

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE**

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA**

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y AGROAMBIENTAL**



**Relación entre el peso al nacimiento del gazapo y su supervivencia en los primeros días de edad**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**Febrero-2023**

**Autor: Juan Francisco Pérez Abellaneda**

**Tutores: María José Argente Carrascosa**

**Imane Hadjadj**

## **Resumen**

La supervivencia del gazapo en las primeras horas de vida y su posterior crecimiento se han relacionado con el peso al nacimiento del gazapo. En este trabajo se estudió los efectos de la línea, el estado fisiológico de la hembra, la estación de nacimiento, el sexo del gazapo y la ingestión de leche en el peso del gazapo en las primeras horas de vidas, y además se analizó la relación entre el peso del gazapo al nacimiento con su supervivencia en los primeros días de vida. Los gazapos muertos al parto pesaron 28% menos que los que nacieron vivos. En la primera semana de vida el gazapo incrementó su peso en un 55% (111,1 g) respecto al nacimiento. Los gazapos de la línea seleccionada para incrementar la variabilidad del tamaño de camada pesaron más al nacimiento que los de la línea seleccionada para disminuir la variabilidad y los de la línea seleccionada por velocidad de crecimiento post destete. Se observó un efecto relevante del estado fisiológico de la hembra, de la estación de nacimiento, del sexo y de la ingestión de leche sobre el peso del gazapo en las primeras horas de vida. Finalmente se constató un efecto favorable entre el peso del gazapo al nacer y su supervivencia en los primeros días de vida.

**Palabras claves:** conejo, ingestión de leche, peso del gazapo al nacimiento, supervivencia perinatal.

## **Abstract**

The kit survival in the first hours of life and its subsequent growth have been related to the birth weight of kit. In this study, effects of the line, the physiological state of the female, the season of birth, the sex of the rabbit and the ingestion of milk on the weight of the rabbit in the first hours of life were assed, and also analysed the relationship between the birth weight of kit with its survival in the first days of life. Died kits at birth weighed 28% less than those that were born alive. In the first week, kits increased its weight by 55% (111.1 g) compared to birth. Kits from the line selected to increase litter size variability weighed more at birth than those from the line selected to decrease variability and those from the line selected for post-weaning growth rate. A relevant effect of the physiological state of the female, the season of birth, sex and milk intake on the weight of the

rabbit in the first hours of life was observed. Finally, a favourable effect was found between the kit weight at birth and its survival in the first days of life.

**Key words:** rabbit, milk intake, rabbit weight at birth, perinatal survival.

## Índice

1. Introducción.....	5
1.1. Antecedentes históricos.....	5
1.2. La cunicultura en España .....	6
1.3. Anatomía y fisiología del conejo .....	10
1.4. Principales patologías en el conejo .....	20
1.5. Factores que condicionan el peso al nacimiento del gazapo y su supervivencia perinatal en conejos.....	23
2. Objetivos .....	27
3. Material y Métodos .....	28
3.1. Instalaciones.....	28
3.2. Animales, alojamiento y manejo .....	30
3.3. Variables analizadas.....	30
3.4. Análisis estadísticos .....	31
4. Resultados y Discusión .....	32
5. Conclusiones.....	39
6. Bibliografía .....	40

## Índice de figuras y tablas

<b>Figura 1.</b> Valor de la producción de la rama agraria 2021 .....	7
<b>Tabla 1.</b> Consumo per cápita de carne fresca 2019-2020.....	7
<b>Figura 2.</b> Distribución de la producción de carne de conejo por comunidades autónomas en el año 2021.....	8
<b>Figura 3.</b> Distribución por comunidades autónomas del número total de explotaciones de producción de gazapos.....	8
<b>Figura 4.</b> Evolución de la producción de carne de conejo en España.....	9
<b>Figura 5.</b> Esquema de los diferentes elementos del aparato digestivo.....	11
<b>Figura 6.</b> Diagrama esquemático de la anatomía del tracto alimentario.....	12
<b>Figura 7. (a)</b> Aparato genital de la coneja. Conformación interior. Vista dorsal abierta. <b>(b)</b> Conformación Exterior. Vista abdominal.....	14
<b>Figura 8.</b> Proceso de ovulación, después del coito.....	14
<b>Figura 9.</b> Esquema del aparato reproductor masculino.....	15
<b>Figura 10.</b> Desarrollo gradual de los embriones.....	17
<b>Figura 11.</b> Diagnóstico de gestación por palpación abdominal .....	18
<b>Figura 12.</b> Evolución de la producción de leche de las conejas.....	19
<b>Tabla 2.</b> Comparación de la producción y composición de leche entre hembras multíparas de conejos, cerdos y bovinos.....	20
<b>Figura 13.</b> Conejo presentando mixomas en el área de la cabeza.....	21
<b>Figura 14.</b> Vistas externas de la granja de conejos de la EPSO .....	28
<b>Figura 15.</b> Detalle de la distribución y disposición de los módulos de jaulas en la nave de maternidad .....	29
<b>Tabla 3.</b> Análisis descriptivos para el peso al nacimiento, a los 7 días de vida e incremento de peso del nacimiento a los 7 días de vida del gazapo.....	32
<b>Tabla 4.</b> Media por mínimos cuadrados y error típico para el peso del gazapo al nacimiento, a los 7 días de vida, incremento de peso del nacimiento a los 7 días de vida y número total de gazapos nacidos al parto según la línea, estado fisiológico de la hembra, estación, mancha y sexo.....	35
<b>Tabla 5.</b> Media por mínimos cuadrados y error típico para el peso del gazapo al nacimiento, a los 7 días de vida, e incremento de peso del nacimiento a los 7 días de vida según la línea, estado fisiológico de la hembra, estación, mancha y sexo incluyendo la covariable el número total de gazapos nacidos al parto en el modelo.....	36
<b>Tabla 6.</b> Resumen del análisis de regresión logística binaria múltiple para la supervivencia al nacer y a los 7 días de vida incluyendo el peso del gazapo al nacer como covariable.....	38

## Introducción

### 1.1. Antecedentes históricos

La cunicultura se define como la actividad pecuaria que incluye la reproducción, cría y engorde del conejo doméstico (*Oryctolagus cuniculus*) cuya finalidad es la de obtener carne de calidad, al mejor coste y con el máximo respecto al medio ambiente. Desde el punto de vista histórico, diversos especialistas coinciden que el conejo utilizado en la cunicultura actual es de origen silvestre, el mismo se encontraba distribuido en la zona del Mar Mediterráneo y a través de los diversos procesos de domesticación fue adaptado para el consumo humano (Lebas et al., 1996 González-Mariscal et al., 2016). Algunas hipótesis señalan que el proceso de domesticación ocurrió en la Roma antigua y otras se decantan por España. En la antigüedad los conejos eran consumidos en los estados de nonato o como feto y se les conocía como *laurices*. Durante la Edad media los monjes consumían los *laurices* en la época de cuaresma. Los primeros indicios de la cría y el manejo de esta especie datan del siglo XVI con su domesticación y la creación de las primeras razas atendiendo al color de su pelo, encontrando animales de pelaje negro, gris oscuro, gris cenizo, y blanco. En este siglo también se tienen evidencias de la diseminación de la crianza a diferentes países como Francia, Inglaterra e Italia (Carneiro et al., 2014).

Al inicio del siglo XIX la cría de conejos se extendió por toda Europa occidental de las áreas rurales a las zonas urbanas, siendo una actividad llevada a cabo por la clase obrera. Durante los años 50 se inicia en España el proceso de modernización de la cría de conejos, alcanzando su pico de industrialización entre los años 60 y 70. La producción máxima de carne de conejo ocurre entre los meses de junio a septiembre y los mínimos entre octubre y enero. Además de la carne, también son productos la piel y el pelo, y algunas razas son utilizadas como mascotas, además de emplearse en programas de repoblación cinegética o como modelo de experimentación animal en medicina.

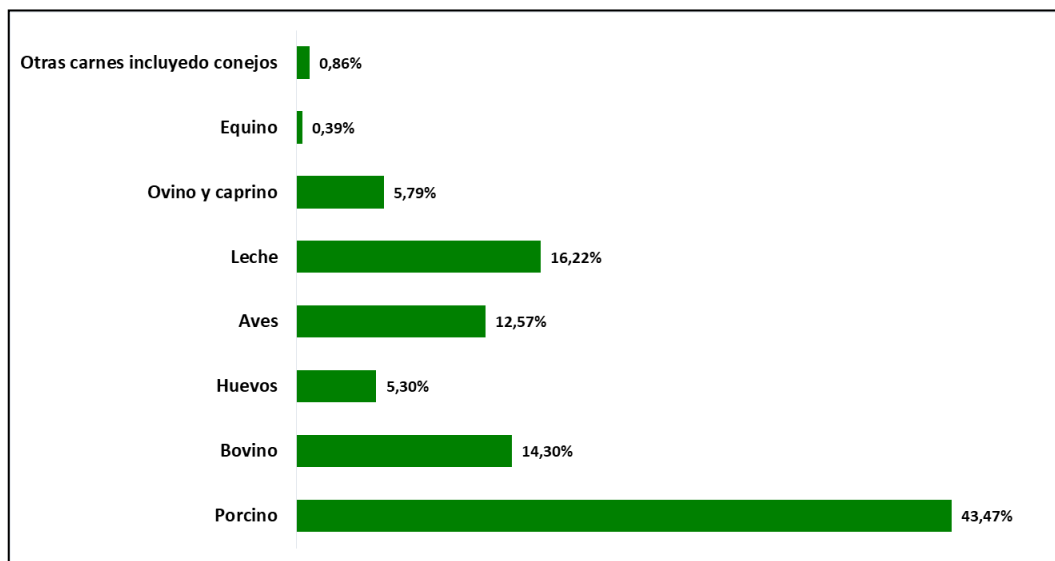
La FAO describe las diversas ventajas que conlleva la cría de conejos. A continuación, se mencionan algunas de ellas (Lebas et al., 1996, Marco-Jiménez et al., 2017):

- Su característica de herbívoro monogástrico de pequeñas dimensiones le permite adaptarse a una variedad amplia bastante de alimentos fibrosos.

- Su adaptación a los requerimientos de alimentación de los grupos familiares y a las condiciones de almacenamiento en las explotaciones a baja escala en las áreas rurales y periurbanas.
- La alta productividad relacionada con el de número de animales o con la producción por kg/año/madre, unida a un proceso de ovulación continuo generada por la cubrición y los cortos periodos de gestación y de lactancia tienen como consecuencia una elevada prolificidad.
- El elevado valor nutricional, así como el escaso contenido de grasas y colesterol de la carne de conejo, aunado a los reducidos costes de cuidado, fácil traslado y comercialización y al bajo costo de la mano de obra empleada, que en múltiples casos proviene de las explotaciones familiares.

## **1.2. La cunicultura en España**

España es uno de los pocos países de la Unión Europea que produce carne de conejo, situándose líder en producción tras Italia y Francia, siendo estos tres países los que concentran más del 85% de la producción de la Unión Europea y el 45% de la producción total a nivel mundial. Esto se debe a que la producción tiene un fuerte componente cultural, que no está presente en el resto de países europeos. La cunicultura en España ha experimentado en las últimas décadas importantes procesos de transformación, observándose una tendencia a la profesionalización e industrialización, lo que ha generado una disminución en la cantidad de explotaciones y cambios en los procesos asociados a los sacrificios (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 2020). Una de las consecuencias en la reducción del número de explotaciones es la acumulación de la cadena productiva en pocas manos y la homogenización acorde a las reglas del mercado. Al respecto, las cifras nacionales muestran una tendencia en la estabilización en el número de las explotaciones, situándose en 1.555 en 2021 (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 2022a). En el año 2021 la producción de carne de conejos generó 173 millones de euros, lo que representó un 0,9% del total de la producción agraria del mismo año (Figura 1).



**Figura 1.** Valor de la producción de la rama agraria 2021 (20.178,4 millones de euros). Tomado de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022a.

En cuanto a la producción de carne de conejo y su consumo, en España se producen unas 53 mil toneladas anuales de las cuales se consumen internamente 43 mil toneladas aproximadamente, el consumo per cápita se ha establecido en 0,9 kg anuales, lo que es bajo si se compara con otros productos cárnicos (Tabla 1). De lo producido se exportaron 9.644 toneladas en el año 2021, no obstante, se importaron en el mismo año 1.575 toneladas (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022a).

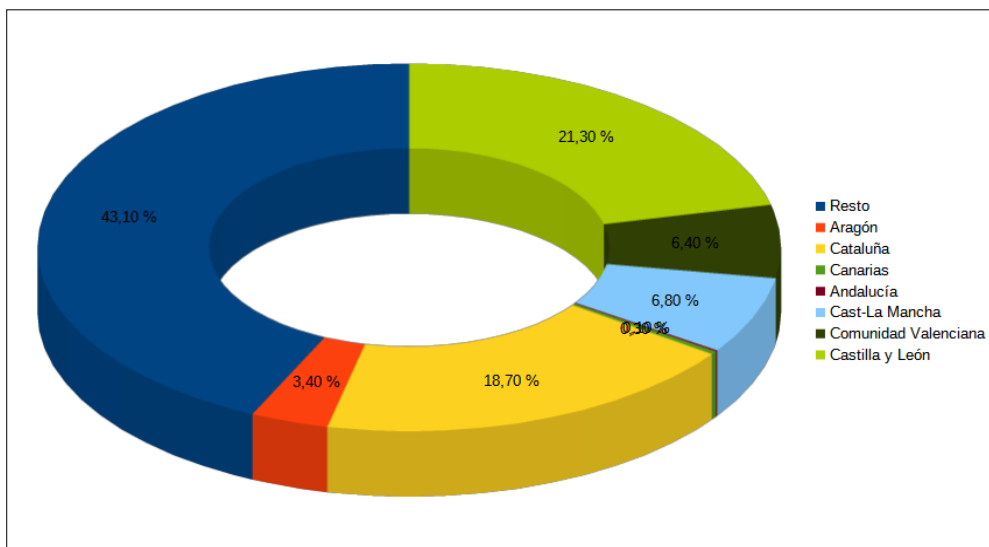
**Tabla 1.** Consumo per cápita de carne fresca 2019-2020.

	Consumo per cápita (Kg)	
	2019	2020
Carne fresca	<b>36,20</b>	<b>32,77</b>
Carne vacuno	4,85	5,35
Carne pollo	12,37	13,65
Carne ovino/caprino	1,33	1,43
Carne cerdo	9,64	10,93
Carne conejo	0,91	0,93
Carne despojos	0,88	0,86
Otras carnes	2,78	3,04

Tomado de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2020.

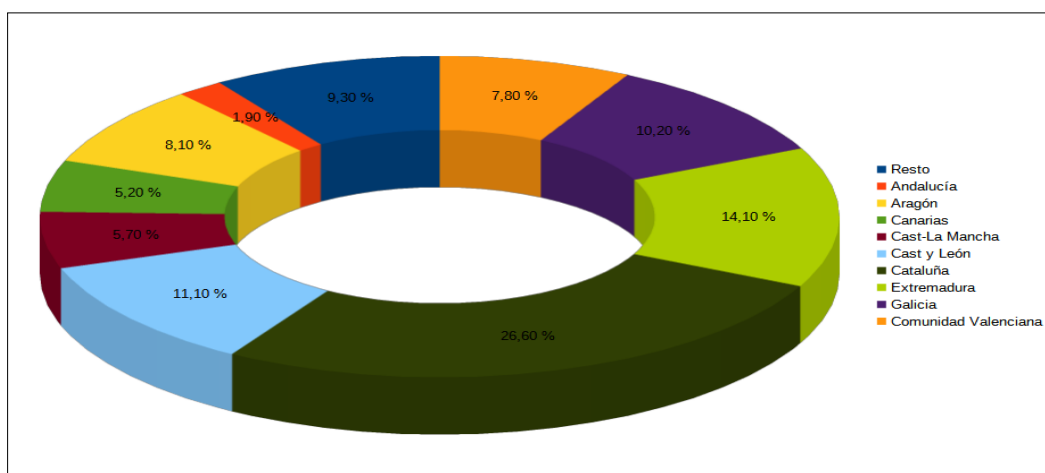


Geográficamente la mayor producción cunícola durante el año 2021 se distribuyó en tres comunidades autónomas, Cataluña, Castilla-La Mancha y Castilla y León (Figura 2).



**Figura 2.** Distribución de la producción de carne de conejo por comunidades autónomas en el año 2021 (toneladas). Tomado de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022a.

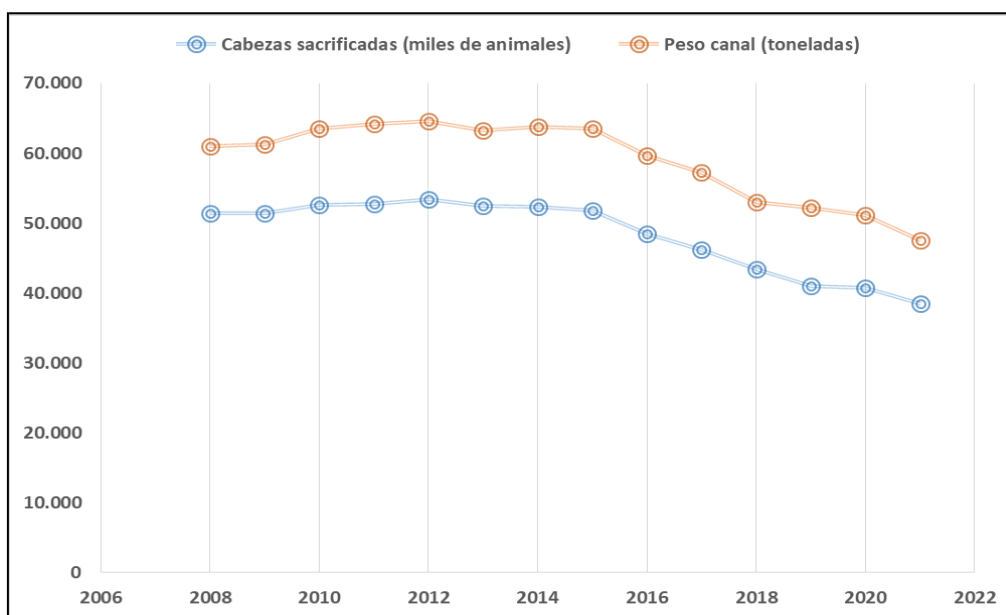
En cuanto a las explotaciones, la comunidad de Cataluña es la que posee un mayor número de las mismas, las cuales se caracterizan por ser de corte familiar y poseer menos de 400 madres, a diferencia de Castilla y León, Galicia y Comunidad Valenciana, cuyas explotaciones son más industriales, con un número superior a 800 madres (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021 y 2022a, Figura 3).



**Figura 3.** Distribución por comunidades autónomas del número total de explotaciones de producción de gazapos. Tomado de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022a.

Otro dato relevante es que durante el año 2021 más del 45% de las explotaciones en las comunidades autónomas estaban dedicadas a la producción de carne, 11% a la cría de animales para compañía y menos de 5% dedicado a selección, multiplicación, centros de inseminación artificial, producción para la repoblación y uso de las pieles. Llama la atención el elevado porcentaje de explotaciones (28%) sin una clasificación zootécnica (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022a).

En los últimos años, el sector ha experimentado un importante descenso en la producción. Una de las causas es el cambio en el patrón de consumo, motivado en parte por enormes campañas publicitarias, que estimulan al consumo de otras fuentes de proteína animal. El principal impacto se ha observado en las generaciones más jóvenes a los cuales ha sido difícil inculcar el consumo de carne de conejo. Además, la poca presencia de elaborados cárnicos de conejo también dificulta el consumo por parte de los jóvenes. Tal como lo reseñan los informes emanados desde las instituciones del estado, a partir del año 2015, la curva de producción experimenta un preocupante descenso, con una importante variación negativa en el porcentaje de 7,7 entre el año 2020 y 2021 (Figura 4).



**Figura 4.** Evolución de la producción de carne de conejo en España. Tomado de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022a.

El aumento en los costes de producción, así como la disminución en el número de explotaciones, han impactado en la cunicultura de manera negativa.

### **1.3. Anatomía y fisiología del conejo**

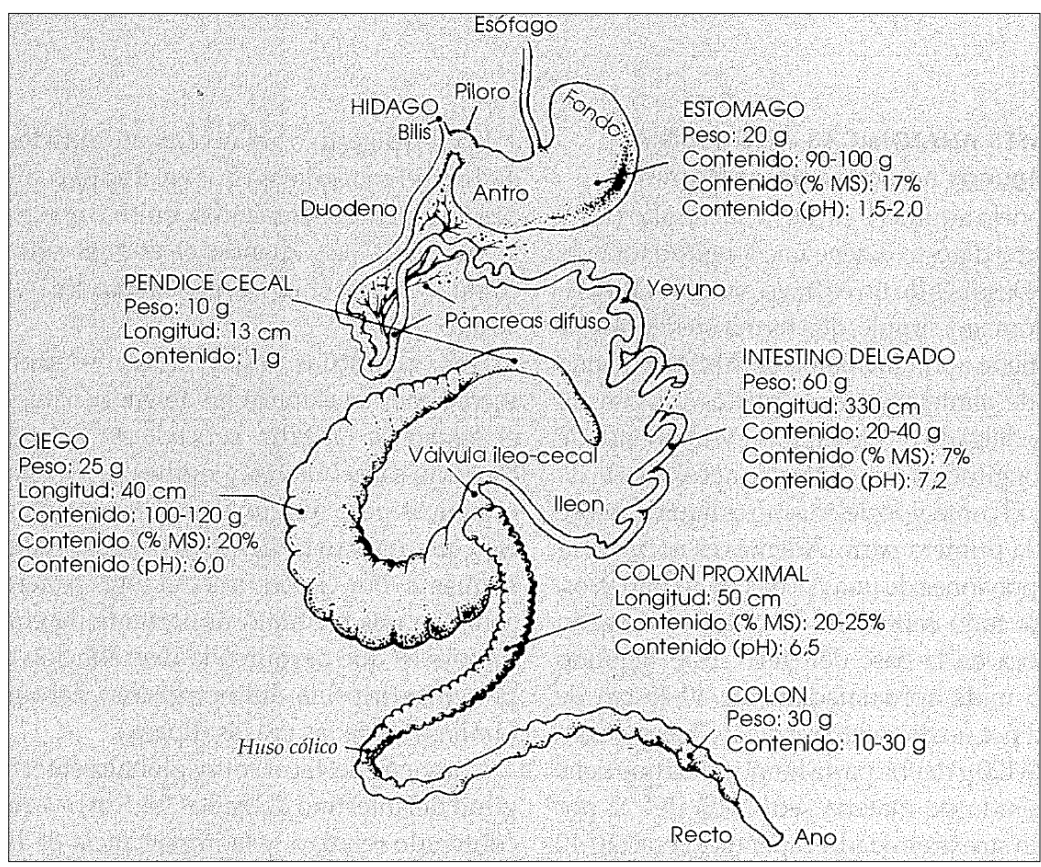
Anatomía. El conejo tiene un cuerpo de tamaño pequeño, el cual es alargado y simétrico. La cabeza también pequeña posee una forma troncocónica con dos pabellones auriculares de gran tamaño los cuales son móviles, esta última es una de las características más conocidas de los conejos, además de la vistosidad que le otorga le permite al animal termorregular su temperatura corporal, durante los periodos de calor, debido a que su abundante pelaje y la ausencia de glándulas sudoríparas lo impiden (Camacho et al., 2010). La enorme cantidad de vasos sanguíneos que poseen las orejas del animal, le permiten disipar el calor a través de la vasodilatación durante el verano y mantener la temperatura corporal a través de la vasoconstricción sanguínea y caída de los pabellones auriculares durante el invierno. El cuello del conejo es pequeño y sus extremidades son desiguales, el tronco tiene un dorso de longitud pequeña, su lomo es flexible y largo, la grupa del animal es reducida y en el extremo de la misma se inserta la cola. Las extremidades delanteras conocidas como manos son pequeñas y conformadas por cinco dedos, las posteriores le permiten hacer zancadas y desplazarse en zig-zag, debido a que las mismas son largas y fuertes (Camacho et al., 2010).

En los maxilares de los conejos se encuentran sus característicos dos incisivos, los cuales son de crecimiento continuo, detrás de los incisivos se encuentra otro par. Estos dientes están conformados en su interior por cemento y dentina. En general la formula dentaria de estos animales tiene valor taxonómico y el número de piezas asciende a 28 (Camacho et al., 2010; Soriguer y Palacios, 2014).

Sistema digestivo. Los conejos son animales herbívoros, específicamente son folívoros. Su pequeño cuerpo implica una elevada tasa metabólica, lo que significa que su dieta debe ser altamente energética (Davies et al., 2003). En este sentido, estos animales han desarrollado un sistema digestivo muy particular, el cual le permite ingerir una gran cantidad de alimentos y por ende ingerir un elevado número de calorías y una importante cantidad de proteínas, además su sistema digestivo permite separar los componentes fermentables y digeribles de sus alimentos y eliminar a aquellos desechos de tipo fibroso que son de lenta fermentación. También a nivel intestinal la separación completa de las heces y los productos de la fermentación cecal, disminuyen la necesidad de tener una gran superficie de absorción, a su vez esto facilita la reingesta de subproductos y grupos bacterianos en el yeyuno (Davies et al., 2003).

La Figura 5 muestra las distintas partes del sistema digestivo del conejo. El tubo digestivo tiene una longitud total de 4,5-5 m. Después de un esófago corto, se encuentra el estómago que forma un depósito y que tiene una capacidad para 90-100 g de alimento. El intestino

delgado que le sigue mide alrededor de 3 m de longitud por un diámetro aproximado de 0,8-1cm. El contenido del mismo es líquido, sobre todo en la primera parte. Además, es normal encontrar porciones de una decena de centímetros, vacíos de todo contenido. El intestino delgado desemboca en la base del ciego. Este segundo depósito mide aproximadamente 40-45 cm de longitud por un diámetro medio de 3-4 cm y tiene capacidad para unos 100-120 g de alimento. En su extremidad, se encuentra el apéndice cecal (10-12 cm) cuya pared está constituida por un tejido linfoide. Muy cerca de su unión con el intestino delgado, se encuentra el inicio del colon, es decir la salida del ciego. Después del ciego se encuentra el colon con cerca de 1,5 m; plisado y ondulado cerca de 50 cm (colon proximal) y liso en su parte terminal (colon distal).

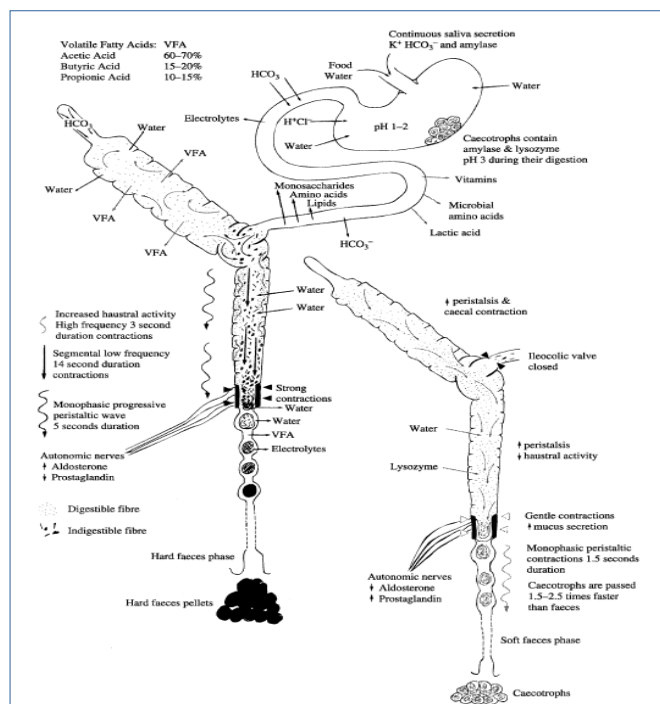


**Figura 5.** Esquema de los diferentes elementos del aparato digestivo. Tomado de Lebas et al. (1996)

Fisiología de la digestión. El proceso de digestión comienza una vez que el animal toma el alimento a través de sus labios y lengua y sus dientes comienzan a triturarlo, inicialmente con los incisivos y posteriormente con los molares. La mezcla del alimento con la saliva da lugar a la aparición de las primeras secreciones digestivas, las cuales poseen enzimas como la amilasa. Luego que el alimento es deglutido, pasa a ser el bolo alimenticio el cual

se dirige al estómago donde continuará el proceso de digestión, posteriormente el bolo pasa al duodeno donde prosigue el proceso y es a partir del ciego donde ocurre un proceso único en este grupo de animales, dos tipos de heces son expulsados al exterior a través del intestino grueso (Figura 6). Estas se pueden dividir en dos grandes grupos (Camacho et al., 2010):

- Las heces que se producen durante la noche que suelen ser las más abundantes y desde el punto de vista de la textura, estas heces son duras, secas y de gran tamaño. Estas características de las deposiciones indican que el conejo fisiológicamente tiene la capacidad de aprovechar el agua que ingiere, lo que se convierte en una ventaja para la cunicultura, porque se traduce en un ahorro de recursos hídricos
- Las deposiciones fecales que se producen durante las horas diurnas, son de textura más blanda, es decir que contienen más agua (36%) en comparación con las heces nocturnas (60%), así como proteínas y vitaminas. Estas heces se conocen como cecotrofos. La importante cantidad de nutrientes en estas heces, se le atribuye a la flora intestinal y su gran actividad metabólica. Estas heces son consumidas por el animal en un proceso llamado cecotrofia y se inicia un nuevo ciclo digestivo en el cual se aprovechan esta riqueza de nutrientes.



**Figura 6.** Diagrama esquemático de la anatomía del tracto alimentario (Davies et al., 2003).



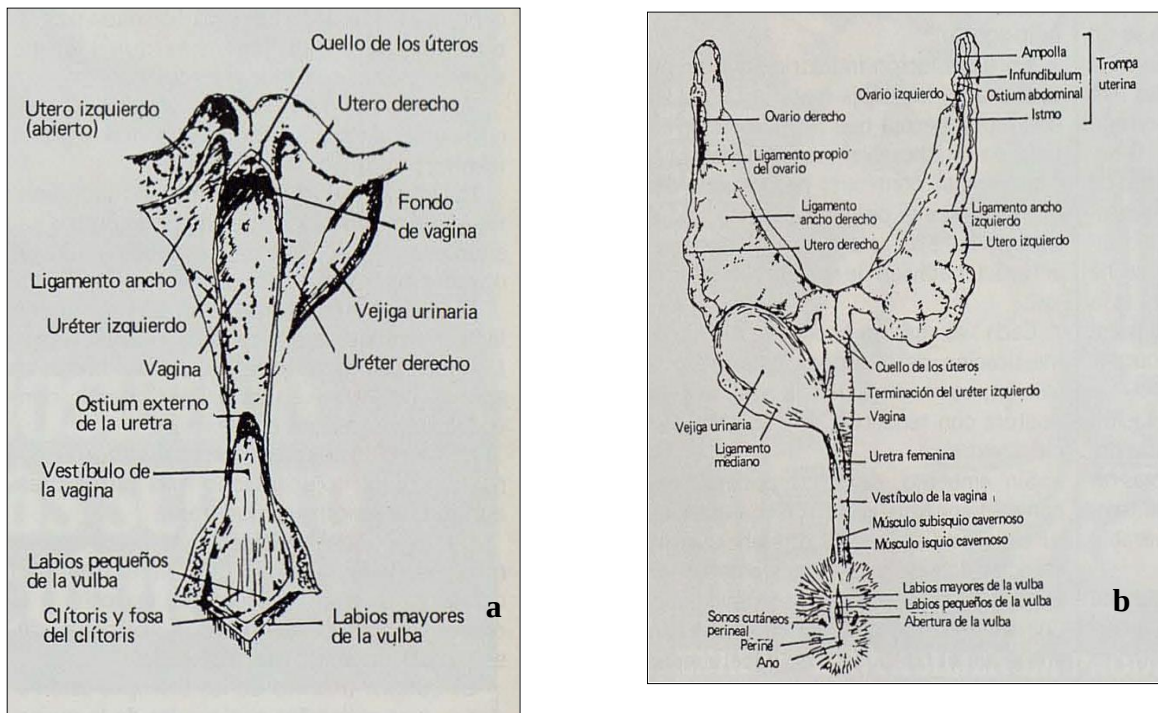
Anatomía y fisiología reproductiva de los conejos. La reproducción de cualquier animal domesticado es el proceso biológico más importante porque del mismo depende la continuidad del proceso productivo. Los conejos no son la excepción, tener conocimiento sobre sus procesos reproductivos, permite intervenir en muchas de sus etapas para mejorar el rendimiento de la producción cunícola.

- Anatomía del aparato reproductor de las hembras

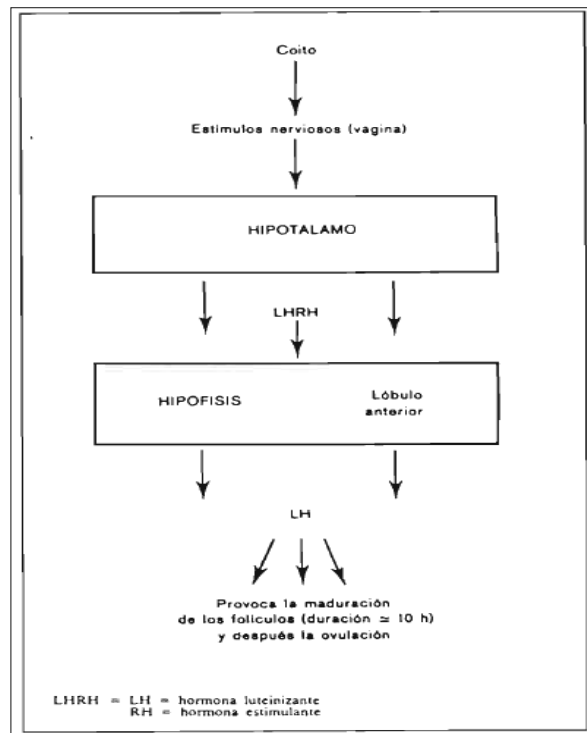
Las hembras presentan las siguientes estructuras u órganos en su aparato reproductor (Figura 7):

- Ovarios
- Oviductos.
- Útero: es doble, presentando dos cuernos, dos cuerpos y dos cuellos no comunicados entre sí, a diferencia del resto de las especies ganaderas.
- Vagina.
- Vulva: en el transcurso del ciclo de celo la coloración de la vulva presenta importantes variaciones. Se distinguen cuatro coloraciones, blanca, rosa, roja y violácea, siendo el porcentaje de receptividad de 2 %, 20%, 50 % y 80 %, respectivamente (Camacho et al., 2010). Al respecto, Lebas et al. (1996) también indican que el 90% de las hembras que presentan una coloración roja de la vulva, aceptan el apareamiento y ovulan y solo el 10% de las hembras con la vulva blanca, presentan este mismo comportamiento.

Con respecto al comportamiento sexual de la hembra, la misma no posee un ciclo particular para el celo, pudiendo ser receptiva durante varios días consecutivos. Si no es estimulada los folículos que se encuentran en el ovario, son sustituidos por otros los cuales se mantienen en estado preovulatorio, antes de hacer regresión. Los periodos en los cuales la hembra rechaza aparearse se conocen como diestro (Lebas et al., 1996). Camacho et al. (2010), señalan que el ciclo estral presenta una duración entre 17 y 18 días, este se alterna con la maduración del folículo y su regresión. Los autores destacan como importantes dos etapas en el proceso reproductivo de la coneja: el celo de larga duración, entre 12 y 13 días y la ovulación no espontánea, con respecto a esta se indica que en las hembras la misma es inducida, solo ocurrirá cuando se presente la cubrición de la hembra por parte del macho, posteriormente la ovulación se producirá de 10 a 12 horas después del coito (Figura 8).



**Figura 7. (a)** Aparato genital de la coneja. Conformación interior. Vista dorsal abierta. **(b)** Conformación Exterior. Vista abdominal. Tomado de Cuevas (1985).



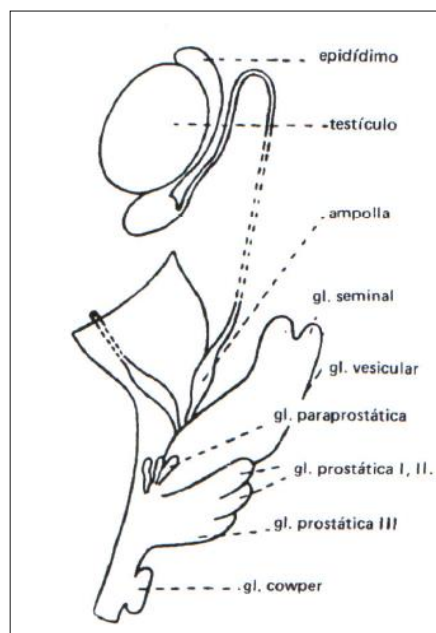
**Figura 8.** Proceso de ovulación, después del coito. Tomado de Contera (1988).

- Anatomía del aparato reproductor de los machos

El aparato reproductor de los machos se encuentra conformado por varias estructuras, las cuales se describen a continuación (Figura 9):

- Testículos: estos descienden después de los dos meses de edad.
- Conducto deferente
- Conducto uretral
- Pene: es corto y se encuentra orientado de manera oblicua hacia atrás, cambia su posición hacia adelante durante la erección
- Glándulas: próstata, vesículas seminales, glándula vesicular y glándula de Cowper.

La producción de espermatozoides en los machos se inicia entre los 40 y 50 días y los conductos testiculares se activan a los 84 días y después de los 110 días se observa la aparición de los primeros espermatozoides en la eyaculación (Lebas et al., 1996). El macho alcanza su madurez sexual y por lo tanto se hace apto para el apareamiento entre los 135 y 140 días de vida.



**Figura 9.** Esquema del aparato reproductor masculino. Tomado de Camacho et al. (2010).

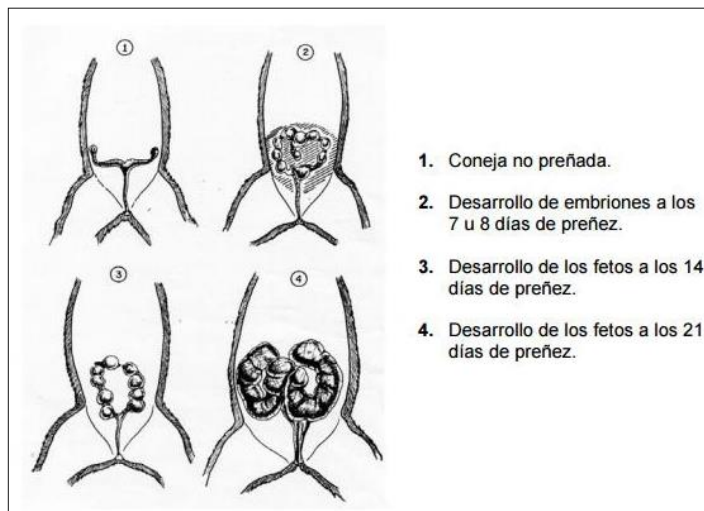
Proceso de reproducción. Este proceso se inicia, cuando el macho se pone en contacto con la hembra y ocurre la cubrición que es un fenómeno que tiene por objeto la fecundación de la coneja. Sin olvidar que los conejos domesticados son animales de origen salvaje, los mismos llevan a cabo de manera regular conductas rituales asociadas al apareamiento. Algunos de ellos son descritos por Romero (2014):



- Olfateo general. El macho, al llegar la hembra a su jaula, puede dar vueltas alrededor de ella y la huele, en particular su periné. Mientras la hembra se presta para ser cubierta.
- Marcado con el mentón. Esta acción la realiza el macho frotando el mentón sobre las orejas y flancos de la hembra como una forma de estimularla. Esto tiene que ver con una impregnación de la hembra con la secreción de feromonas por las glándulas olfativas.
- Lordosis de la coneja. Cuando la hembra está en celo muestra una actitud favorable a la monta que se manifiesta por una elevación de la cola y una dorsiflexión lumbosacra moderada, postura que facilita la penetración por el macho.
- Persecución. Después de los primeros olfateos del macho, se produce una persecución de la hembra, si la hembra está en celo termina con la monta.
- Monta. El macho apoya su cuello sobre los lomos y grupa de la hembra, hasta fijarse encima de ella y comprimiéndola fuertemente con sus miembros anteriores. Si la hembra acepta se produce la penetración, si no, pega el vientre en el piso de la jaula o coloca el rabo y cuerpo pegados a la malla de la jaula como una manifestación de rechazo.
- Coito. En el momento de la penetración se produce rápidamente la eyaculación, esto hace que el macho manifieste una contracción muscular cayendo hacia un lado o hacia atrás. Tras el coito la hembra permanece acurrucada, inmóvil y expectante, mientras el macho da vueltas alrededor de ella.

#### Comprobación de la gestación a través del diagnóstico mediante palpación abdominal.

Entre 10 y 14 días después del apareamiento, existen varios métodos para efectuar el diagnóstico de la gestación, uno de los más conocidos y efectivos es la palpación abdominal de la hembra. Si la palpación se realiza antes, se dificulta la detección de los fetos porque la implantación de los cigotos ocurre entre el séptimo y el octavo día de gestación, y si se realiza después del día catorce puede inducir un aborto o la distocia de los fetos (Figura 10).



**Figura 10.** Desarrollo gradual de los embriones. Tomado de Romero (2014).

Otro aspecto importante que se debe considerar es que la palpación debe ser realizada por personal con experiencia para evitar posibles errores, como confundirlo con heces duras, quistes en los ovarios, fetos que se encuentran momificados o una metritis. Romero (2014) describe la técnica de la siguiente manera:

Se coloca a la coneja de frente al operador, se sujeta por las orejas junto con la piel del dorso con una mano (puede ser la izquierda) y con la otra, con la palma hacia arriba, se palpa el vientre en profundidad hacia el fondo de la pelvis cerca de la vulva, se desliza la mano de atrás hacia delante de la hembra y con los dedos se van a notar unos pequeños abultamientos redondeados, como guisantes, que corresponden a los pequeños fetos en desarrollo en la parte baja del vientre (Figura 11).

Si la hembra no se encuentra gestante se incorpora al grupo para iniciar nuevamente la cubrición.

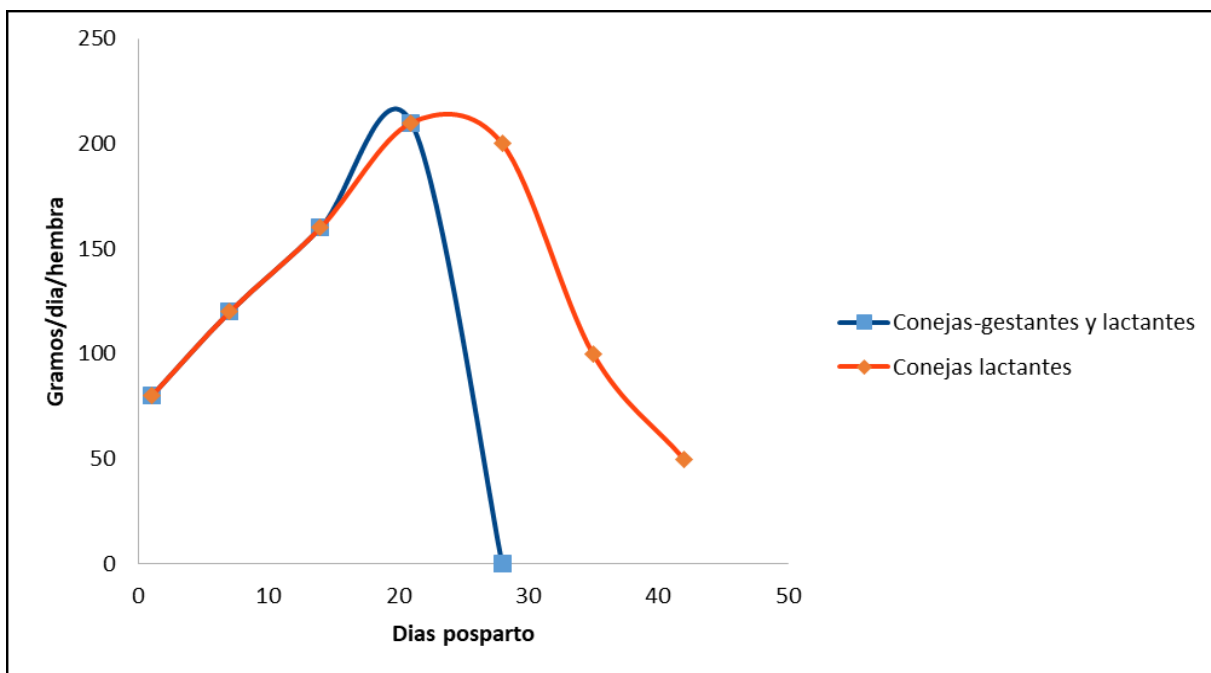


**Figura 11.** Diagnóstico de gestación por palpación abdominal. Tomado de Romero (2014)

Gestación y parto. El periodo de gestación en los conejos, tiene una duración de 29 a 34 días, con una media entre 31 a 32 días, los partos que ocurren antes de los 29 días se consideran no viables (Camacho et al., 2010; Romero, 2014). Durante el proceso de gestación la hembra no requiere de mayores cuidados, sin embargo, una alimentación balanceada es importante, se calcula que la hembra preñada debe recibir entre 150 y 160 gr diarios de alimento balanceado. Es posible que la coneja en estado de gestación, también se encuentre en periodo de lactancia, de ser así el animal debe recibir alimento a libre acceso (Romero, 2014). El parto tiene una duración de un cuarto a media hora, dependiendo del tamaño de la camada y el número de gazapos que nacen se encuentra entre 1 a 20 individuos como valores extremos, en las granjas comerciales la media por camada se ubica entre 7 y 9 gazapos (Lebas et al., 1996). Después que la hembra expulsa a los gazapos, inmediatamente ingiere la placenta, esto puede generar lesiones en algunas de las crías. La coneja usando su lengua limpia a los gazapos de la membrana que los recubre. Posterior a la limpieza de las crías, se inicia uno de los procesos característicos de los mamíferos, el amamantamiento. Para ello la hembra se coloca encima de los gazapos y cada uno toma una teta para alimentarse, este proceso ocurre una vez al día generalmente en la madrugada y tiene una duración de 2 a 4 minutos (Lebas et al., 1996; Romero, 2014).

Fisiología de la lactancia. La producción de la leche, se conoce como lactogénesis, la misma depende de la prolactina. Esta hormona se activa justo después del parto, cuando ocurre una súbita disminución del contenido de progesterona y se libera oxitocina. La liberación de la leche, se debe al acto de amamantar, esto estimula la secreción de

oxitocina, aumentando la presión interna de las mamas y por consiguiente la salida de la leche al exterior, la cual es succionada por los gazapos (Lebas et al., 1996, Romero, 2014). Existe una correlación positiva entre la concentración de la oxitocina y el número de gazapos que se alimentan, sin embargo, el acto de mamar por parte de las crías es condición necesaria pero no suficiente para liberar la oxitocina, la hembra tiene que también estar dispuesta a amamantar. A pesar que la capacidad para producir la leche es una cualidad hereditaria de cada raza de conejos, se ha estimado que durante el periodo de lactancia la hembra puede producir de 4 a 8 litros (Maertens et al., 2006). Esta producción de leche pasa de 30 a 50 gr por día los dos primeros días a 200 y 250 gr durante la tercera semana y en razas mejoradas puede llegar a 300 gr por día. Posterior a la tercera semana ocurre una drástica disminución de la producción, también las hembras gestantes en periodo de lactancia disminuyen la producción de leche como se observa en la figura 12.



**Figura 12.** Evolución de la producción de leche de las conejas. Tomado de Maertens et al. (2006).

A excepción de la lactosa desde el punto de vista nutricional la leche de coneja es muy concentrada en grasa y proteína si se compara con la producida por otros mamíferos como la vaca y la cerda (Tabla 2). Transcurridas tres semanas desde que la coneja inicia el proceso de lactancia, la leche atraviesa un proceso de enriquecimiento, en proteínas y lípidos (Gómez-Ramos et al., 2011).

**Tabla 2.** Comparación de la producción y composición de leche entre hembras multíparas de conejos, cerdos y bovinos. Tomado de Gómez-Ramos et al. (2011).

	<b>Conejas (híbridas)</b>	<b>Vacas (Holstein)</b>	<b>Cerdas (híbridas)</b>
<i>Peso vivo (pv) en Kg</i>	4,2	650	230
<b><i>Pico de producción (Kg)</i></b>	0,320	47,5	8,9
<i>Grasa (g/100 g)</i>	<b>12,9</b>	3,7	6,5
<i>Proteína (g/100 g)</i>	<b>12,3</b>	2,84	5,1
<b><i>Producción /kg de pv</i></b>			
<i>Leche (g/d)</i>	<b>76</b>	73	39
<i>Grasa (g/d)</i>	<b>9,8</b>	2,7	2,5
<i>Proteína (g/d)</i>	<b>9,4</b>	2,1	2,0

#### 1.4. Principales patologías en el conejo

Como todo sistema de manejo de animales, la cunicultura no se encuentra exenta de los diversos problemas asociados a la cría de animales en espacios confinados. El surgimiento de diversas enfermedades entre los conejos es uno de los problemas que deben enfrentar los criadores. Al respecto, la literatura establece de manera general dos grandes grupos que generan las patologías más frecuentes que pueden presentar los conejos. El grupo de las causas físicas y químicas, estas comprenden el frío y el calor extremos, la humedad excesiva, el ruido, el transporte, la presencia o la manipulación de muchas personas, la ausencia de tranquilidad, el aire enrarecido por sustancias como el amoníaco u otros gases, o uso de medicamentos (Lebas et al., 1996, Davies et al., 2003) y el grupo de las causas biológicas, entre las que se encuentra el cambio o modificación de la dieta, el destete, la presencia de un elevado número de microorganismo o patógenos (virus, bacterias, hongos o protozoarios) en el ambiente de cría entre otros. Estas causas pueden conducir al desarrollo de diferentes enfermedades que afectaran diferentes órganos de los animales. A continuación, se describen algunas de estas patologías.

Mixomatosis. Esta enfermedad es causada por un virus y puede afectar a los conejos de cualquier edad. Algunos de los síntomas son el desarrollo en la cabeza, hocico, párpados, orejas y en la zona ano-genital de pseudotumores conocidos como mixomas. En el área anogenital se observa la aparición de orquitis y metritis, también el animal presenta conjuntivitis y rinitis productiva (Figura 13). Este virus es transmitido por vectores como las pulgas, mosquitos y garrapatas que pican al conejo, transformándolo también en agente transmisor al entrar en contacto con otros animales. Los estudios han determinado que esta enfermedad se presenta con mayor frecuencia en los periodos de invierno y verano,

coincidiendo con las épocas de proliferación de los vectores, es decir, las pulgas en verano y los mosquitos al final del verano. Si bien no tiene cura, en la actualidad se existen vacunas que mantienen a los animales protegidos por un periodo de seis meses (González y Caravaca, 2007).



**Figura 13.** Conejo presentando mixomas en el área de la cabeza. Tomado de Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (2022b).

Enfermedad hemorrágica vírica. Esta afección se presenta con mayor frecuencia entre los conejos mayores de dos meses. Una de sus principales características es que el individuo sin síntomas aparentes ni previos, comienza un proceso de asfixia y sangrado a través de los orificios nasales, previamente emite gemidos y finalmente se desploma. También se puede observar estados de intranquilidad y sopor previo al fallecimiento. El cuerpo del conejo luego de morir se mantiene estirado. Esta enfermedad genera hemorragias a nivel de los pulmones y la tráquea. Nuevamente el contagio ocurre entre los animales por contacto directo y también a través de los alimentos contaminados. El contagio ocurre por contacto directo y a través de alimentos contaminados. Para esta patología no existe cura, no obstante, la vacuna protege al animal por el lapso de un año (González y Caravaca, 2007, Arredondo et al., 2019).

Enfermedades respiratorias. Las que corresponden al grupo de las bacterias son la pasterelosis o coriza contagiosa la cual es provocada por *Pasteurella multocida* y la *Bordetella bronchiseptica*. La aparición de estas afecciones está asociada a la presencia y combinación de múltiples factores ambientales que generan estrés en el animal tales como corrientes de aire, altos niveles de diversos gases en el ambiente tales como dióxido de carbono y amoníaco los cuales resulta ser nocivos, también un alto porcentaje de humedad, así como condiciones extremas de frío o calor, provocan en el animal una disminución de su protección inmunitaria. Esto es visible a través de la aparición de síntomas como rinitis,

tos, estornudos y dificultad para respirar. El tratamiento indicado en estos casos es el uso de antibióticos y la aplicación de vacunas las cuales brindan protección al conejo por seis meses (González y Caravaca, 2007).

Enterotoxemia. Esta enfermedad produce en los gazapos recién destetados diarrea de tipo acuosa, observándose también reducción en el crecimiento y postración. Esta enfermedad es generada por la bacteria gram positiva *Clostridium spiroforme* y las toxinas que produce. El uso excesivo de antibióticos también favorece la aparición de la enfermedad. El tratamiento indicado es el uso del antibiótico imidazol. A pesar de los síntomas, la mortalidad es baja entre los gazapos (González y Caravaca, 2007).

Enteropatía mucoide. Se desconoce el agente que causa esta enfermedad, sin embargo, se conoce que afecta a los gazapos con una edad entre 3 y 10 semanas. Los animales reducen su ingesta de pienso, se deshidratan, y presentan abdomen abultado y presencia de moco en heces. Esta enfermedad está presente en todas las explotaciones cunícolas y es muy contagiosa. A diferencia de la enterotoxemia, la enteropatía si presenta altas tasas de mortalidad. Esta afección no posee tratamiento porque aún se desconoce la etiología de la misma (González y Caravaca, 2007, Arredondo et al., 2019).

Coccidiosis. Se trata de una enfermedad producida por protozoos, generando en el animal una parasitosis. En los conejos se ha identificado como grupo taxonómico de importancia el género *Eimeria*, el cual produce síntomas como la diarrea, disminución en el consumo de alimento y de agua y adelgazamiento, sino es tratado puede producir la muerte. El tratamiento indicado es el uso de coccidiostáticos. Sin embargo, la profilaxis higiénica es el tratamiento más efectivo para combatir la coccidiosis, se recomienda el uso de suelos reposapatas en las jaulas (Lebas et al., 1996; González y Caravaca, 2007, Arredondo et al., 2019).

### **1.5. Factores que condicionan el peso al nacimiento del gazapo y su supervivencia perinatal en conejos**

El peso del gazapo al nacimiento condiciona su posterior crecimiento y su supervivencia en los primeros días de vida. En este sentido Szendrö et al. (1996) encontraron que los gazapos con mayores pesos al nacimiento (60 g frente a 45 g) tenían mayores pesos a los 21 días (390 g frente a 300 g) y a las 12 semanas (2900 g frente a 2435 g), además de tener un 12% menos de mortalidad en las primeras horas de vida. Respecto a la distribución de la mortalidad predestete, Partridge et al. (1981) y Gualterio et al. (1988) hallaron que el 50% de las pérdidas ocurrían en las primeras 12 horas después del parto llegando al 70% en la primera semana de vida. El desarrollo del feto, y por tanto el peso del gazapo al nacimiento, es afectado por varios factores durante la gestación como son la raza o el peso de la hembra, la edad o el orden de parto, el estado fisiológico, la nutrición, la temperatura y el tamaño de camada o el número de gazapos gestados (Rommers et al., 1999; Szendrö et al., 2019). Tras el parto, y debido a que los gazapos dependen exclusivamente de la leche materna durante los primeros 19 días de vida, la cantidad y calidad de la leche ingerida es fundamental para garantizar su supervivencia y buen desarrollo (Fortun-Lamothe y Gidenne, 2000; Ludwiczak et al., 2021).

#### *La raza o el peso de la hembra*

Jimoh y Ewuola (2017) encontraron diferencias significativas en el peso al nacimiento entre las razas Fauve de Bourgogne, Chinchilla, British Spot y New Zealand White, siendo mayor en las razas más pesadas, sugiriendo que los fetos que se desarrollan en conejas de razas grandes tienen más espacio para su crecimiento. En el mismo sentido, Vicente et al. (1995) hallaron diferencias en el peso al nacimiento al comparar los gazapos de una línea paternal de mayor peso adulto (seleccionada por tasa de crecimiento entre los 28 y los 70 días de edad) con los de dos líneas maternas de menor peso adulto (seleccionadas por el tamaño de la camada al destete), siendo los pesos de 63,4 g, 61,8 g y 57,1 g, respectivamente. La relación entre el peso de la hembra y el peso del gazapo al nacimiento hace muchos años que fue descrita en el trabajo de Venge en 1953 (según Szendrö et al., 2019). En este estudio, se transfirieron embriones de raza enana a hembras de raza grande (peso adulto 4,75 kg), y embriones de raza grande a hembras de raza enana (peso adulto 1,70 kg). El peso al nacer de los gazapos de la raza grande y enana fue de 70 g y 41 g, respectivamente. Sin embargo, el peso al nacer de los fetos de raza enana gestados en hembras de raza grande aumentó un 59% (65 g), mientras que el de los fetos de raza grande gestados en



hembras de raza enana disminuyó un 27% (51 g). Estos resultados muestran claramente el efecto del tamaño de la raza sobre el peso al nacer, probablemente atribuible al espacio disponible en la cavidad abdominal y el útero, así como a los nutrientes aportados por los vasos sanguíneos.

### La edad o el orden de parto de la hembra

Otro de los factores que condiciona el desarrollo de los gazapos es la edad o el orden de parto de la hembra. En las prácticas intensivas de cunicultura, las hembras jóvenes nulíparas que están en proceso de desarrollo y aún no han alcanzado la talla óptima, son inseminadas, lo que conlleva a que parte de la energía que obtienen de los alimentos se destine a su crecimiento, esto producirá importantes deficiencias nutricionales, con la consiguiente disminución en el desarrollo de los fetos (Parigi-Bini y Xiccatto, 1993). Szendrő et al. (2019) señalan en su revisión que se han reportado diferencias en el peso de los gazapos entre la primera y segunda camada de un 10%, e incluso Zerrouki et al. (2007) y Sivakumar et al. (2013) reportan un incremento en el peso del gazapo de forma lineal hasta el cuarto y el sexto parto.

### El estado de lactación

En las conejas, el desarrollo de la unidad feto-placenta y las glándulas mamarias utilizan los mismos metabolitos como fuente de energía, i.e., glucosa, ácidos grasos de cadena larga y ácidos grasos libres. Por lo tanto, en las hembras gestantes y lactantes al mismo tiempo, se producirá una competencia entre el útero y la glándula mamaria por el suministro de nutrientes, lo que influirá en el desarrollo y la supervivencia del feto (Rommers et al., 1999).

Fortun et al. (1993) compararon el peso de fetos de 28 días en hembras que se aparearon después del parto y amamantaron a sus gazapos (preñadas y lactantes) y en hembras cuyos gazapos fueron destetados inmediatamente (sólo preñadas). Dado que la producción de leche requiere mucha energía, se observó una diferencia del 20 % en el peso del feto entre hembras gestantes y lactantes y sólo gestantes (32,3 y 40,2 g, respectivamente).

En otro estudio (Fortun-Lamothe et al., 1999), un grupo de hembras estaba preñado, mientras que los otros dos grupos estaban formados por hembras preñadas que amamantaban a 4 ó 10 gazapos. Los pesos fetales a los 28 días fueron de 40,0, 37,6 y 33,6

g, respectivamente; la diferencia se atribuyó a la producción de leche, producción de leche, que se tradujo en una menor utilización de nutrientes y energía para el crecimiento fetal.

### La nutrición de la hembra

Las demandas energéticas y nutricionales asociadas al crecimiento y desarrollo de la hembra, así como al periodo de gestación y/o lactancia, son elevadas. Por ello, es necesario que durante estas diferentes fases la dieta de la hembra sea balanceada, con especial énfasis en la etapa de gestación y lactancia, porque durante la gestación los fetos también se están alimentando. Durante la gestación, la coneja tiene que ingerir nutrientes tanto para ella como para sus fetos. La ingesta de alimento de las conejas aumenta durante la primera fase de la gestación y disminuye drásticamente en la tercera parte de la gestación, siendo casi nula en el momento del parto (Lebas, 1976). Sin embargo, en la tercera parte de la gestación los fetos crecen rápidamente (Rommers et al., 1999), por lo que tiene que movilizar sus reservas energéticas (grasa) para sus fetos (Pascual et al., 2013).

Los experimentos con alimentación restringida muestran que no es una estrategia beneficiosa si se aplica durante toda la gestación. En este sentido, el peso de los gazapos recién nacidos en conejas que recibieron 280, 140 o 57 g de pienso al día fue de 54, 55 y 36 g, respectivamente (Szendrő et al., 2019). En el experimento de Fortun et al. (1994), la restricción de pienso en la hembra en un 75% disminuyó el peso de los fetos a los 28 días de gestación y el de los gazapos recién nacidos en un 24% y un 20%, respectivamente, en el grupo de alimentación restringida.

En contraste con los resultados de los estudios mencionados, la restricción de alimento en la primera mitad o dos tercios de la gestación, seguida de alimentación *ad libitum*, puede ser ventajosa, porque al volver a la alimentación *ad libitum* se observa un aumento de la ingesta de pienso en la hembra e incremento del peso de los gazapos al nacimiento en comparación con el grupo control (Dalle Zotte et al., 2005; Gidenne et al., 2009; Manal et al., 2010).

En relación con el incremento en el nivel de energía en la dieta sobre el incremento del peso de los gazapos recién nacidos, los resultados no son concluyente (Rommers et al., 1999).

### La estación o temperatura

La presencia de las estaciones, así como los cambios en condiciones ambientales como la temperatura afectan de manera importante el ciclo de vida de los animales. Los conejos utilizados en cunicultura también están sujetos a estos cambios. Al respecto, se conoce que el aumento de la temperatura produce dos efectos en los conejos, afecta sus funciones fisiológicas y disminuye su consumo de alimentos (Szendrő et al. 2019). En un ensayo realizado con hembras sometidas a dos condiciones de temperatura (26 y 36°C), se observó que el flujo sanguíneo disminuyó un 20-30% en diversas partes del útero en las hembras bajo estrés térmico (Lublin y Wolferson (1996). De acuerdo con este resultado, en diversos trabajos se ha encontrado que los gazapos nacidos en verano con temperaturas altas pesan un 12-20% menos que los nacidos en invierno con temperaturas bajas (Abdel-Monem et al., 2008; Marai et al., 2002; Marco-Jimenez et al., 2017).

### La posición e irrigación en el cuerno uterino

Los estudios que intentan explicar cómo se ve afectado el peso de los gazapos al nacer incluye el desarrollo de los mismos en el útero de las hembras. Los conejos poseen dos cuernos uterinos los cuales se encuentran separados y la característica particular es que es un útero dúplex, es decir que cada cuerno uterino tiene un canal cervical. La implantación de los fetos ocurre en los cuernos y su desarrollo y crecimiento depende del número y posición de los mismos en el cuerno uterino (Szendrő et al. 2019). En diversos trabajos se ha identificado que los fetos más grandes se ubican en el extremo ovárico del cuerno uterino y de manera concomitante el peso de los mismos disminuye en dirección del extremo cervical (Duncan, 1996; Argente et al., 2006; Szendrő et al. 2019).

### El tamaño de camada o número de gazapos nacidos al parto

El incremento en el número de gazapos nacidos al parto tiene un efecto notable y negativo sobre el peso del gazapo al nacimiento (Vicente et al.1995, Lenoir et al. 2012), debido a la reducción tanto en el espacio disponible para el feto en el útero como en el suministro de nutrientes a la placenta fetal (Argente et al., 2003 y 2008). Se ha observado que el tamaño de camada condiciona el desarrollo del gazapo hasta su 6ª semana de vida, en este sentido Szendrő et al. (1996) reportaron que las camadas de 8 y 10 gazapos los pesos disminuyeron un 59% más durante las 3 primeras semanas y un 20% de la tercera a la sexta semana en comparación con las camadas de 6 gazapos.

### El sexo

Los diferentes trabajos que consideran el efecto del sexo de los gazapos sobre el peso al nacer son muy escasos y no en todos ellos se encuentra que afecte de manera significativa al peso del gazapo al nacer (Fayeye y Ayorinde, 2008; Belabbas et al., 2022).

### La ingestión de leche en las primeras horas de vida

Entre los mamíferos recién nacidos el consumo de leche es vital para el crecimiento y desarrollo de los individuos. Además de proporcionar nutrientes fundamentales, también contribuye a la generación de inmunidad entre los individuos de la camada, lo que aumenta la supervivencia. Por eso, tras el nacimiento el gazapo debe mamar. En varios trabajos de investigación se han registrado gazapos que disminuyen de peso al no haber accedido a la primera ingesta de leche materna, la disminución es más drástica cuando el animal nace con un peso inferior a 40 g, esta pérdida de peso se relacionó con una menor probabilidad de supervivencia (Argente et al., 1999; Agea et al., 2019). En un animal como el conejo, las horas después del nacimiento son fundamentales para buscar el alimento, en este sentido Coureaud et al. (2000) observaron que los gazapos que no reaccionaron ante la presencia de la feromona mamaria de la madre durante el primer día, presentaron una mayor tasa de mortalidad, no obstante este fenómeno fue más frecuente entre los individuos que nacieron con pesos inferiores a los 48 g. Aquellos gazapos que consumieron leche durante los tres primeros días de vida, aumentaron su viabilidad y crecimiento en los primeros 21 días de edad. También Farougou et al. (2006) encontraron que los gazapos que mamaron las primeras horas tras nacer pesaron un 25% más que los que no lo hicieron y esto tuvo como consecuencia que durante la primera semana la mortalidad en este último grupo fuera del 24,6% en comparación con el grupo de los que si mamaron (8,7%). Estos datos reflejan de manera clara la importancia del proceso de lactancia en las primeras horas de vida del gazapo.

## **2. Objetivos**

Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

- . Estudiar los factores que condicionan el peso del gazapo al nacer.
- . Analizar el efecto del peso del gazapo al nacimiento sobre su supervivencia en los primeros días de vida.

### 3. Material y Métodos

#### 3.1. Instalaciones

Los animales empleados en este experimento se alojan en la Granja Docente de Conejos de la Universidad Miguel Hernández de Elche, ubicada en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (EPSO) (Figura 14).



**Figura 14.** Vistas externas de la granja de conejos de la EPSO (Fuente propia)

La granja de conejos está formada por dos naves, la nave 1, donde se encuentran las hembras y los machos reproductores y los gazapos desde el nacimiento hasta el destete y la nave 2 donde se alojarán durante su periodo de cebo. Además, en la nave 2 se alojan también los conejos de reposición. Entre las dos naves hay una zona común por donde se accede a las dos naves, además de a los vestuarios y 3 laboratorios.

La nave 1 es la denominada Nave de maternidad, esta nave consta de 12 módulos de jaulas ergonómicas de tipo polivalente de acero galvanizado, estos módulos están dispuestos en 4 filas sobre los fosos de deyecciones de la nave, habiendo un pasillo entre cada fila. Cada módulo consta de 6 jaulas, 3 a cada lado. Por tanto, cada fila consta de 36 jaulas (Figura 15). La nave 2 se denomina Nave de cebo. Sus dimensiones son similares a la nave de maternidad.



**Figura 15.** Detalle de la distribución y disposición de los módulos de jaulas en la nave de maternidad (Fuente: Elaboración propia).

En cada jaula hay un bebedero de tipo chupete que está conectado a un depósito auxiliar ubicado en la cabecera de la fila, a través de una conducción que recorre toda la fila. Dichos depósitos están conectados a la red general de agua potable. Las jaulas también disponen de unos comederos que diariamente se rellenan con ayuda de unas tolvas correderas semiautomáticas, éstas dejan caer el pienso a cada comedero que es compartido por cuatro jaulas. En las zonas de reposición la administración del pienso se realiza de forma manual.

Las dos naves tienen un ambiente controlado que consta de:

- Un sistema de iluminación artificial con un fotoperiodo constante de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad, para lograr que la luz sea uniforme en toda la nave hay 12 focos halógenos, distribuidos en 3 filas paralelas a las jaulas. Este sistema está conectado a un temporizador que controla las horas de encendido y apagado.
- Un sistema de ventilación de tipo forzado de barrido lateral. El aire entra por un lateral de la nave atravesando 4 paneles húmedos tipo 'cooling', cuyas medidas son 0,85m x 1,20m, en la nave 1 y de 1,35m x 1,20m en la nave 2. En la cara opuesta de los paneles están situados 4 ventiladores que extraen el aire de cada una de las naves, estos ventiladores se regulan de forma automática dependiendo de la temperatura ambiental.

Las naves disponen debajo de cada fila de módulos de jaulas de una fosa donde se recogen las deyecciones. La retirada del estiércol se realiza tres veces por semana mediante un sistema mecánico de palas de arrastre accionadas eléctricamente por un motor. Las palas

empujan el estiércol acumulándolo en la fosa al exterior de las naves, desde donde será retirado con la ayuda de un tractor.

### **3.2. Animales, alojamiento y manejo**

Se utilizaron 756 gazapos procedentes de 68 conejas, 23 hembras pertenecientes a una línea seleccionada para incrementar la variabilidad del tamaño de camada al nacimiento, 23 hembra pertenecientes a una línea seleccionada para reducir la variabilidad del tamaño de camada al nacimiento y 22 hembras perteneciente a una línea seleccionada por velocidad de crecimiento postdestete. Las hembras fueron apareadas con machos de su misma línea.

Las hembras y los machos se alojaron individualmente en jaulas, y fueron alimentados con un pienso comercial estándar (16% de proteína bruta, 15% de fibra bruta y 2,6% de materia seca). Las hembras se aparearon por primera vez a las 20 semanas de edad y a los 12 días después de cada parto. Si las hembras no aceptaban la monta, se volvían aparear una semana más tarde. Esto implica que algunas de las hembras llevaron a cabo la gestación y la lactancia al mismo tiempo. El diagnóstico de gestación se realizó a los 12 días post-monta por palpación abdominal. Las hembras de palpación negativa eran de nuevo llevadas a la monta esa misma semana. El nidal se colocó a los 28 días de la cubrición; es decir tres días antes del parto. Tras el parto se contabilizo el número de gazapos vivos y muertos. Los gazapos fueron pesados individualmente y sexados al nacer. Además, se constató si el gazapo había mamado, mediante la presencia de una mancha de leche en el estómago (Argente et al., 1999). A los 7 días tras el parto, se volvió a contabilizar en la camada el número de gazapos vivos y se volvieron a pesar individualmente los gazapos. No se realizaron adopciones. La toma de datos tuvo lugar a lo largo del mes de diciembre de 2021 y del mes de agosto de 2022.

### **3.3. Variables analizadas**

Las variables analizadas fueron:

- La prolificidad: medida como el número de gazapos nacidos totales.
- Peso individual (g) al nacimiento de los gazapos vivos y muertos.
- Peso individual (g) a los 7 días de vida de los gazapos vivo.
- Incremento del peso (g) del nacimiento a los 7 días de vida en el gazapo.

### 3.4. Análisis estadísticos

Para el número de nacidos totales se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + L_i + F_j + E_k + P_l + e_{ijkl}$$

Donde  $Y_{ijkl}$  es el carácter,  $\mu$  es la media,  $L_i$  es la línea (con 3 niveles: línea seleccionada para incrementar la variabilidad del tamaño de camada al nacimiento, línea seleccionada para disminuir la variabilidad del tamaño de camada al nacimiento y línea seleccionada por velocidad de crecimiento postdestete),  $F_j$  es el estado fisiológico de la hembra a la monta (con 3 niveles: nulíparas, primíparas lactantes y primíparas no lactantes),  $E_k$  es la estación (con dos niveles: invierno y verano),  $P_l$  es el efecto permanente de la hembra sobre sus partos (con 68 niveles) y  $e_{ijkl}$  es el error del modelo.

Para el peso del gazapo al nacimiento y a los 7 días de edad, e incremento de peso en la primera semana de vida, se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijklmnpq} = \mu + L_i + F_j + E_k + S_l + M_m + C_n + e_{ijklmnpq}$$

Donde  $Y_{ijklmnpq}$  es el carácter,  $\mu$  es la media,  $L_i$  es la línea (con 3 niveles: línea seleccionada para incrementar la variabilidad del tamaño de camada al nacimiento, línea seleccionada para disminuir la variabilidad del tamaño de camada al nacimiento y línea seleccionada por velocidad de crecimiento postdestete),  $F_j$  es el estado fisiológico de la hembra a la monta (con 3 niveles: nulíparas, primíparas lactantes y primíparas no lactantes),  $E_k$  es la estación (con dos niveles: invierno y verano),  $S_l$  es el efecto de sexo (con dos niveles: macho y hembra),  $M_m$  es el efecto de mancha de leche (con dos niveles: presencia y ausencia),  $C_n$  efecto de camada común (con 93 niveles) y  $e_{ijklmnpq}$  es el error del modelo. Se realizó un análisis adicional incluyendo la covariable de número total de gazapos nacidos al modelo anteriormente descrito. Se utilizó el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2022)

Se realizó un análisis de regresión logística para analizar las relaciones entre el peso del gazapo al nacimiento con su supervivencia al nacimiento y a los 7 días de vida. El modelo incluyó los efectos de la línea, el estado fisiológico de la hembra, la estación, el sexo del gazapo, la mancha de leche y el peso del gazapo al nacimiento como covariable. Se utilizó el procedimiento LOGISTIC del paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2022).



#### 4. Resultados y Discusión

Tal y como muestra la Tabla 3, se recogieron los pesos al nacimiento de 756 gazapos, de los cuales 676 nacieron vivos y 80 nacieron muertos; esto supone una mortalidad perinatal en la muestra estudiada del 12%. Este valor es similar al 14,4% reportado por González-Redondo (2016) y al 8,87% encontrado por Pérez y Velásquez (1998), pero duplica al 4,95% reportado por Torres et al. (1988) y al 5,2% encontrado por Pascual et al. (2014). De los 676 gazapos nacidos vivos al parto 584 llegaron vivos a los 7 días de edad, esto supone una mortalidad en la primera semana de vida del 13,6%, valor similar al reportado en otros trabajos (Baena et al., 2006). La mortalidad perinatal y semanal suelen estar relacionadas con eventos de canibalismo, aplastamiento por parte de la hembra, enfriamiento por condiciones inadecuadas del nido o abandono del nido e inanición (Torres et al., 1988; Pascual et al., 2014). Los gazapos nacidos muertos al parto pesaron un 28% menos que los gazapos nacidos vivos. El peso medio de los gazapos vivos al parto fue de 48,9 g (Tabla 3), este resultado es similar al reportado por Jimoh y Ewuola (2017) en cuatro razas de conejos como la Fauve De Bourgogne (47,2 g), la Chinchilla (50,9 g), la British Spot (47,9 g) y New Zealand White (45,5 g). Con respecto al peso medio de los gazapos vivos a los 7 días, en la Tabla 3 se observa un incremento del peso del 55% (111,1 g) en comparación con el peso al nacer; estos resultados son similares a los reportados en la revisión de Rochambeau (1988), este autor señala un peso de 110 g en la primera semana de vida en los gazapos de la raza Chinchilla, de 115 g y 114 g en los gazapos de las razas Gigante Chinchilla y Norfolk, respectivamente.

**Tabla 3.** Análisis descriptivos para el peso al nacimiento, a los 7 días de vida e incremento de peso del nacimiento a los 7 días de vida del gazapo.

	Número de datos	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
<b>. Gazapos muertos al parto</b>						
Peso al nacimiento (g)	80	35,2	11,7	0,33	13	60
<b>. Gazapos vivos al parto</b>						
Peso al nacimiento (g)	676	48,9	11,7	0,24	15	97
Peso a los 7 días (g)	584	111,1	30,7	0,27	10	24
Incremento de peso del nacimiento a los 7 días de vida (g)	584	61,2	22,7	0,37	5	75

La Tabla 4 muestra las medias para el peso del gazapo al nacimiento, a los 7 días de vida e incremento de peso del nacimiento a los 7 días de vida, así como el número total de gazapos nacidos al parto según la línea, el estado fisiológico de la hembra a la monta, la estación, la mancha de leche y el sexo. Los gazapos de la línea seleccionada para incrementar la variabilidad del número de gazapos nacidos (High) mostraron un mayor peso al nacimiento que los de la línea seleccionada para disminuir la variabilidad del número de gazapos nacidos al parto (Low) y los de la línea seleccionada por velocidad de crecimiento post destete. Las diferencias entre las líneas se mantuvieron para el peso del gazapo a los 7 días de vida. Por otro lado, las hembras de la línea High tuvieron un menor tamaño de camada al parto que las hembras de la línea Low y de crecimiento. Este resultado está de acuerdo con el encontrado por Agea et al. (2019) en generaciones anteriores a la del presente trabajo. Las diferencias en peso al nacimiento desaparecieron entre líneas al incluir el número total de gazapos nacidos como covariable en el modelo; sin embargo, las diferencias entre líneas no desaparecieron para el peso del gazapo a los 7 días de vida (Tabla 5). Estos resultados indican que el menor tamaño de la camada de la línea High al parto estaría relacionado con un mayor peso del gazapo al nacimiento, pues tal y como han encontrado otros autores, al disminuir el número de gazapos por camada el peso promedio del gazapo al nacimiento aumenta (Vicente et al. 1995, Lenoir et al. 2012), debido a un incremento en el espacio uterino disponible para el feto y en el aporte de nutrientes (Argente et al., 2003 y 2008). Sin embargo, el número de nacidos al parto no afecta al peso del gazapo en su primera semana de vida.

Respecto al efecto del estado fisiológico de la hembra a la monta sobre el peso del gazapo, se conoce que las hembras jóvenes nulíparas no han completado su desarrollo, y por ello cuando se quedan gestantes parte de la energía obtenida de los alimentos se destinará a su crecimiento y esto producirá deficiencias nutricionales en los gazapos con la consiguiente penalización en su desarrollo (Parigi-Bini y Xiccato, 1993; Szendrő et al., 2019). Esto está de acuerdo con el menor peso al nacer, a los 7 días y en el incremento de peso encontrado en los gazapos de las hembras nulíparas en comparación con los gazapos provenientes de las hembras primíparas lactantes (Tabla 4). El tamaño de camada no parece estar relacionado con esta diferencia, puesto que no desapareció al incluir el número total de gazapos nacidos como covariable en el modelo (Tabla 5). Por otra parte, al comparar las hembras primíparas lactantes con las no lactantes, se observó que a pesar de tener un menor número de gazapos nacidos al parto el peso de los gazapos al nacimiento fue similar (Tabla 4). Sin embargo, el peso a los 7 días y el incremento fue mayor en los gazapos de las hembras primíparas lactantes que en las no lactantes (Tabla 4), estas

diferencias no desaparecieron al incluir el número total de gazapos nacidos como covariable en el modelo (Tabla 5). Resultados similares obtuvieron Baena et al. (2006), quienes observaron que la camada proveniente de hembras primíparas no lactantes, tenían significativamente un menor peso al nacer (429 g) y después de siete días (983 g) en comparación con la camada de las hembras primíparas lactantes (500 g y 1155 g).

Con respecto a la estación del año, en verano el número de gazapos nacidos por camada fue mayor que en el invierno, presentando un menor peso al nacimiento y a los 7 días de edad, además de un menor incremento en comparación con los gazapos nacidos en invierno (Tabla 4). Estas diferencias no desaparecieron al incluir el número total de gazapos nacidos como covariable en el modelo (Tabla 5). Baena et al. (2006) observaron la misma tendencia entre el verano y el invierno con respecto al peso de la camada al nacer y a los siete días de vida. Resultados similares también fueron reportados en la revisión realizada por Szendrő et al. (2019), señalando pesos al nacer inferiores en el verano (45 g) en comparación con el invierno (60 g). En la literatura se señala que uno de los efectos negativos del estrés térmico sobre las hembras lactantes es la disminución en la producción de leche, Gómez et al. (2011) encontraron que por cada grado que se eleva la temperatura sobre los 20°C, la producción de leche desciende 7.7g/día, afectando eventualmente el peso del gazapo.

La ingestión de leche en las primeras horas de vida del gazapo es importante para su supervivencia y posterior crecimiento, se conoce que la composición química de la leche varía a lo largo de la lactación, presentando un mayor porcentaje de sólidos totales y grasa al inicio de la misma (Ludwiczak et al., 2021). En este trabajo se ha constatado la ingestión de leche por parte del gazapo en las primeras 24 horas tras su nacimiento, mediante la observación de una mancha de leche en la zona abdominal del gazapo. Los gazapos que mamaron en las primeras horas tras su nacimiento pesaron un 26% más que los que no lo hicieron; el peso a los 7 días y el incremento de peso siguió siendo mayor en los gazapos que habían mamado en las primeras horas de vida en comparación con los que no lo habían hecho, pero las diferencias se redujeron al 11% (Tabla 4), incluir el número total de gazapos nacidos como covariable en el modelo no disminuyó las diferencias en el peso de los gazapos al nacimiento, 7 días e incremento entre grupos (Tabla 5). También, Farougou et al. (2006) observaron que los gazapos recién nacidos que habían mamado tenían un peso de nacimiento 25% superior al de aquellos que no habían mamado. Con respecto al sexo, los machos pesaron un 3% más al nacimiento que las hembras, pero esta diferencia desapareció a los 7 días para el peso del gazapo y para el incremento (Tabla 4 y 5). La bibliografía respecto al efecto del sexo sobre el peso del gazapo es contradictoria. Agea et

al. (2019) informaron de que el peso al nacimiento es similar entre machos y hembras. Sin embargo, Bolet et al. (1996) encontraron que los machos son más pesados al nacimiento y mantienen su superioridad hasta el destete.

**Tabla 4.** Media por mínimos cuadrados y error típico para el peso del gazapo al nacimiento, a los 7 días de vida, incremento de peso del nacimiento a los 7 días de vida y número total de gazapos nacidos al parto según la línea, estado fisiológico de la hembra a la monta, estación, mancha y sexo.

		N	Peso al nacimiento	Peso a los 7 días	Incremento de peso	Número de gazapos nacidos al parto
Línea	High	241	53,5 ± 0,85 a	128 ± 2,37 A	72,0 ± 1,84 a	7,84 ± 0,19 a
	Low	247	50,1 ± 0,76 b	124 ± 2,07 B	71,4 ± 1,61 a	8,91 ± 0,17 b
	Crecimiento	188	49,9 ± 0,76 b	111 ± 2,11 c	60,0 ± 1,65 b	9,99 ± 0,17 b
Estado	Nulíparas	311	49,9 ± 0,74 a	114 ± 2,04 a	62,6 ± 1,58 a	8,79 ± 0,17 a
	Primíparas lactantes	175	52,4 ± 0,83 b	130 ± 2,29 b	75,2 ± 1,77 b	8,74 ± 0,17 a
	Primíparas no lactantes	190	51,3 ± 0,80ab	119 ± 2,24 C	65,6 ± 1,74 a	9,23 ± 0,18 b
Estación	Invierno	114	56,9 ± 0,99 a	140 ± 2,72 a	79,8 ± 2,11 a	8,65 ± 0,23 a
	Verano	562	45,5 ± 0,48 b	102 ± 1,35 b	55,8 ± 1,05 b	9,18 ± 0,10 b
Mancha de leche	NO	221	44,4 ± 0,77 a	114 ± 2,25 a	64,2 ± 1,75 a	
	SI	455	55,9 ± 0,59 b	128 ± 1,55b	71,3 ± 1,20 b	
Sexo	Hembra	334	50,4 ± 0,68A	121 ± 1,90 a	67,5 ± 1,48 a	
	Macho	342	51,9 ± 0,65B	121 ± 1,79 a	68,0 ± 1,39 a	

A, B y C: diferencias con  $P \leq 0.10$ . a y b: diferencias  $P \leq 0.05$ . High: línea seleccionada para incrementar la variabilidad del número de gazapos nacidos al parto. Low: línea seleccionada para disminuir la variabilidad del número de gazapos nacidos al parto. Crecimiento: línea seleccionada por velocidad de crecimiento post destete.

**Tabla 5.** Media por mínimos cuadrados y error típico para el peso del gazapo al nacimiento, a los 7 días de vida, e incremento de peso del nacimiento a los 7 días de vida según la línea, estado fisiológico de la hembra a la monta, estación, mancha y sexo incluyendo la covariable el número total de gazapos nacidos al parto en el modelo.

		N	Peso al nacimiento	Peso a los 7 días	Incremento de peso
Línea	High	241	51,9 ± 0,83 a	124 ± 2,33 a	69,9 ± 1,85 a
	Low	247	50,4 ± 0,72 a	124 ± 1,99 a	71,7 ± 1,58 a
	Crecimiento	188	51,6 ± 0,74 a	115 ± 2,10 b	62,3 ± 1,68 b
Estado	Nulíparas	311	49,8 ± 0,70 a	114 ± 1,95 a	62,4 ± 1,55 a
	Primíparas lactantes	175	52,4 ± 0,78 b	130 ± 2,19 b	75,4 ± 1,74 b
	Primíparas no lactantes	190	51,7 ± 0,70 b	120 ± 2,15 c	66,1 ± 1,71 C
Estación	Invierno	114	56,6 ± 0,94 a	139 ± 2,61 a	79,4 ± 2,07 a
	Verano	562	46,0 ± 0,48 b	103 ± 1,30 b	56,5 ± 1,04 b
Mancha de leche	NO	221	47,2 ± 0,73 a	116 ± 2,17 a	65,2 ± 1,73 a
	SI	455	55,4 ± 0,56 b	127 ± 1,49 b	70,7 ± 1,19 b
Sexo	Hembra	334	50,5 ± 0,64 a	121 ± 1,82 a	67,7 ± 1,45 a
	Macho	342	52,1 ± 0,61 b	122 ± 1,71 a	68,2 ± 1,36 a

C: diferencias con  $P \leq 0.10$ . a y b: diferencias  $P \leq 0.05$ . High: línea seleccionada para incrementar la variabilidad del número de gazapos nacidos al parto. Low: línea seleccionada para disminuir la variabilidad del número de gazapos nacidos al parto. Crecimiento: línea seleccionada por velocidad de crecimiento post destete.

Todo el manejo en la cunicultura está destinado a garantizar la supervivencia de los gazapos. La probabilidad de supervivencia de los gazapos depende en gran medida de diversos factores entre ellos la lactancia. En el presente trabajo además de la ingestión de leche se estudiaron otros factores que pudieran incidir sobre la supervivencia del gazapo tanto al parto como en su primera semana de vida, como son la línea, el estado fisiológico de la hembra a la monta, la estación y el sexo. Para el efecto línea, la tabla 6 muestra valores positivos para los coeficientes  $\beta$  de la línea seleccionada para disminuir la variabilidad del tamaño de camada y de la línea de crecimiento y por lo tanto sus Odds Ratio son mayores a la unidad ( $\text{Exp}(0,91) = 2,48$  y  $\text{Exp}(1,23) = 3,42$  respectivamente), lo cual indica que los gazapos de estas líneas tienen 2,48 y 3,42 veces más probabilidad de

sobrevivir al nacimiento que los de las hembras de la línea seleccionada para incrementar la variabilidad del tamaño de camada. Después de 7 días, solo los gazapos de las hembras de la línea seleccionada para disminuir la variabilidad del tamaño de camada tienen una mayor probabilidad de sobrevivir en comparación con los de las hembras de la línea seleccionada para incrementar la variabilidad del tamaño de camada y de la línea de crecimiento. En trabajos anteriores se ha constatado que las hembras de esta línea ofrecen un mayor cuidado materno y producen más leche en el periodo pre-destete que las de la línea seleccionada para incrementar la variabilidad del tamaño de camada (Agea et al., 2019). Respecto al estado fisiológico de la hembra durante la gestación, nacer de una hembra primípara lactante disminuye significativamente las probabilidades de supervivencia en comparación con la hembra nulípara y primípara no lactante (Tabla 6). Estos resultados coinciden con lo señalado en la revisión realizada por Gómez et al. (2011), los cuales indican que la producción de leche es menor en hembras con solape gestación-lactación en comparación con las que solo están lactando. Poseer mancha de leche aumenta significativamente la probabilidad de supervivencia a los 7 días, resultados similares han sido reportados por Agea et al. (2019), quienes observaron que la falta de mancha de leche al nacer incrementa la mortalidad en los gazapos a los 4 días de vida, independiente del peso al nacimiento. Finalmente, aunque el sexo no incide en la supervivencia del gazapo al nacer o a los 7 días, en otros trabajos se ha observado una mayor mortalidad durante el periodo pre destete en hembras con pesos al nacer inferiores a 45 g (Martínez et al., 2018).

Con respecto a la incidencia del peso de los gazapos al nacer sobre su supervivencia, varios autores han reportado rangos de peso mínimo, por debajo de los cuales la probabilidad de supervivencia del gazapo disminuye. En este orden de ideas Coureaud et al. (2007) y Martínez-Paredes et al. (2018) observaron que los gazapos recién nacidos con pesos inferiores a 45 g no respondieron adecuadamente en el día 1 a las feromonas mamarias (lo que afectó su ingesta de leche), por ello los autores consideraron esto como un indicador de viabilidad en crías con peso inferiores a 45 g. Por otra parte, Martínez-Paredes et al. (2018), reportaron que la probabilidad de supervivencia de los gazapos recién nacidos aumento en aquellos con pesos superiores a la 45 g, pudiendo observar en ellos la presencia de machas de leche, lo que representa competencia y vitalidad en el nidal. Los resultados del presente estudio muestran también el efecto favorable del peso del gazapo al nacimiento al aumentar la probabilidad de supervivencia de los mismos durante el periodo pre-destete, concretamente incrementar un gramo el peso del gazapo al nacimiento

incrementa en 1,05 y 1,10 la probabilidad de sobrevivir el gazapo al nacimiento y a los 7 días de vida.

**Tabla 6.** Resumen del análisis de regresión logística binaria múltiple para la supervivencia al nacer y a los 7 días de vida incluyendo el peso del gazapo al nacer como covariable.

		$\beta$	OR	$\beta$	OR
Línea	Low	0,91*	2,48	0,69*	1,99
	Crecimiento	1,23**	3,42	0,26	1,29
Estado fisiológico	Primíparas lactantes	-1,87***	0,15	-0,26	0,77
	Primíparas no lactantes	-0,37	0,69	-0,27	-0,76
Estación	Verano	-18,52	0,01	0,47	1,54
Mancha	Si	20,03	50,1	0,65*	1,92
Sexo	Macho	0,21	1,23	-0,08	0,92
Peso al nacimiento		0,05***	1,05	0,10***	1,15

$\beta$ : Coeficiente de regresión. OR: Odds ratio ( $Exp^{\beta}$ ). \*: P<0.05. \*\*: P<0.01. \*\*\*: P<0.001. Low: línea seleccionada para disminuir la variabilidad del número de gazapos nacidos al parto. Crecimiento: línea seleccionada por velocidad de crecimiento post destete.

## 6. Conclusiones

- La mortalidad perinatal fue del 12% y estuvo relacionada con un menor peso del gazapo (28%).
- El gazapo incrementa un 55% su peso en los primeros 7 días de vida en comparación con el peso al nacer (48,9 g).
- El peso al nacimiento, a los 7 días e incremento de peso fueron significativamente mayores para los gazapos de la línea High en comparación con los gazapos de las otras dos líneas, debido a su menor tamaño de camada al nacimiento.
- Los gazapos provenientes de hembras nulíparas, presentaron significativamente menor peso al nacer, a los 7 días e incremento de peso en comparación con los gazapos provenientes de primíparas lactantes y no lactantes.
- Los gazapos nacidos en verano presentaron menor peso al nacer, a los 7 días y e incremento de peso en comparación con los nacidos en invierno.
- La presencia de la mancha de leche, condicionó significativamente el peso al nacimiento y el peso a los 7 días.
- Los machos pesaron un 3% más al nacimiento que las hembras, pero esta diferencia desapareció a los 7 días para el peso del gazapo y para el incremento de peso en la primera semana de vida.
- La supervivencia perinatal del gazapo se vio afectada por la línea (i.e., los gazapos de la línea Low y de crecimiento tuvieron mayor probabilidad de sobrevivir que los de las hembras de la línea High), el estado fisiológico de la hembra (i.e., los gazapos de las hembras primíparas lactantes tuvieron una menor probabilidad de sobrevivir que los de las nulíparas y primíparas no lactantes), y el peso del gazapo al nacimiento.
- La supervivencia a los 7 días de vida del gazapo se vio afectada por la línea (i.e., los gazapos de la línea Low tuvieron mayor probabilidad de sobrevivir que los de las hembras de la línea High y crecimiento), la mancha de leche (i.e., los gazapos que ingirieron leche en las primeras horas tras su nacimiento tuvieron mayor probabilidad de sobrevivir que los que no lo hicieron), y el peso del gazapo al nacimiento.



## 7. Bibliografía

- Abdel-Monem, M.U., M.Kh., Mahrose, Darwish, S.M., 2008. Responses of New Zealand White and Californian rabbit does to different dietary protein levels under Egyptian conditions. *Anim. Prod. Res. Adv.* 4, 19–25. <https://doi.org/10.4314/apra.v4i1.36421>.
- Agea I, García M.L, Blasco A, & Argente M.J. (2019). Litter Survival Differences between Divergently Selected Lines for Environmental Sensitivity in Rabbits. *Animals*, 9(9):603. <https://doi.org/10.3390/ani9090603>
- Argente, M.J., Santacreu, A.M., Climent, A., & Blasco, A., 1999. Phenotypic and genetic parameters of birth weight and weaning weight of rabbits born from unilaterally ovariectomized and intact does. *Livest. Prod. Sci.* 57, 159–167. [https://doi.org/10.1016/s0301-6226\(98\)00166-3](https://doi.org/10.1016/s0301-6226(98)00166-3)
- Argente, MJ., Santacreu, MA., Climent, A., & Blasco, A. (2006). Influence of available uterine space per fetus on fetal development and prenatal survival in rabbits selected for uterine capacity. *Livest. Sci.* 102, 83–91. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.11.022>
- Argente, MJ., Santacreu, MA., Climent, A., & Blasco, A. (2008). Effects of intrauterine crowding on available uterine space per fetus in rabbits. *Livest. Sci.* 114, 211–219 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.05.008>
- Arredondo, A., Viana, D., & Selva, J. (2019). Enfermedad hemorrágica del conejo. *Boletín de cunicultura*, (193).
- Belabbas R, Ezzeroug R, Berbar A, de la Luz Garcia M, Zitouni G, Taalaziza D, Boudjella Z, Boudahdir N, Diss S, & Argente M-J. Genetic Analyses of Rabbit Survival and Individual Birth Weight. *Animals*. 2022; 12(19):2695
- Bivolarski, B. L., & Vachkova, E. G. (2014). Morphological and functional events associated to weaning in rabbits. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 98(1), 9–18. <https://doi.org/10.1111/jpn.12058>
- Bolet G., Esparbie J., & Falieres J. (1996). Relations entre le nombre de foetus par corne uterine, la taille de portee à la naissance et la croissance pondérale des lapereaux. *Ann. Zootech.*, 45 : 185–200. <https://doi.org/10.1051/animres:19960207>
- Camacho Pérez, M. D., Bermejo Asensio, L. A., Viera Paramio, J. J., & Mata González, J. (2010). Manual de cunicultura.
- Carneiro, M., Rubin, C. J., Di Palma, F., Albert, F. W., Alföldi, J., Martinez Barrio, A., Pielberg, G., Rafati, N., Sayyab, S., Turner-Maier, J., Younis, S., Afonso, S., Aken, B.,

- Alves, J. M., Barrell, D., Bolet, G., Boucher, S., Burbano, H. A., Campos, R., Chang, J. L., ... Andersson, L. (2014). Rabbit genome analysis reveals a polygenic basis for phenotypic change during domestication. *Science (New York, N.Y.)*, 345(6200), 1074–1079. <https://doi.org/10.1126/science.1253714>
- Contera, C. (1988). Fisiología del aparato reproductor y ritmos de reproducción. *Boletín de Cunicultura*, 43, 22-33.
  - Coureaud, G., Fortun-Lamothe, L., Langlois, D., & Schaal, B. (2007). The reactivity of neonatal rabbits to the mammary pheromone as a probe for viability. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 1(7), 1026–1032. <https://doi.org/10.1017/S1751731107000389>
  - Cuevas, J. (1985). La reproducción en la coneja. *Cunicultura*, 10(54), 0043-52.
  - Zotte, A. D., Réminon, H., & Ouhayoun, J. (2005). Effect of feed rationing during post-weaning growth on meat quality, muscle energy metabolism and fibre properties of Biceps femoris muscle in the rabbit. *Meat science*, 70(2), 301–306. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.01.016>.
  - Davies, R. R., & Davies, J. A. (2003). Rabbit gastrointestinal physiology. *The veterinary clinics of North America. Exotic animal practice*, 6(1), 139–153. [https://doi.org/10.1016/s1094-9194\(02\)00024-5](https://doi.org/10.1016/s1094-9194(02)00024-5)
  - Duncan S. L. (1969). The partition of uterine blood flow in the pregnant rabbit. *The Journal of physiology*, 204(2), 421–433. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1969.sp008921>
  - Farougou, S., Kpodékon, M., Koutinhoun, B., Brahi, O.D.H., Djago, Y., Lebas, F., & Coudert, P. 2006. Impact of immediate postnatal sucking on mortality and growth of sucklings in field condition. *World Rabbit Sci.* 14, 167–173. <https://doi.org/10.4995/wrs.2006.557>
  - Farouk S.M.,Khattab A.S., Noweir A., & Ghavi Hossein-Zadeh N. (2022). Genetic analysis of some productive and reproductive traits in New Zealand White rabbits. *World Rabbit Sci.*, 30: 141-146. <https://doi.org/10.4995/wrs.2022.15939>.
  - Fortun, L., Prunier, A., & Lebas, F. (1993). Effects of lactation on fetal survival and development in rabbit does mated shortly after parturition. *Journal of animal science*, 71(7), 1882–1886. <https://doi.org/10.2527/1993.7171882x>
  - Fortun-LamotheF., Prunier, A., Bolet, G., & Lebas, F., (1999). Physiological mechanisms involved in the effects of concurrent pregnancy and lactation on foetal growth and mortality in the rabbit. *Livest. Prod. Sci.* 60, 229–241.

- Fortun-Lamothe, L., & Gidenne, T. (2000). The effects of size of suckled litter on intake behaviour, performance and health status of young and reproducing rabbits. *Annales de zootechnie* 49(6), 517-529.
- Gidenne, T., Combes, S., Feugier, A., Jehl, N., Arveux, P., Boisot, P., Briens, C., Corrent, E., Fortune, H., Montessuy, S., & Verdelhan, S. (2009). Feed restriction strategy in the growing rabbit. 2. Impact on digestive health, growth and carcass characteristics. *Animal* 3, 509–515.
- Gómez-Ramos, B., Ortiz-Rodríguez, R., Becerril-Pérez, C. M., Román-Bravo, R. M., & Camacho, J. H. (2011). Caracterización de la producción de leche de la coneja con énfasis en la supervivencia y crecimiento de la camada en razas nueva zelanda blanco y california. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(1), 15-33.
- González, P. G., & Caravaca, F. (2007). Producción de conejos de aptitud cárnica. En *Sistemas ganaderos en el siglo XXI* (pp. 443-461). Universidad de Sevilla.
- González-Mariscal, G., Caba, M., Martínez-Gómez, M., Bautista, A., & Hudson, R. (2016). Mothers and offspring: The rabbit as a model system in the study of mammalian maternal behavior and sibling interactions. *Hormones and behavior*, 77, 30–41. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2015.05.011>
- Gualterio L., Valentini A., Bagliacca M. (1988). Effect of season and of parturition order on mortality rate at birth and in the nest. In Proc.: *4<sup>th</sup> World Rabbit Congress*, October 10-14, 1988, Budapest, Hungary, 247-251.
- Jimoh, A.O., & Ewuola, O.E., 2017. Milk yield and kit development of four breeds of rabbit in Ibadan, Nigeria. *J. Anim. Sci. Techn.* 59, 25–32.
- Khalil, M. H., & Khalil, H. H. (1991). Genetic and phenotypic parameters for weaning and preweaning body weights and gain in Bouscat and Giza White rabbits. *Journal of Applied Rabbit Research*, 14, 44-51.
- Khalil, M.H. (1999). Heterosis, maternal and direct genetic effects for litter performance and postweaning growth in Gabali rabbit and their crosses raised under hot climatic conditions. *Journal of King Saud University* 11:121-136.
- Lebas, F., Coudert, P., Thebault, R. G., & De Rochambeau, H. (1996). *El conejo: cría y patología*. FAO.
- Lenoir, G., Garreau, H., Banville, M., 2012. Estimation of genetic parameters and trends for birth weight criteria in Hycote D line. In: Proceedings of the 10th World Rabbit Congress, September 3-6, Sharm El- Sheikh. Egypt. pp. 183–187.

- Lublin, A., & Wolfenson, D. (1996). Lactation and pregnancy effects on blood flow to mammary and reproductive systems in heat-stressed rabbits. *Comparative biochemistry and physiology. Part A, Physiology*, 115(4), 277–285. [https://doi.org/10.1016/s0300-9629\(96\)00060-6](https://doi.org/10.1016/s0300-9629(96)00060-6).
- Lublin, A., Wolfenson, D. (1996). Lactation and pregnancy effects on blood flow to mammary and reproductive systems in heat-stressed rabbits. *Comp. Biochem. Physiol.* 115A, 277–285
- Ludwiczak, A., Składanowska-Baryza, J., Kuczyńska, B., Sell-Kubiak, E., & Stanisz, M. (2021). Reproductive Performance of Hycole Rabbit Does, Growth of Kits and Milk Chemical Composition during Nine Consecutive Lactations under Extensive Rhythm. *Animals: an open access journal from MDPI*, 11(9), 2608. <https://doi.org/10.3390/ani11092608>
- Maertens, L., Lebas, F., & Szendrő, Z. (2010). Rabbit milk: A review of quantity, quality and non-dietary affecting factors. *World Rabbit Science*, 14, 205-230.
- Manal, A.F., Tonyb, A.M., & Ezzoc, H.O. (2010). Feed restriction of pregnant nulliparous rabbit does: consequences on reproductive performance and maternal behaviour. *Anim. Reprod. Sci.* 120, 179–186.
- Marai, M.I.F., Habeeb, M.A.A., Gad, E.A., 2002. Rabbits' productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress: a review. *Livest. Prod. Sci.* 78, 71–90.
- Marco-Jiménez, F., García-Diego, F.J., Vicente, J.S. (2017). Effect of gestational and lactational exposure to heat stress on performance in rabbits. *World Rabbit Sci.* 25, 17–25.
- Martínez-Paredes, E., Ródenas, L., Pascual, J. J., & Saviotto, D. (2018). Early development and reproductive lifespan of rabbit females: implications of growth rate, rearing diet and body condition at first mating. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 12(11), 2347–2355. <https://doi.org/10.1017/S1751731118000162>
- McNitt, J. I., & Lukefahr, S. D. (1990). Effects of breed, parity, day of lactation and number of kits on milk production of rabbits. *Journal of animal science*, 68(6), 1505–1512. <https://doi.org/10.2527/1990.6861505x>
- Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (2020). *Caracterización del sector cunícola en España*. <https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias->

[probadas/sistemas-prodnut-animal/cunicultura.aspx#:~:text=España es un país con,%3A Francia%2C Italia y España.](#)

- Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (2021). *Informe del consumo de alimentación en España*. [https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-tendencias/informe-consumo-alimentario-2021-baja-res\\_tcm30-624017.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-tendencias/informe-consumo-alimentario-2021-baja-res_tcm30-624017.pdf)
- Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (2022a, 15 septiembre). *El sector cunícola en cifras*. <https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/sistemas-prodnut-animal/cunicultura.aspx#:~:text=España es un país con,%3A Francia%2C Italia y España.>
- Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (2022b, 10 septiembre). *Biología y Características de las Especie-Conejo*. <https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/sistemas-prodnut-animal/cunicultura.aspx#:~:text=España es un país con,%3A Francia%2C Italia y España.>
- Nagar A.G., Mínguez C., Sánchez J.P., & Torres C., Baselga. (2014). Producción de leche y peso de la camada en diferentes líneas de conejos, EL XXXIX Symposium de Cunicultura de ASESCU se celebró en el Castel Ruiz de Tudela (Navarra) los días 29 y 30 de mayo.
- Neira Aragón, H. (1987). Anatomía y fisiología comparada del cerdo gallina y conejo.
- Nofal, R.Y., Toth, S., & Virag, G.Y. (1995). Carcass traits of purebred and crossbred rabbits. *World Rabbit Science* 3:167-170.
- Parigi-Bini, R., & Xiccatto, G. (1993). Recherches sur l'interaction entre alimentation, reproduction et lactation la lapine, une revue. *World Rabbit Sci.* 1, 155–161
- Partridge, G.G., Foley S., & Corrigall W. (1981). Reproductive performance in purebred and crossbred commercial rabbits. *Anim. Prod.*, 32: 325-331.
- Pascual, J.J., Savietto, D., Cervera, C., & Baselga, M.( 2013). Resources allocation in reproductive rabbit does: a review of feed and genetic strategies for suitable performance. *World Rabbit Sci* 21, 123–144.
- Pollesel, M., Tassinari, M., Frabetti, A., Fornasini, D & Cavallini, D. (2020). Effect of does parity order on litter homogeneity parameters. *Italian journal of animal science*, 19, 1188-1194. doi: 10.1080/1828051X.2020.1827990

- Rebollar, P. G., Milanés, A., Pereda, N., Millán, P., Cano, P., Esquifino, A. I., Villarroel, M., Silván, G., & Lorenzo, P. L. (2006). Oestrus synchronisation of rabbit does at early post-partum by doe-litter separation or ECG injection: Reproductive parameters and endocrine profiles. *Animal reproduction science*, 93(3-4), 218–230. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.06.032>
- Romero, R. (2014). Manejo reproductivo en una granja de conejos. Recuperado de: [http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx/images/libros/manual\\_de\\_manejo\\_reproductivo\\_en\\_una\\_granja\\_de\\_conejos.pdf](http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx/images/libros/manual_de_manejo_reproductivo_en_una_granja_de_conejos.pdf)
- Rommers J. M., Kemp B., Meijerhof R., Noordhuizen J. P. (1999). Earing management of rabbit does: a Review. *World Rabbit Science*, 7 (3), 125-138.
- Rommers, J. M., Meijerhof, R., Noordhuizen, J. P., & Kemp, B. (2004). The effect of level of feeding in early gestation on reproductive success in young rabbit does. *Animal reproduction science*, 81(1-2), 151–158. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.09.001>
- Sirotkin, A. V., Parkanyi, V., & Pivko, J. (2021). High temperature impairs rabbit viability, feed consumption, growth and fecundity: examination of endocrine mechanisms. *Domestic animal endocrinology*, 74, 106478. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2020.106478>
- Sivakumar, K., Thiruvankadan, A.K., Ramesh Saravana Kumar, V., Muralidharan, J., Anandha Prakash Singh, D., Saravanan, R., & Jeyakumar, M. (2013). Analysis of production and reproduction performances of Soviet Chinchilla and White Giant rabbits in tropical climatic conditions of India. *World Rabbit Sci.* 21, 101–106.
- Soriguer, R. C., & Palacios, F. (1994). Los Lagomorfos ibéricos: liebres y conejos. *Curso de Gestión y Ordenación Cinegética. Colegio Oficial de Biólogos, Granada, 242pp*, 63-82.
- Szendrô, Z. S., Pálos, J., Radnai, I., Biró-Németh, E., & Romvári, R. (1996, July). Effect of litter size and birth weight on the mortality and weight gain of suckling and growing rabbits. In *Proceeding 6th World Rabbit Congress* (Vol. 2, pp. 365-9).
- Szendrő, Z., Cullere, M., Atkári, T., & Zotte, A. D. (2019). The birth weight of rabbits: Influencing factors and effect on behavioural, productive and reproductive traits: A review. *Livestock Science*, 230, 103841. doi:10.1016/j.livsci.2019.103841.
- Vicente, J.S., Garcia-Ximénez, F., & Viudes-de-Castro, M.P. (1995). Maternal performance in 3 lines of rabbit (litter size, litter and individual weights). *Ann. Zootech.* 44, 255–261. <https://doi.org/10.1051/animres:19950305>.

- Zerrouki, N., Kadi, S.A., Lebas, F., Bolet, G. (2007). Characterisation of a kabylia population of rabbits in Algeria: birth to weaning growth performance. *World Rabbit Sci.*15, 111–114.
- Zotte, A. D., & Paci, G. (2013). Influence of rabbit sire genetic origin, season of birth and parity order on doe and litter performance in an organic production system. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 26(1), 43–49. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12401>.