



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA
SALUD ANIMAL
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

Estudio del efecto de sistema de producción (intensivo, semi-intensivo, extensivo) en conejos (*Oryctolagus cuniculus*), sobre la relación madre-cría y el desarrollo de los gazapos

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
Maestra en Ciencias

PRESENTA:

Metzli Mayte García Bernal

TUTORA PRINCIPAL:

Dra. Angélica María Terrazas García

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN, UNAM

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:

Dra. Robyn Elizabeth Hudson

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOMÉDICAS, UNAM

Dr. Horacio Hernández Hernández

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Cuatitlán Izcalli, Estado de México, mayo 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**PROPUESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL
(Graduación con trabajo escrito)**

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción 1, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la Institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado “Estudio del efecto del sistema de producción (intensivo, semi-intensivo, extensivo) en conejos (*Oryctolagus cuniculus*), sobre la relación madre-cría y el desarrollo de los gazapos, sobre la relación madre-cría y el desarrollo de los gazapos. Que presenté para obtener el grado de Maestría en Ciencias de la Producción y Salud Animal es original, de mi autoría y lo realicé con el rigor metodológico exigido por mi programa de posgrado, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos u otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de graduación.

Se realizó un análisis de coincidencias con el programa “iThenticate licencias de las Bibliotecas de la FESC, UNAM” con número de identificación: 108812335 el día 07 de Mayo de 2024 a las 01:46 pm, en el cual se reportó un índice de similitud del 12%.

Atentamente



Metzli Mayte García Bernal

312013408

DEDICATORIA

A mi familia, amigos y todas aquellas personas que me han apoyado haciendo este logro posible.

A la UNAM y a la FES Cuautitlán, por darme las mejores herramientas y el conocimiento para lograr mis objetivos, y por darme motivos para amar la investigación, el estudio y la Medicina Veterinaria y Zootecnia.

AGRADECIMIENTOS

A MI MADRE:

Gracias por apoyarme en todo momento, por cuidar de mí y dar todo de tu parte para que este logró fuera posible. Te amo.

A MI PADRE:

Gracias por apoyarme en cada paso de mi vida, por darme las herramientas necesarias para nunca rendirme y, sobre todo, gracias por dar todo de tu parte para lograr este objetivo. Te amo.

A MI HERMANO:

Gracias por ser mi cómplice, mi apoyo incondicional y motivarme hasta en los momentos en que ni yo confiaba en mí. Te amo.

A DANIEL:

Gracias por estar en todo momento, por escucharme, apoyarme y siempre darme ánimos para seguir adelante. Gracias por ayudarme con el proceso experimental de este trabajo. Te amo.

A VERO:

Gracias por estar en los momentos más difíciles, por apoyarme y estar conmigo a pesar de la distancia, por creer siempre en mí.

M. en C. ELISA GUTIÉRREZ:

Gracias por todo el apoyo incondicional, por brindarme sus conocimientos, por escucharme y darme palabras de aliento cuando lo necesité. Gracias por ayudarme con el proceso experimental de este trabajo.

Lic. DIANA EVELIN SERRANO:

Gracias por todo el apoyo profesional, por acompañarme en este proceso, lo cual me fue muy útil para lograr culminar este proyecto.

pMVZ VICTORIA PÉREZ:

Gracias por todo tu apoyo en la realización del trabajo experimental, por el aprendizaje y los buenos momentos que pasamos.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, ESPAÑA:

Gracias a Juanjo, María, Adrián, Mari Carmen, Eugenio, Jorge, Enrique y a todos en el ICTA UPV por colaborar en mi formación profesional, brindarme sus conocimientos y experiencia.

AL JURADO

Gracias por el tiempo brindado, las aportaciones y evaluaciones a este trabajo.

CRÉDITOS

Investigación realizada gracias al financiamiento de:

- Al Programa **UNAM- PAPIIT IN224220** (responsable Angélica Terrazas)
- A la cátedra de investigación **UNAM-FESC-CI2245** (responsable Angélica Terrazas).

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para hacer los estudios de maestría.

Al módulo de Cunicultura de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM y su personal:

- Por permitirnos la realización de esta investigación y el apoyo brindado durante todo el proceso.

A la M. en C. Elisa Gutiérrez Hernández:

- Por su apoyo en todo el proceso experimental

A p. M.V.Z Victoria Pérez Paz y p. M. en C. Daniel González Ruiz:

- Por su apoyo en la colecta de los datos de todo el trabajo experimental.

A la M.C. Ana Delia Rodríguez Cortez y el Laboratorio del Departamento de Reproducción, FMVZ, UNAM:

- Por el apoyo con las determinaciones hormonales.

A M.V.Z. María Magdalena Franco Oviedo

- Por su asesoría con la toma de muestras sanguíneas.

A la M. en C. Karen Ayala Pereiro:

- Por su apoyo en el análisis de videos con el programa Observer® video Pro.

A la Dra. Rosalba Soto González y M. en C. Rocío Ibarra Trujillo:

Por el préstamo de la cámara termográfica y la asesoría en su uso.

Índice general

1.-Resumen.....	xi
2.- Abstract.....	xiii
3.- Introducción	1
4.- Marco teórico	5
4.1.- La cunicultura en México y en el mundo.....	5
4.1.1.- Los sistemas de producción en la cunicultura	5
4.1.2.- Lactancia controlada	7
4.2.- Comportamiento del conejo	8
4.2.1.- Comportamiento individual del conejo	8
4.2.2.- Comportamiento social del conejo	11
4.2.3.- Comportamiento sexual del conejo	12
4.2.4.- Comportamiento materno en conejas	13
4.3.- Control endócrino de la conducta materna en mamíferos	18
4.3.1.- Control endócrino de la conducta materna en las conejas	19
4.4.- Fisiología del estrés	21
4.5.- El uso de la termografía para evaluar el estrés en los mamíferos y en el conejo	24
5.- Planteamiento de problema.....	27
6.- Objetivo general.....	28
6.1.- Objetivos específicos.....	28
7.- Hipótesis	29
7.1.- Hipótesis Tratamiento: Sistema Intensivo.....	29
7.2.- Hipótesis Tratamiento: Sistema Semi-Intensivo.....	29
7.3.- Hipótesis Tratamiento: Sistema Extensivo.	29

8.- Materiales y métodos.....	30
8.1.- Lugar de estudio.....	30
8.2.- Sujetos de estudios y condiciones de mantenimiento	30
8.3.- Grupos experimentales	31
8.4.- Proceso experimental	32
8.4.1.- Evaluación de la conducta de la coneja antes y después del parto	32
8.4.2.- Evaluación del comportamiento en los gazapos al destete.....	33
8.4.3.- Parámetros productivos.....	33
8.4.4.- Determinaciones hormonales en la coneja	34
8.4.5.- Mediciones termográficas.....	34
8.5.- Análisis estadístico	35
9.- Resultados	36
9.1.- Conducta de la coneja antes y después del parto.	36
9.1.1. Conductas diurnas registradas en el primer parto	36
9.1.2. Conductas nocturnas registradas en el primer parto	38
9.1.3. Conductas diurnas registradas en el segundo parto.....	41
9.1.4. Conductas nocturnas registradas en el segundo parto	43
9.2.- Comportamiento en los gazapos al destete	45
9.2.1. Conductas diurnas registradas en el primer y segundo parto	45
9.3.- Parámetros productivos en la coneja.....	47
9.3.1.- Peso de las conejas	47
9.3.2.- Perfiles hormonales de Progesterona para el primer parto	48
9.3.3.- Perfiles hormonales de Progesterona para el segundo parto	49
9.3.4.- Perfiles hormonales de Estrógenos en el primer parto	50
9.3.4.- Perfiles hormonales de Estrógenos en el primer parto	50

9.3.5.- Mediciones termográficas de las conejas en pabellón auricular para el primer parto ..	51
9.3.6.- Mediciones termográficas de las conejas en pabellón auricular para el segundo parto	51
9.3.7.- Mediciones termográficas de las conejas en la zona ocular para el primer parto.....	52
9.3.8.- Mediciones termográficas de las conejas en la zona ocular para el segundo parto	53
9.3.9.- Mediciones termográficas de las conejas la cabeza para el primer parto	54
9.3.10.- Mediciones termográficas de las conejas la cabeza para el segundo parto	54
9.3.11.- Porcentaje de fertilidad de las conejas de cada sistema de producción	55
9.4.- Parámetros productivos en los gazapos.....	56
9.4.1.- Peso de los gazapos.....	56
9.4.2.- Porcentaje de gazapos nacidos vivos	57
9.4.3.- Porcentaje de gazapos nacidos muertos	58
9.4.4.- Porcentaje de gazapos vivos al destete para el primer parto.....	59
9.4.5.- Porcentaje de gazapos vivos al destete para el segundo parto	59
9.4.6.- Porcentaje de gazapos muertos al destete para el primer parto	60
9.4.7.- Porcentaje de gazapos muertos al destete para el segundo parto	60
9.4.8.- Mediciones termográficas de los gazapos para el primer parto.....	61
9.4.9.- Mediciones termográficas de los gazapos para el segundo parto.....	62
10.- Discusión.....	63
11.- Conclusiones	71
12.- Referencias.....	72

Índice de figuras

Figura 1: Posturas en el conejo	10
Figura 2: Tipos de heces del conejo.....	11
Figura 3: Etograma del comportamiento sexual del conejo.....	12
Figura 4: Conejo realizando el marcaje.....	13
Figura 5: Frecuencia de conductas (media \pm e.e.) diurnas de las conejas	37
Figura 6: Duración de conductas (media \pm e.e.) diurnas de las conejas.....	38
Figura 7: Frecuencia de conductas (media \pm e.e.) nocturnas de las conejas	40
Figura 8: Duración de conductas (media \pm e.e.) nocturnas de las conejas	40
Figura 9: Frecuencia de conductas (media \pm e.e.) diurnas en las conejas	42
Figura 10: Duración de conductas (media \pm e.e.) diurnas en las conejas.....	42
Figura 11: Frecuencia de conductas (media \pm e.e.) nocturnas en las conejas	44
Figura 12: Duración de conductas (media \pm e.e.) nocturnas en las conejas	44
Figura 13: Frecuencia de conductas (media \pm e.e.) al destete en los gazapos	46
Figura 14: Duración de conductas (media \pm e.e.) al destete en los gazapos	47
Figura 15: Peso corporal de las conejas (media \pm e. e.)	48
Figura 16: Concentraciones plasmáticas de Progesterona (P ₄) de las conejas	49
Figura 17: Concentraciones plasmáticas de estrógenos (E ₂) de las conejas.....	51
Figura 18: Mediciones termográficas del pabellón auricular en las conejas	52
Figura 19: Mediciones termográficas de las conejas en la zona ocular	53
Figura 20: Mediciones termográficas de la cabeza en las conejas	55
Figura 21: Porcentaje de fertilidad de las conejas	56
Figura 22: Peso corporal de los gazapos.....	57
Figura 23: Porcentaje de gazapos nacidos vivos.....	58
Figura 24: Porcentaje de gazapos nacidos muertos.....	59

Figura 25: Porcentaje de gazapos vivos al destete	60
Figura 26: Porcentaje de gazapos muertos al destete.....	61
Figura 27: Mediciones termográficas de las camadas de gazapos.....	62

1.-Resumen

En cunicultura existen tres sistemas de producción, que son: extensivo, semi-intensivo e intensivo, los cuales pueden repercutir en la salud, bienestar y producción de las conejas. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del sistema de producción sobre la relación madre-cría en conejas y el desarrollo de sus gazapos. Para lo cual se utilizaron 34 conejas (*Oryctolagus cuniculus*) de la raza California, divididas de manera aleatoria en 3 grupos experimentales (Intensivo n=11, Extensivo n=11 y Semi-intensivo n=12), evaluadas en dos ciclos reproductivos en los cuales se midieron semanalmente a) Parámetros productivos (fertilidad, peso, número de gazapos nacidos y destetados), b) Registros termográficos para relacionarlos con estrés en la coneja y los gazapos, c) Observaciones conductuales en la madre y los gazapos, d) Determinaciones de progesterona y estradiol en las conejas durante el pre y post parto, para relacionarlo con las conductas expresadas.

Los resultados obtenidos muestran que el efecto del sistema de producción si tiene repercusiones en el despliegue de algunas conductas en la coneja, como la entrada al nido y el arrancado de pelo, ya que las conejas sometidas al sistema extensivo y semi-intensivo mostraron estas conductas con mayor frecuencia y por más tiempo ($P=0.04$), sin embargo, no se relacionó con el estrés detectado por termografía, ya que las conejas de sistema extensivo presentaron mayores temperaturas a lo largo de la lactancia ($P\leq 0.021$). Por otro lado, el sistema de producción repercutió en la fertilidad, ya que las conejas de sistema intensivo tuvieron menores valores de fertilidad ($P=0.002$). Los niveles de progesterona fueron mayores a las 48 horas preparto en las conejas de sistema intensivo durante el segundo parto ($P<0.05$), en contraste, las concentraciones de estrógenos fueron mayores en las conejas del sistema extensivo en el segundo ciclo ($P<0.05$).

En los gazapos se encontró que el sistema de producción si alteró el comportamiento ya que en el sistema extensivo presentaron mayor frecuencia

($P=0.04$) y duración ($P\leq 0.02$) de exploración y juego social, además, afectó la ganancia de peso, ya que los gazapos de sistema intensivo obtuvieron menores pesos al destete y una semana post destete ($P\leq 0.025$). Asimismo, se observó mayor porcentaje de mortalidad al destete en los nacidos del sistema intensivo ($P=0.02$). Finalmente, la termografía fue menor en los gazapos del sistema intensivo durante el post destete. Se concluye que el sistema de producción si afecta la relación madre-cría en conejos y el desarrollo de los gazapos.

Palabras clave: Sistema de producción, Estrés, Comportamiento, Termografía.

2.- Abstract

In rabbit farming there are three main production systems; extensive, semi-intensive and intensive, which can have repercussions on the health, welfare and production of the rabbits. The objective of this work was to evaluate the effect of the production system on the mother-breeding relationship in rabbits and their litter. For this purpose, 34 California breed rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) were randomly divided into 3 experimental groups (Intensive n=11, Extensive n=11 and Semi-intensive n=12) evaluated in two reproductive cycles in which the following parameters were measured weekly a) Productive parameters (fertility, weight, number of rabbits born and weaned), b) thermographic evaluation in order to measure stress in the doe and rabbits, c) behavioral observation in the mother and rabbits, d) determination of progesterone and estradiol in the does during prepartum and postpartum, to relate them to the behaviors expressed.

The results obtained show that the effect of the system may have repercussions on the display of some behaviors in the doe, such as nest entry and hair pulling, since the rabbits subjected to the extensive and semi-intensive system showed these behaviors more frequently and for longer time ($P=0.04$), however, it was not related to the stress detected by thermography, since the rabbits in the extensive system presented higher temperatures throughout the lactation ($P\leq 0.021$). On the other hand, the production system had an impact on fertility, since the rabbits in the intensive system had lower fertility values in contrast to the other two systems ($P=0.002$). Progesterone levels were higher at 48 hours prepartum in intensive system rabbits during the second parturition ($P<0.05$), in contrast, estrogen concentrations were higher in extensive system rabbits in the second cycle ($P<0.05$).

It was found that the production system did alter the behavior of the baby rabbits, since the baby rabbits from extensive system presented higher frequency ($P=0.04$)

and duration ($P \leq 0.02$) of exploration and social interaction, in addition, it affected the weight gain, since the rabbits from the intensive system obtained lower weaning weights and one-week post-weaning compared to the other two production systems ($P \leq 0.025$). Likewise, a higher percentage of mortality at weaning was observed in those born in the intensive system ($P = 0.02$). Finally, thermography was lower in the post-weaning in the baby rabbits of the intensive system. It is concluded that the production system does affect the mother-breeding relationship in rabbits and the development of the baby rabbits.

Key words: Production system, Stress, Behavior, Thermography.

3.- Introducción

La domesticación del conejo (*Oryctolagus cuniculus*) es reciente comparada con otras especies, por lo que conserva muchas características y patrones conductuales de sus ancestros silvestres, y conservan organización social que distingue a especies consideradas presa (Hudson, 1996; González *et al.*, 2015). Algunos de estos patrones los encontramos en el comportamiento materno y reproductivo, sin embargo, debido a que en la producción cunícola existen diferentes sistemas de producción es importante conocer si el comportamiento materno de las conejas y el desarrollo de los gazapos se ven afectados dependiendo dichos sistemas y de los estímulos a los que se sometan.

El ciclo reproductivo de la coneja se compone de la gestación (promedio de 31 días) más los días de reposo post parto previo a la siguiente monta que pueden ir desde los 0 hasta los 24 o más días, siendo independiente de la duración de la lactancia, ya que la coneja no experimenta anestro por lactancia (González *et al.*, 2007; Arias, 2007). Por lo que es posible elegir el ritmo de reproducción, el cual está determinado por el momento en el que se realicen las montas postparto, que, a su vez, depende del sistema productivo y la duración de la lactancia. Dependiendo de estos manejos se han clasificado en los tres los sistemas productivos más empleados en la cunicultura, los cuales son: intensivo, semi-intensivo y extensivo (González *et al.*, 2007; Chmurska *et al.*, 2020).

En el sistema intensivo la monta se realiza entre los días 0 y 4 post parto, los gazapos son destetados entre los días 26 y 28 de edad. Obteniendo intervalo entre partos de 35 días. En el sistema semi-intensivo se realiza la monta a los 11 días postparto y el destete se hace entre los 28 y 35 días de edad, obteniendo intervalos entre partos de 42 días. En cambio, en el sistema extensivo el destete se realiza entre los 35 a 42 días de vida de los gazapos, con monta de 1 a más días post-destete (González *et al.*, 2007).

Por otro lado, se ha reportado la duración del sistema productivo como un factor que puede afectar de manera negativa el bienestar de los conejos, especialmente cuando se compara el sistema semi-intensivo con sistemas extensivos (Crespo, 2015). En un estudio en donde se comparó grupos de hembras gestantes y lactantes, contra hembras únicamente lactantes o gestantes, se encontró que en las gestantes y lactantes algunas conductas como el arrancado de pelo o el acarreo de paja disminuían, lo que repercutió negativamente en la construcción del nido (González-Mariscal *et al.*, 2009). Esto es relevante ya que la lactancia y el comportamiento materno son fundamentales para la supervivencia y desarrollo de los gazapos, lo cual repercute económicamente en la cunicultura (López *et al.*, 2020).

Aunado a esto, el desarrollo de los gazapos está íntimamente relacionado con el comportamiento y cuidado que les dirige la madre, el cual engloba actitudes y actividades realizadas con la finalidad de procurar cuidados, protección y alimentación a la progenie (Hudson, 1996). El comportamiento materno en la coneja está influenciado por la etapa fisiológica de la hembra (si se encuentra lactante y/o gestante), la raza, o variedad genética, el entorno, así como el control circadiano y hormonal (Hudson, 1996; Fernández *et al.*, 2005). La influencia hormonal se refiere al cambio en la concentración sanguínea de algunas hormonas, por ejemplo, días próximos al parto, se observa una disminución en la concentración de progesterona (P_4), y aumento en estrógenos (E_2), oxitocina (OXT) y prolactina (PRL), por esto, la sincronía de gestación-lactancia modifica el comportamiento materno (Ortega y González, 2012; González *et al.*, 2015). Por ejemplo, está claramente documentado que en las conejas próximas al parto experimentan un incremento significativo en las concentraciones de PRL circulante y OXT que este incremento es el responsable del despliegue de conductas como la construcción del nido y el vínculo madre-cría (González-Mariscal *et al.*, 1996), además, el aumento de E_2 favorecen la receptividad post parta en la hembra (Arias, 2007).

Dentro de las principales conductas que realiza la coneja se encuentran diseñar y acondicionar un nido para brindarles calor y seguridad a sus crías, ya que durante los primeros 12 días de edad los gazapos tienen poca capacidad motriz y de termorregulación, por lo que solo duermen y maman, por esto, es la madre quien decide cuándo y cuantas veces ingresar al nido y amamantar a sus gazapos (Shimada, 2007; Hudson *et al.*, 2011; Hernández, 2015). De ahí la importancia del comportamiento materno, aunado a la producción láctea, siendo estos aspectos fundamentales para la supervivencia de los gazapos (Hudson *et al.*, 2011; González *et al.*, 2015).

Por su parte, la curva de producción láctea está influenciada por el ritmo de reproducción, ya que conejas con intervalos cortos entre partos disminuyen su producción láctea con mayor rapidez, en contraste a lo que ocurre en conejas sometidas a intervalos amplios entre partos (Baumann *et al.*, 2005). La coneja, al ser una especie de hábitos crepusculares, lacta en las primeras horas de luz (Hudson *et al.*, 1995; González *et al.*, 2015), aunque este comportamiento se ha visto modificado, debido a que en ciertos sistemas, se controla la lactación, mediante la restricción de acceso al nido, desafortunadamente la apertura de puertas se lleva a cabo en horario laboral (durante el día), lo que induce a una disminución en el contacto madre-camada y se ha demostrado menor relación con el nido, incluso afecciones en el comportamiento de organización y adaptabilidad de los gazapos (McNitt *et al.*, 2013). Asimismo, se ha comprobado que conejas a las que se les permite el ingreso al nido en horas luz repercute en el número de gazapos vivos al nacimiento y el peso de éstos (Hudson *et al.*, 1995; Apel *et al.*, 2020).

Otro aspecto importante para considerar en la selección de un sistema de producción en los conejos es el estrés, ya que puede influir en los parámetros productivos y reproductivos (Rekant *et al.*, 2016). El nivel de estrés se puede determinar a través de biomarcadores y cambios en la temperatura corporal, utilizando diferentes técnicas, como la termografía infrarroja, la cual puede detectar cambios en la temperatura de la superficie corporal como consecuencia del estrés (agudo o crónico). Uno de los aspectos más atractivos de esta técnica no es invasiva

ya que no requiere sujetar a los animales, adicionalmente, en los estudios realizados en conejos se ha demostrado que la región más adecuada para evaluar el estrés mediante termografía es el oído interno (Jaén, 2020; Jaén, 2021).

Aunque la literatura sobre investigaciones en conejas es extensa, la información sobre el comportamiento materno y su control fisiológico, en la mayoría de los trabajos, se han desarrollado a nivel de laboratorio, sin embargo, muy pocos trabajos se han realizado a nivel de granja. Por lo que el objetivo de este trabajo es estudiar el efecto del sistema de producción, al que es sometido la coneja, sobre las relaciones madre cría y el desarrollo de los gazapos durante la lactancia.

Para esto, se formaron grupos de conejas sometidas a 3 sistemas de producción (Intensivo, Semi-intensivo y Extensivo), en los cuales se registraron comportamientos maternos preparto y postparto, así como comportamientos sociales en los gazapos al destete y post destete. Se midieron aspectos productivos, concentraciones hormonales en sangre en la coneja y evaluación de estrés mediante termografía en la coneja y los gazapos, para conocer, si el clásico sistema semi-intensivo que permite más crías al año sin un desgaste excesivo de la coneja realmente presenta una buena relación madre-cría con un buen desarrollo de los gazapos que fomente el bienestar animal a nivel de las granjas de producción cunícola.

4.- Marco teórico

4.1.- La cunicultura en México y en el mundo

La cunicultura es una rama de la ganadería que se encarga de la reproducción, cría y engorde de conejos, de manera económica, orientada a obtener el máximo beneficio en la venta de sus productos y subproductos (DPETP, 2009), de acuerdo con un estudio en el 2018 de la FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations data) el conejo se considera la tercera especie con mayor número de animales criados para la producción cárnica en el mundo, se calculan alrededor de 922 millones de conejos llevados a matanza por año (FAOSTAT, 2018), en el 2018 la población de conejo para producción cárnica llegó a 1,407,000. En México se ha estimado el consumo per cápita de carne de conejo de 100g, mientras que en países como Portugal, Francia, España e Italia se consumen 2kg per cápita (Botelho *et al.*, 2020).

Recientemente, en las producciones ganaderas incluyendo la cunicola, se ha prestado mayor sensibilidad al bienestar animal, siendo en algunos países, principalmente Europeos de carácter obligatorio, lo que ha propiciado poner mayor interés en la etología en especies de producción, ya que está comprobado que el bienestar favorece los parámetros productivos de las diferentes especies zootécnicas (López, 2002).

4.1.1.- Los sistemas de producción en la cunicultura

El ciclo productivo de la coneja se compone de la gestación (31 días) más los días de monta post parto, siendo independiente de la duración de la lactancia, ya que la coneja no experimenta anestro por lactación (Arias, 2007; Chmurska *et al.*, 2020). Dado que no muestra un ciclo estral periódico, sino que presenta ovulación refleja inducida por la monta, es posible elegir el ritmo de reproducción que seguirán en un centro de producción, determinando el momento en el que se realizarán las montas después del parto (González *et al.*, 2007).

El sistema productivo y la duración de la lactancia, depende del ritmo de reproducción al que se someta la coneja, de tal manera que las reproductoras puedan permanecer sólo gestantes, sin los gazapos, algunos días antes del siguiente parto. De acuerdo con González *et al.*, 2007, los sistemas productivos más empleados son:

Intensivo:

La monta se realiza inmediatamente después del parto, debiendo destetarse los gazapos con edades de 26 a 28 días (destete precoz). La coneja puede llevarse a monta el mismo día o al día siguiente del parto o bien puede hacerse 4 días después del parto obteniendo intervalo entre partos de 35 días. Cuando la monta se lleva a cabo inmediatamente post parto, existe un mayor desgaste físico en las conejas, al permanecer gestante y lactante simultáneamente durante largo tiempo. Con montas a los 3 o 4 días post-parto se suelen obtener bajos niveles de fertilidad y receptividad en las hembras, permitiendo un máximo de 10 partos por año (Lebas *et al.*, 1996; González *et al.*, 2007).

Semi-intensivo:

Se realiza la monta a los 11 días post-parto, obteniendo intervalos entre partos de 42 días que permiten que las actividades se realicen en días fijos de la semana. Los destetes se pueden practicar desde los 28 días, pero se hacen más frecuentemente por término medio a los 35 días (destetes semi-precoces). Con ritmos de producción semi-intensivos las reproductoras están de 7 a 14 días exclusivamente en gestación previo al parto, dependiendo de la edad de destete elegida. Éste es el sistema que se usa con más frecuencia en la actualidad en los centros de producción cunícola industriales y permite un máximo de 7 a 8 partos anuales con una producción de 50 a 60 gazapos anuales por coneja (Lebas *et al.*, 1996; González *et al.*, 2007).

Extensivo:

Las conejas lactan a su camada durante 35-42 días (destete tardío) y son llevadas a monta después del destete, obteniéndose un parto cada 75 días aproximadamente, por lo que se permite a las conejas estar solo gestantes o lactantes, obteniendo 5 partos por año (González *et al.*, 2007). En algunos casos

cuando se utiliza sistema extensivo o semi-extensivo con intervalo entre partos de 18 a 28 días, se obtienen 7 partos por coneja al año, permitiendo a los gazapos destetarse a los 49 días, reduciendo la mortalidad en el periodo de engorda (Lebas *et al.*, 1996; González *et al.*, 2007; Exequiel *et al.*, 2021).

4.1.2.- Lactancia controlada

En los sistemas de producción comercial del conejo existe una práctica que consiste en controlar la lactancia, lo cual tiene que ver con una imitación del comportamiento de lactación de la coneja silvestre, este manejo consiste en el cierre de los nidos restringiendo el acceso de la coneja, dónde únicamente se le concede el acceso una vez al día para permitir el amamantamiento de su camada (Hernández, 2015). Previo a la siguiente monta el acceso al nido permanece cerrado por 48 horas, esta práctica produce una disminución en la liberación de prolactina y progesterona, por lo tanto, un aumento en las gonadotropinas, lo cual, se utiliza para la sincronización de la receptividad de las conejas reproductoras (González *et al.*, 2007; Hernández, 2015). De igual manera, este manejo disminuye la mortalidad de los gazapos, por aplastamiento (Hernández, 2015).

En estudios sobre el comportamiento materno con lactancia controlada en conejas, se han demostrado que cuando se controla el acceso al nido, no se muestran afectaciones en la ganancia de peso de los gazapos al destete y se reduce la mortalidad de los gazapos por aplastamiento (Hoy *et al.*, 2000), sin embargo, el comportamiento materno se ve afectado, ya que se observó que las conejas a las cuales se les permite el acceso continuo al nido, presentaron varios periodos de amamantamiento durante el periodo de luz y de oscuridad, a diferencia de las conejas con restricción, quienes mostraron una disminución en la frecuencia de acercamiento al nido, así como afectaciones en el comportamiento materno cuando éste permanece cerrado los primeros días de la lactancia (Hoy *et al.*, 2000; González-Mariscal *et al.*, 2009; Soler, 2009; González-Mariscal *et al.*, 2013). De igual manera, se ha demostrado que, cerrando el nido durante la segunda semana

postparto, se reduce la producción de leche y el tamaño de camada, además incrementa el estrés en la coneja al modificar horarios en el manejo (Soler, 2009).

4.2.- Comportamiento del conejo

Los conejos (*Oryctolagus cuniculus*) fueron domesticados mucho tiempo después que otras especies, por lo que el efecto de la domesticación en ellos no es muy marcado (González *et al.*, 2015), debido a esto, en cautiverio conservan varias características y patrones de comportamiento de sus ancestros silvestres que son propios de una especie presa con la organización social, el excavado de túneles y la realización de madrigueras (González *et al.*, 2015; Jaén, 2021). Entre los comportamientos más importantes en el conejo encontramos el comportamiento social, sexual y materno (Jaén, 2021).

4.2.1.- Comportamiento individual del conejo

El conejo es un animal nocturno, aunque debido a su domesticación cada vez es más diurno, pero mantiene una gran actividad al anochecer y al amanecer y permanece más inactivo en las horas centrales del día (Fernández *et al.*, 2005). Los comportamientos en los que pasan la mayor parte de su tiempo son el exploratorio, alimenticio (pasan el 44% de su tiempo comiendo) y acicalamiento (Hawkins *et al.*, 2008). En el acicalamiento utiliza los dientes, lengua y se frota la cabeza y las patas traseras en movimientos rápidos y enérgicos (Rödel *et al.*, 2006).

El comportamiento exploratorio de los conejos es muy desarrollado, suelen saltar y escalar, tanto para investigar el medio como para vigilar los alrededores, además suelen escarbar en busca de comida o para realizar túneles donde puedan esconderse (Rödel *et al.*, 2006). En vida silvestre esto les ayuda a encontrar comida o evitar depredadores (Camps, 1997).

Es una especie muy nerviosa, la mayor parte del tiempo están alerta, sin embargo, esta característica los hace muy sensibles a estímulos de ruidos y olores, cuando esto sucede, adoptan una postura recta con las orejas erguidas, las cuales pueden girar para percibir mejor los sonidos. Cuando detectan algún peligro, alertan al resto

de los conejos del grupo, haciendo movimientos rápidos dentro de la jaula o pateando el suelo con las patas traseras en un movimiento característico de la especie denominado "Thump" (Jeffrey, 2001; Dalmau *et al.*, 2019).

Sin embargo, cuando el estrés es intenso o se encuentra en un peligro del cual no puede huir, realiza un comportamiento conocido como "freezing" o "tanatosis", es un mecanismo de defensa para hacerse pasar por muerto ante un depredador. Además, ante un estrés agudo e intenso, se puede apreciar dilatación de la pupila conocida como midriasis, e incluso la protrusión de la membrana nictitante, este reflejo en conejos es común ante una situación de estrés o miedo, en ocasiones se puede observar previo a la tanatosis o a la vocalización de un chillido intenso y agudo. Cuando estos estímulos son constantes, puede conducirlos a estrés crónico, desencadenando repercusiones en la salud, como son problemas digestivos, respiratorios, así como disminución en parámetros productivos y reproductivos (Jeffrey, 2001; Dalmau *et al.*, 2019).

Por el contrario, ante un estímulo de confort y felicidad presentan una descarga energética intensa donde podemos observar un comportamiento conocido como "binky", se retuercen y giran a su alrededor en un salto (Jeffrey, 2001; Cantalapiedra *et al.*, 2010; García, 2019).

Además, la postura que adopta el conejo nos puede indicar el estado en el que se encuentra, recordando que los conejos se mantienen la mayoría del tiempo alerta, podemos observarlo en estado de reposo, pero no indiferente a su medio, cuando la postura que expresa es encogiendo los miembros anteriores y posteriores, reposando sobre su abdomen (Figura 1 A). Por su parte cuando se encuentra activo se observa que apoya su cuerpo en los miembros posteriores y con los miembros anteriores estirados, similar a una posición de estar sentado, la cual es muy común cuando se acicala (Figura 1 B), caso contrario, cuando se sienten amenazados, la posición es más erecta con los cuatro miembros estirados y las orejas erectas, listos para el momento de huida (Figura 1 C) (Jeffrey, 2001; Cantalapiedra *et al.*, 2010). Debido a que el conejo es muy susceptible a temperaturas extremas, es importante detectar cuando no se encuentra en confort térmico, por ejemplo, durante épocas

muy calurosas es común observar una postura en hiperextensión que les permite dispersar el calor a lo largo de su cuerpo (Figura 1 D) (Jeffrey, 2001; Cantalapiedra *et al.*, 2010).

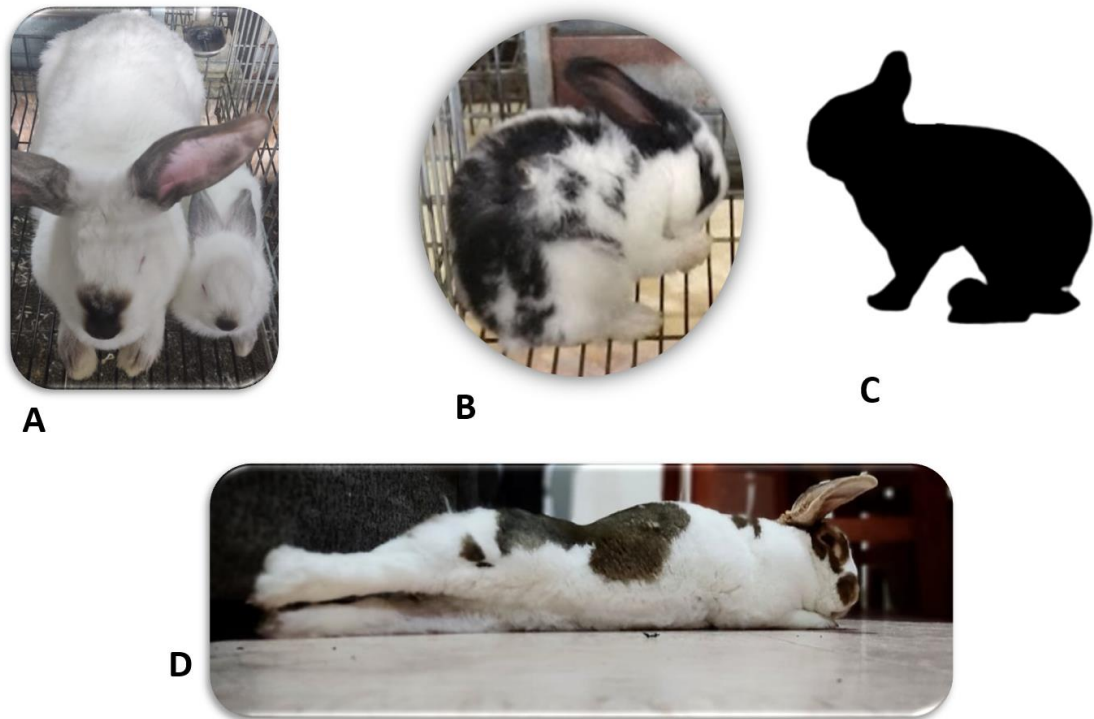


Figura 1: Posturas en el conejo. Conejos en reposo (A), Conejo acicalándose en posición activa (B), Conejo alerta o preparando para la huida (C), Conejo en hiperextensión, posición de confort o calor (D) (Imágenes tomadas por M. García, 2024)

En postura activo (Figura 1 B) podemos observar la conducta de cecotofía, la cual es una estrategia digestiva en el conejo que le permite aprovechar los nutrientes, ya que los cecotofos son ricos en aminoácidos esenciales, vitamina B y fósforo (Jeffrey, 2001; Romero, 2008). Este comportamiento consiste en la producción y excreción de dos tipos de heces: heces blandas o cecotofos y heces duras (Figura 2). Este comportamiento presenta una ritmicidad circadiana, ya que los cecotofos son ingeridos en las horas de la noche y madrugada principalmente, mientras que las heces duras, son eliminadas a lo largo del día. Antes de que los cecotofos sean

liberados al medio, son ingeridos por el conejo directamente del ano, para esto, los conejos adoptan una postura encorvada, doblando la columna vertebral, degluten el cecotrofo sin masticar. La importancia de este comportamiento radica en la salud digestiva del conejo, cuando cesa esta conducta puede desencadenar problemas de digestión o incluso es indicio de que ya existe algún problema digestivo (Jeffrey, 2001; Romero, 2008).



Figura 2: Tipos de heces del conejo. A la izquierda se visualiza heces duras (A) y a la derecha un cecotrofo (B), (Foto tomada por M. García, 2023).

4.2.2.- Comportamiento social del conejo

El comportamiento social de los gazapos está influenciado por la imitación a la madre a través de la capacidad visual, auditiva y olfativa mediante la detección de feromonas (Fernández-Carmona *et al.*, 2011). La comunicación química entre la madre y los gazapos juega un papel importante en la respuesta adaptativa de los neonatos (Coureaud *et al.*, 2010).

Son animales gregarios con dominancias muy marcadas, pero la mayor parte del tiempo interactúan entre grupos, mostrando vínculos al juego y exploración (Rödel *et al.*, 2006; Lonstein, *et al.*, 2015). Cuando se encuentran alojados en grupos realizan alo-acicalamiento, estableciendo vínculos y jerarquías (Rödel *et al.*, 2006).

4.2.3.- Comportamiento sexual del conejo

El comportamiento de cortejo en los conejos consta de una serie de acciones que realiza el macho para lograr montar a la hembra, iniciando por olfateo a la coneja, principalmente en la zona genital, mordidas ligeras a lo largo del cuerpo y en las orejas (Figura 3.1) (Fusi, 1994). En conejos macho que se mantienen en sistemas intensivos, el cortejo se restringe en movimientos rápidos de cola, pateo y marcaje con orina (Villagrán-Vélez *et al.*, 2014). El macho estimula a la hembra rodeándola con los miembros torácicos presionando los flancos y la sujeción por mordida de la nuca (grasping) lo que provoca el reflejo de lordosis en la hembra (Figura 3.3) (Villagrán-Vélez *et al.*, 2014). Posteriormente el macho realiza movimientos pélvicos en intentos de realizar coito, cuando una hembra se encuentra receptiva, ante la presencia y el cortejo del macho, muestra inmovilidad y lordosis permitiendo la monta (Figura 3.5). Por el contrario, cuando la hembra no acepta al macho, tiende a huir, mostrando un comportamiento conocido como “Carrera en círculo” o agresividad hacia el macho, gruñidos, mordidas y en algunos casos, llega a castrar al macho mediante mordidas (Fusi, 1994).

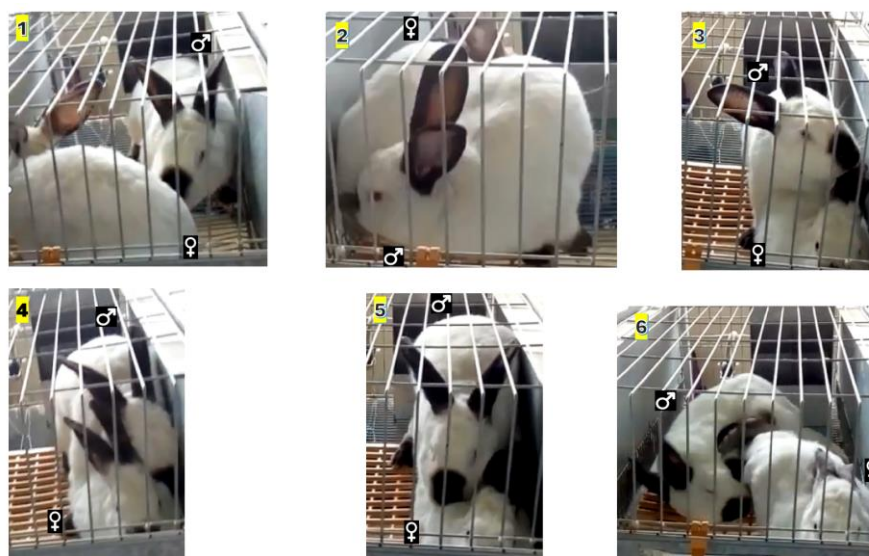


Figura 3: Etograma del comportamiento sexual del conejo. 1: olfateo y aproximación a la hembra 2: Olfateo mutuo de genitales, persecución de la hembra 3: Chining y mordidas al cuerpo de la hembra 4: Monta a la hembra 5: Movimientos pélvicos del macho y posición de lordosis en la hembra para exposición de genitales 6: El macho eyacula, realiza hiperflexión de miembros pelvianos, cae de lado y en algunos casos emite un chillido agudo (Esquema realizado por M. García, 2024).

Cuando se lleva a cabo una monta efectiva y el macho eyacula, estira los miembros posteriores hacia enfrente dando la apariencia de un salto hacia atrás (Figura 3.6), en algunos casos se tumba de lado y realiza un chillido (Fusi, 1994; Villagrán-Vélez *et al.*, 2014).

Los machos son bastante territoriales, por lo cual, marcar territorio es un comportamiento común ante la presencia de otro conejo, este marcaje se realiza mediante feromonas que se emiten en un chorro de orina que liberan con gran propulsión, o frotando las glándulas inframandibulares contra alguna superficie o contra la coneja en un comportamiento conocido como “chining” (Figura 4) (Fusi, 1994; Villagrán-Vélez *et al.*, 2014).



Figura 4: Conejo realizando el marcaje o “chining”, Fotografía tomada por García, 2023.

4.2.4.- Comportamiento materno en conejas

El comportamiento materno engloba actitudes y actividades con la finalidad de procurar cuidados, protección y alimentación a la progenie (Hudson, 1996). Esta respuesta está influenciada por la etapa fisiológica en la que se encuentre la hembra, así como por la genética y el ambiente, lo que induce algunas veces a ser sometidas a control circadiano y hormonal, por esto, la sincronía de gestación y lactancia modifica el comportamiento materno (Hudson, 1996; Fernández *et al.*, 2005).

Normalmente las hembras de las especies mamíferas, pasan la mayor parte de su tiempo cuidando y alimentando a su descendencia, permaneciendo cerca de sus crías los primeros días de vida, además de protección en las especies altriciales, que son relativamente inmaduros en sentidos sensoriales, motores y fisiológicos (Coureaud *et al.*, 2010). Sin embargo, los conejos, a pesar de ser una especie altricial los recién nacidos tienen habilidades químico sensoriales y motoras funcionales desde los últimos días de vida intrauterina para adaptarse al entorno (Hudson, 1996; Coureaud *et al.*, 2010).

4.2.4.1.- Etograma del comportamiento materno antes del parto

En vida silvestre, las conejas dominantes de la colonia paren en el vivar comunal y las subordinadas, que son la mayoría, elaboran el nido y amamantan a sus gazapos en una hura o pequeña madriguera ciega independiente, excavada en el terreno lejos del vivar, de hasta un metro de profundidad en cuyo fondo se sitúa una cámara nido de alrededor de 25 cm de diámetro (Hudson *et al.*, 1999).

Pese a la domesticación, la conducta innata de elaboración del nido es similar a las de las conejas silvestres. Pocos días antes del parto, aproximadamente 2 a 3 días preparto, la hembra excava una madriguera y deposita pelo de la zona pectoral y abdominal además de hierbas secas los cuales les proporcionarían calor y confort a los gazapos recién nacidos (Hudson *et al.*, 1999; Coureaud *et al.*, 2010). Las hierbas que se encuentran al interior del nido pueden formar parte de la dieta del conejo adulto, posterior a esto no suele volver a entrar hasta pocas horas antes del parto (Hudson, 1999). En vida libre, la coneja bloquea la entrada de la madriguera con un tapón de aproximadamente 10 cm de suelo que retira cuando entra y lo repone al salir (Hudson *et al.*, 1999; González-Mariscal *et al.*, 2015). Desde 3 días previo al parto, durante el parto y posterior a este, la coneja se encuentra alerta (Hudson *et al.*, 1999; Hernández, 2015).

La coneja realiza esta conducta ya que debe diseñar y acondicionar un nido para brindarles calor y seguridad a sus crías, por lo que forma una capa de aire donde se mantiene un microclima con temperatura alrededor de los 37°C, ya que los

gazapos recién nacidos tienen poca capacidad de termorregulación y motriz (Lebas *et al.*, 1996). Durante los primeros 12 días de edad los gazapos solo duermen y maman, la madre es quien decide cuándo y cuantas veces amamantar a sus gazapos, de ahí que el comportamiento materno y la producción láctea sean aspectos fundamentales para la supervivencia de los gazapos (Solar, 2003; Hernández, 2015; González *et al.*, 2015; López, 2020). Asimismo, se ha demostrado que existe menor pérdida de gazapos en la etapa de lactancia cuando los nidos se encuentran totalmente recubiertos (Szendro, 1988; Lonstein *et al.*, 2015).

A lo largo de la gestación se observan cambios conductuales en la coneja, como disminución de la reactividad y modificación en su comportamiento trófico que se refleja en aumento del consumo de alimento (Shimada, 2007). A medida que se acerca el momento del parto su conducta cambia, su apetito decae e incluso horas previas al parto evita el consumo de agua y alimento, además, se observa más hiperactiva (Hudson *et al.*, 1999; Caldelas *et al.*, 2007; Hernández, 2015).

4.2.4.2.- Etograma del comportamiento materno durante el parto

En el momento del parto, la coneja se posiciona en decúbito lateral en el nido con los miembros posteriores en hiperextensión, o en posición de lordosis mostrando lamidos frecuentes en la región genital (González-Mariscal, 2001; Crespo, 2015). En vida silvestre las hembras paren por la noche ya que así evitan visitar la hura o nido durante el día y reducen el riesgo de depredación (Hudson *et al.*, 1999). El parto dura alrededor de 10 a 15 minutos, pariendo un promedio de 15 gazapos. Las contracciones uterinas provocan espasmos en la coneja, cuando este movimiento alcanza una alta frecuencia expulsa al primer gazapo. En este momento y cada vez que pare un gazapo, la hembra rompe las membranas fetales, así como el cordón umbilical con sus dientes (Hudson *et al.*, 1999; González *et al.*, 2015).

Posteriormente, la hembra lame a los gazapos conforme van naciendo e ingiere las membranas placentarias, esta es la actividad a la que más dedica tiempo durante el parto. Si el intervalo entre el nacimiento de un gazapo y otro es muy breve, realiza la limpieza de ambos simultáneamente. De igual manera, dedica un tiempo a la

higiene de su zona genital y de las patas traseras, amamanta a sus gazapos durante menos de un minuto y los abandona abruptamente cerrando la entrada del nido (Hudson *et al.*, 1999; González *et al.*, 2015; Crespo, 2015).

Al momento del parto y a lo largo de la lactancia, los conejos recién nacidos son completamente dependientes de las feromonas de los pezones (2-metilbut-2-enal) (Rigau *et al.*, 2008; Coureaud *et al.*, 2010) que libera la hembra para facilitar a los gazapos el comportamiento de búsqueda y succión del pezón. Se ha demostrado que esta liberación de feromona es dependiente de las horas luz y el fotoperiodo al que sea sometida la hembra (Hudson *et al.*, 1990; Coureaud *et al.*, 2010), lo que es importante posterior al parto, para que los gazapos logren mamar suficiente calostro para un buen desarrollo, además de promover el desarrollo de la cognición neonatal (Coureaud *et al.*, 2010). Por lo que estudios sugieren que la secreción de esta feromona es un buen indicador del estado hormonal y reproductivo de la hembra (Hudson *et al.*, 1990).

Posterior a la salida del nido, la coneja permanece a distancia limpiando su vientre, la región genital y sus miembros de fluidos del parto, ingiere alimento y agua, debido a la anorexia preparto (Hudson *et al.*, 1999; Caldelas *et al.*, 2007). La hembra regresa al nido diariamente (aproximadamente cada 24 horas) a lactar a su camada durante pocos minutos, este comportamiento está moderado por los genes CLOCK que regulan el ritmo circadiano a partir de señales hipotalámicas (Heiko *et al.*, 2008; Apel *et al.*, 2020).

4.2.4.3.- Etograma del comportamiento materno después del parto

Los conejos son animales crepusculares, suelen salir a buscar alimento por las mañanas, esto se comprueba con estudios donde evaluaron el contenido gástrico en conejos silvestres (*Oryctolagus cuniculus*) el cual fue mayor en las horas de la mañana que durante la noche (Martín-García *et al.*, 2022). Por lo que días posteriores al parto, la coneja suele ingresar al nido a amamantar a su camada una vez al día entre 30 y 90 minutos antes de la salida del sol (Caldelas *et al.*, 2007; Gómez *et al.*, 2011; Hernández, 2015).

En vida silvestre el cuidado materno es altamente eficiente pese a que la coneja tiene un limitado contacto con los gazapos durante la lactancia. Las 2 primeras semanas, en las cuales los gazapos permanecen en el nido, la mayoría de las hembras silvestres sólo lo visitan una vez al día para amamantarlos, permaneciendo en el interior de 3 a 5 minutos, permitiendo que los gazapos beban aproximadamente el 25% de su peso, (Fernández-Carmona *et al.*, 2005; Coureaud *et al.*, 2010; Hudson *et al.*, 2011). Previo a que la coneja ingrese al nido, los gazapos comienzan a posicionarse en la superficie del pelo y paja, de tal manera que cuando la madre entre a amamantarlos, estén listos para succionar los pezones. La coneja ingresa al nido, arquea el dorso y permanece inmóvil para permitir el acceso a los pezones (Coureaud *et al.*, 2010; Hudson *et al.*, 2011; González *et al.*, 2015; Rödel, 2022).

Este breve amamantamiento es un mecanismo evolutivamente estable que minimiza el riesgo de depredación, ya que, los gazapos son bastante susceptibles a ataques de depredadores o por conejas del mismo grupo social (Fernández-Carmona *et al.*, 2005; Hudson *et al.*, 2011). Este ritmo de amamantamiento es un mecanismo eficiente, ya que, en este breve tiempo, la coneja además de alimentar a sus gazapos los acicala y separa a los muertos (Hudson *et al.*, 2011; González *et al.*, 2015; Rödel, 2022). La producción láctea es similar durante los primeros días postnatales, sin embargo, al final de la primera semana post natal parece aumentar la producción de los dos pares medios, por lo cual, la posición de los gazapos en la camada no solo beneficia la conservación de calor, si no, que también les da ventaja en el consumo de leche materna (Bautista *et al.*, 2005).

El riesgo de depredación por hembras del mismo grupo social, o incluso por la misma madre, está relacionado con el estrés que sufre la coneja a lo largo de su etapa reproductiva (Rödel *et al.*, 2017; Rödel, 2022). El estrés materno durante la gestación y la lactancia repercute en el desarrollo y comportamiento de las crías, ya que en alrededor del 2 al 5% de los casos, las crías de conejo silvestres son asesinadas por hembras infanticidas (aparte de la madre) durante el período temprano del nido (Hudson *et al.*, 2011; González *et al.*, 2015).

4.3.- Control endócrino de la conducta materna en mamíferos

La conducta materna resulta de la combinación de elementos neuronales, humorales y sensoriales, influenciados por cambios en el cerebro mediante una interacción entre factores ambientales y endocrinos (Poindron *et al.*, 2005). De modo que, desde la gestación ocurren aumentos y disminuciones radicales de la concentración sanguínea de algunas hormonas que desencadenan adaptaciones en el organismo y el cerebro de la hembra (Ramírez *et al.*, 2011; Hoekzema *et al.*, 2020). Asimismo, la conducta materna se mantiene por la estimulación que ejercen las crías sobre la madre (Arias *et al.*, 2007; González *et al.*, 2015).

En algunos mamíferos, otros neurotransmisores (por ejemplo, opiáceos y factor liberador de corticotropina) puede modular el efecto de la oxitocina central. Entre los numerosos sitios de liberación de oxitocina durante el parto, el núcleo paraventricular y el área preóptica media parecen ser responsables de desencadenar el comportamiento materno (Nowak *et al.*, 2000), sin embargo, en la coneja no se observan modificaciones en la frecuencia de construcción del nido, en la duración de entrada al nido, y lactación o leche producida cuando se bloquean los receptores de oxitocina (Jiménez *et al.*, 2023).

Además, en los animales mamíferos en respuesta a las señales relacionadas con su cría, la dopamina se libera en algunas partes del cerebro, como el cuerpo estriado ventral, la parte ventral de los núcleos caudado y putamen, el núcleo accumbens septi y el tubérculo olfatorio, los cuales, son fundamentales para estimular la motivación materna y la expresión de conductas de cuidado y protección a las crías por parte de la hembra (Hoekzema *et al.*, 2020).

De igual manera, se ha demostrado que las zonas del cerebro preóptica medial y lateral, así como tegumental ventral intervienen en la regulación del comportamiento materno, ya que daños en esta zona representan trastornos en la conducta de amamantamiento, construcción del nido y recuperación de crías (Bridges *et al.*, 1996; Alba *et al.*, 2002). Además, la concentración de receptores para estrógenos en el área preóptica media coincide con una mayor sensibilidad de la hembra a estímulos de su cría (Felton *et al.*, 1999; Alba *et al.*, 2002).

4.3.1.- Control endócrino de la conducta materna en las conejas

En la coneja se ha comprobado que a lo largo de la gestación la concentración de progesterona se mantiene elevada, mientras que la concentración de estrógenos disminuida, sin embargo, al aproximarse al parto la relación de estas dos hormonas cambia drásticamente pues los estrógenos se elevan bruscamente hacia el día 30 de gestación, en tanto que la progesterona disminuye hasta ser prácticamente indetectable el día del parto (Arias *et al.*, 2007; González *et al.*, 2015).

Días previos al parto, el cambio brusco en la relación estrógenos/progesterona fomenta la abrupta secreción de prolactina, la cual también participa en la regulación de ciertos comportamientos maternos (González-Mariscal *et al.*, 1994; González *et al.*, 2015). La testosterona también se secreta abundantemente durante la gestación, sin mostrar grandes variaciones en su concentración. Todas estas variaciones hormonales, en las conejas, son esenciales para la construcción del nido y regulan estrechamente el inicio y el término de cada una de las etapas de construcción y acondicionamiento del nido (Arias *et al.*, 2007; González *et al.*, 2015). El acarreo de paja o material proporcionado al interior del nido se observa solamente al declinar la concentración sanguínea de progesterona, al final de la gestación o al dejar de administrar esta hormona a conejas ovariectomizadas tratadas con benzoato de estradiol 17- β (González-Mariscal *et al.*, 1994; González-Mariscal *et al.*, 2015). El arrancado de pelo coincide con la abrupta secreción de prolactina, el cambio en la tasa 17- β estradiol/progesterona y la continua presencia de testosterona liberada mediante las glándulas adrenales y ovarios (González-Mariscal *et al.*, 2015). La prolactina también participa en regular la construcción del nido, estudios donde se antagonizó la liberación de prolactina y posteriormente se estimuló su liberación, demostraron que es esencial para el inicio del comportamiento materno (González-Mariscal *et al.*, 1994; González *et al.*, 2015). Aparentemente la melatonina también influye sobre el ritmo de secreción de algunas hormonas como el cortisol y la prolactina (Caballero y Villa-Godoy, 2010). A partir de los 28 días de gestación, las crías comienzan a incrementar sus niveles de cortisol fetal, lo que hace que el organismo materno los considere como cuerpos

extraños, y se prepare para el parto, las prostaglandinas producidas por el útero actúan sobre el ovario, haciendo que el cuerpo lúteo degenera, por lo tanto, disminuyan los niveles de progesterona (González *et al.*, 2015), esta preparación hormonal en el cerebro durante la última etapa de la gestación juega un papel importante para evitar el rechazo a la cría e inducir el comportamiento materno (Hoekzema *et al.*, 2020).

El parto se desencadena por una gran liberación de oxitocina en el torrente sanguíneo y por un ritmo diurno que aumenta la sensibilidad del miometrio a esta hormona, ya que las conejas suelen parir al amanecer (Arias *et al.*, 2007; González *et al.*, 2015). En el cerebro se libera oxitocina, prolactina y relaxina, los receptores de oxitocina se encuentran especialmente abundantes en el útero previo al parto (Arias *et al.*, 2007). La relaxina y parte de oxitocina circulante dan lugar a que se produzca la dilatación y los movimientos peristálticos de expulsión de las crías (Arias *et al.*, 2007), el resto de oxitocina y prolactina hacen que comience el proceso de lactancia y la oxitocina como neurotransmisor en el líquido cefalorraquídeo, aumenta su concentración marcadamente posterior al parto, desencadenando el vínculo de reconocimiento de la cría (Arias *et al.*, 2007; González *et al.*, 2015). Al mismo tiempo empiezan a madurar los folículos que producen un aumento de estrógenos, produciendo finalmente el parto (Arias *et al.*, 2007; González-Mariscal *et al.*, 2015).

En conejas, las concentraciones sanguíneas de 17- β estradiol, progesterona, testosterona y prolactina durante la gestación cambian drásticamente en la lactancia, en los episodios de lactación, el estímulo recibido en los pezones de la madre por estimulación de sus crías, induce la liberación masiva y breve de las hormonas oxitocina y prolactina desde la neurohipófisis y adenohipófisis respectivamente; después de unos minutos la concentración de estas hormonas regresa a niveles basales (González-Mariscal *et al.*, 2015).

Posterior al parto, la presencia de las crías es relevante para la persistencia de la expresión del comportamiento materno, en diversas especies, incluidas la coneja, este proceso está mediado por señales olfativas, auditivas, visuales y táctiles (Mena

et al., 1990; González-Mariscal *et al.*, 1994; Nowak *et al.*, 2000; Olivera *et al.*, 2022). Particularmente la comunicación táctil, representa un factor importante en el vínculo madre - cría, ya que es el estímulo principal para que la cría inicie conductas propias al momento del nacimiento (Nowak *et al.*, 2000; Ramírez *et al.*, 2011). En las conejas la estimulación de los pezones durante la succión provoca una liberación inmediata de aproximadamente ocho veces más oxitocina de lo que se libera continuamente (Hudson *et al.*, 1995). Estos estímulos táctiles provocan proyecciones desde el área preóptica medial hacia el área tegmental ventral, desencadenando la liberación de dopamina, la cual, fungiendo como neurotransmisor estimula la relación madre-cría y el comportamiento materno (Alba *et al.*, 2002; Ramírez *et al.*, 2011; Hoekzema *et al.*, 2020). Además, en conejos el estímulo de succión cambia cualitativamente dependiendo de la edad de los gazapos, por lo que la succión de gazapos jóvenes estimula la producción láctea, en cambio, la succión de gazapos más grandes inhibe esta producción (Mena *et al.*, 1990).

Estas conductas maternas pueden inhibirse cuando la coneja no se encuentra en condiciones óptimas de salud y confort (Villamayor *et al.*, 2018; García, 2019).

4.4.- Fisiología del estrés

Los animales al ser sometidos a estrés o miedo realizan una serie de mecanismos fisiológicos que desencadenan cambios en su organismo. Este proceso inicia cuando un individuo se expone a un factor estresante, afectando el eje hipotalámico-simpático-adreno-medular, aumentando la actividad hipotalámica, lo cual estimula a la médula de las glándulas adrenales, las cuales van a liberar adrenalina y noradrenalina (Guyton *et al.*, 2011; Villamayor, 2018).

En los mamíferos, incluyendo el conejo, una vez que la adrenalina y la noradrenalina son liberadas a torrente sanguíneo van a tener diferentes efectos en algunos órganos y sistemas del organismo. Por un lado, el bazo se contrae liberando glóbulos rojos a torrente sanguíneo, lo que favorece el transporte de oxígeno, se presenta dilatación bronquial, lo cual aumenta la capacidad respiratoria, vasodilatación muscular, vasoconstricción cutánea (palidez), estimulación del nervio

simpático ganglionar, provocando midriasis, disminución o inhibición de los niveles de algunas hormonas como estrógenos, testosterona y prolactina, lo cual afecta a la capacidad reproductiva, disminuyendo en los machos la libido y en el caso de las hembras la receptividad y fertilidad, así como la producción de leche en hembras con camada (García, 2019; Villamayor *et al.*, 2018).

Ante una respuesta estresante se activa el sistema nervioso simpático, el cual actúa directamente en la médula adrenal, secretando sustancias como la epinefrina que incrementan el metabolismo de carbohidratos para producir glucosa y ácidos grasos, así como incremento de tiroxina y con esto la activación del metabolismo energético, lo cual ayuda a la capacidad de huida, sin embargo, este proceso también incrementa la actividad gastrointestinal aumentando los movimientos peristálticos, lo cual puede estar ligado con la presencia de diarreas en conejos (Guyton *et al.*, 2011; Villamayor, 2018).

Ya que estos procesos se realizan para lograr la respuesta de huida y adaptación del organismo, se ven alterados principalmente sistema cardiovascular y respiratorio, no obstante, cuando el individuo es incapaz de luchar, existen consecuencias perjudiciales. Algunas de las consecuencias son enfermedades cardiovasculares, debido a que el flujo sanguíneo se vuelve lento, provocando un desequilibrio del sistema de coagulación, elevando la probabilidad de formación de coágulos sanguíneos que podrían conducir a trombosis, embolias, bloqueo de las arterias coronarias, aumento de frecuencia cardiaca (buscando aumentar el rendimiento cardiaco), aumento del gasto cardiaco, hipertensión y ataques cardiacos (Nogareda, 1999; Soledad, 2017).

Cuando la exposición al factor estresante se realiza de manera continua por largos periodos de tiempo, estimula al eje hipofisario-suprarrenal, mediante la estimulación del hipotálamo se libera el factor liberador de corticotropina (CRH) estimulando desde la circulación porta-hipofisaria a la adenohipófisis, liberando la hormona adrenocorticotropa (ACTH) la cual tiene como órgano blanco la corteza de las glándulas suprarrenales, la cual libera andrógenos y glucocorticoides,

específicamente cortisol, esto desencadena una serie de eventos diversos en el animal (Villamayor, 2018; García, 2019).

En el caso de los andrógenos, de manera natural se encargan del desarrollo de masa muscular, lo cual favorece la respuesta de huida ante la exposición de peligro, sin embargo, en liberaciones excesivas provocan retención de agua, sodio, potasio y calcio, los cuales serán liberados por riñón, causando problemas renales, (Villamayor *et al.*, 2018).

El cortisol liberado en sangre afecta a la síntesis proteica y degradación de proteínas intracelulares en el organismo, lo cual afecta a la creación de anticuerpos y suprime la liberación de citoquinas proinflamatorias, las cuales a su vez estimulan la secreción de cortisol, generando una retroalimentación positiva, de igual manera se liberan catecolaminas las cuales disminuyen la producción de leucocitos, estos factores en conjunto afectan la respuesta inflamatoria y la inmunidad del animal (García, 2019). En el caso de los conejos, al presentar inmunosupresión, permiten la proliferación de bacterias que forman parte de la microbiota, como son el caso de *Pasteurella multocida* y *Escherichia coli* fomentando la presencia de problemas respiratorios y digestivos (diarreas) (Holst, 1999; Villamayor *et al.*, 2018).

De igual manera, el cortisol facilita la excreción de agua, teniendo una participación en el mantenimiento de la presión arterial lo que puede desencadenar problemas de hipertensión cuando la liberación de cortisol es constante y prolongada. Esta hormona también ocasiona un pico de glucosa y con ello hiperglucemia, además de hiperlipidemia, buscando favorecer la respuesta de huida, sin embargo, en procesos de estrés crónico, puede desencadenar diabetes y arterosclerosis (Nogareda, 1999; Soledad, 2017).

Así mismo se observa una disminución en la producción hormonal de somatotropina, de la hormona Luteinizante (LH) y de la hormona folículo estimulante (FSH), lo cual afecta el proceso de desarrollo en animales jóvenes e inhibe la función reproductiva, así como el libido y receptividad en animales adultos (Villamayor *et al.*, 2018; García, 2019).

En el caso de humanos, está reportado que el cortisol afecta el hipocampo lo cual provoca amnesia, esto se ha observado en personas cuyo evento estresante fue tan intenso que olvidan lo ocurrido, sin embargo, en algunos animales se ha observado aprenden de estos eventos estresantes y los evitan en futuras oportunidades (Holst, 1999; Soledad, 2017).

Cuando los animales son sometidos a factores de estrés prolongados, puede haber adaptación, la cual consiste en mantener una condición interna estable, compensando los cambios en su entorno. En cambio, si este proceso no se logra, el individuo pasa a una fase de agotamiento, donde se terminan las defensas del organismo y los recursos ya no son suficientes para responder, por lo cual pueden desarrollar alteraciones tisulares, psicosomáticas y en ocasiones extremas, la muerte del individuo (García, 2019).

En el caso de los conejos, al ser animales presa, son muy susceptibles a cambios en el entorno, lo que incluye estímulos táctiles por prácticas en la cunicultura (Olivera *et al.*, 2022), estos estímulos pueden producir estrés en la coneja y en las crías, lo que puede verse reflejado directamente en la actividad alimenticia, en el comportamiento social y materno causando repercusiones en su producción (Jean-Tellez *et al.*, 2021; Olivera *et al.*, 2022), por lo que medir el nivel de estrés en la coneja es significativo.

4.5.- El uso de la termografía para evaluar el estrés en los mamíferos y en el conejo

La termografía aplicada a la medicina veterinaria se basa en la captación de la radiación de tipo infrarroja que emiten y reflejan (emisividad) los animales. Es una técnica proveniente de la física que la medicina ha aprovechado para conocer mejor los cambios fisiológicos del cuerpo. La epidermis utiliza el intercambio de calor con el exterior para mantener la homeostasis de los órganos internos, de tal forma que muchos de los cambios en estos órganos pueden modificar este intercambio, ya que las diferentes actividades de los tejidos y órganos del cuerpo, relacionadas con

la inflamación, afectan la temperatura corporal, por lo que, bajo los cambios de temperatura existen condiciones médicas particulares, vinculadas a la existencia de patología, asociadas a cambios en la emisión del calor que son detectables, además, determinadas enfermedades pueden mostrar patrones térmicos característicos (Gómez *et al.*, 2015).

Uno de los rasgos que podemos medir más fácilmente y que apoyan estos supuestos es la existencia de diferencias asimétricas: En condiciones normales, nuestro cuerpo presenta un termograma simétrico, basado en la inervación de los diferentes miembros por lo que emitimos el mismo calor con lugares simétricos de nuestro cuerpo. Cuando se altera esa simetría térmica al menos medio grado, algo está pasando en los órganos equivalentes a nivel clínico, asociado a cambios en volumen de sangre en las zonas. En solo unos minutos la termografía es capaz de captar estas diferencias entre zonas alteradas y zonas normales de la piel y extraer diferencias que ayuden a la detección de patologías (Gómez *et al.*, 2015).

En humanos se han realizado pruebas donde se encontró que la temperatura de áreas faciales como la frente, que está relacionada con respuestas emocionales de frustración, mientras que la parte inferior e interior de los ojos están relacionadas con respuestas emocionales de estrés, ansiedad, por lo que la temperatura se eleva cuando se realizan tareas que requieren carga mental (Gómez *et al.*, 2015).

El estrés se puede estimar a través de biomarcadores y cambios en la temperatura corporal, estos se pueden analizar utilizando diferentes técnicas, como por ejemplo mediante el análisis de los parámetros en una bioquímica sanguínea, en las excretas o por termografía infrarroja (Jaén, 2020; Jaén, 2021).

Los cambios en la temperatura de la superficie corporal como consecuencia del estrés tanto agudo como crónico pueden ser detectado por termografía infrarroja. La energía electromagnética se mide usando una cámara infrarroja, la cual detecta las diferentes frecuencias de onda emitidas por cada valor de temperatura. Uno de los más atractivos aspectos de la termografía en la veterinaria es que es un procedimiento de control remoto, no invasivo y sin contacto para la obtención de datos (Rekant *et al.*, 2016). Esta técnica ha sido utilizado con éxito en rumiantes,

cerdos, perros, caballos y conejos, en los cuales, el oído interno ha sido determinado como la región más adecuada para evaluar el estrés en conejos (Jaén, 2020; Jaén, 2021). En gazapos se ha medido con éxito para obtener medidas de temperatura corporal en la región interescapular hasta los 12 días de vida (Rödel *et al.*, 2017).

5.- Planteamiento de problema

A través de los años, en la cunicultura se han utilizado diferentes sistemas de producción, dependiendo las necesidades del productor, sin embargo, recientemente se ha prestado mayor atención al bienestar animal y a las condiciones en las que se encuentran los conejos de producción, principalmente en países europeos; no obstante, México no es la excepción. Uno de los aspectos importantes en el bienestar, es la expresión del comportamiento natural en los animales de granja.

El comportamiento materno y reproductivo de la coneja (*Oryctolagus cuniculus*) han sido bien estudiados, sin embargo, a lo largo de los años se han utilizado diferentes sistemas de producción, por lo que es importante conocer si el comportamiento materno de las conejas y el desarrollo de los gazapos se ven afectados dependiendo el ciclo productivo al que se vean sometidos, ya que, este comportamiento varía dependiendo los estímulos a los que sean sometidas las conejas. La importancia radica en que la lactancia y el comportamiento materno son fundamentales para la supervivencia y desarrollo de los gazapos, lo cual repercute económicamente en la producción cunícola.

6.- Objetivo general

- Estudiar el efecto del sistema de producción: intensivo, semi-intensivo y extensivo sobre la relación madre cría en conejos y el desarrollo de los gazapos.

6.1.- Objetivos específicos

- Caracterizar los etogramas maternos preparto y postparto mediante observación, en función de diferencias en tres tipos de sistemas de producción.
- Caracterizar el comportamiento social y supervivencia del gazapo al destete con relación al tiempo de contacto con la madre en tres tipos de sistemas de producción.
- Medir los aspectos productivos en los gazapos, como son la ganancia de peso en la lactancia y supervivencia de los gazapos en función de los tres tipos de sistemas de producción.
- Relacionar el nivel hormonal en sangre en la coneja con el comportamiento materno expresado alrededor del parto.
- Determinar el nivel de estrés en la coneja y gazapos en los diferentes sistemas de producción mediante registros termográfico.

7.- Hipótesis

El sistema de producción, la sincronía de la gestación y la lactancia, así como la restricción del acceso al nido, alteran negativamente el comportamiento materno de la coneja, ocasionando afectaciones en el comportamiento social, el desarrollo y la supervivencia de los gazapos.

7.1.- Hipótesis Tratamiento: Sistema Intensivo.

Las conejas que son sometidas a manejo intensivo su nutrición y condición corporal se verán afectadas, ocasionando alteraciones en el control fisiológico de su conducta materna, deterioro en la relación con su camada y en consecuencia en el desarrollo y supervivencia de los gazapos.

7.2.- Hipótesis Tratamiento: Sistema Semi-Intensivo.

Las conejas que son mantenidas en un sistema semi-intensivo, donde se les permite un mayor tiempo de reposo, recuperación de peso y condición corporal previo al siguiente parto, tendrán una mejora en el control fisiológico de su conducta materna, en la relación con su camada y en consecuencia efectos positivos en el desarrollo y supervivencia de los gazapos. Sin embargo, al persistir el manejo de lactancia controlada, el contacto madre-cría, si se ve afectado, repercutiendo en el desarrollo de los gazapos.

7.3.- Hipótesis Tratamiento: Sistema Extensivo.

Las conejas que son mantenidas en un sistema extensivo en el que el acceso continuo al nido aumenta la posibilidad de muerte en los gazapos por aplastamiento, así como el uso inadecuado del nidal por parte de la coneja. Sin embargo, al evitar que la gestación y la lactancia se presenten simultáneamente permite en la coneja mayores posibilidades de mantener una buena condición corporal, así como estado fisiológico que beneficie la producción hormonal y láctea, además mejora la fertilidad y supervivencia de las reproductoras, favoreciendo el bienestar de la coneja.

8.- Materiales y métodos

Nota ética: Este proyecto fue revisado y aprobado por el Subcomité Interno para el Cuidado y Uso de los Animales de Experimentación del posgrado en Ciencia de la Producción y de la Salud Animal (SICUAE/UNAM) con número de aprobación: SICUAE.MC-2022/2-1

8.1.- Lugar de estudio

Este trabajo se realizó en las instalaciones del Módulo de Cunicultura del centro de enseñanza agropecuario de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Ubicado en carretera Cuautitlán Teoloyucan, Km 2.5, Colonia San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México (19° 41'35", - 99° 11'23"). El clima que imperó dentro del módulo fue en promedio fue de 15.7°C con 51% de humedad. Mientras que en la parte externa del módulo de acuerdo con la estación meteorológica Almaraz el clima que predominó fue templado subhúmedo con promedio de 16°C, lluvias principalmente en verano y se encuentra aproximadamente a 2,252 msnm (González-Ruiz *et al.*, 2023).

8.2.- Sujetos de estudios y condiciones de mantenimiento

Se utilizaron 34 conejas (*Oryctolagus cuniculus*) de la raza California, primíparas con sus respectivas camadas, Nota: se consideraron camadas completas y no se homogenizaron con el objeto de tener el experimento bajo las mismas condiciones que tienen cualquier granja comercial. Se realizaron al menos 10 repeticiones por cada tratamiento, lo cual fue determinado de acuerdo al método estadístico de Tang, incluyendo un 10% más de repeticiones, por si se presentaba una pérdida de alguna unidad experimental en algún tratamiento. Las conejas y los gazapos fueron alojados en jaulas Flat-Deck polivalentes (40cm de ancho, 85 cm de profundidad y 33 cm de altura), en las mismas condiciones en las que se encuentran el resto de los animales de producción.

Las conejas fueron seleccionadas a partir de los 70 días de edad y acondicionadas al manejo hasta los 4 meses de edad, el momento en que iniciaron su vida reproductiva, y en la cual se llevó a cabo su primera monta.

La alimentación fue exclusivamente con alimento concentrado comercial, Abin© de la marca Purina™ (16.5% de Proteína cruda, 2% de grasa) y el agua de bebida se proporcionó *ad libitum*. Los gazapos tuvieron acceso a este manejo alimenticio una vez que comenzaron a salir del nido (a partir de los 18 días de vida). Todas las conejas del experimento fueron observadas en la misma época del año bajo las mismas condiciones.

8.3.- Grupos experimentales

Las conejas fueron observadas durante el periodo que permanecieron gestantes y/o lactantes, durante dos periodos reproductivos consecutivos. A partir del primer parto, las conejas fueron asignadas de manera aleatoria a uno de los tres siguientes grupos experimentales:

- **Grupo intensivo:** (n=11), las conejas tuvieron un intervalo entre partos de 35 días. La coneja fue sometida al macho para la monta 4 días postparto, por lo cual, se encontraron gestantes y lactantes simultáneamente la mayor parte del ciclo productivo. Los gazapos fueron destetados y separados de su madre a los 28 días de vida.
- **Grupo semi-intensivo:** (n=12) las conejas tuvieron un intervalo entre partos de 42 días. La coneja fue sometida al macho para su monta a los 11 días postparto, por lo cual se le permitió un tiempo de descanso previo a la siguiente monta y un descanso sin la presencia de gazapos lactantes posterior al destete. Los gazapos fueron destetados y separados de su madre a los 35 días de vida.
- **Grupo extensivo:** (n=11) las conejas tuvieron un intervalo entre partos de 68 días. La coneja fue sometida al macho para su monta 2 días post destete,

por lo cual sólo se encontraba lactante o gestante a lo largo de su ciclo productivo. Los gazapos fueron destetados y separados de su madre a los 35 días de vida.

8.4.- Proceso experimental

A lo largo del estudio, a los tres grupos experimentales se les realizaron mediciones conductuales, termográficas, hormonales y productivas con el objetivo de comparar los cambios de estas variables en los diferentes sistemas de producción:

8.4.1.- Evaluación de la conducta de la coneja antes y después del parto

Se colocaron video cámaras fijas con visión nocturna en el nidal y jaula (semanas previas a la medición, las conejas fueron expuestas a este manejo para que se habituaran). La información fue almacenada en una memoria digital y posteriormente analizada en el laboratorio con ayuda del programa Observer Video Pro® (Netherland).

Las video grabaciones se realizaron a las 48 horas preparto, el día del parto, 24 horas post parto y una semana posterior al parto. Se realizó un registro continuo con muestreo focal y se registraron las siguientes conductas de las conejas en frecuencia y duración:

- a) Arrancado de pelo: La coneja con ayuda de sus dientes incisivos, se arranca pelo de la zona abdominal y pectoral, realizando movimientos de cabeza.
- b) Construcción del nido: Realiza rascado en el nido, simulando la construcción de la madriguera que realizaría en vida silvestre, acarrea material proporcionado (paja, viruta, papel), apelmaza el pelo y material con la boca, lo cual coloca en el fondo del nido.
- c) Acicalamiento de los gazapos: La coneja lame a los gazapos con la finalidad de limpiarlos y/o estimularlos.

- d) Entrada y salida al nido: La coneja ingresa al interior del nido, donde se encuentran los gazapos.
- e) Amamantamiento: La coneja adopta una postura encorvada y permanece inmóvil, permitiendo a los gazapos el acceso a los pezones.
- f) Agresión: La coneja, muerde o rasguña a las crías, en algunos casos puede emitir gruñidos.

8.4.2.- Evaluación del comportamiento en los gazapos al destete

El comportamiento de los gazapos fue monitoreado inmediatamente posterior al destete, se separó a la madre de su camada, y se colocó la cámara para evaluación de las conductas de los gazapos. Se usaron las mismas cámaras para videograbaciones, se realizaron registros por periodos continuos de 3 horas durante el día. Se realizó un registro continuo con muestreo focal de las siguientes conductas de los gazapos en frecuencia y duración:

- a) Exploración al ambiente: Los gazapos olfatean, lamen y observan alrededor de la jaula pudiendo probar el alimento o bebida de la madre.
- b) Juego social o interacciones entre hermanos: Los gazapos se aproximan a sus hermanos, agazapándose, realizan alo-acicalamiento o juegan dando pequeños saltos y movimientos rápidos entre ellos.
- c) Agresiones: Los gazapos lanzaban mordidas, arañazos o algún tipo de agresión hacia sus co-específicos.
- d) Alo-acicalamiento: Los gazapos se acicalan de manera grupal a sus coespecíficos.

8.4.3.- Parámetros productivos

Las conejas fueron pesadas 48 horas previas al parto, al momento del parto, semanalmente y una vez que destetaron a su camada. Los gazapos fueron pesados al nacimiento, a la semana 1 de vida, al destete y una semana post destete. Se registró el número de gazapos nacidos vivos y muertos, así como el número de

gazapos destetados y vivos una semana posterior al destete para ambos partos. Además, se registró porcentaje de fertilidad en las conejas durante los dos partos.

8.4.4.- Determinaciones hormonales en la coneja

Se tomaron 3 muestras sanguíneas de 1 ml a 5 conejas de cada grupo, 48 horas previo al parto, al momento del parto y 24 horas posteriores al parto. El manejo para la toma de muestra se llevó a cabo mediante una técnica de sujeción manual con ayuda de personal capacitado. Cuatro semanas previas a la toma de las muestras, las conejas fueron sometidas dos veces por semana al personal mediante condicionamiento con un refuerzo positivo, con el objetivo de habituarlas para evitar estrés al momento de la toma de la muestra.

La muestra se tomó mediante punción en arteria auricular, con jeringas para insulina y agujas de 29G x 13 mm, la cual se depositó en tubos microtainer con capacidad de 1 ml con EDTA, las muestras sanguíneas fueron mantenidas en refrigeración hasta ser centrifugadas en el laboratorio dentro de las instalaciones de la Facultad el mismo día de la toma. En el laboratorio las muestras sanguíneas fueron procesadas en una centrífuga Hettich Universal® 16 R a 4°C, con RPM 3000 durante 25 min; una vez centrifugadas el plasma fue colocado en tubos Eppendorf con capacidad de 2 ml por medio de pipetas Pasteur, para su conservación mediante congelación a -20°C hasta el momento del análisis. En el laboratorio de Endocrinología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM se realizaron las determinaciones de progesterona y estrógenos mediante prueba de ELISA, se utilizó para estrógenos el Kit de inmunoensayo enzimático DRG estradiol. Para progesterona se utilizó el Kit de inmunoensayo enzimático DRG Progesterona.

8.4.5.- Mediciones termográficas

Previo al pesaje se realizó la recolección de datos termográficos, sin manipulación de los conejos, con ayuda de una cámara termográfica marca Flir® la cual se aproximó en la parte externa de la jaula y se realizaron registros de imágenes de temperatura en la coneja y los gazapos, las cuales fueron almacenados en una memoria externa. En la coneja se tomaron imágenes en la base del pabellón

auricular, la zona ocular y la zona frontal de la cabeza. En los gazapos se consideraron dos mediciones por camada, los primeros días de nacidos, la toma se realizó a la totalidad del nidal donde se encontraban los gazapos, y posteriormente en la parte del dorso cuando las crías tenían mayor tamaño, esto con el objetivo de relacionar el sistema de producción y las relaciones maternos filiales con el nivel de estrés de los conejos.

8.5.- Análisis estadístico

Los datos obtenidos de las variables continuas con escala de razón fueron analizados para saber si presentan distribución normal, aquellos que cumplieron con esta característica se analizaron mediante análisis de varianza (ANDEVA).

En las variables que no presentaron distribución normal se analizaron mediante pruebas no paramétricas como Kruskal Wallis y *U* de Mann Whitney para hacer comparaciones entre los grupos experimentales. Mientras que para comparaciones dentro de grupos se utilizaron las pruebas de Friedman y Wilcoxon.

Para los datos de naturaleza ordinal se utilizó un modelo de regresión logística ordinal (Khuel 2001; Kleinbaum et al, 2010). La proporción de crías vivas o muertas, así como el porcentaje de fertilidad de las conejas se analizó con una prueba de Chi cuadrada de Pearson. Comparaciones múltiples, pruebas post-hotc para rechazo la hipótesis nula de igual de efecto de los tratamientos se utilizó: Tukey, Contrastes no paramétricos (Kruskal Wallis y *U* de Mann Whitney) y relación de momios (RM) para regresión logística. Todos los datos se analizaron con ayuda del programa estadístico SYSTAT 13.0 (SPSS Chicago).

9.- Resultados

9.1.- Conducta de la coneja antes y después del parto.

9.1.1. Conductas diurnas registradas en el primer parto

Nota: En los registros conductuales realizados en el primer parto sólo se pudo obtener información suficiente para analizar en las conejas de los sistemas extensivo y semi-intensivo.

a) Arrancado de pelo

En las mediciones realizadas a las 48 horas preparto, al parto y a las 24 horas postparto, se encontró que tanto la frecuencia como la duración de arrancar el pelo en la coneja no difirió entre los tres grupos experimentales (Kruskal Wallis, $P>0.05$, para ambas variables en los tres momentos de medición, Figuras 5 y 6). Esta conducta no se presentó en las conejas de los tres sistemas, cuando tenían una semana de paridas.

b) Construcción de nido

En las mediciones realizadas a las 48 horas preparto se encontró que tanto la frecuencia como la duración de construcción de nido, no difirió entre los tres grupos experimentales (Kruskal Wallis, $P>0.05$, Figuras 5 y 6). En las observaciones realizadas postparto no se encontró evidencia de que la coneja realizara esta conducta.

c) Acicalamiento a los gazapos

Esta conducta sólo estuvo presente en las mediciones realizadas al parto y a las 24 horas posteriores. Sin embargo, en ambos momentos no se encontraron diferencias significativas entre los tres sistemas de producción, tanto en frecuencia como en duración (Kruskal Wallis, $P>0.05$, Figuras 5 y 6).

d) Entrada y salida al nido

En las mediciones realizadas a las 48 horas preparto, al parto y a las 24 horas postparto, se encontró que la frecuencia de entrar al nido no difirió entre los tres

grupos experimentales (Kruskal Wallis, $P>0.05$, en los 3 periodos evaluados, Figura 5). Sin embargo, a una semana postparto se observó que la frecuencia de esta conducta difirió entre grupos (Kruskal Wallis, $P=0.044$, Figura 5) se encontró que las conejas del sistema extensivo entraron con mayor frecuencia al nido que las del sistema semi-intensivo y del sistema intensivo. La duración de esta conducta a una semana de edad no difirió entre grupos ($P>0.05$).

e) Amamantamiento

En los videos analizados, esta conducta no fue observada en las mediciones diurnas realizadas en las conejas de los tres sistemas de producción.

f) Agresión a conespecíficos

Esta conducta sólo la presentaron las conejas cuando tenían 48 horas preparto y 24 horas postparto. Sin embargo, se encontró que, en ambas mediciones, no difirió entre los tres grupos experimentales (Kruskal Wallis, $P>0.05$, Figuras 5).

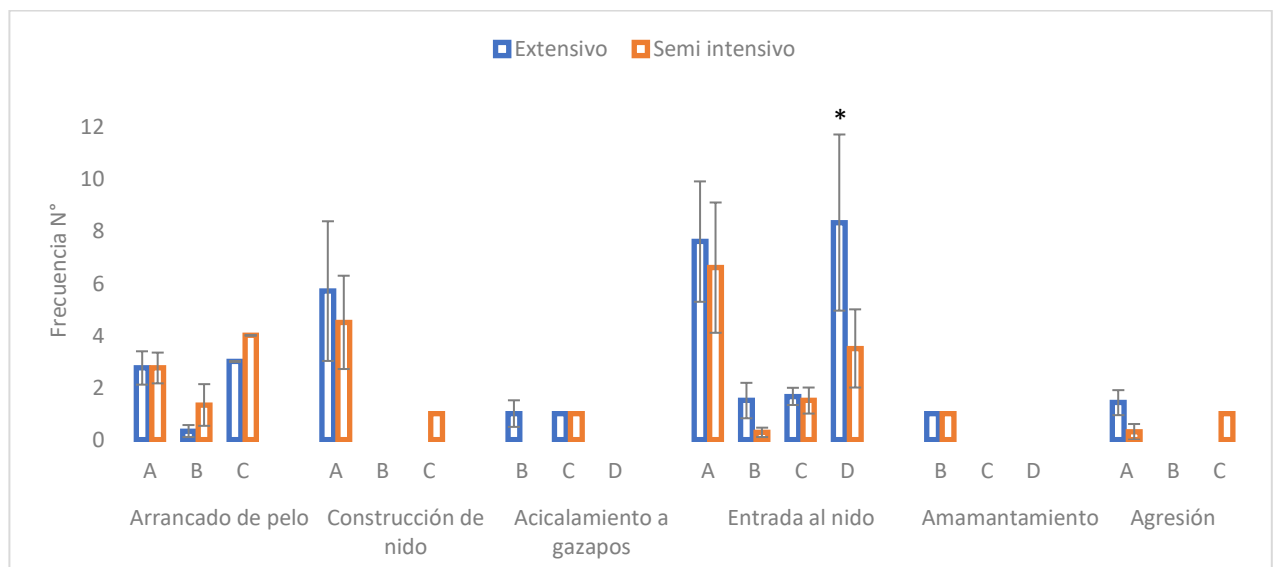


Figura 5: Frecuencia de conductas (media \pm e.e.) diurnas de las conejas registradas sólo en los sistemas extensivo y semi-intensivo durante el primer parto. A= 48 horas pre-parto, B= Parto C= 24 horas post parto, D= 1 semana post parto. Asteriscos indican diferencia significativa entre sistemas de producción.

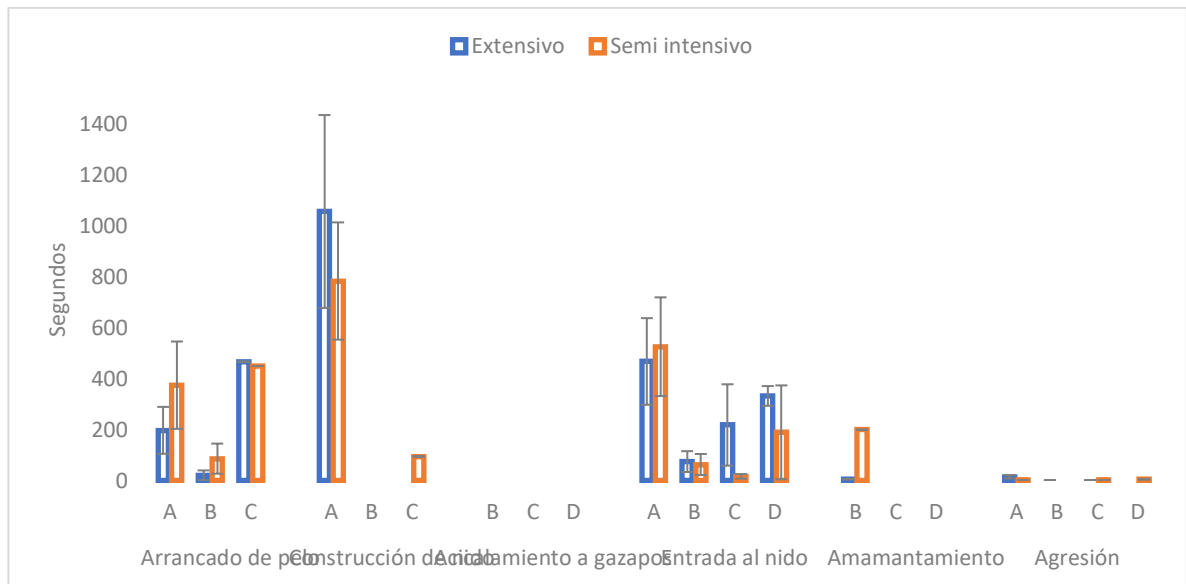


Figura 6: Duración de conductas (media \pm e.e.) diurnas de las conejas registradas sólo en los sistemas extensivo y semi-intensivo durante el primer parto. A= 48 horas pre-parto, B= Parto C= 24 horas post parto, D= 1 semana post parto.

9.1.2. Conductas nocturnas registradas en el primer parto

Nota: En los registros conductuales realizados en el primer parto sólo se pudo obtener información suficiente para analizar en las conejas de los sistemas extensivo y semi-intensivo.

a) Arrancado de pelo

En las mediciones realizadas a las 48 horas preparto, se encontró que tanto la frecuencia como la duración de arrancado de pelo en la coneja no difirió entre los tres grupos experimentales (Kruskal Wallis, $P > 0.05$ para ambas variables, Figuras 7 y 8). En las mediciones realizadas a las 24 horas post parto se encontró que tanto la frecuencia como la duración de esta conducta fue afectada por el grupo experimental (Kruskal Wallis, $P = 0.04$ para ambas variables, Figuras 7 y 8), se encontró que esta conducta fue más frecuente y con mayor duración en las conejas del sistema semi-intensivo. Esta conducta no se presentó al momento del parto en las conejas de los dos sistemas.

b) Construcción de nido

En las mediciones realizadas a las 48 horas preparto se encontró que las conejas del sistema semi-intensivo tendieron a realizar con mayor frecuencia esta conducta que las conejas de los demás sistemas (Kruskal Wallis, $P=0.08$, Figuras 7). En las mediciones realizadas al parto no hubo diferencias entre los sistemas, tanto en la frecuencia como en la duración de esta conducta ($P>0.05$ para frecuencia y duración).

c) Acicalamiento a los gazapos

En los videos analizados, esta conducta no fue observada durante las mediciones nocturnas en las conejas de los tres sistemas de producción.

d) Entrada y salida al nido

En las mediciones realizadas a las 48 horas preparto, al parto y a las 24 horas postparto, se encontró que la frecuencia de entrar al nido no difirió entre los tres grupos experimentales (Kruskal Wallis, $P>0.05$ para los tres momentos, Figuras 7 y 8). En los videos analizados, esta conducta no se observó en las conejas a una semana postparto.

e) Amamantamiento

En los videos analizados, esta conducta fue observada sólo en las mediciones realizadas a las 24 horas postparto, sin embargo, no hubo diferencias entre los grupos ($P>0.05$).

f) Agresión a conespecíficos

En los registros nocturnos, esta conducta no se observó durante las mediciones en las conejas de los tres sistemas de producción.

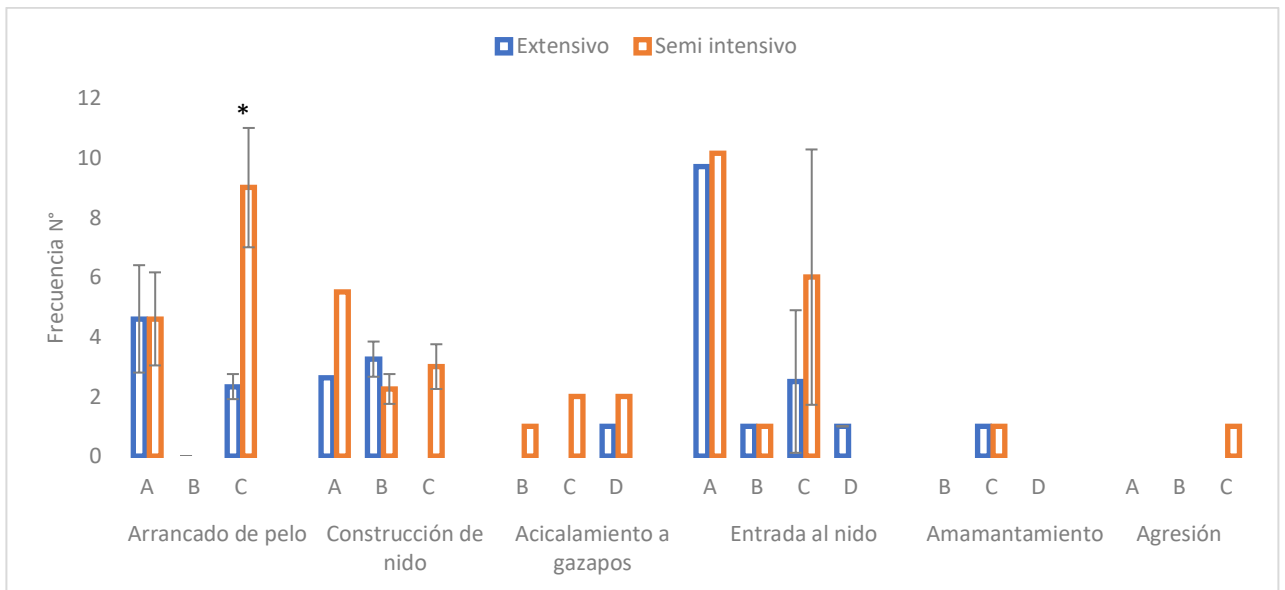


Figura 7: Frecuencia de conductas (media \pm e.e.) nocturnas de las conejas registradas solo en los sistemas extensivo y semi-intensivo durante el primer parto. A= 48 horas pre-parto, B= Parto C= 24 horas post parto, D= 1 semana post parto. Asteriscos indican diferencia significativa entre sistemas de producción.

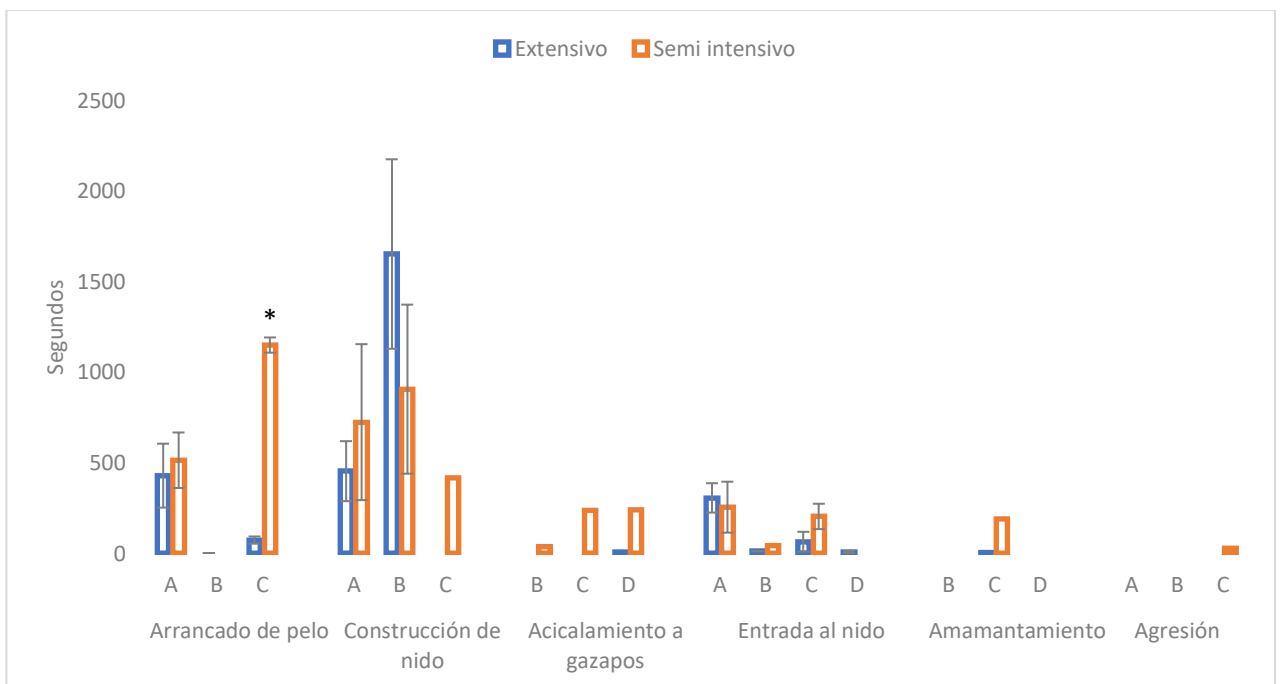


Figura 8: Duración de conductas (media \pm e.e.) nocturnas de las conejas registradas solo en los sistemas extensivo y semi-intensivo durante el primer parto. A= 48 horas pre-parto, B= Parto C= 24 horas post parto, D= 1 semana post parto. Asteriscos indican diferencia significativa entre sistemas de producción.

9.1.3. Conductas diurnas registradas en el segundo parto

a) Arrancado de pelo

Esta conducta sólo se observó en los registros realizados a las 48 horas preparto y al parto, sin embargo, no se encontraron diferencias entre los sistemas de producción, tanto en frecuencia como en la duración (Kruskal Wallis, $P>0.05$ para frecuencia y duración en ambos momentos, Figura 9 y 10).

b) Construcción de nido

En las mediciones realizadas a las 48 horas preparto se encontró que la frecuencia de esta conducta tendió a ser mayor en las conejas de los sistemas extensivo y semi-intensivo que las del sistema intensivo (Kruskal Wallis, $P=0.067$, Figura 9). Al parto las conejas de sistema extensivo presentaron mayor frecuencia y duración de esta conducta ($P=0.001$ para ambas variables, Figura 9 y 10).

c) Acicalamiento a los gazapos

En los videos analizados esta conducta sólo estuvo presente en las mediciones realizadas al parto y 24 horas post parto, sin embargo, no se encontraron diferencias entre grupo (Kruskal Wallis, $P>0.05$).

d) Entrada y salida al nido

En las mediciones realizadas a las 48 horas preparto, al parto, a las 24 horas postparto y a la semana postparto, se observó de manera gráfica que las conejas de sistema extensivo entraron con mayor frecuencia y por mayor tiempo a diferencia del sistema intensivo (Kruskal Wallis, $P=0.001$ para todas las mediciones en todos los momentos, Figura 9).

e) Amamantamiento

En los videos analizados, esta conducta no fue observada en las conejas de los tres sistemas de producción.

f) Agresión a coespecíficos

En las observaciones, esta conducta sólo la presentaron las conejas cuando tenían 48 horas preparto, principalmente en las conejas de sistema semi-intensivo, sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas entre grupos experimentales ($P>0.05$ para los tres sistemas en todos los momentos, Figura 9).

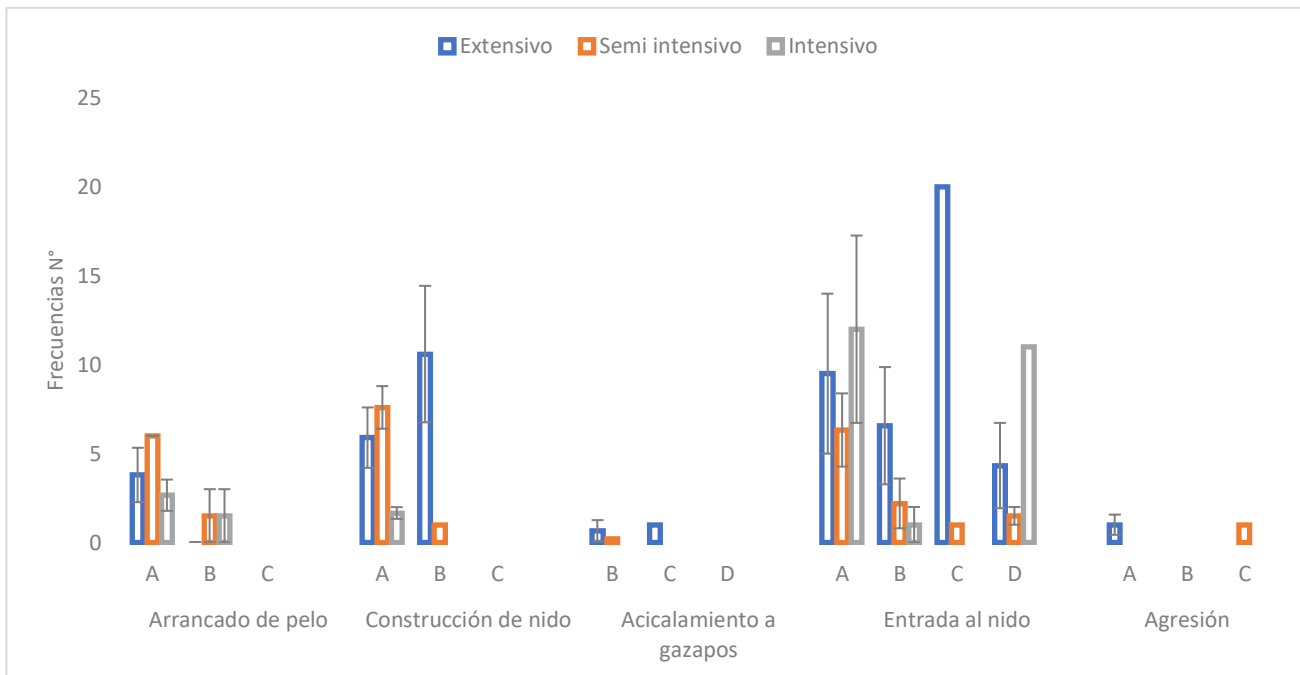


Figura 9: Frecuencia de conductas (media \pm e.e.) diurnas en las conejas de los tres sistemas de producción durante el segundo parto. A= 48 horas preparto, B= Parto C= 24 horas post parto, D= 1 semana post parto.

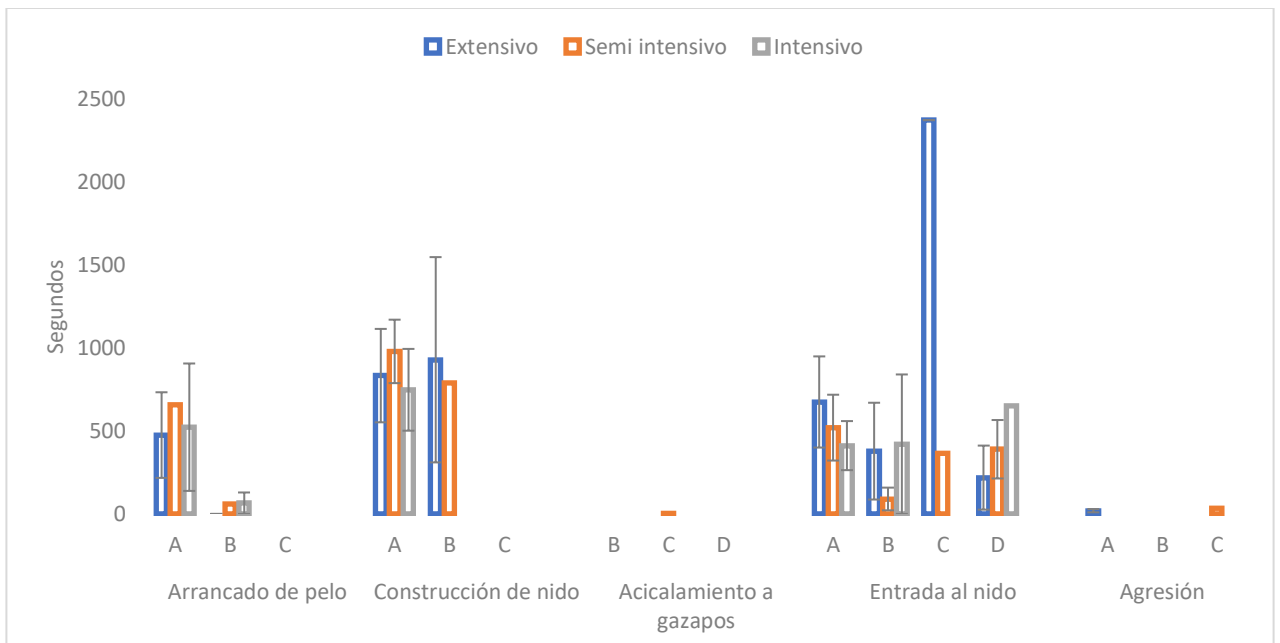


Figura 10: Duración de conductas (media \pm e.e.) diurnas en las conejas de los tres sistemas de producción durante el segundo parto. A= 48 horas preparto, B= Parto C= 24 horas post parto, D= 1 semana post parto.

9.1.4. Conductas nocturnas registradas en el segundo parto

a) Arrancado de pelo

Esta conducta sólo se observó en los registros realizados 48 horas preparto y al parto, 48 horas preparto se observó mayor duración en el sistema extensivo y al momento del parto se presentó con mayor frecuencia y duración en el sistema extensivo (Kruskal Wallis, $P=0.0001$ para ambos momentos en ambos sistemas de producción, Figura 11 y 12).

b) Construcción de nido

En los videos analizados, esta conducta sólo se observó en los registros realizados a 48 horas preparto y al parto, sin embargo, no se encontraron diferencias entre los sistemas de producción, tanto en frecuencia como en la duración (Kruskal Wallis, $P>0.05$ para los tres sistemas de producción en frecuencia y duración en todos los momentos analizados, Figura 11 y 12).

c) Acicalamiento a los gazapos

En los análisis de videos de las conductas nocturnas, no se encontraron el despliegue de esta conducta.

d) Entrada y salida al nido

En los videos analizados, esta conducta sólo se observó en los registros realizados a 48 horas preparto y al parto, sin embargo, no se encontraron diferencias entre los sistemas de producción (Kruskal Wallis, $P>0.05$ para ambos momentos, Figura 11).

e) Amamantamiento

En los videos analizados no se encontraron registros de esta conducta.

f) Agresión a conespecíficos

En los videos analizados no se encontraron registros de esta conducta en ninguna de las hembras de los diferentes sistemas de producción.

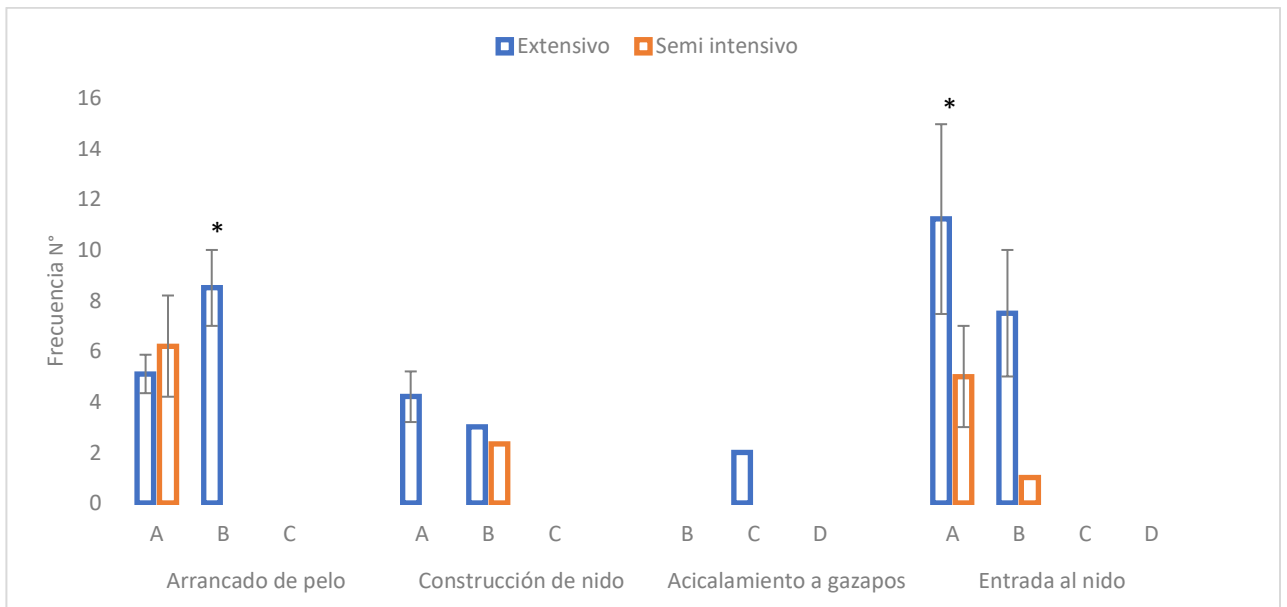


Figura 11: Frecuencia de conductas (media \pm e.e.) nocturnas en las conejas de los tres sistemas de producción durante el segundo parto. A= 48 horas pre-parto, B= Parto C= 24 horas post parto, D= 1 semana post parto. Asteriscos indican diferencia significativa entre sistemas de producción.

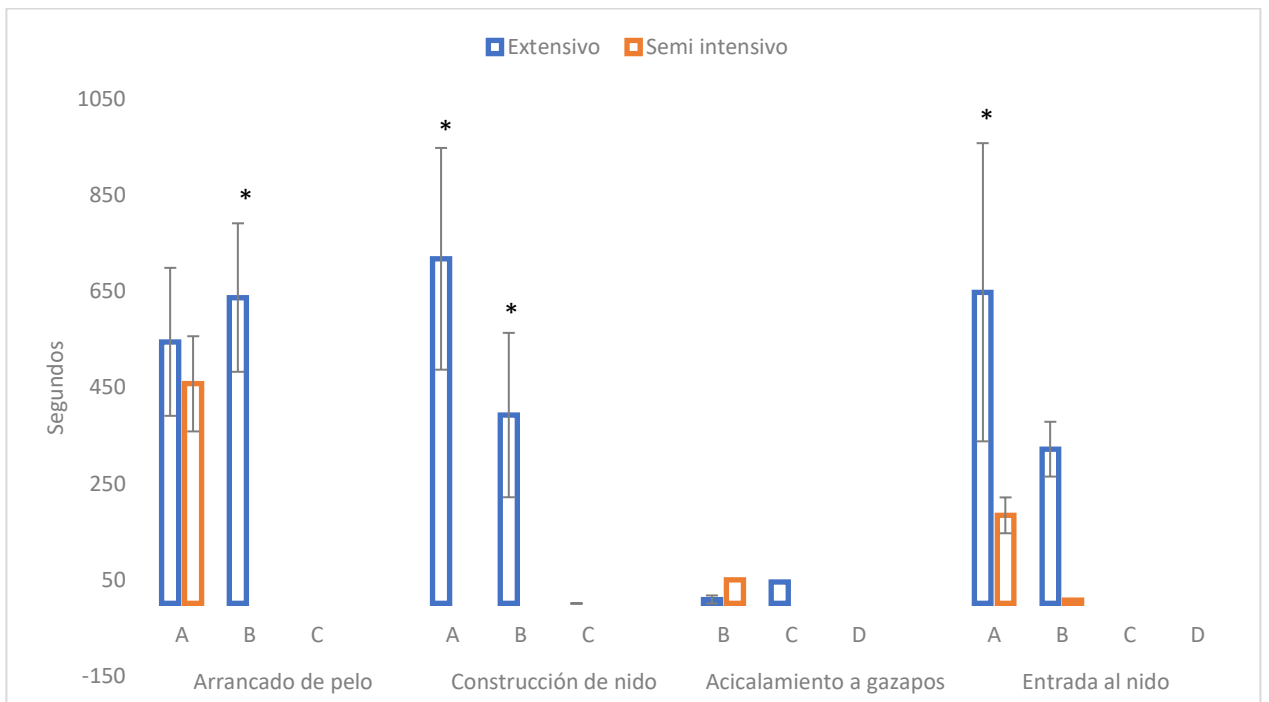


Figura 12: Duración de conductas (media \pm e.e.) nocturnas en las conejas de los tres sistemas de producción durante el segundo parto, en las mediciones nocturnas. A= 48 horas pre-parto, B= Parto C= 24 horas post parto, D= 1 semana post parto. Asteriscos indican diferencia significativa entre sistemas de producción.

9.2.- Comportamiento en los gazapos al destete

9.2.1. Conductas diurnas registradas en el primer y segundo parto

a) Exploración al ambiente

En las mediciones realizadas al momento del destete durante el día, para el primer parto, solo se observó diferencia significativa entre el sistema extensivo y el intensivo ($P=0.04$). En la duración, se observó mayor tiempo de exploración en el sistema extensivo, con respecto a los otros dos sistemas, sin embargo, la diferencia significativa solo se aprecia entre el sistema extensivo e intensivo ($P=0.000$) e intensivo y semi-intensivo ($P= 0.002$).

Para el segundo parto, se presentaron mayor número de eventos de exploración en el sistema extensivo, sin embargo, esto no fue significativo entre grupos ($P>0.05$), en la duración de exploración, el sistema extensivo, paso más tiempo explorando comparado con los otros dos sistemas ($P\leq 0.04$, Figuras 13 y 14).

b) Juego social o interacciones entre hermanos

En las mediciones realizadas al momento del destete durante el día, para el primer parto, se observó mayor frecuencia en los gazapos de sistema extensivo con respecto a los otros sistemas, sin embargo, se presentó una diferencia estadística en el sistema extensivo con respecto a los otros sistemas ($P=0.004$). En la duración de los episodios de juego social se observó mayor tiempo de interacción en el sistema extensivo con respecto a los otros dos sistemas, siendo esta diferencia significativa ($P=0.02$). Para el segundo parto, no se apreció diferencia significativa en frecuencia y duración ($P>0.05$ para ambas variantes, Figuras 13 y 14).

c) Agresión

En las mediciones realizadas al momento del destete durante el día, para el primer y segundo parto, aunque se observaron mayor presencia de agresiones en el sistema extensivo, sin embargo, éstas no fueron significativamente diferentes ni en frecuencia, ni en duración debido a las pocas presentaciones de eventos de agresión en los tres sistemas de producción (Figuras 13 y 14).

d) Alo-acicalamiento

En las mediciones realizadas al momento del destete durante el día, para el primer parto, aunque se observó mayor frecuencia y duración en el sistema extensivo, estos datos no alcanzaron significancia estadística entre grupos ($P > 0.05$ para ambas variantes en todos los momentos), sin embargo, al realizar una comparación entre grupos, se observó una diferencia estadística entre el sistema extensivo y el intensivo ($P = 0.001$, Figuras 13 y 14).

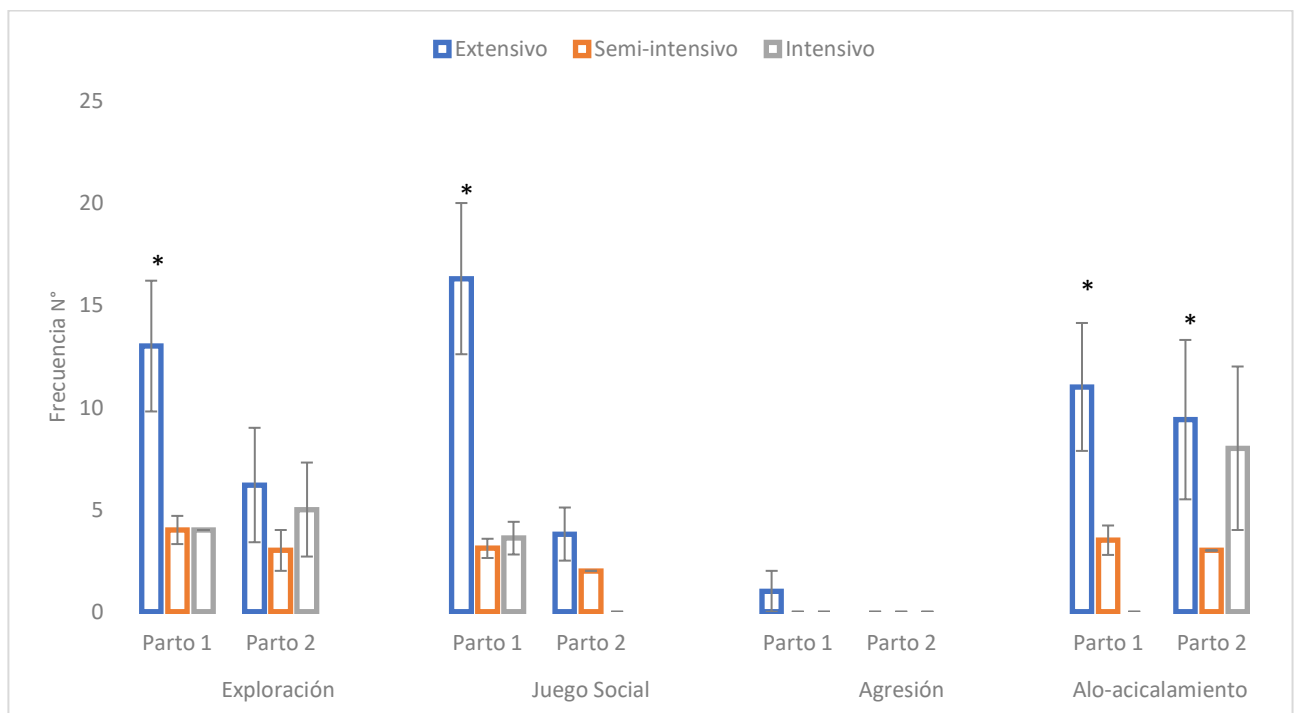


Figura 13: Frecuencia de conductas (media \pm e.e.) al destete en los gazapos de los tres sistemas de producción durante el primer y segundo parto. Asteriscos indican diferencia significativa entre sistemas de producción.

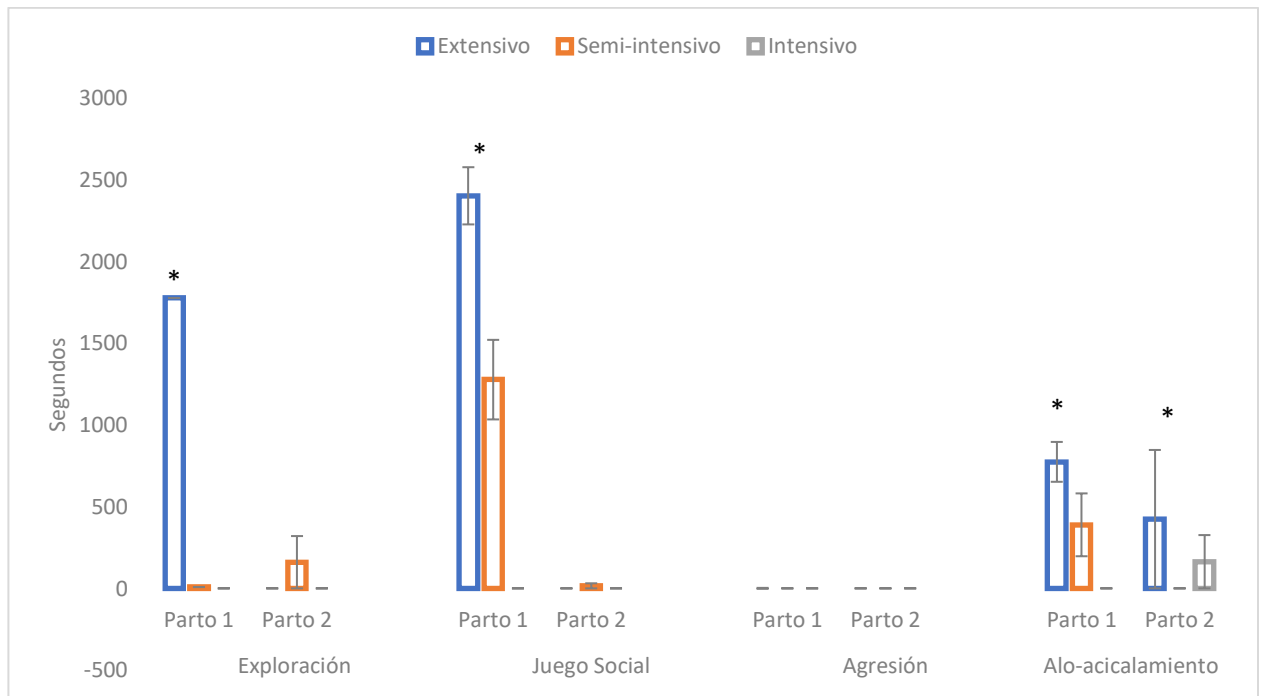


Figura 14: Duración de conductas (media \pm e.e.) al destete en los gazapos de los tres sistemas de producción durante el primer y segundo parto. Asteriscos indican diferencia significativa entre sistemas de producción.

9.3.- Parámetros productivos en la coneja

9.3.1.- Peso de las conejas

Cuando se comparó el peso de las conejas en las distintas etapas reproductivas no se encontraron efectos del sistema de producción ($P > 0.05$, Figuras 15 A y B). Sin embargo, cuando se evalúa el efecto del tiempo, se encontró que el peso de las conejas varió significativamente a lo largo de las etapas reproductivas, ($P < 0.0001$) de manera general, se puede observar que el peso de las conejas incrementó posterior al parto. También se encontró una interacción significativa entre el sistema de producción y el tiempo ($P = 0.001$) para ambos partos.

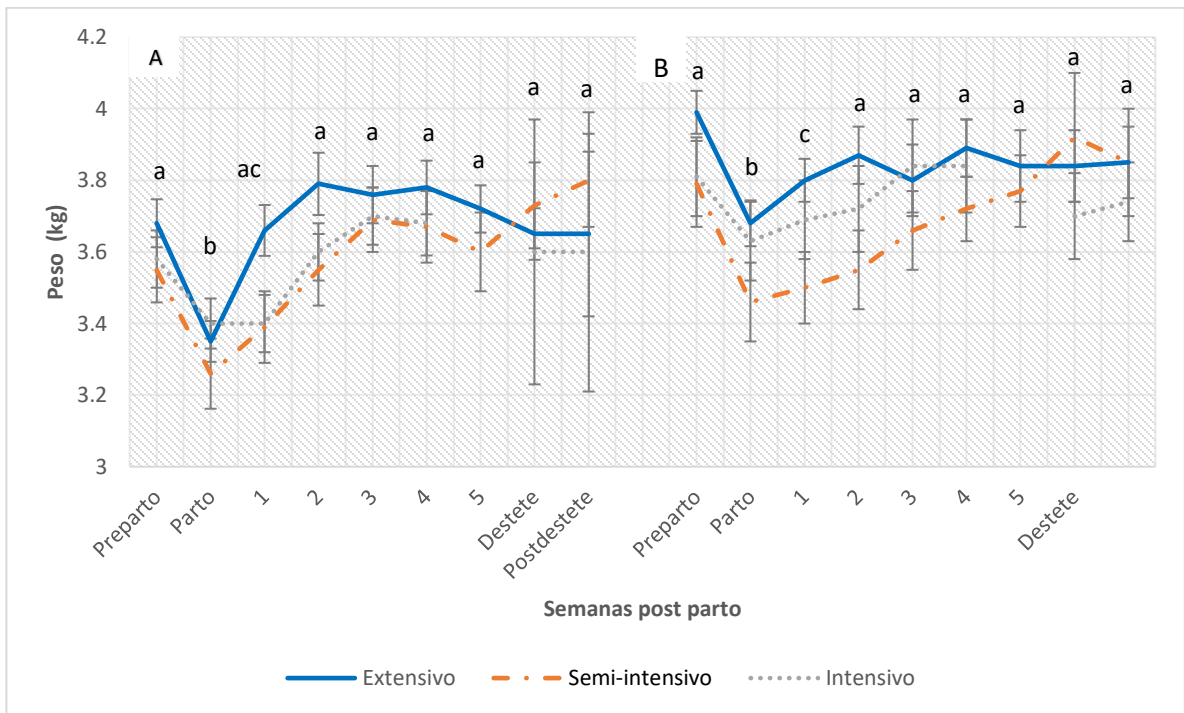


Figura 15: Peso corporal de las conejas (media \pm e. e.) registrado desde la monta hasta una semana posterior al destete en los sistemas intensivo, semi-intensivo y extensivo en dos ciclos reproductivos (A= Primer parto, B= Segundo parto). El destete en el sistema intensivo ocurrió a las 4 semanas post parto, mientras que en los sistemas extensivo y semi-intensivo ocurrió a las 5 semanas. Letras diferentes indican diferencia significativa entre las etapas fisiológicas.

9.3.2.- Perfiles hormonales de Progesterona para el primer parto

Cuando se analizaron los datos en un mismo modelo considerando el sistema de producción y el tiempo, se encontró que el sistema de producción no afectó las concentraciones de progesterona ($P=0.094$, Figura 16A). Por su parte el tiempo afectó significativamente las concentraciones de progesterona ya que se observa que dichas concentraciones fueron mayores en la medición a 48 horas preparto que en los otros momentos ($P=0.000$). No se encontró efecto significativo de la interacción sistema de producción por tiempo ($P=0.42$). Cuando se hizo un análisis comparativo de dos en dos se encontró que el sistema semi-intensivo tuvo mayores valores de progesterona a 24 horas postparto que los demás sistemas ($P \leq 0.048$). También se encontró que al parto el sistema intensivo tendió a mostrar mayores concentraciones de P_4 que el extensivo ($P=0.08$, Figura 16A).

9.3.3.- Perfiles hormonales de Progesterona para el segundo parto

Se encontró que 48 horas previas al parto las concentraciones de progesterona fueron menores en el sistema semi-intensivo que las del sistema extensivo e intensivo ($P=0.0001$, Figura 16B). En las mediciones al parto se encontró que las conejas del sistema semi-intensivo las concentraciones fueron mayores que el sistema extensivo e intensivo ($P<0.001$). Finalmente se encontró que a 24 horas posteriores al parto las concentraciones de P_4 fueron nuevamente mayores en las conejas del sistema semi-intensivo que las del sistema extensivo ($P=0.037$) y que las del sistema intensivo ($P=0.04$). No se encontraron diferencias entre el sistema extensivo vs intensivo.

Por su parte se encontró que las concentraciones de P_4 variaron en cada etapa de medición, y al igual que el primer parto, éstas disminuyeron 48 horas previas al parto en comparación a las observadas al parto y a las 24 horas posteriores ($P<0.05$ para ambos momentos, Figura 16B).

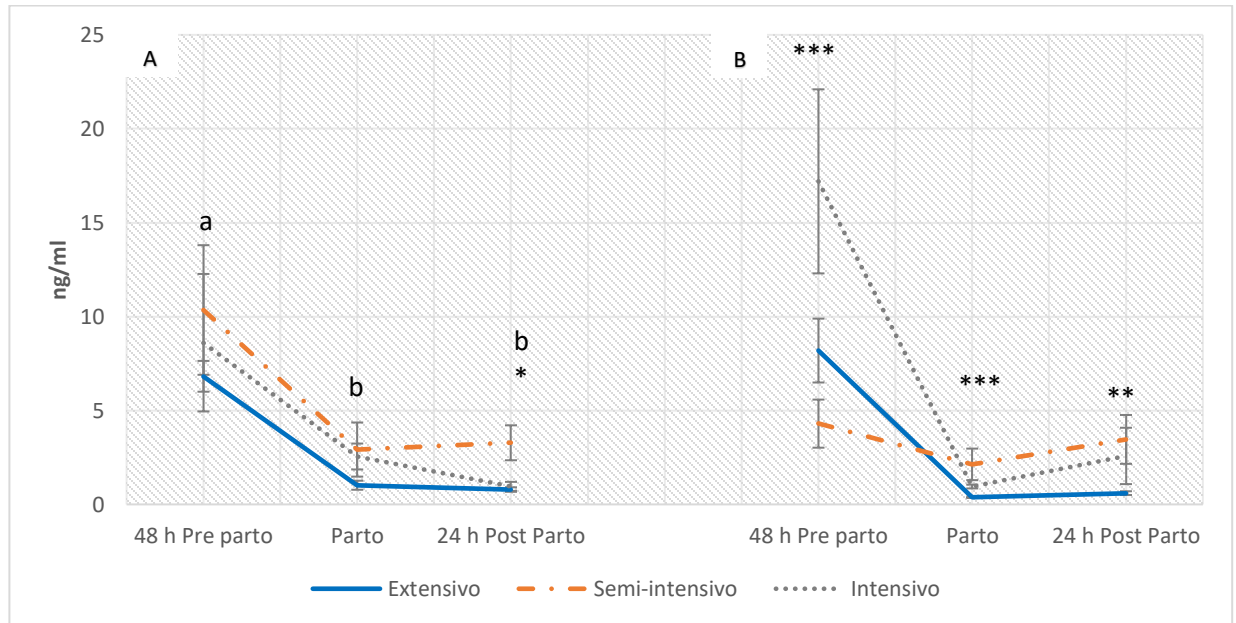


Figura 16: Concentraciones plasmáticas de Progesterona (P_4) de las conejas (media \pm e.e.) registrado a las 48 horas preparto, el día del parto y 24 horas después del parto en los sistemas intensivo ($n=33$), semi-intensivo ($n=49$) y extensivo ($n=40$). A son valores del primer parto y B son valores del segundo parto. Letras diferentes refieren diferencia significativa entre las diferentes etapas fisiológicas. Asteriscos indican diferencia significativa entre sistemas de producción.

9.3.4.- Perfiles hormonales de Estrógenos en el primer parto

Cuando se analizaron los datos en un mismo modelo considerando el sistema de producción y el tiempo, se encontró una tendencia a que el sistema de producción afectara las concentraciones de esta hormona ($P=0.077$, Figura 17A). Sin embargo, no se encontró efecto el tiempo o de la interacción sistema de producción por tiempo ($P>0.05$).

9.3.4.- Perfiles hormonales de Estrógenos en el primer parto

Se encontró que 48 horas previas al parto las concentraciones de estrógenos fueron menores en las conejas del sistema semi-intensivo que en los demás sistemas ($P=0.0001$, Figura 17B). En las mediciones al parto nuevamente se encontró que las concentraciones en las conejas del sistema semi-intensivo fueron menores que las del sistema extensivo e intensivo ($P<0.0001$). Finalmente, a 24 horas posteriores al parto las concentraciones de estrógenos no difirieron entre los distintos sistemas de producción ($P>0.05$ para los tres sistemas).

Por su parte se encontró que las concentraciones de estrógenos variaron en cada etapa de medición, siendo mayores a 48 horas previas al parto, disminuyendo al parto y posteriormente tuvieron un incremento 24 horas posteriores al parto ($P<0.05$ para ambos momentos, Figura 17B).

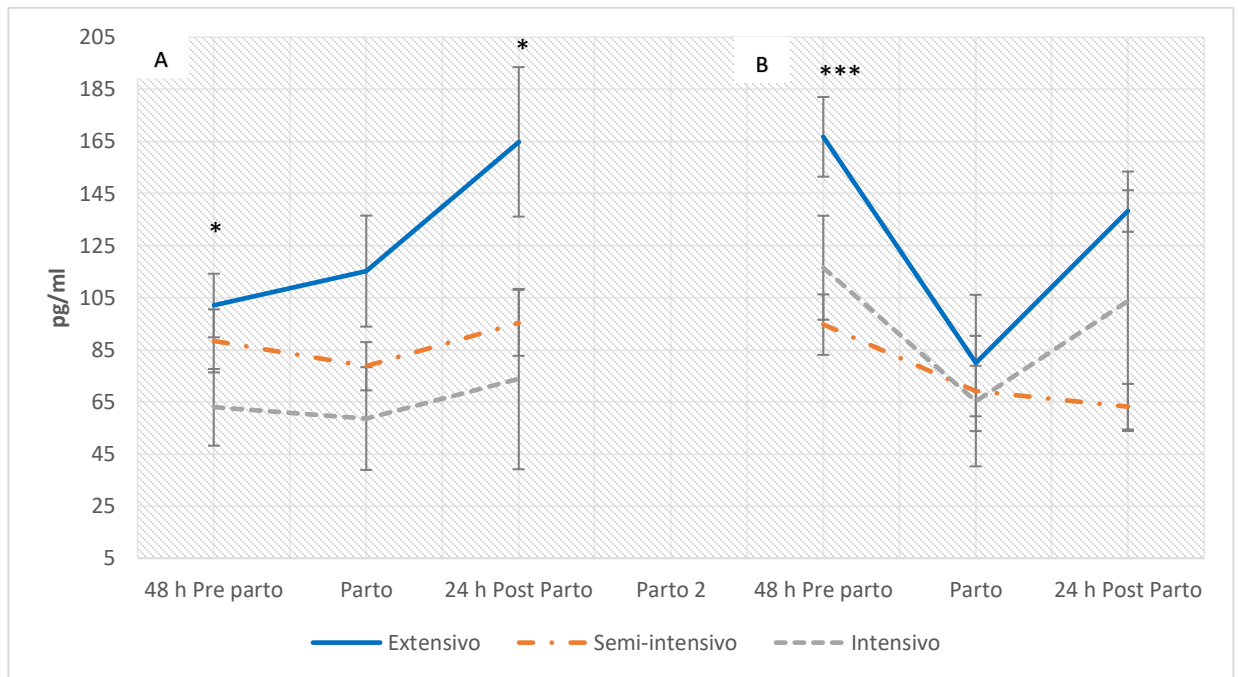


Figura 17: Concentraciones plasmáticas de estrógenos (E₂) de las conejas (media ± e. e.) de las conejas registrado a las 48 horas preparto, el día del parto y 24 horas después del parto en los sistemas intensivo (n=33), semi-intensivo (n=49) y extensivo (n=40). A son valores del primer parto y B son valores del segundo parto. Asteriscos indican diferencia significativa entre sistemas de producción. (A= Primer parto, B= Segundo parto).

9.3.5.- Mediciones termográficas de las conejas en pabellón auricular para el primer parto

En las semanas 1 y 2 post parto se encontró que los valores de la temperatura en el pabellón auricular (Figura 18 A) fueron mayores en el sistema extensivo que la de los demás sistemas ($P \leq 0.001$). Por su parte en el resto de las semanas de medición no se encontraron diferencias entre los distintos sistemas ($P > 0.05$ para los tres sistemas en todos los momentos de medición).

9.3.6.- Mediciones termográficas de las conejas en pabellón auricular para el segundo parto

En las mediciones de la temperatura en el pabellón auricular (Figura 18 B) al parto no hubo diferencia entre los sistemas de producción ($P > 0.05$), a la semana 1 post

parto hubo una tendencia, donde el sistema intensivo tuvo mayores valores termográficos que las conejas de los otros dos sistemas ($P=0.069$), en las semanas restantes no se encontraron diferencias ($P>0.05$ para todas las semanas).

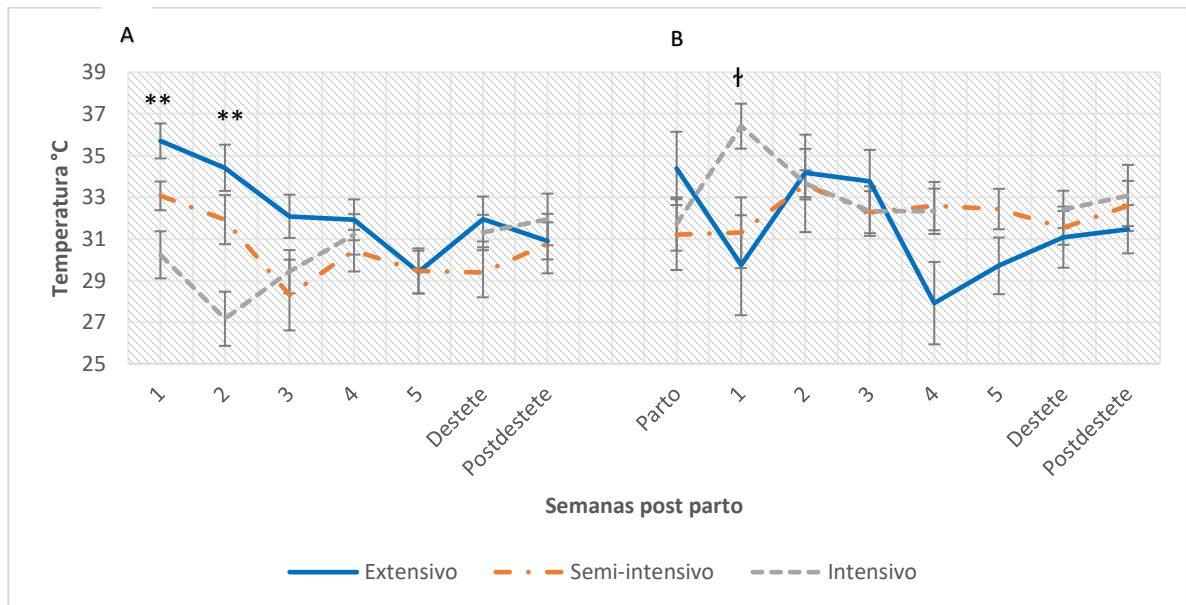


Figura 18: Mediciones termográficas del pabellón auricular en las conejas (media \pm e. e.) provenientes de los sistemas intensivo, semi-intensivo y extensivo. El destete en el sistema intensivo ocurrió a las 4 semanas post parto, mientras que en los sistemas extensivo y semi-intensivo ocurrió a las 5 semanas. Asteriscos refieren diferencia significativa entre sistemas de producción, † indican tendencias entre los sistemas de producción. (A= Primer parto, B= Segundo parto).

9.3.7.- Mediciones termográficas de las conejas en la zona ocular para el primer parto

Los valores de la temperatura en la zona ocular de las conejas (Figura 19 A) mostraron una diferencia significativa entre sistemas de producción en el primer ciclo al momento del parto ($P=0.000$), en la semana 1 post parto ($P=0.0001$) y en la semana 2 post parto ($P= 0.018$) se observa que las conejas del sistema extensivo tuvieron mayores temperaturas que las conejas de los otros dos sistemas de producción. Por su parte en el destete ($P= 0.091$) y una semana post destete ($P=0.098$) hubo tendencia a que las conejas del sistema intensivo tuvieran mayores temperaturas que la de los demás sistemas. Mientras que en las semanas 3 a la

semana 5 no se observaron diferencias entre los sistemas de producción ($P>0.05$ para todas las semanas).

9.3.8.- Mediciones termográficas de las conejas en la zona ocular para el segundo parto

Los valores de temperatura en la zona ocular (Figura 19 B) no mostraron diferencias significativas en ninguna de las mediciones registradas desde el parto hasta el post destete ni entre los sistemas de producción ($P>0.05$ para todas las semanas), aunque si se encontró que en la semana 1 post parto el sistema extensivo tendió a tener menores temperaturas que los demás sistemas de producción ($P\leq 0.07$)

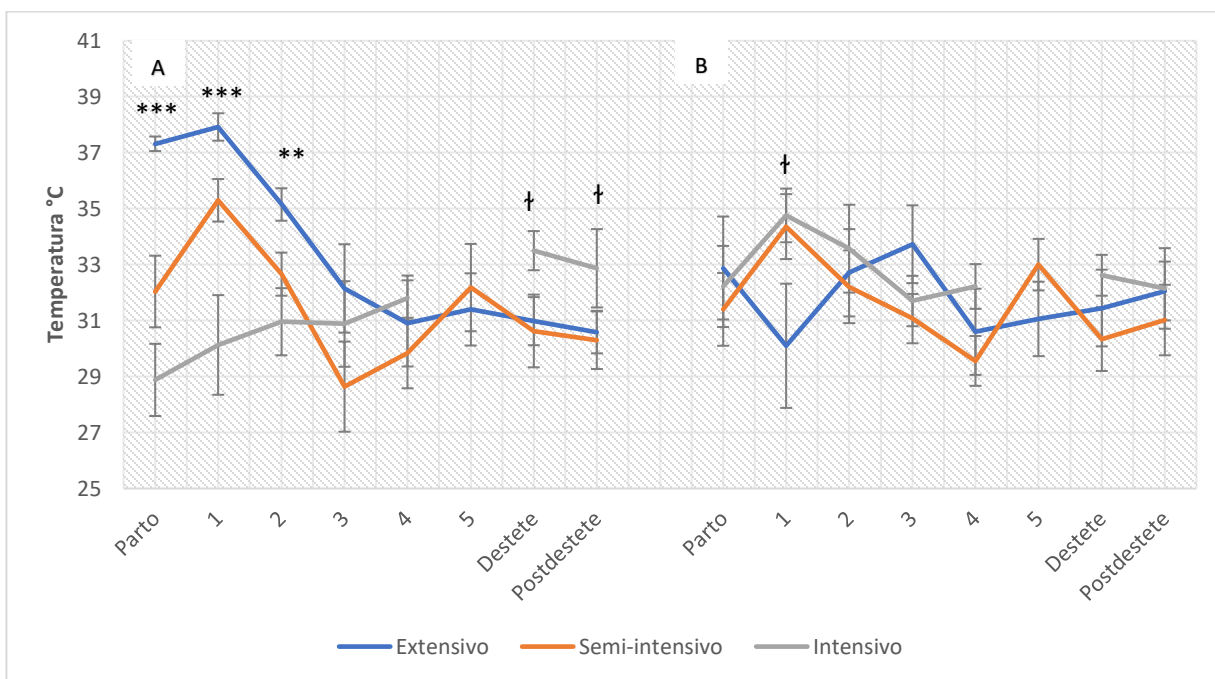


Figura 19: Mediciones termográficas de las conejas en la zona ocular (media \pm e. e.) provenientes de los sistemas intensivo, semi-intensivo y extensivo. El destete en el sistema intensivo ocurrió a las 4 semanas post parto, mientras que en los sistemas extensivo y semi-intensivo ocurrió a las 5 semanas. Asteriscos refieren diferencia significativa entre sistemas de producción, † indican tendencias entre los sistemas de producción. (A= Primer parto, B= Segundo parto).

9.3.9.- Mediciones termográficas de las conejas la cabeza para el primer parto

En los valores de la temperatura registrados en la zona de la cabeza de las conejas (Figura 20 A) al momento del parto no se observó diferencia significativa ($P>0.05$), se encontró diferencia en la semana 1 post parto ($P=0.001$) y en la semana 2 post parto ($P=0.014$) en donde el sistema extensivo presentó mayores temperaturas comparado con el sistema intensivo, en la semana 3 post parto se observa una tendencia ($P=0.089$) donde las conejas de sistema extensivo presentan mayores temperaturas comparados con los otros dos sistemas. En cambio, para las semanas 4 y 5 semana post parto, así como destete y una semana postparto no hubo diferencias significativas ($P>0.05$ para todas las semanas).

9.3.10.- Mediciones termográficas de las conejas la cabeza para el segundo parto

Se encontró que la temperatura de las conejas del sistema extensivo fue mayor que la del sistema semi-intensivo en las mediciones realizadas al parto ($P=0.0001$, Figura 20 B), a la semana 1, 2, 3, 4 y 5 post parto se encontró diferencia ($P\leq 0.021$ para todas las semanas), donde las conejas de sistema extensivo presentaron mayores temperaturas comparadas con los otros dos sistemas. Mientras que las mediciones realizadas al destete, las del sistema intensivo tuvo mayores temperaturas que las del sistema extensivo ($P=0.030$) y que el sistema semi-intensivo ($P=0.047$).

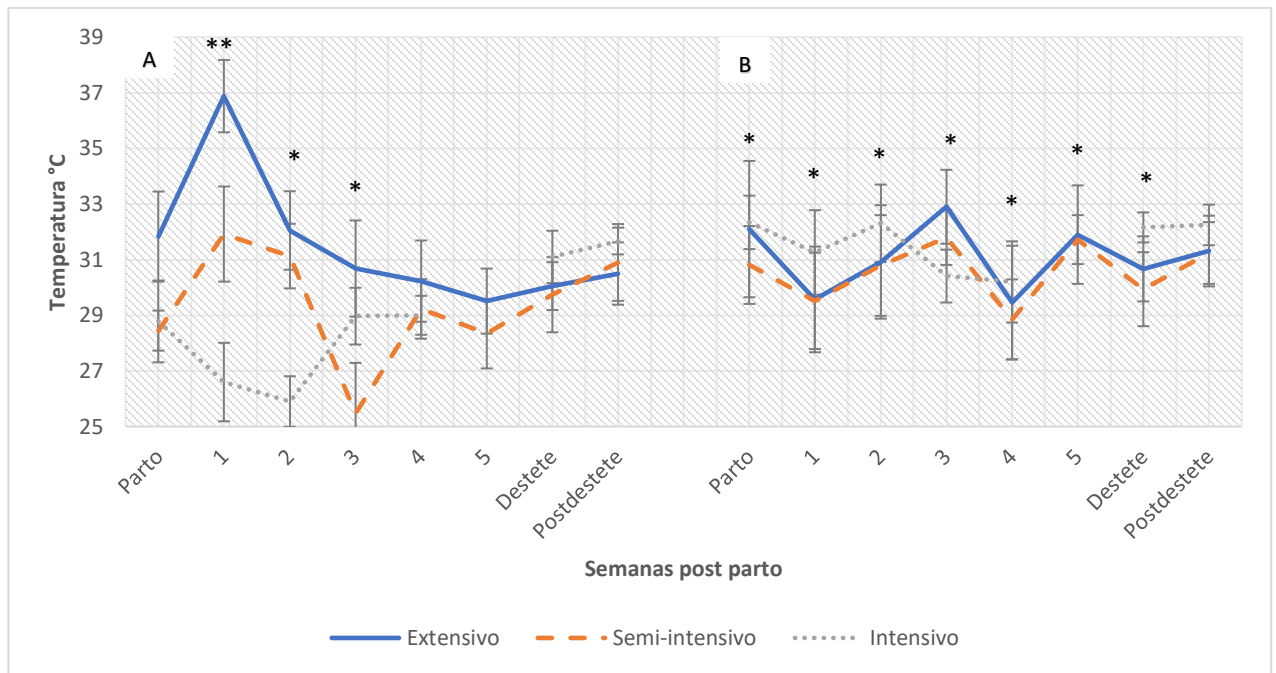


Figura 20: Mediciones termográficas de la cabeza en las conejas (media \pm e. e.) provenientes de los sistemas intensivo, semi-intensivo y extensivo. El destete en el sistema intensivo ocurrió a las 4 semanas post parto, mientras que en los sistemas extensivo y semi-intensivo ocurrió a las 5 semanas. Asteriscos refieren diferencia significativa entre sistemas de producción. (A= Primer parto, B= Segundo parto).

9.3.11.- Porcentaje de fertilidad de las conejas de cada sistema de producción

En la figura 21 se muestran los porcentajes de fertilidad de las conejas obtenidos en los tres sistemas, se observa que en el primer parto no hubo diferencia significativa entre grupos ($P > 0.05$). Para el segundo parto, se observó menor fertilidad en las conejas del sistema intensivo, que en las conejas de los sistemas extensivo ($P = 0.002$) y semi-intensivo ($P = 0.001$, Figura 21).

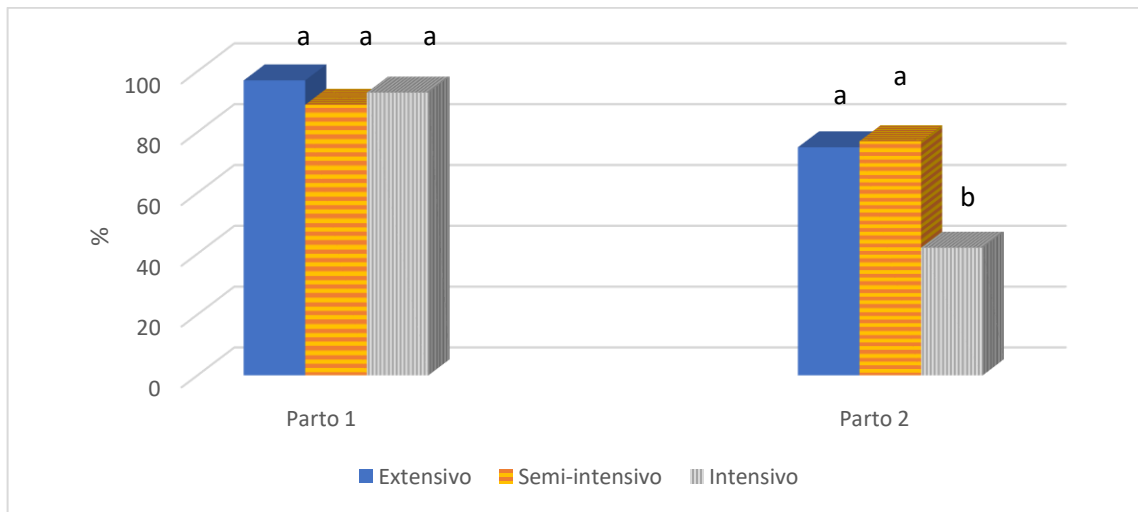


Figura 21: Porcentaje de fertilidad de las conejas provenientes de los sistemas intensivo, semi-intensivo y extensivo a la primera y segunda monta. Letras distintas indican diferencia significativa entre sistemas de producción.

9.4.- Parámetros productivos en los gazapos

9.4.1.- Peso de los gazapos

Al evaluar en el primer parto el efecto del sistema de producción comparando los tres tratamientos se encontró un efecto significativo del sistema de producción sobre el peso de los gazapos ($P=0.009$, Figura 22A), se encontró que cuando los gazapos tenían una semana de nacidos el peso fue menor en los del sistema intensivo que los del sistema semi-intensivo ($P=0.025$). Resultados similares se encontraron al destete ($P=0.027$) y una semana post destete ($P=0.015$), aunque también el peso de los gazapos fue mayor en los del sistema extensivo que los del sistema intensivo ($P=0.009$). Por su parte el tiempo también tuvo efecto significativo se encontró que el peso de los gazapos incrementó significativamente a lo largo de la lactancia ($P<0.0001$). Finalmente, no se encontró efecto significativo en la interacción sistema de producción*tiempo ($P>0.05$, Figura 22A).

Para el segundo parto se encontró un efecto significativo por los sistemas de producción ($P<0.05$, Figura 22B). Los gazapos del sistema intensivo tuvieron menores pesos que los de los otros dos sistemas al destete ($P\leq 0.011$), así como

una semana post destete ($P=0.032$). Cuando se evaluó el efecto del tiempo, se encontró que el peso en los gazapos incrementó significativamente a lo largo de la lactancia ($P<0.0001$), sin embargo, al evaluar la interacción sistema de producción*tiempo, no se encontró una diferencia significativa ($P>0.05$, Figura 22B).

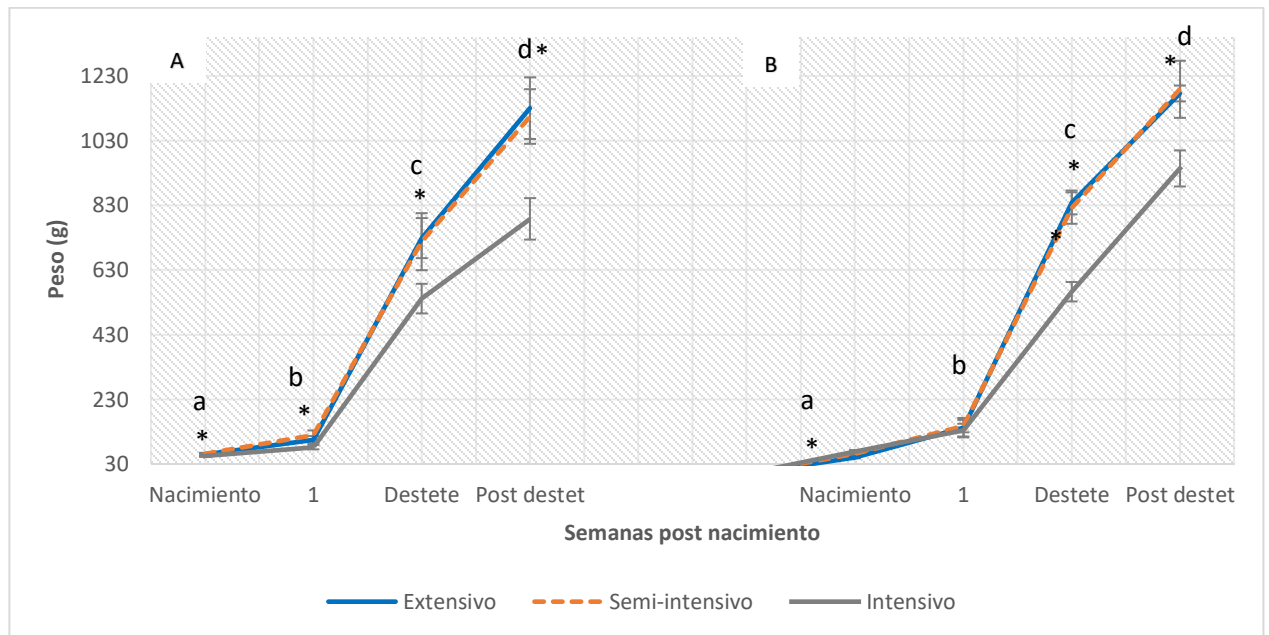


Figura 22: Peso corporal de los gazapos (media \pm e. e.) registrado desde el nacimiento y hasta una semana posterior al destete. Los gazapos nacieron de conejas bajo los sistemas intensivo, semi-intensivo o extensivo. El destete en el sistema intensivo ocurrió a las 4 semanas post parto, mientras que en los sistemas extensivo y semi-intensivo ocurrió a las 5 semanas. Letras diferentes refieren diferencia significativa entre las diferentes etapas fisiológicas, asteriscos indican diferencia significativa entre tratamientos. (A= Primer parto, B= Segundo parto).

9.4.2.- Porcentaje de gazapos nacidos vivos

En la figura 23 se observa los valores en porcentajes de los gazapos que al momento del nacimiento se encontraban vivos, para cada uno de los sistemas de producción. No se encontró una diferencia significativa entre los sistemas de producción para el parto 1 ni para el parto 2 ($P>0.05$ para ambos partos).

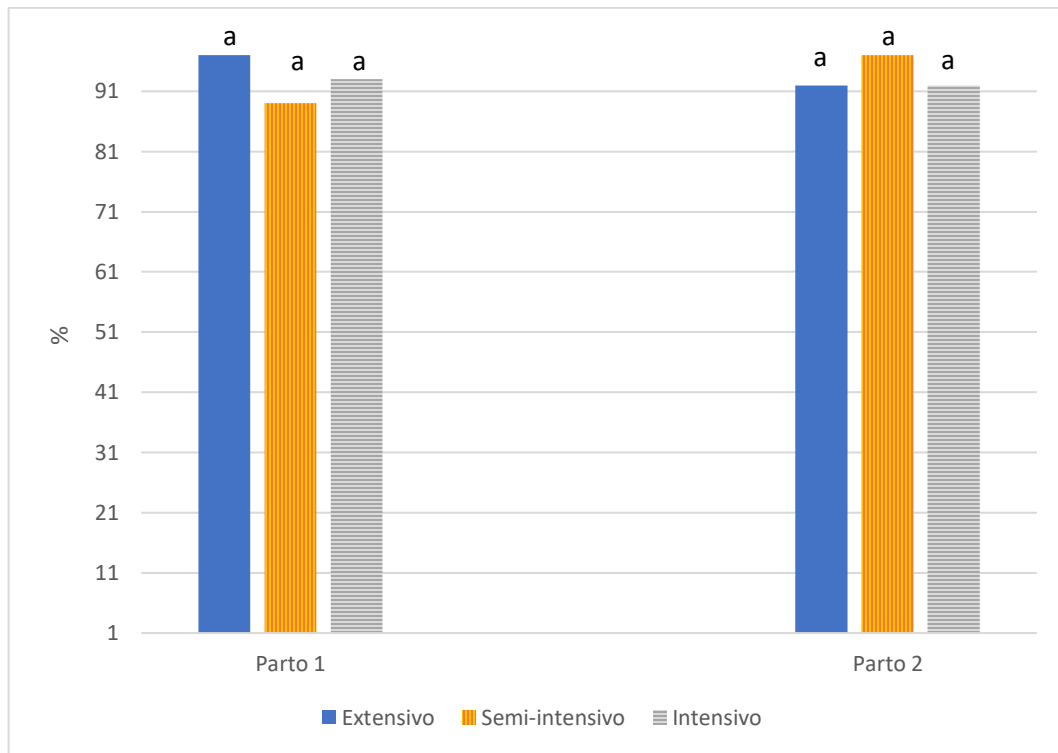


Figura 23: Porcentaje de gazapos nacidos vivos que nacieron de conejas mantenidas en los sistemas intensivo, semi-intensivo o extensivo. Letras diferentes refieren diferencia significativa entre los sistemas de producción.

9.4.3.- Porcentaje de gazapos nacidos muertos

Parto 1

En la figura 24 se observa el porcentaje de gazapos que se encontraban muertos al momento del nacimiento para cada sistema de producción, se encontró que el sistema extensivo tuvo menor número de gazapos nacidos muertos ($P=0.033$) con respecto a los gazapos de los otros dos sistemas de producción.

Parto 2

Para el segundo parto, no se encontró una diferencia significativa en cuanto a esta variable entre los sistemas de producción en esta variable ($P>0.05$).

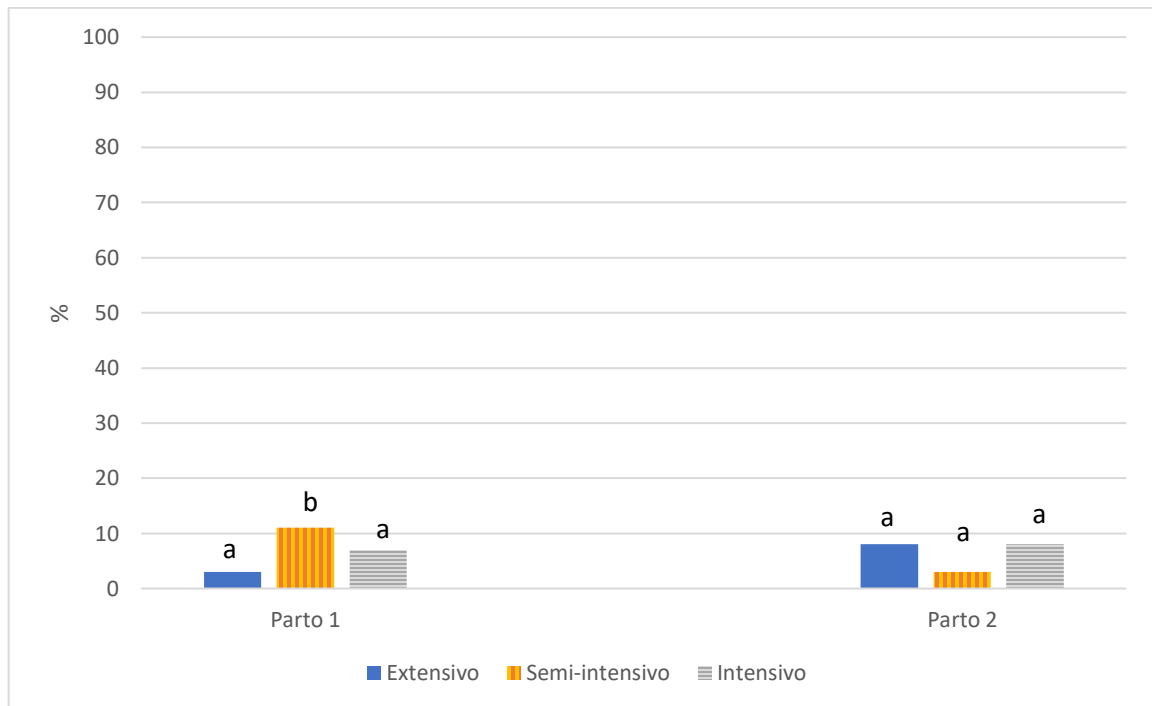


Figura 24: Porcentaje de gazapos nacidos muertos de los sistemas intensivo, semi-intensivo o extensivo. Letras diferentes refieren diferencia significativa entre los sistemas de producción.

9.4.4.- Porcentaje de gazapos vivos al destete para el primer parto

Al comparar la supervivencia de los gazapos al destete se encontró que los gazapos del sistema intensivo tuvieron menor supervivencia con respecto a los gazapos de los sistemas extensivo y semi-intensivo ($P=0.043$, Figura 25).

9.4.5.- Porcentaje de gazapos vivos al destete para el segundo parto

Por su parte, para el parto 2 se encontró menor supervivencia al destete en los gazapos del sistema semi-intensivo comparado con los gazapos del sistema extensivo e intensivo ($P=0.000$, Figura 25).

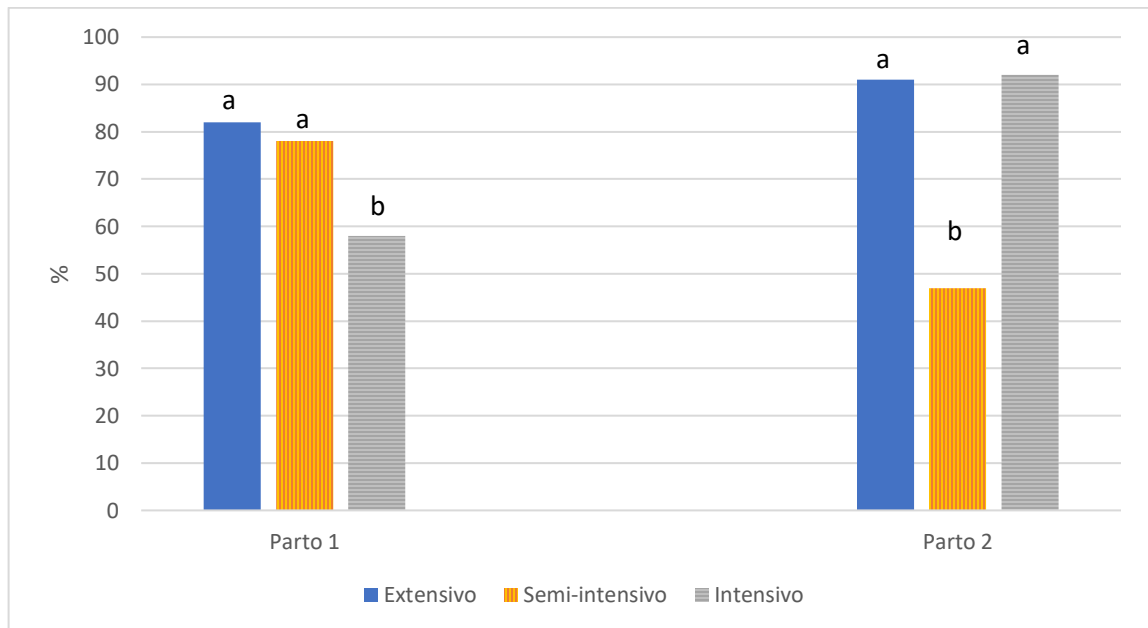


Figura 25: Porcentaje de gazapos vivos al destete provenientes de conejas mantenidas en los sistemas intensivo, semi-intensivo o extensivo. Letras distintas refieren diferencia significativa entre los sistemas de producción.

9.4.6.- Porcentaje de gazapos muertos al destete para el primer parto

Al realizar el análisis de los datos, se observó que el porcentaje de gazapos que murieron a lo largo de la lactancia fue mayor en el sistema intensivo en comparación con los gazapos del sistema semi-intensivo y extensivo ($P=0.02$, Figura 26).

9.4.7.- Porcentaje de gazapos muertos al destete para el segundo parto

Se encontró que en el sistema semi-intensivo hubo mayor número de gazapos muertos a lo largo de la lactancia en comparación con el sistema extensivo e intensivo ($P=0.0001$, Figura 26).

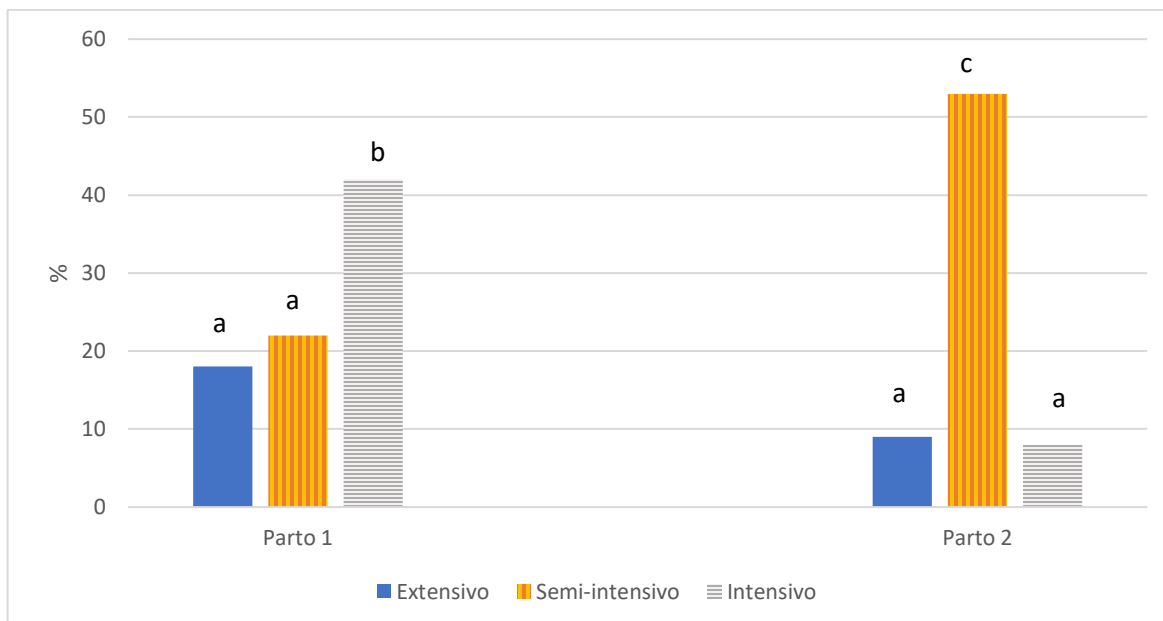


Figura 26: Porcentaje de gazapos muertos al destete provenientes de conejas mantenidas en los sistemas intensivo, semi-intensivo y extensivo. Letras diferentes refieren diferencia significativa entre los sistemas de producción.

9.4.8.- Mediciones termográficas de los gazapos para el primer parto

Los valores termográficos de las camadas tendieron a ser afectados por el sistema de producción ($P=0.073$, Figura 27 A). Por su parte, el tiempo y la interacción tiempo por sistema de producción resultaron significativas ($P<0.0001$). Los valores termográficos de las camadas en los tres sistemas de producción fueron elevados al nacimiento y en la semana 1 de lactancia y fueron disminuyendo conforme avanzaba la edad de los gazapos, sin embargo, al destete, aunque las temperaturas eran menores, en el sistema extensivo esta disminución fue más marcada.

Cuando se hicieron comparaciones de dos en dos entre los sistemas de producción se encontró que al nacimiento y a la semana 1 de lactancia las camadas del sistema extensivo tuvieron mayores temperaturas que el sistema intensivo ($P=0.018$; $P=0.007$) y semi-intensivo ($P<0.0001$; $P=0.006$) respectivamente. Además, el sistema intensivo tendió a tener mayores temperaturas que el semi-intensivo ($P=0.084$). Al momento del destete se encontró tendencias a que las camadas del

sistema semi-intensivo tuvieron mayores temperaturas que las camadas del extensivo ($P=0.07$), y que las del intensivo ($P=0.060$).

9.4.9.- Mediciones termográficas de los gazapos para el segundo parto

Se encontró un efecto significativo del sistema de producción ($P=0.023$) y del tiempo de la medición ($P=0.028$). La interacción tiempo por sistema de producción no alcanzó diferencia significativa ($P>0.05$). Se observa que las mayores temperaturas se registraron en el momento del nacimiento y disminuyeron hasta 1 semana post destete (Figura 27 B).

Cuando se hicieron las comparaciones de dos en dos se encontró que en el sistema intensivo hubo menores temperaturas al post destete que el sistema semi-intensivo ($P=0.002$), y tendió a ser mayor que el encontrado en el sistema extensivo ($P=0.08$, Figura 27 B).

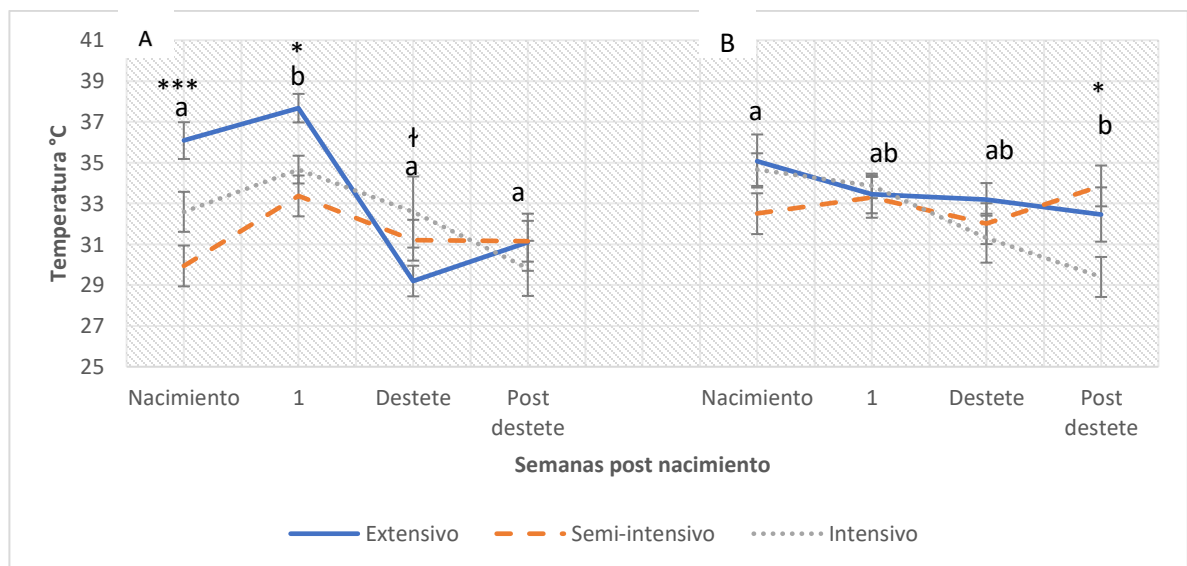


Figura 27: Mediciones termográficas de las camadas de gazapos (media \pm e. e.) provenientes de los sistemas intensivo, semi-intensivo y extensivo a lo largo de la lactancia. El destete en el sistema intensivo ocurrió a las 4 semanas post parto, mientras que en los sistemas extensivo y semi-intensivo ocurrió a las 5 semanas (media \pm error estándar). Letras diferentes refieren diferencia significativa entre las diferentes etapas fisiológicas, asteriscos indican diferencia significativa entre tratamientos. (A= Primer parto, B= Segundo parto).

10.- Discusión

La hipótesis de que el sistema de producción, la sincronía de la gestación y la lactancia, así como la restricción del acceso al nido, alteraban negativamente el comportamiento materno de la coneja, ocasionando alteraciones en el comportamiento social, el desarrollo y la supervivencia de los gazapos, la pudimos comprobar. Ya que se logró observar que en el primer ciclo las conejas del sistema extensivo durante la primera semana postparto tuvieron mayor frecuencia de visitas al nido y arrancado de pelo, lo que concuerda con González-Mariscal *et al.* (2009) quienes reportaron que hembras gestantes y lactantes (manejo característico del sistema intensivo y semi-intensivo) disminuían conductas como el arrancado de pelo o el acarreo de paja a diferencia de conejas únicamente gestantes o lactantes (equivalente al manejo de un sistema extensivo).

Para el segundo ciclo, las conejas de sistema extensivo pasaron más tiempo arrancando pelo y construyendo su nido, a diferencia de conejas de sistema semi-intensivo en el cual la mayor frecuencia fue al momento del parto, aunado a esto, se encontró mayor permanencia en el nido en el sistema extensivo, en cambio se observó un deterioro en la expresión de algunas conductas como la frecuencia de entrada al nido y frecuencia y duración del arrancado de pelo en conejas sometidas a un sistema intensivo, esto concuerda con un estudio realizado por Seltmann *et al.* (2017), en el que refieren el aplazamiento de la construcción del nido durante las últimas 24 horas antes del parto puede estar asociado a un periodo de estrés y a una competencia intrasexual cuando las conejas están gestantes y lactantes simultáneamente.

Estas evidencias muestran en primera instancia que el efecto del sistema si tiene repercusiones en el despliegue de algunas conductas en la coneja, particularmente para el segundo parto, además, el sistema que permite mejor expresión de conducta materna es el extensivo, en el cual las hembras se encuentran en menor estrés como lo sugieren Seltmann *et al.* (2017).

En este trabajo se obtuvieron algunas tendencias estadísticas en conductas algunas conductas como, posiblemente, debido a que los datos obtenidos en los videos analizados fueron insuficientes y no se obtuvieron datos del sistema intensivo, por lo que se recomienda realizar más estudios para su comprobación.

En lo concerniente a los gazapos se obtuvo: en el primer ciclo reproductivo las evaluaciones al destete en los nacidos en el sistema extensivo, tuvieron mayor frecuencia y duración de explorar el ambiente y jugar con sus hermanos, en comparación a las conductas que mostraron los gazapos de los otros dos sistemas, lo que coincide con Hudson *et al.* (2011) y González *et al.* (2015) quienes mencionan que el estrés materno durante la gestación y la lactancia repercute en el desarrollo y comportamiento de las crías.

En referente con los niveles hormonales variaron según los sistemas de producción, encontramos que las concentraciones de progesterona disminuyeron a lo largo del tiempo en los tres sistemas, sin embargo, para el primer parto en las conejas del sistema semi-intensivo esta disminución fue menos marcada a las 24 horas post parto a diferencia de los otros dos sistemas, mientras que, en el segundo parto en el sistema semi-intensivo la concentración plasmática de progesterona fue menor a las 48 horas previas al parto y mayor al parto en comparación con los otros dos sistemas de producción, lo que indica una menor disminución de progesterona. De acuerdo con Arias *et al.* (2007), Benedek *et al.* (2021) y González-Mariscal *et al.* (2015) al aproximarse al momento del parto la relación de progesterona-estrógenos cambia drásticamente, la progesterona disminuye hasta ser prácticamente indetectable el día del parto, lo cual inicia la expresión del comportamiento materno y conductas como el acarreo de paja, el arrancado de pelo y la construcción de nido. En relación a los resultados obtenidos, en los cuales el sistema extensivo tuvo una disminución más marcada de progesterona, mostrando mejor conducta materna, a diferencia del sistema semi-intensivo, en el cual la disminución de los niveles de progesterona fue menor, lo cual puede estar relacionado con la disminución de la expresión de las conductas, por otro lado, en el sistema intensivo, aunque se observó esta disminución de progesterona las conductas no se expresaron, lo que

puede deberse al tamaño de la muestra por lo que se recomienda profundizar en las evaluaciones para dar continuidad a nuestros resultados.

Con relación a los estrógenos en el primer parto se observó un aumento de estrógenos a través del tiempo, lo que es concurrente con lo mencionado por Arias *et al.* (2007), Benedek *et al.* (2021) y González-Mariscal *et al.* (2015), quienes indican que al aproximarse al momento del parto la relación de progesterona-estrógenos cambia drásticamente, los estrógenos se elevan bruscamente; sin embargo, este cambio no se apreció en el segundo parto, lo cual puede deberse a la disminución de las muestras obtenidas o a problemas con el manejo de las muestras, por lo que se sugiere hacer más estudios para confirmar nuestros hallazgos.

De la misma manera, para el primer parto se observaron mayores concentraciones de estrógenos en el sistema extensivo a las 24 horas post parto y en el segundo parto menores concentraciones 48 horas preparto en el sistema semi-intensivo, en una comparación de los tres sistemas se aprecia que el aumento de las concentraciones de estrógenos fue más evidente en el sistema extensivo, lo que difiere con lo reportado por Ilés *et al.* (2013), quienes encontraron que, en conejas separadas de sus camadas (similar a sistema intensivo y semi-intensivo), los niveles plasmáticos de estrógenos y progesterona fueron mayores con respecto a conejas sin separación de la camada (similar a sistema extensivo), estos datos pueden relacionarse con la fertilidad observada en este estudio.

Dicha fertilidad se vio afectada en el presente trabajo debido al sistema de producción, ya que las conejas del sistema intensivo durante el segundo ciclo tuvieron el más bajo porcentaje de fertilidad que las conejas de los demás sistemas de producción, siendo el sistema extensivo el que presentó el más alto porcentaje de fertilidad, por lo que si se relaciona con los mayores niveles de estrógenos encontrados al post parto, concuerda con lo mencionado por Arias *et al.* (2007) y McNitt *et al.* (2013) quienes indican que altos niveles de estrógenos están relacionados a la presencia de folículos maduros y la aceptación de la monta que permite se lleve a cabo una gestación. Además, Crespo (2015) y Exequiel *et al.*

(2021), mencionan que intervalos entre partos amplios (correspondiente con sistema extensivo) inducen mejor productividad y fertilidad, lo que coincide con nuestros resultados.

Con respecto a los pesos obtenidos en ambos ciclos productivos no se encontró diferencia significativa en el peso de las conejas entre los sistemas de producción, aunque, sí hubo un efecto del tiempo de la medición y particularmente se encontró una interacción significativa entre el sistema de producción y el tiempo, donde las conejas de sistemas extensivos recuperaron mayor peso desde el parto hasta el destete, esto concuerda con lo que menciona Crespo (2015) y López (2020) ya que indican que en intervalo entre partos amplios (correspondiente con sistema extensivo) permite un mejor peso y condición corporal de la coneja al parto, y una recuperación más eficiente de estos parámetros en la semana 4 o 5 postparto.

Nuestros resultados sugieren que el sistema extensivo permite una mejor recuperación de peso en las conejas entre parto y parto, lo que mejora el bienestar, el estado nutricional y la fisiología de la reproducción en las hembras, esto es concurrente con los datos obtenidos de fertilidad y concentración plasmática de estrógenos.

Si bien, se recomienda realizar más estudios por tiempos más prologados, ya que para el segundo parto el peso de las conejas del sistema extensivo tendió a subir hacia la semana 5, en cambio el peso de las conejas del sistema intensivo tendió a bajar en la semana 4 y 5 post parto, sin embargo, esto no mostró una relevancia estadística. Esto también podría estar relacionado con la exigencia de trabajo y el estrés nutricional al que es sometida la coneja, ya que Egea (1993) menciona que una coneja no se va a reproducir o no lo hará con todo su potencial si no tiene cubiertas sus necesidades básicas de alimentación, si se encuentra en situaciones de estrés, con baja condición corporal o de salud, lo que puede repercutir en otras funciones fisiológicas, como es el caso de la producción de hormonas reproductivas. Por su parte Exequiel *et al.* (2021) reporta que la productividad de las conejas difiere de acuerdo con el ritmo reproductivo aplicado, y esto afecta el índice de conversión alimenticia kg de alimento/kg de carne.

Respecto a la termografía, en las conejas durante el primer ciclo se encontró que la temperatura en el primer parto fue mayor en el sistema extensivo en la semana 1, 2 y 3 post parto en la zona auricular, ocular y en la cabeza, contrario al sistema semi-intensivo que obtuvo las menores temperaturas en la cabeza a la semana 1 post parto, además, se registró una tendencia al destete y post destete donde las conejas del sistema intensivo mostraron mayores temperaturas en la zona ocular, no obstante, Lima *et al.* (2013), indican que las temperaturas que evidencian estrés en conejos detectadas en el ojo son superiores a 39.57 °C y 39.75 °C en el oído externo; concluyen que la temperatura del ojo es un buen punto de referencia en conejos mediante termografía infrarroja. Sin embargo, en el presente estudio, temperaturas igual o superior a 39.57°C solo se presentaron en 9 conejas a lo largo del estudio, por lo que no presentan una relevancia estadística ni predisposición a algún sistema de producción. Jaén (2020) menciona que el lugar óptimo para medir estrés mediante termografías en conejos es el oído, sin embargo, en estas mediciones no se encontraron diferencias entre sistemas.

Asimismo, Benedek *et al.* (2021) menciona que el nivel de progesterona se ve alterado por el nivel elevado de cortisol lo que influye en conductas como la preparación del nido, lo cual no coincide con los resultados obtenidos, debido a que las conejas de sistema extensivo mostraron mayores temperaturas, lo que indicaría mayor estrés, pero mejores niveles de progesterona y conductas maternas, esto aunado a que las temperaturas encontradas no fueron lo suficientemente altas para indicar estrés, se puede concluir que aunque fue el grupo con temperatura más elevada, esto no fue debido al estrés al que estaba sometida la coneja, si no que pudo atribuirse a diversos factores como la zona en la que se encontraban las conejas, la posición en la que se encontraban las conejas al momento de la toma o el horario en el que se obtuvieron las mediciones.

En el segundo ciclo reproductivo las conejas del sistema extensivo al parto en la semana 1 y 5 post parto mostraron mayores temperaturas en la zona de la cabeza, sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas entre los sistemas.

Por otro lado, se comprueba nuestra hipótesis sobre la repercusión del desarrollo y la supervivencia de los gazapos, en primer lugar, el sistema de producción si repercutió de forma importante el peso de los gazapos, ya que los gazapos del sistema extensivo obtuvieron mejores pesos al nacimiento, al destete y una semana posterior al destete en ambos partos y los gazapos del sistema intensivo mostraron menores pesos al destete y post destete en ambos ciclos, lo que concuerda con Coureaud *et al.* (2000) quienes sostienen que no existe mejor ganancia de peso en los primeros 5 días post parto en los gazapos cuando se permite el acceso libre al nido (característica del sistema extensivo) y cuando se restringe (característica del sistema intensivo y semi-intensivo), por el contrario, en los días 9 a 21 post parto, encontraron una diferencia significativa, donde los gazapos con acceso libre al nido registraron mayores pesos, lo que coincide con los datos obtenidos, en los cuales no se observó una diferencia significativa en la ganancia de peso a la semana 1 post parto, asimismo, al analizar los datos a través del tiempo y al destete se encontró una diferencia significativa, en la cual los gazapos de sistema extensivo que presentaron un acceso libre al nido registraron mayores pesos a comparación de los otros dos sistemas. Estudios hechos por Tufarelli *et al.* (2022) reportan que el sistema de crianza tiene un efecto significativo en el rendimiento del crecimiento de los conejos, ya que conejos criados de forma semi libre también (similar al sistema extensivo) permite mejorar la calidad de la canal, igualmente Coureaud *et al.* (2010), García-Torres *et al.* 2015 y Bautista *et al.*, 2017 mencionan que la condición corporal de la coneja influye directamente en la producción de calostro y con esto la supervivencia y ganancia de peso de los gazapos, lo que concuerda con que a lo largo del tiempo las conejas del sistema intensivo ganaban menor peso a diferencia de los otros sistemas, lo que podía repercutir en la producción láctea y con esto la ganancia de peso en sus gazapos.

Con relación al número de gazapos nacidos vivos y muertos, se encontró menor número de gazapos nacidos muertos en el sistema extensivo, lo que concuerda con lo mencionado por Naturil-Alfonso *et al.* (2016), quienes documentaron que hembras gestantes, que sufren estrés nutricional (como podría ser el caso de

conejas sometidas a sistema semi-intensivo e intensivo), pueden disminuir el tamaño de camada, no obstante, el número de gazapos nacidos vivos no fue diferente en ningún sistema de producción para ningún parto.

En los parámetros de mortalidad de los gazapos para el parto 1, se encontró mayor número de muertos en la lactancia en el sistema intensivo, seguido del sistema semi intensivo, esto aunado al mayor peso al nacimiento en el sistema extensivo, concuerda con lo mencionado por Bautista *et al.* (2017), quienes refieren que el peso en los gazapos al nacimiento es fundamental para mejorar la conversión alimenticia a lo largo de la lactancia, disminuye la probabilidad de muerte por hipotermia y se obtienen mejores pesos al destete, igualmente, la mortalidad a la primera semana de vida fue mayor en gazapos del sistema intensivo, lo que concuerda con Coureaud *et al.* (2000) quienes comprobaron que camadas con restricción de acceso al nido (característica del sistema intensivo y semi-intensivo) presentaron mayor mortalidad por inanición a comparación de las conejas con acceso libre a nido (características del sistema extensivo). En nuestro estudio también encontramos para el segundo ciclo que el mayor porcentaje de gazapos que sobrevivieron al destete fue en los sistemas extensivo, seguido del semi-intensivo, en tanto que en el sistema intensivo hubo mayor porcentaje de gazapos muertos al destete en ambos ciclos reproductivos.

Un punto a considerar respecto a la mortalidad en el sistema intensivo, es que esta pudo deberse a descuidos maternos, ya que coincide que las conejas de sistema intensivo mostraron menor conducta materna, además, en conejas sometidas a sistema intensivo mostraron conductas de canibalismo materno, lo que tiene concordancia con lo mencionado por Hudson *et al.* (2011) y González-Mariscal *et al.* (2015) quienes refieren de infanticidio en conejas silvestres sometidas a estrés durante el período nidícola temprano.

Con respecto a la termografía en los gazapos durante el primer ciclo reproductivo la temperatura de la camada fue mayor en el sistema extensivo al momento del nacimiento y una semana posterior, de acuerdo con Shimada (2007), Hudson *et al.* (2011) y Hernández (2015), durante los primeros días de vida, los gazapos requieren

de un nido que les ayude en la termorregulación, por lo cual un nido con temperaturas altas indica una buena conducta materna por parte de la coneja que favorece la supervivencia de los gazapos, por lo cual, los resultados obtenidos, indicarían una mejor conducta materna en las conejas del sistema extensivo, lo que es congruente con los etogramas realizados.

Con relación a la termografía de los gazapos en el segundo ciclo, las temperaturas más bajas se registraron en el sistema intensivo a una semana post destete. Finalmente tendió a ser mayor la temperatura en las camadas del sistema semi-intensivo durante el destete, lo que corresponde con lo reportado por Rödel *et al.* (2017) y Jaén (2020) mencionan que en gazapos se ha medido la temperatura como indicador de estrés en la región interescapular a partir de los 12 días de vida, en los resultados obtenidos la temperatura de los gazapos del sistema extensivo fue menor que los demás sistemas, lo que podría indicar menor estrés en los gazapos, que está relacionado con la mejor conducta materna expresada por las conejas de este sistema. Mientras que en el segundo parto se encontraron similares resultados, aunque no fueron significativamente diferentes.

11.- Conclusiones

- El sistema extensivo permite mejor expresión de conductas maternas en la coneja.
- El sistema extensivo permite mayor tiempo de contacto con la madre favoreciendo el comportamiento social y exploratorio de las crías, disminuyendo el estrés en los gazapos.
- El sistema extensivo en las conejas permite mejor ganancia de peso posterior al parto y mejor producción de hormonas como la progesterona y los estrógenos.
- Los gazapos del sistema intensivo registraron los pesos más bajos al momento del destete y esto se mantuvo una semana posterior.
- Las conejas que se encuentran en sistema intensivo presentan menores valores de fertilidad.
- La termografía no resultó ser de utilidad como indicativo de estrés en las conejas producido por los diferentes sistemas de producción.

12.- Referencias

1. Aguirre J., (2018). Activación de las células dopaminérgicas en algunas estructuras del sistema mesolímbico en relación con el amamantamiento en la coneja (Tesis de doctorado). Centro de investigación biomédicas, Universidad Veracruzana.
2. Aimacaña J., (2017). Determinación de los parámetros reproductivos postparto en conejos en el CEYPSA. Unidad académica de ciencias agropecuarias y recursos naturales.
3. Alba J., Carmona A., Cárdenas R., (2002). Las bases biológicas del comportamiento materno en los roedores. Ciencia, comunicaciones libres, pp 79-84.
4. Álvaro C. (2016). Causas de fallo reproductivo en una explotación cunícola. Research Gate, 5, 1-45.
5. Apel S, Hudson R, Coleman GJ, Rödel HG, Kennedy GA. (2020) Regulation of the rabbit's once-daily pattern of nursing: a circadian or hourglass-dependent process? *Chronobiology International*.37(8):1151-1162.
6. Arias M., García R., Rebollar P., Lorenzo P., (2007). Desarrollo folicular en la coneja. *Producción Animal*, 103 (4): 173-185.
7. Arteaga L., Bautista A., Martínez M., Nicolás L., Hudson R., (2008). Scent marking, dominance and serum testosterone levels in male domestic rabbits. *Physiology and Behavior*, 94, 510-515.
8. Barlow SM, Knight F, Sullivan FM (1978). Delay in postnatal growth and development of offspring produced by maternal restraint stress during pregnancy in the rat. *Teratology* 18(2):211–218. <https://doi.org/10.1002/tera.1420180206>.
9. Baumann P., Oester H., Stauffacher M. (2005). The influence of pup odour on the nest related behavior of rabbit does (*Oryctolagus cuniculus*). *Applied Animal Behaviour Science*, 93: 123-133, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.11.017>.
10. Bautista A, Zepeda JA, Reyes-Meza V, Féron C, Rödel HG, Hudson R. (2017). Body mass modulates huddling dynamics and body temperature profiles in rabbit pups. *Physiol Behav*. 2017 Oct 1;179:184-190. doi: 10.1016/j.physbeh.2017.06.005. PMID: 28619291.
11. Benedek I., Altabäcker V., Molnár T., (2021). Stress reactivity near birth affects nest building timing and offspring number and survival in the European rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Plos one*: 16(1).
12. Benirschke K., (2008). Comparative placentation. Obtenido de <http://placentation.ucsd.edu/rabbitfs.htm>.
13. Botelho N., Vierira-Pinto M., Batchelli P., Pallisera J., Dalmau A., (2020). Testing and animal welfare assesment protocol for growing-rabbits reared for meat production base don the welfare quality approach. *Animals* 10, 1415, doi:10.3390/ani10081415.

14. Boucher S., (1988). Relación entre el color de la vulva y otros factores reproductivos en conejas multíparas, Boletín de cunicultura.
15. Bridges RS, Robertson MC, Shiu RP, Friesen HG, Stuer AM, Mann PE., (1996). Endocrine communication between conceptus and mother: placental lactogen stimulation of maternal behavior. *Neuroendocrinology*. 64(1):57-64. doi: 10.1159/000127098. PMID: 8811667.
16. Caballero S. Villa-Godoy A., (2010). Fisiología veterinaria e introducción a la fisiología de los procesos productivos. Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Departamento de fisiología y farmacología, Primera edición. México.
17. Caldelas I, Tejadilla D, González B, Montúfar R, Hudson R., (2007). Diurnal pattern of clock gene expression in the hypothalamus of the newborn rabbit. *Neuroscience*. 19;144(2):395-401. doi:10.1016/j.neuroscience.2006.09.020. PMID: 17055660.
18. Camps J., (1997). Importancia de la etología para manejar el manejo de los conejos. *Cunicultura* 4, ático 1° Barcelona.
19. Cantalapedra J., Puerta J., Yllera M., Blanco I., Fernández M., (2012). Bienestar animal, Salud y enfermedad en relación con el comportamiento. Xunta de Galicia.
20. Capra G., (2014). Tecnología de producción de conejos para carne. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Uruguay. INIA.
21. Chmurska M., Sowinska N. (2020). Hormonal regulation of pregnancy and related behavioral changes in rabbits. *Medycyna Weterynaryjna*, 76, 11-16.
22. Crespo S., (2015). Comportamiento maternal de la coneja lactante con acceso restringido al nido, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
23. Coureaud G., Schaal B., Coudert P., Hudson R., Rideaud P., Pierre O. (2000). Mimicking Natural Nursing Conditions Promotes Early Pup Survival in domestic rabbits. *Laboratoire de Comportement Animal\ Station de Physiologie de la Reproduction\CNRSINRA Nouzilly* , *Ethology* 106, 207-225.
24. Coureaud G., Charra R., Datiche C., Thomas-Danguin T., Languille S., Hars B., Schaal. (2010). A pheromone to behave, a pheromone to learn: the rabbit mammary pheromone. *Comparative Physiology A*. 196:779-790 DOI: 10.1007/S00359-010-0548-y.
25. Dalmau A., Pallisera J., Moles X., Xercavins A., Velarde A., (2019). Protocolo de evaluación de bienestar para conejos reproductores y gazapos. Guatemala: IRTA.
26. De Lima V, Piles M, Rafel O, López-Béjar M, Ramón J, Velarde A, Dalmau A. (2013). Use of infrared thermography to assess the influence of high environmental temperature on rabbits. *Res Vet Sci* 95 (2): 802-810. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2013.04.012>.
27. Egea M., (1993). Fisiología de la reproducción en el conejo doméstico. Facultad de Veterinaria, Cáceres. Boletín De cunicultura N°69.

28. Exequiel S, Soledad P, Mariana R, Silvia B., (2021). Global feed conversion in semi-intensive rabbit production system of Argentina. *Trop Anim Health Prod.* May 17;53(2):327. doi: 10.1007/s11250-021-02766-4. PMID: 34002263.
29. Felton, M., Linton N., Rosenblatt J., (1999). "Estrogen implants in the lateral habenular nucleus do not stimulate the onset of maternal behavior in female rats", *Hormones and Behavior*, 35, pp. 71-80.
30. Fernández-Carmona J., Solar A., Pascual J.J., Blas E., Cervera C. (2005). The behaviour of farm rabbit does around parturition and during lactation. *World Rabbit Science.*, 13: 253-277.
31. Fernández-Carmona J., Blas E., Cervera C., Fernández C., Jover M., Pascual J., (2011). Datos sobre conducta y bienestar de animales en granja. Editorial UPV, Valencia 170-185
32. Fernández J., Blas E., Cervera C., Fernández C., Jover M., Pascual J.J. (2011). Datos sobre conducta y bienestar de animales en granja. Editorial UPV, Valencia: 170-185.
33. Fernández J., Solar A., Pascual J., Blas E., Cervera C., (2005). The behaviour of farm rabbit does around parturition and during lactation. *WorldRabbitSci.*, 13: 253-277.
34. Fusi A., (1994). El comportamiento sexual del conejo. Universidad Autónoma de Brcelona.
35. García J., (2019). La visión cromática. Académico de Número de la Real Academia Nacional de Medicina de España – Oftalmología, DOI: 10.32440/ar.2019.136.03. rev05.
36. García-Torres E., Hudson R., Castelán F., Martínez-Gómez M., Bautista A., (2015). Differential metabolism f brown adipose tissue in new born rabbits in relation to position in the litter huddle. Instituto de investigaciones biomédicas, UNAM, *Journal of Thermal Biology* 51, 33-41.
37. Gómez B., Ortiz R., Becerril R., Román R., Herrera J., (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, 15-33.
38. Gómez E., Domínguez E., Iborra O., de la Fuente J., de Córdoba M., (2015). Termografía y Termografía psicomática. Ediciones, fundación internacional Arteccità.
39. Gómez B., (2012). Relación del nivel de alimentación, cambio de jaula y ayuno sobre la receptibilidad sexual y tasa de gestación en conejas nulíparas Nueva Zelanda y California, Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, *Revista científica Hidalgo Vol. XXII, N°1* pp 37-43.
40. Gómez B., Ortiz R., Becerril R., Román R., Herrera J., (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, 15-33.

41. Gómez, R.B., Becerril, P.C.M., Torres, H.G., Ortiz, R.R., Herrera, C.J., (2008). Efectos ambientales, genéticos directos, maternos y de heterosis en la producción de leche de conejas Nueva Zelanda Blanco, Californiana y sus cruzas recíprocas. *Tropical and Subtropical*.
42. González-Mariscal G., Chirini R., Hudson R., (1994). Prolactin stimulates emission of Nipple Pheromone in ovariectomized New Zealand White Rabbits. *Biology of reproduction*, 5 , 373-376.
43. González-Mariscal G., Melo A., Jiménez P., Beyer C., Rossenblatt J., (1996). Estradiol, Progesterone, and prolactine Regulate Maternal nest building in rabbits. *Neuroendocrinology* Vol. 8, pp 901-907.
44. González-Mariscal G., (2001). Neuroendocrinology of maternal behavior in the rabbit. *Hormonal Behavior.*, Vol. 40, pp 125-132
45. González-Mariscal G., Torbio A., Gallegos J., Serrano-Meneses M., (2013). The characteristics of suckling stimulation determine the daily duration of mother-young contact and milk output in rabbits. *Dev. Psychobiol.*, Vol. 55 pp 809-817.
46. González-Mariscal G., Caba M., Martínez M., Bautista A., Hudson R. (2015). Mothers and offspring: The rabbit as a model system in the study of mammalian maternal behavior and sibling interactions. *ELSEVIER Science direct*, Vol. 77, pp 30-41.
47. González-Mariscal G., Poindron P. (2002). Parental care in mammals: immediate internal and sensory factors of control. *Hormonal Behavior*; Vol. 1 pp 215–298.
48. González-Mariscal G., McNitt J., Lukefahr. (2007). Maternal care of rabbits in the lab and on the farm: Endocrine regulation of behavior and productivity. *Science Direct* Vol. 52 pp 86-91.
49. González-Mariscal G., Gallegos J., Sierra A., Garza J., (2009). Impact of concurrent pregnancy and lactation on maternal nestbuilding, estradiol and progesterone concentrations in rabbits, *World Rabbit Sci.*, Vol. 17 pp 145 – 152 WRSA, UPV, México DF.
50. González P. González M., López M., Fernández M., Finzi A., Villagra A., (2015). Comportamiento materno y bienestar de la coneja doméstica y silvestre y su camada. *ITEA*, Vol. 111 (4) pp 326-347
51. González P., Pascual F., Rodríguez C., (2007). Producción de conejos de aptitud cárnica. En *Sistemas ganaderos en el siglo XXI*. Universidad de Sevilla pp 433-461.
52. González-Ruiz D., García-Bernal M., Gutiérrez-Hernández E., Alcántar-Rodríguez A., Medrano-Hernández J., (2023). Calidad espermática de conejos de la raza chinchilla del módulo de cunicultura de la FES Cuautitlán, durante la primavera. *Revista digital innovación en ciencia, tecnología y educación (ICTE)*.
53. Haber, S.N., Knutson, B., (2010). The reward circuit: linking primate anatomy and human imaging. *Neuropsychopharmacology* 35, 4–26.
54. Hawkins P., Huberecht R., Buckwell A., Cubitt S., (2008). Refining rabbit care. A resource for those working with rabbits in research. *RSPCA*,

British Veterinary Association Animal Welfare Foundation, Fund for the replacement of animals in Medical experiments.

55. Heiko G., Bautista A. García E., Martínez M., Hudson R., (2008). Why do heavy littermates grow better than lighter one? A study in wild and domestic European rabbits. *Physiology and Behavior*. Elsevier. Vol. 95, pp 441-448.
56. Hernández A., (2015). Evaluación de la producción de leche en conejas de la raza Nueva Zelanda y uso de la lactancia controlada para disminuir la mortalidad en gazapos, Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
57. Hoekzema E., Tamnes C., Berns P., Barba E., Pozzobon C., Picado M., Lucco F., Martínez M., Desco M., Ballesteros A., Crone E, Vilarroya O., Carmona S., (2020). Becoming a mother entails anatomical changes in the ventral striatum of the human brain that facilitate its responsiveness to offspring cues, *Psychoneuroendocrinology*, Vol. 112, 104507.
58. Hoy S., Seitz K., Selzer D., Schüddemage M., (2000). Nursing behaviour of domesticated and wild rabbit does under different keeping conditions In: 7° World Rabbit Congress, Vol B, Valencia, pp 537-543.
59. Hudson R, Distel H., (1990). Sensitivity of female rabbits to changes in photoperiod as measured by pheromone emission. *J Comp Physiol A*; 167(2):225-30. doi: 10.1007/BF00188115. PMID: 2213657.
60. Hudson R., Bautista A., Reyes V., Morales J., Rödel H., (2011). The effect of siblings on early development: A potential contributor to personality differences in mammals. *Instituto de investigaciones biomédicas, Universidad Autónoma de México*.
61. Hudson R., (1996). Tres minutos al día: el comportamiento de los gazapos con un cuidado maternal limitado, VI Congreso Mundial de cunicultura, Toulouse, Universidad Autónoma de Barcelona, España.
62. Hudson R, Cruz Y, Lucio A, Ninomiya J, Martínez-Gómez M., (1999). Temporal and behavioral patterning of parturition in rabbits and rats. *Physiol Behav*;66(4):599-604. doi: 10.1016/s0031-9384(98)00331-x. PMID: 10386903.
63. Hudson R., Müller A., Kennedy G., (1995). Parturition in rabbits Is compromised by Daytime Nursing: The role of oxytocin. *Biology of reproduction* Vol. 53, pp 519-524.
64. Ilés, I., Benazzoug, Y., Messili, A., Boukhari, S., and Boiti, C. (2013). Oestrus induction in primiparous lactating rabbits by a 48 hours mother-litter separation: endocrine and behavioural responses. *World Rabbit Science*. 21(3) pp 161-168.
65. Jáen-Tellez J., Sánchez-Guerrero M., Valera M., González-Redondo P., (Junio 2021). Influence of Stress Assessed through Infrared Thermography and Environmental Parameters on the Performance of Fattening Rabbits. *animals*, 11, 12.
66. Jáen-Tellez J., Sánchez-Guerrero M., López-Campos J., Valera M., González-Redondo P., (2020). Acute stress assessment using infrared

- thermography in fattening rabbits reacting to handling under Winter and summer conditions. Spanish Journal of Agricultura Research, 18 (2) 13. Doi: <https://doi.org/10.5424/sjar/2020182-15706>
67. Jeffrey R., (2001). Rabbit behavior, Avian and exotic animal hospital, San Diego, California
 68. Jensen P., (2004). Etología de los animales domésticos. Edit. Acribia, Zaragoza, pp239.
 69. Jiménez A., Larry J., Triana-Del Rio R., LaPrairie J., González-Mariscal G., (2015). Neuroanatomical distribution of oxytocin receptor binding in the female rabbit forebrain: Variations across the reproductive cycle, ScienceDirect, USA, pp 329-339.
 70. Jiménez A., Jiménez P., Inoue J., Young L., González Mariscal G., (2023). Oxytocin antagonist does not disrupt rabbits maternal behavior despite binding to brain oxytocin receptors. Journal Neuroendocrinology, e13236 pp 1-8. DOI: 10.1111/jne.13236.
 71. Jolivet G., Carlier N., Harscoët E., Airaud E., Dewaele A., Cloé Pierson,¹ Frank Giton,² Laurent Boulanger,¹ Nathalie Daniel,¹ Béatrice Mandon-Pépin, Pannetier M., Pailhous E., (2022). Fetal Estrogens are not Involved in Sex Determination But Critical for Early Ovarian Differentiation in Rabbits. Endocrine society, OXFORD, 163, 1-22.
 72. Kuehl O., (2001). Diseño de Experimentos. 2ª edición. Internacional Thomson Editores México.
 73. Kleinbaum D., Klein M., (2010). Logistic regression. USA: 3º edition Springer.
 74. Lebas F., Coudent P., Rochambeau H., Thébault., (1996). El conejo, cría y patología. FAO.
 75. Lévy F., Porter RH., Kendrick KM., Keverne EB., Romeyer A., (1996). Physiological, sensory, and experiential factors of parental care in sheep. Advances in the Study of Behavior Vol. 25 pp 385–422.
 76. Lonstein, J., Morrel, M.P., and Marler, C. A., (2015). Parenting Behavior. Knobil and Neill's. Physiology of Reproduction. Fourth Edition.
 77. López M., (2002). El bienestar en la especie cunícola. Unidad de producción Animal, Vol. 177.-50013, pp 6-16.
 78. López M, Cervera C, Pascual JJ., (2020). Bienestar y resultados zootécnicos en conejas de aptitud carne. Revisión bibliográfica. ITEA- Información Técnica Económica Agraria Vol. 116(2): pp 131-149.
 79. Lorenzo P., García-García R., Arias-Álvarez M., Rebollar P., (2014). Reproductive and nutritional management and ovarian response and embryo quality on rabbit does. Reproduction in Domestic Animals. Vol. 49 pp 49-55.
 80. Mena F., Clapp C., Martínez de la Escalera G., (1990). Age-related stimulatory and inhibitory effects of suckling regulate lactation in rabbits. ELSEVIER. Physiology and behavior. Vol. 48, 2: pp 307-310.
 81. Martín M., (2016). Sincronización de celo y estimulación de la receptividad en las conejas”, Boletín de cunicultura #181, España.

82. Martín-García P., Llobat L., Rouco C., Aguayo-Adán J., Larsen T., Cambra-López M., Blas E., Pascual J., (2022). Nutritional Metabolites as Biomarkers of previous feed intake in European Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*): Application of conservation. Institute for Animal Science and Technology, Universitat Politècnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia Spain.12,2608.
83. McNitt J., Lukefahr S., Cheek P., Patton N., (2013). Rabbit production. UK: 9th edition CABI.
84. Melo, A., Gonzalez-Mariscal G., (2003). Placentophagia in rabbits: Incidence across the reproductive cycle. *Developmental Psychobiology* Vol. 43: pp 37-43.
85. Molinero J., (1988). Ciclo sexual y determinación del celo de la coneja Universidad autónoma de Barcelona.
86. Mossman, H., (1987). *Vertebrate Fetal Membranes*. MacMillan, Houndmills.
87. Nielson S., Alvarez J., Bicout D., Calistri P., Depner K., Drewe J., Garin-Bastuji B., González J., Schmidt C., Michel V., Miranda M., Roberts H., Sihvonen L., Spoolder H., Stahl., Velarde A., Viltrop A., Buijs S., Edwards S., Candiani D., Mosbach-Schilz O., Stede Y., Winckler C., (2020). Health and welfare of rabbits farmed in different production systems. *EFSA Journal*, Panel on Animal Health and Welfare, 18(1):5944 doi: 10.2903/j.efsa.2020.5944.
88. Nowak R., Porter RH, Levy F., Orgeur P., Schaal B. (2000) Role of mother–young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. *Rev Reprod*; Vol., 5 pp 153–163.
89. Naturil-Alfonso, C., Lavara, R., Vicente, J. S., and Marco-Jiménez, F., (2016). Effects of female dietary restriction in a rabbit growth line during rearing on reproductive performance and embryo quality. *Reproduction in Domestic Animals*. Vol. 51(1): pp 114-122.
90. Olivera A., Bernardi L., Monteiro A., Weber S., Borges T., Dalmau A., Costa L., (2022). Induced stress and tactile Stimulation Applied to primiparous does and their consequences on Maternal Behaviour, Human-animal relationship, and future offspring's Sexual disorders. *Veterinary Research Communications*; Vol. 46 pp 925-938.
91. Ortega R., González R., (2012). Principios de reproducción e inseminación artificial en cunicultura. Universidad Autónoma de Baja California Sur.
92. Pardo E., (2006). Compendio de epidemiología [Tesis] Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal, Departamento de Veterinaria.
93. Père M., (2002). Materno-foetal exchanges and utilisation of nutrients by the foetus: comparison between species. *Reprod. Nutr.Dev*, 43, 1-15.
94. Pedersen CA., Boccia ML., (2003). Oxytocin antagonism alters rat dams' oral grooming and upright posturing over pups. *Physiol Behav*. Vol. 80 pp 233-241.

95. Poindron P., (2005). Mechanisms of activation of maternal behavior in mammals. *Reproduction and Nutrition* Vol. 45 pp 341–351.
96. Poindron P., (2005). Mechanisms of activation of maternal behaviour in mammals. *Reproduction Nutrition* Vol. 45 pp 341–351.
97. Popesko P., (1992). A colour atlas of the anatomy of small laboratory animals, 1 rabbit and guinea pigs. Wolfe.
98. Ramírez M., Soto R., Poindron P., Álvarez L., Valencia J., González F., Terrazas A., (2011). Comportamiento maternal alrededor del parto y reconocimiento madre-cría en ovinos Pelibuey. *Scielo* Vol. 42 no.1
99. Rekant S., Lyons M., Pacheco J., Arzt J., Rodríguez L., (2016). Veterinary applications of infrared thermography. *AJVR*. Vol. 77. 98-107.
100. Rigau T., Mora X., Rivera M., Rodríguez J., (2008). Papel de las feromonas en la reproducción de los conejos. *Cunicultura*, Departamento de medicina y cirugía animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona; ASVET.
101. Rödel H., Monclús R., von Holst D., (2006). Behavioral styles in European rabbits: Social interactions and responses to experimental stressors. Department of Animal Physiology, University of Bayreuth, Universitätsstraße 30, D-95440 Bayreuth, Germany
102. Rödel H., Bautista A., Roder M., Gilbert C., Hudson R., (2017). Early development and the emergence of individual differences in behavior among littermates of wild rabbit pups. *Physiology and Behavior* ELSEVIER Vol. 173.101-109
103. Rödel HG, Bautista A, García-Torres E, Martínez-Gómez M, Hudson R., (2008). Why do heavy littermates grow better than lighter ones? A study in wild and domestic European rabbits. *Physiol Behav*. 2008 Oct 20;95(3):441-8. doi:10.1016/j.physbeh.2008.07.011. Epub 2008 Jul 13. PMID: 18675835.
104. Rödel H., (2022). Aspects of social behaviour and reproduction in the wild rabbit implications for rabbit breeding? *Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée*, Université Sorbonne Paris Nord, France, Vol. 30 pp 47-59.
105. Romero C., (2008). La importancia de la cecotrofia en el conejo. Departamento de producción animal, Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid.
106. Rommers J., Boiti C., De Jong I., Brecchia G., (2006). Performance and behavior of rabbit does in a group-housing system with natural mating or artificial insemination. *Reproduction and Nutrition* Vol. 46(6) pp 677-87. doi: 10.1051/rnd:2006038. Epub 2006 Dec 15. PMID: 17169314.
107. Schaefer A., Cook N., Church J., Basarab J., Perry B., Miller A., (2007). The use of infrared thermography as an early indicator of bovine respiratory disease complex in calves. *El sevier. Reserch in Veterinary Science*, Vol. 83 pp 376-384. doi:10.1016/j.rvsc.2007.01.008.

108. Seltmann M., Rangassamy M., Zapka M., Hoffman K., Rödel HG., (2017). Timing of maternal nest building and perinatal offspring survival in a group-living small mammal. *Behav Ecol Sociobiol* 71:64.
109. Shimada A., (2007). Alimentación de conejos. *Nutrición animal*. México Ed. Trillas. pp 267-272.
110. Solar A., (2003). Análisis del comportamiento de conejas multíparas en producción. Trabajo de fin de carrera. Universidad Politécnica de Valencia
111. Soler C., (2009). Estudio de preferencia de piensos de gazapos y de las madres durante la lactación. Trabajo de carrera final. Universidad Politécnica de Valencia.
112. Suarez S. (2015). Gameto y cigoto transporte en Fisiología de la reproducción. USA: Elsevier. pp 197-232.
113. Szendro Z., (1988). Aptitud de las conejas para hacer su nido y su capacidad maternal. IV Congreso nacional de cunicultura, Budapest, Universidad Nacional Autónoma de Barcelona, pp 173-177.
114. Tufarelli V, Tateo A, Schiavitto M, Mazzei D, Calzaretto G, Laudadio V., (2022). Evaluating productive performance, meat quality and oxidation products of Italian White breed rabbits under free-range and cage rearing system. *Anim Biosci*. Vol. 35(6) pp 884-891. doi: 10.5713/ab.21.0327. Epub 2022 Jan 3. PMID: 34991227; PMCID: PMC9066046.
115. Villagrán-Vélez C., Navarro-Hernández J., (2014). Patterns of sexual arousal in the male White New Zealand rabbit. *AMMVEP*. Vol. 25 No.2 pp 37-40.
116. Zarco L. (2018), Cap 4 Endocrinología en Fisiología reproductiva de los animales domésticos (pp 62-77), UNAM FMVZ, México