplo, estos animales son principalmente activos durante el crepúsculo, la noche y el amanecer, periodos que aprovechan para buscar alimento, patrullar o marcar territorio (Fraser y Broom, 1996, Sánchez-Casanova *et al.*, 2021). Además, al ser un animal de presa, el conejo encontraba mayores posibilidades de escapar de los depredadores al permanecer activo durante la noche, viviendo en grupos sociales y resguardándose durante el día (Bozicovich *et al.*, 2016, Verga *et al.*, 2007).

En su estado natural, los conejos forman grupos pequeños que consisten en uno a cuatro machos y de una a nueve hembras, con jerarquías bien definidas que se establecen mediante intensas luchas (Trocino y Xiccato, 2006, von Holst *et al.*, 2002). Basándose en esta compleja estructura social, se considera que los conejos domésticos deberían criarse en grupos tanto en las fases de reproducción como de crecimiento. Sin embargo, en las granjas cunícolas, los machos reproductores suelen mantenerse enjaulados de forma individual para evitar peleas, mientras que las hembras son separadas debido a la competencia por las cajas de nido al final de la gestación y la lactancia. En el caso de conejos destinados a engorda, las jaulas utilizadas son colectivas, cuyas dimensiones dependen del tamaño del grupo (Bozicovich *et al.*, 2016, Szendrő y Dalle Zotte, 2011, Verga *et al.*, 2007).

Los resultados de esta investigación revelaron una mayor actividad de exploración ($F(1,58) = 38.512$, $P < 0.01$), y locomoción ($F(1,58) = 22.072$, $P = 0.001$) en las conejas del grupo CCEA respecto a las del grupo CSEA. Esto es relevante, ya que un animal que permanece inactivo por largos periodos no expresa comportamientos propios de la especie como ocurrió con las conejas CSEA, $F(1,58) = 68.49$, $P < 0.02$. Se ha establecido que las restricciones espaciales afectan

negativamente la manifestación de comportamientos naturales, lo que genera frustraciones y puede tener efectos perjudiciales para el BA a largo plazo (Buijs *et al.*, 2011). Asimismo, la falta de espacio que limita los movimientos naturales de la especie puede causar anomalías permanentes en el esqueleto (Marai y Rashwan, 2004, Trocino y Xiccato, 2024). Esto se debe a que las jaulas suelen ser estrechas y cuentan con pisos de alambre, lo que afecta la movilidad de los conejos e incrementa la susceptibilidad a la osteoporosis y otras anomalías óseas. En este estudio, las conejas del grupo CSEA mostraron menor locomoción y exploración que las del grupo CCEA, lo cual podría tener repercusiones negativas en su salud, especialmente por el aumento de peso durante la gestación. Por tanto, bajo nuestras condiciones, implementar estrategias que fomenten el ejercicio moderado en jaulas podría mejorar las condiciones musculares, óseas y articulares de los conejos (Buijs *et al.*, 2011, Rooney *et al.*, 2023). Estos beneficios son comparables con los observados en sistemas de corral implementados en otros países, donde los conejos exhiben comportamientos más activos y sociales (Princz *et al.*, 2008).

A pesar de los conocimientos sobre la naturaleza gregaria del conejo, aquellos animales que son utilizados para investigación, mascotas o para reproducción, suelen mantenerse enjaulados individualmente, por preocupaciones relacionadas con la transmisión de enfermedades o agresiones, que se incrementan especialmente con la llegada de la madurez sexual de estos animales; además, se ha demostrado que en grupos grandes de conejos estas conductas agresivas son frecuentes, pudiendo ocasionar lesiones graves que comprometen su bienestar (Maertens y Van Herck, 2000, Princz *et al.*, 2008). La falta de satisfacción de las necesidades básicas de los conejos puede generar estrés y desencadenar estereotipias, comportamientos anormales, agresividad, movimientos repetitivos, inactividad, automutilación y conductas excesivas de auto aseo. Estos problemas comprometen no solo el BA, sino también ponen en riesgo la economía de las granjas (Cumbe-Nacipucha *et al.*, 2024, Dixon *et al.*, 2010).

En este estudio, se observó que las conejas del grupo CCEA, además de mostrar mayor actividad exploratoria y locomotora, dedicaron más tiempo a conductas de aseo y limpieza (acicalamiento, $F(1,58) = 3.556$, $P = 0.001$), lo cual es indicativo de confort. Se ha encontrado que los conejos alojados de manera grupal y con enriquecimiento ambiental prefieren realizar conductas sociales y exploratorias (Buijs *et al.*, 2011, Sommerville *et al.*, 2017). Por otro lado, no se detectaron diferencias significativas en el comportamiento

Tabla 1. Media \pm SEM (error estándar de la media) de los comportamientos evaluados en las conejas, con duración expresada en segundos.

Comportamiento	Conejas con EA (CCEA)	Conejas sin EA (CSEA)	P
Exploración	144.9 ^a \pm 9.1	64.3 ^b \pm 9.1	0.001
Inactivo	267.7 ^a \pm 16.9	466.6 ^b \pm 16.9	0.002
Locomoción	55.0 ^a \pm 5.8	16.0 ^b \pm 5.8	0.001
Conducta Alimenticia	73.0 \pm 13.6	36.6 \pm 13.6	0.064
Acicalamiento	59.2 ^a \pm 7.8	16.4 ^b \pm 7.8	0.001

^{a,b} Diferentes superíndices por columna indican diferencia estadística ($P < 0.05$).

alimenticio entre los grupos ($F(1,58) = 3.556$, $P = 0.64$), lo que sugiere que, bajo condiciones donde el alimento es proporcionado por los humanos, no existe una competencia por él, por lo que este factor no representa un problema. Comprender cómo las condiciones de alojamiento afectan el comportamiento de los conejos en crecimiento es fundamental para adaptar el entorno de crianza y mejorar el BA y las unidades de producción cunícola (Cumbe-Nacipucha *et al.*, 2024, Maertens *et al.*, 2013, Silva *et al.*, 2021).

El EA en las jaulas de los conejos es de crucial importancia, ya que podría proporcionar condiciones más adecuadas para su bienestar general. La inclusión de objetos para roer, mover, comer o jugar tiene un impacto positivo en su comportamiento, permitiéndoles dedicar más tiempo a masticar o jugar en comparación con aquellos que no cuentan con este tipo de enriquecimiento. Objetos como madera, sogas de ixtle y forraje son opciones viables para enriquecer las jaulas sin comprometer la salud o la producción de los animales en las diferentes unidades de producción cunícola (Elsayed *et al.*, 2024).

Parámetros productivos

Con respecto a los parámetros productivos en los grupos evaluados, el número de gazapos nacidos totales (GNT), gazapos nacidos vivos (NGNV), peso de los gazapos al nacimiento por camada (PNCG) y número de gazapos nacidos muertos (NGNM), fueron similares ($P > 0.05$) en ambos grupos CCEA y CSEA.

No se encontraron diferencias significativas en los parámetros evaluados entre los grupos CCEA y CSEA (NGNT, $F(1,58) = 1.006$, $P > 0.31$; NGNV, $F(1,58) = 0.169$, $P > 0.682$; PNCG, $F(1,58) = 2.629$, $P > 0.11$ y NGNM, $F(1,58) = 3.360$, $P > 0.067$). Estos resultados coinciden con estudios previos que evaluaron los mismos parámetros productivos en conejas con diferentes tipos de EA, concluyendo que, conforme aumenta el número de partos, también incrementa el tamaño de camada (Dal Bosco *et al.*, 2019, Hoy *et al.*, 2006, Ruis y Coenen, 2004).

Tabla 2. Media \pm SEM y Mediana \pm RIQ (rango intercuartílico), de parámetros productivos evaluados en las conejas.

Parámetros	Conejas con EA (CCEA)	Conejas sin EA (CSEA)	P
NGNT	6.6 \pm 0.44 ^a	7.2 \pm 0.44 ^a	0.31
NGNV	5.6 \pm 0.40 ^a	5.4 \pm 0.40 ^a	0.68
PNCG	304.5 \pm 17.32 ^a	264.76 \pm 17.32 ^a	0.11
	Mediana + RIQ	Mediana + RIQ	P
NGNM	0.0	1.0	0.06

^a Superíndice por columna indica sin diferencia estadística ($P > 0.05$).

En este estudio, las conejas permanecieron alojadas de forma individual, ya que en la práctica común se forman grupos de hembras que, al momento del parto, son trasladadas a jaulas individuales. Las investigaciones actuales en conejos indican que el alojamiento en grupos continuos, independientemente del espacio disponible para movimiento y contacto social, puede afectar negativamente el BA, generando estrés crónico, lesiones, mayor riesgo de enfermedades y mortalidad en las camadas. Además, el rendimiento reproductivo de las conejas alojadas en grupo suele ser menor, y los costos de producción más altos, en comparación con los sistemas de alojamiento individual (Mugnai *et al.*, 2009). Sin embargo, diversos autores coinciden en que, en el futuro, el alojamiento individual con enriquecimientos sensoriales y ocupacionales será el sistema predominante en la producción intensiva de conejos (Buijs *et al.*, 2015, Rommers *et al.*, 2014, Szendrő y McNitt, 2012, Szendrő *et al.*, 2016).

Aunque no se encontraron diferencias en los parámetros productivos entre ambos grupos, esto no descarta que los diferentes tipos de EA influyan positivamente, especialmente en el comportamiento animal. En otras especies, se ha observado que los parámetros productivos están relacionados con el comportamiento materno durante el parto (Espejo *et al.*, 2023). Además, los enriquecimientos pueden impactar favorablemente la sostenibilidad de las granjas, aunque este aspecto no fue considerado en la presente investigación. Es importante destacar que la adopción de tecnologías y alternativas como el EA

para incrementar el bienestar de los animales dependerá de cada cunicultor, impulsado por los beneficios económicos percibidos y la reducción de costos. La capacidad de adoptar innovaciones en BA dependerá principalmente del impacto que tengan en la rentabilidad de la unidad productiva (Chiron *et al.*, 2022, El-Sabroun *et al.*, 2024, Mondin *et al.*, 2021). El bienestar de los animales debe ser siempre una prioridad, especialmente en aquellos bajo condiciones de cautiverio, sin importar el estado económico o estructura social de las unidades de producción.

CONCLUSIÓN

El EA tuvo un efecto positivo en los indicadores comportamentales. Las conejas enriquecidas dedicaron más tiempo a conductas propias de su especie, lo que desde el punto de vista del bienestar puede favorecer su salud y prevenir comportamientos no deseados a largo plazo. Sin embargo, el enriquecimiento no tuvo un impacto significativo en el desempeño productivo al nacimiento. A pesar de ello, ofrecer enriquecimientos no solo es una cuestión económica o productiva; su implementación representa una alternativa ética que aporta mejoras biológicas al bienestar de los animales

Agradecimientos.

Los autores agradecen a la granja “La Coneja Roja”, por su contribución para la realización del experimento en este sitio y por el cuidado de los animales.

Funding. This research did not receive any funding from public, commercial, or nonprofit funding agencies.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interest.

Compliance with ethical standards. The Bioethics and Animal Welfare Commission notes that it examined and approved the research work entitled: “Effect of environmental enrichment on welfare and productive indicators in pregnant rabbits”, considering that all experimental procedures used on the animals were carried out in accordance with the Internal Regulations of the Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science of the Universidad Veracruzana (Animal Welfare Section, Title VII Chapters I, II, III, IV, Articles 92 to 124).

Data availability. Data is available with: G Espejo-Beristain, gespejo@uv.mx upon reasonable request

Author contribution statement (CRediT). **E. García-Mota** – Investigation, Methodology, Project administration. **G. Espejo-Beristain** – Investigation, Methodology, Project administration, Validation. **M.L. Robledo-Salinas** – Resources, Project

administration., **N. Domínguez-González** – Formal analysis, Writing-review and editing, Supervision., **F. Naranjo-Chacón** – Project administration, Supervision, Investigation, Resources, Validation.

REFERENCES

- Bixquert, M. and Gil, R. 2005. Propiedades nutricionales y digestibilidad de la carne de conejo. *Carne de conejo: Equilibrio y salud. Revista Científica de Nutrición*, 1, pp. 7-11.
- Bozicovich, T.F.M., Moura, A.S.a.M.T., Fernandes, S., Oliveira, A.A. and 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, pp. 72-79. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.05.025>
- Buijs, S., Keeling, L.J. and Tuytens, F.a.M. 2011. Behaviour and use of space in fattening rabbits as influenced by cage size and enrichment. *Applied Animal Behaviour Science*, 134, pp. 229-238. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.06.008>
- Buijs, S., Maertens, L., Hermans, K., Vangeyte, J. and Tuytens, F.a.M. 2015. Behaviour, wounds, weight loss and adrenal weight of rabbit does as affected by semi-group housing. *Applied Animal Behaviour Science*, 172, pp. 44-51. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.09.003>
- Canén, S.H. 2009. El bienestar animal: un tema científico, ético, económico y político. *Agrociencia Uruguay*, 13, pp. 45-50.
- Chiron, P., Doré, A. and Lamothe, L.F. 2022. Factors affecting French rabbit farmers' adoption of pro-welfare innovations. *World Rabbit Science*, 30, pp. 249-265. <https://doi.org/10.4995/wrs.2022.17882>
- Cumbe-Nacipucha, P.K., Valencia-Kanut, E.S., Cardona-Gómez, K.M. and Domínguez-Tejerina, J.C. 2024. Efectos del enriquecimiento ambiental en la producción, salud y comportamiento de conejos de carne. Revisión sistemática. *Información Técnica Económica Agraria*, 20, pp. 1-17. <https://doi.org/10.12706/itea.2024.015>

- Dal Bosco, A., Mugnai, C., Martino, M., Szendrő, Z., Mattioli, S., Cambiotti, V., Cartoni Mancinelli, A., Moscati, L. and Castellini, C. 2019. Housing rabbit does in a combi system with removable walls: effect on behaviour and reproductive performance. *Animals*, 9, pp. 528. <https://doi.org/10.3390/ani9080528>
- Dixon, L.M., Hardiman, J.R. and Cooper, J.J. 2010. The effects of spatial restriction on the behavior of rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Journal of Veterinary Behavior*, 5, pp. 302-308. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2010.07.002>
- El-Sabrou, K., Sherasiya, A., Ahmad, S., Aggag, S., Nannoni, E., Cavallini, D. and Buonaiuto, G. 2024. Environmental enrichment in rabbit husbandry: Comparative impacts on performance and welfare. *Animals*, 14, pp. 2367. <https://doi.org/10.3390/ani14162367>
- Elsayed, M., Soliman, F., Elghalid, O. and El-Sabrou, K. 2024. Using different cage enrichments to improve rabbits' performance, behavior, and welfare. *Animals*, 14, pp. 2271. <https://doi.org/10.3390/ani14152271>
- Erasmus, M.A. 2018. Welfare issues in turkey production. *Advances in poultry welfare*, pp. 263-291.
- Espejo, G., Paredes-Ramos, P., Ahuja-Aguirre, C., Carrasco, A. and Naranjo, F. 2023. Efecto del enriquecimiento ambiental en cerdas gestantes sobre su comportamiento al parto y concentraciones de cortisol. *Información Técnica Económica Agraria*, 119, pp. <https://doi.org/10.12706/itea.2022.004>
- Figueroa-Sandoval, B., Coronado-Minjarez, M.A., García-Herrera, E.J., Ramírez-López, A., Sangerman-Jarquín, D.M. and Figueroa-Rodríguez, K.A. 2019. Production System Diversification and Livelihood in the Drylands of North Central Mexico. *Sustainability*, 11, pp. 2750. <https://doi.org/10.3390/su11102750>
- Flórez, C.E.S. 2011. Revisión de experiencias urbanas y periurbanas de cría animal como alternativa de seguridad alimentaria. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 2, pp. 51-63.
- Fraser, A.F. and Broom, D.M. 1996. *Farm animal behaviour and welfare*, CAB International.
- Fraser, D. 2009. El bienestar animal y la intensificación de la producción animal. *Boletín de Cunicultura*, pp. 22-46. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5264479>
- García, E. 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hoy, S., Ruis, M. and Szendro, Z. 2006. Housing of rabbits-results of an European research network. *Archiv für Geflügelkunde*, 70, pp. 223-227. <https://www.european-poultry-science.com/housing-of-rabbits-x2013-results-of-an-european-research-network,QUIEPTQyMTc4NjYmTUIEPTe2MTAxNA.html>
- Huertas, C.S.M. 2023. La importancia del bienestar animal en los sistemas de producción sostenibles. *Veterinaria (Montevideo)*, 59, pp. <https://doi.org/10.29155/VET.59.220.1>
- Jayne, K. and See, A. 2019. Behavioral research on captive animals: scientific and ethical concerns. In: Brill (ed.) *Animal Experimentation: Working Towards a Paradigm Change*. WellBeing International
- Kelley, J.L. and Macías, G.C. 2010. Ontogenetic Effects of Captive Breeding. In: Breed, MD y Moore, J (eds.) *Encyclopedia of Animal Behavior*. Oxford: Academic Press.
- Maertens, L., Buijs, S. and Davoust, C. 2013. Gnawing blocks as cage enrichment and dietary supplement for does and fatteners: intake, performance and behaviour. *World Rabbit Science*, 21, pp. 185-192. <https://doi.org/10.4995/wrs.2013.1195>
- Maertens, L. and Van Herck, A. 2000. Performance of weaned rabbits raised in pens or in classical cages: first results. In *Proc.: 7th World Rabbit Congress, 4-7 July, 2000, Valencia, Spain. Vol. B: 435-440*.
- Magnusson, K.R. and Brim, B.L. 2014. The Aging Brain. *Reference Module in Biomedical Sciences*. Elsevier.
- Marai, I.F.M. and Rashwan, A. 2004. Rabbits behavioural response to climatic and managerial conditions—a review. *Archives Animal Breeding*, 47, pp. 469-482. <https://dnb.info/1149379448/34>

- Millán, M.L.G., De Oca, E.R.M., Patiño, M.a.R., Fernández, C.S., Barbosa, L.a.L., León, A.C. and Matías, F.G. 2019. La cunicultura de traspatio como parte de las estrategias de seguridad alimentaria en Morelos, México. *Revista ESPAMCIENCIA*, 10, pp. 43-51. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8278205>
- Miranda-De La Lama, G., Estévez-Moreno, L., Sepulveda, W.S., Estrada-Chavero, M., Rayas-Amor, A., Villarroel, M. and María, G. 2017. Mexican consumers' perceptions and attitudes towards farm animal welfare and willingness to pay for welfare friendly meat products. *Meat science*, 125, pp. 106-113. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.12.001>
- Mireles-Arriaga, A. 2018. Fitoquímicos antioxidantes alimentarios como estrategia de promoción de la estabilidad oxidativa de la carne de conejo (*Oryctolagus cuniculus* L.). *Agro Productividad*, 11, pp. 91-96. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/437>
- Mondin, C., Trestini, S., Trocino, A. and Di Martino, G. 2021. The economics of rabbit farming: A pilot study on the impact of different housing systems. *Animals*, 11, pp. 3040. <https://doi.org/10.3390/ani11113040>
- Mugnai, C., Dal Bosco, A. and Castellini, C. 2009. Effect of different rearing systems and pre-kindling handling on behaviour and performance of rabbit does. *Applied Animal Behaviour Science*, 118, pp. 91-100. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.02.007>
- Muñoz, R. 2014. Bienestar animal: un reto en la producción pecuaria. *Spei Domus*, 10, pp. 31-40. <https://doi.org/10.16925/sp.v10i20.884>
- Omsa. 2023. *Código sanitario para los animales terrestres* [Online]. Organización Mundial de Sanidad Animal. Available: <https://www.woah.org/> [Accessed 2024].
- Princz, Z., Dalle Zotte, A., Radnai, I., Bíró-Németh, E., Matics, Z., Gerencsér, Z., Nagy, I. and Szendrő, Z. 2008. Behaviour of growing rabbits under various housing conditions. *Applied Animal Behaviour Science*, 111, pp. 342-356. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.06.013>
- Romain, I. 2015. Cunicultura y agricultura familiar. Agricultura sostenible. *Policy Brief*, 4, pp. 1-4.
- Rommers, J.M., Reuvekamp, B.J., Gunnink, H. and De Jong, I.C. 2014. Effect of hiding places, straw and territory on aggression in group-housed rabbit does. *Applied Animal Behaviour Science*, 157, pp. 117-126. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.05.011>
- Rooney, N.J., Baker, P.E., Blackwell, E.-J., Walker, M.G., Mullan, S., Saunders, R.A. and Held, S.D.E. 2023. Run access, hutch size and time-of-day affect welfare-relevant behaviour and faecal corticosterone in pair-housed pet rabbits. *Applied Animal Behaviour Science*, 262, pp. 105919. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2023.105919>
- Ruis, M. and Coenen, E. A group-housing system for rabbit does in commercial production: a new approach. Proceedings of the 8th World Rabbit Congress, 2004. 7-10.
- Sánchez-Casanova, R.E., Muñoz-Osorio, G.A. and Sarmiento-Franco, L. 2021. ¿Cómo afecta la disponibilidad de espacio y el tamaño de grupo al bienestar de los animales de granja? *Información Técnica Económica Agraria*, 117, pp. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.041>
- Silva, K.G.D., Stange, M.G., Pergorara, M., Sotomaior, C.S., Weber, S.H., Borges, T.D. and Costa, L.B. 2021. Cardboard and rubber objects as means of environmental enrichment for rabbits. *World Rabbit Science*, 29, pp. 109-114. <https://doi.org/10.4995/wrs.2021.14193>
- Smith, L.C., El Obeid, A.E. and Jensen, H.H. 2000. The geography and causes of food insecurity in developing countries. *Agricultural Economics*, 22, pp. 199-215. [https://doi.org/10.1016/S0169-5150\(99\)00051-1](https://doi.org/10.1016/S0169-5150(99)00051-1)
- Sommerville, R., Ruiz, R. and Averós, X. 2017. A meta-analysis on the effects of the housing environment on the behaviour, mortality, and performance of growing rabbits. *Animal Welfare*, 26, pp. 223-238. <https://doi.org/10.7120/09627286.26.2.223>
- Soto, J.G.G. 2019. Situación de la producción cunícola en México. *Revista Mexicana de*

- Agroecosistemas*, 6, pp. 82-87.
<https://revistaremaeitvo.mx/index.php/remae/article/view/337>
- Szendrő, Z. and Dalle Zotte, A. 2011. Effect of housing conditions on production and behaviour of growing meat rabbits: A review. *Livestock science*, 137, pp. 296-303.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.11.012>
- Szendrő, Z. and McNitt, J. 2012. Housing of rabbit does: Group and individual systems: A review. *Livestock science*, 150, pp. 1-10.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.09.017>
- Szendrő, Z., McNitt, J., Matics, Z., Mikó, A. and Gerencsér, Z. 2016. Alternative and enriched housing systems for breeding does: a review. *World Rabbit Science*, 24, pp. 1-14.
<https://doi.org/10.4995/wrs.2016.3801>
- Trocino, A. and Xiccato, G. 2006. Animal welfare in reared rabbits: a review with emphasis on housing systems. *World Rabbit Science*, 14, pp. 77-93.
<https://doi.org/10.4995/wrs.2006.553>
- Trocino, A. and Xiccato, G. Alojamiento de conejos sin jaulas: luces y sombras. Libro de Actas de 48 Symposium de Cunicultura de ASESCU, 2024. Editorial Agrícola Española, SA, 34-41.
- Vélez, I.A., Espinosa, G.J.A. and Aguilar, R.F. 2021. Tipología y caracterización de cunicultores en los Estados del centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12, pp. 469-486.
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i2.5811>
- Verga, M., Luzi, F. and Carezzi, C. 2007. Effects of husbandry and management systems on physiology and behaviour of farmed and laboratory rabbits. *Hormones and Behavior*, 52, pp. 122-129.
<https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2007.03.024>
- Von Holst, D., Hutzelmeyer, H., Kaetzke, P., Khaschei, M., Rödel, H.G. and Schrutka, H. 2002. Social rank, fecundity and lifetime reproductive success in wild European rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Behavioral Ecology Sociobiology*, 51, pp. 245-254.
<https://doi.org/10.1007/s00265-001-0427-1>
- Webster, J. 2016. Animal welfare: Freedoms, dominions and “a life worth living”. *Animals*, 6, pp. 35. <https://doi.org/10.3390/ani6060035>
- Young, R.J. 2003. Environmental enrichment: an historical perspective. In: *Environmental enrichment for captive animals*, Wiley-University Federation for Animal Welfare (UFAW). pp. 1-19.
<https://doi.org/10.1002/9780470751046.ch1>