

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA



ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE
EN LA CONEJA.

Trabajo Final de Máster.

Febrero 2016

Autor: Juan Ignacio D'Amico Tavoloni

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA



ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE
EN LA CONEJA.

Juan Ignacio D'Amico Tavoloni

Orihuela, 2016

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA



ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN LA
CONEJA

Directora del Trabajo:

El Alumno:

Referencias al Trabajo Final de Master:

Identificación:

Autor: Juan Ignacio D'Amico Tavoloni.

Título: Estudio de la producción de leche en la coneja.

Directora del trabajo: María de la Luz García Pardo.

Año: 2016.

Titulación: Máster en Ingeniería Agronómica.

Palabras clave:

Conejo, leche, lactación, tamaño de camada, condición corporal.

Key words:

Rabbit, milk yield, lactation, litter size, body condition

Tipo de trabajo:

Tipo de trabajo: Experimental.

Datos bibliográficos:

Número de citas bibliográficas: 80.

Número de figuras: 0.

Número de cuadros: 0.

Número de gráficas: 14.

Número de tablas: 04.

Agradecimientos:

Quiero agradecer en primer lugar a Mariluz García Pardo, por la ayuda y la paciencia a lo largo de todos estos años de estudio.

En segundo lugar agradecer a los amigos, que siempre han estado cuando los necesité.

Por último, y especialmente, a mis padres y hermanos, gracias por todo.



Índice de Materias:

| | |
|---|----|
| 1. Justificación | 11 |
| 2. Introducción. | 13 |
| 2.1 – La curva de lactación en la coneja | 14 |
| 2.2 – Factores que influyen en la producción de leche. | 15 |
| 2.2.1 – El tamaño de camada. | 15 |
| 2.2.2 – La alimentación. | 16 |
| 2.2.3 – Solape gestación-lactación. | 17 |
| 2.2.4 – Orden de parto. | 18 |
| 2.2.5 – Genética. | 18 |
| 2.2.6 – Temperatura. | 19 |
| 2.2.7 – Número de pezones. | 19 |
| 2.3 – Gestión de las reservas corporales durante la lactación | 20 |
| 2.3.1 – Métodos para medir la condición corporal. | 20 |
| 2.3.2 – Factores de variación de la condición corporal. | 22 |
| 3. Objetivos | 26 |
| 4. Material y métodos. | 28 |
| 4.1 – Descripción de las instalaciones. | 29 |
| 4.2 – Material animal. | 31 |
| 4.3 – Alimentación. | 31 |
| 4.4 – Metodología del estudio. | 32 |
| 4.4.1 – Producción de leche. | 32 |
| 4.4.2 – Grasa perirrenal. | 32 |

| | |
|---|----|
| 4.4.3 – NEFA y leptina. | 33 |
| 4.5 – Modelos estadísticos. | 35 |
| 4.5.1 – Variables estudiadas a lo largo de la lactación. | 35 |
| 4.5.2 – Variables estudiadas para el primer día de lactación. | 36 |
| 5. Resultados y discusión | 38 |
| 5.1 – Resultados de factores que afectan a la producción de leche a lo largo de 25 días de lactación. | 39 |
| 5.2 – Resultados de la gestión de reservas corporales el primer día de lactación. | 47 |
| 6. Conclusiones. | 51 |
| 7. Bibliografía. | 54 |



Índice de gráficas:

| | |
|--|----|
| - Gráfica nº 01: Primera semana de lactación. | 33 |
| - Gráfica nº 02: Segunda semana de lactación. | 34 |
| - Gráfica nº 03: Tercera semana de lactación. | 34 |
| - Gráfica nº 04: Cuarta semana de lactación. | 34 |
| - Gráfica nº 05: Producción diaria de leche en función del orden de parto. | 43 |
| - Gráfica nº 06: Peso de la hembra en función del orden de parto. | 43 |
| - Gráfica nº 07: Ingestión diaria de leche en función del orden de lactación. | 44 |
| - Gráfica nº 08: Producción diaria de leche en función del tamaño de camada. | 44 |
| - Gráfica nº 09: Peso de la hembra en función del tamaño de camada. | 45 |
| - Gráfica nº 10: Peso de la camada en función del tamaño de la camada. | 45 |
| - Gráfica nº 11: Ingestión diaria de leche en función del tamaño de camada. | 45 |
| - Gráfica nº 12: Peso individual de los gazapos en función del tamaño de camada. | 46 |
| - Gráfica nº 13: Ganancia diaria en función del tamaño de camada. | 46 |
| - Gráfica nº 14: Representación gráfica de la primera, segunda y tercera componente principal. | 49 |

Índice de tablas:

- Tabla n° 01: Media minimocuadrática y error estándar para producción diaria de leche (PDL), ingestión diaria de leche (IDL), peso de la hembra (PH), peso individual del gazapo (PIG), peso de la camada (PC) y ganancia diaria (GD). 39
- Tabla n° 02: Medias minimocuadráticas y error estándar para Producción de leche diaria (PDL), Peso de la hembra (PH), Ingestión diaria de leche (IDL), Peso individual del gazapo (PIG), Peso de la camada (PC) y Ganancia diaria (GD). 41
- Tabla n° 03: Medias minimocuadráticas y error estándar para espesor de grasa perirrenal (EGPR), ácidos grasos no esterificados (NEFA) y leptina. 47
- Tabla n° 04: Coeficientes de correlación entre Nacidos vivos (NV), Espesor de la grasa perirrenal (EGPR), Ácidos grasos no esterificados (NEFA), leptina, Ganancia diaria del gazapo (GD), Peso de la hembra (PH), Peso de la camada (PC), Producción diaria de leche (PDL), Ingestión diaria de leche (IDL) y Peso individual del gazapo (PIG). 49



Justificación.

1. Justificación.

En la actualidad las granjas de conejo de España y la Unión Europea orientan la mayor parte de su producción al sector cárnico. Las granjas basan su producción de conejo en la elevada prolificidad de los animales, pero esta prolificidad es irrelevante si va acompañada de una elevada mortalidad durante las fases de cría y engorde.

Durante la fase de cría o lactación los gazapos se alimentan fundamentalmente de la leche materna. La supervivencia de los gazapos vendrá condicionada en gran medida por el volumen y la calidad de la leche que sea capaz de producir la madre. Por tanto, parece importante encontrar qué factores influyen en la producción de leche y en la calidad de la misma, para poder identificarlos y solucionar los problemas derivados de éstos.





Introducción.

2. Introducción.

2.1 – La curva de lactación en la coneja

La producción de leche, así como la curva de lactación en la coneja, tienen una gran influencia en numerosos parámetros productivos de interés en la cunicultura, siendo la velocidad de crecimiento de la camada y su supervivencia durante la lactación, la movilización de reservas en la coneja y el tiempo hasta la siguiente monta efectiva algunos ejemplos (Casado *et al.*, 2005).

La duración de la lactación dependerá del tipo de producción de la explotación. Los sistemas de producción más intensivos, utilizando líneas prolíficas (Maertens *et al.*, 1992) realizan un destete temprano, en torno a los 25 días, para aumentar la eficiencia reproductiva (Nicodemus *et al.* 2002).

La coneja tiende a realizar un amamantamiento diario de unos 3 a 4 minutos de duración (Hudson *et al.*, 2000). A pesar de que la mayoría de las hembras tienen un ciclo de 24 horas entre dos lactaciones, hay algunas que tienden a hacer más de una lactación al día (Hoy y Selzer, 2002; Matics *et al.*, 2004) sin que esto derive en una mayor producción de leche o en un mayor crecimiento de los gazapos (Hudson *et al.*, 2000). Hasta el momento del destete, la coneja amamanta a los gazapos, que dependen exclusivamente de la leche de su madre hasta aproximadamente los 18 o 19 días de edad (Maertens y De Groote, 1990, Fortun-Lamothe y Gidenne, 2000).

La curva de lactación de la coneja es de forma asimétrica, en ella podemos observar un incremento convexo y un decrecimiento cóncavo (Lebas, 1968). El pico de lactación se alcanza durante la tercera semana, decreciendo la producción a partir de la cuarta semana, momento en el que los gazapos comienzan a consumir pienso (El Nagar *et al.*, 2003). La producción media durante el pico de lactación se sitúa en torno a los 320 g/día (Fortun-Lamothe y Sabater, 2003; Xiccato *et al.*, 2005; Maertens *et al.*, 2006) pudiendo alcanzarse dos o tres días antes en aquellas conejas sometidas a un régimen de producción intensivo (Pascual *et al.*, 1999^a).

Tras el pico de lactación, la producción de leche comienza a decrecer hasta el momento del, siendo en ese momento la producción media de 165 g/día.

2.2 – Factores que influyen en la producción de leche.

Los estudios realizados por numerosos autores sobre los factores que afectan a la producción de leche señalan la alimentación de las conejas, sus niveles de reservas corporales, el solapamiento gestación-lactación, el tamaño de camada, el orden de parto y la temperatura, como los factores más importantes (Maertens *et al.*, 2003).

2.2.1 – El tamaño de camada.

En las últimas décadas, la selección genética en las líneas maternas se ha centrado en la prolificidad, como resultado se han obtenido camadas superiores a 10 gazapos (Tudela *et al.*, 2003). Son numerosos los estudios que mantienen que el tamaño de camada es el factor principal que afecta a la producción de leche (McNitt y Lukefahr, 1990; Pascual *et al.*, 1996 y 1999^b). No sólo el incremento del tamaño de la camada aumenta la producción de leche, sino que está también aumenta, junto con el peso al parto de la camada, gracias a la influencia del útero (Vazquez Martinez *et al.*, 1999). Por cada individuo que se añade en la camada se observa un aumento medio en la producción de leche de 42.9, 84.4, 102.4, 84.6 y 306.9 g de leche para la primera, segunda, tercera y cuarta lactación, y la producción total, respectivamente (Iraqi y Youssef, 2006). Otros estudios (Pascual *et al.*, 1996) afirman que la producción de leche es un 32% mayor en hembras con camadas de 10 gazapos, que en aquellas con 7 u 8 gazapos. Theilgaard *et al.* (2009), a su vez, observaron una producción de leche un 49% superior en conejas con 9 gazapos, que en aquellas con 5.

2.2.2 – La alimentación.

Un elevado consumo de pienso con un correcto balance de sus nutrientes son fundamentales para alcanzar las elevadas necesidades productivas en conejo (De Blas, 2012). La composición del pienso y, concretamente, su contenido en grasa, son, uno de los factores que mayor efecto tienen sobre la producción de leche y su composición (Pascual *et al.*, 2003). Los conejos son capaces de digerir la grasa eficazmente (Maertens *et al.*, 1986; Santomá *et al.*, 1987) y ésta permite incrementar la concentración energética diaria y mejorar el índice de conversión del pienso en dietas ricas en fibra (Partridge *et al.*, 1986). Un alto contenido en grasa en los piensos incrementa la eficiencia de la transformación de la energía digestible en leche (Pascual *et al.*, 2000). Sin embargo, la inclusión de grasa en el pienso suele tener un máximo de inclusión de 30 a 35 g/kg debido a su efecto negativo en la estructura del pellet del pienso y en la calidad de la carne (De Blas, 2012). Numerosos estudios han demostrado que la adición de 30 g de grasa en las dietas ha aumentado la producción de leche, siendo este factor más notorio en las conejas multíparas (De Blas *et al.*, 1981).

Otro de los componentes que afectan a la producción de leche en conejo es el contenido en fibra, De Blas (2012) observó valores máximos de producción de leche con la adición en el pienso de 360 gramos de fibra neutra detergente por kg de materia seca de pienso.

La adición de proteína digestible, con el objetivo de cubrir las altas necesidades de proteína y aminoácidos y poder alcanzar el potencial máximo de producción influye en la producción de leche. Xiccato (1996) establece una inclusión óptima de 12 g/MJ de energía digestible en hembras lactantes.

2.2.3 – Solape gestación-lactación.

Existe un efecto negativo en la producción de leche producido por el solapamiento de la gestación con lactación (Lebas, 1972). El descenso de la producción de leche debido al solape de la gestación con la lactación se debe al aumento de las necesidades de gestación a medida que se desarrollan los fetos (Parigi-Bini y Xiccato, 1998) el incremento del útero que reduce la capacidad de ingestión de la coneja y a cambios hormonales producidos por la cercanía al parto (Maertens *et al.*, 2003). En la práctica se utilizan 3 ritmos reproductivos: intensivo con un solapamiento gestación-lactación completo, semi-intensivo con un solapamiento a partir de los 11 días después del parto y un tercer ritmo en el que prácticamente no existe solapamiento (Maertens *et al.*, 2003).

En las conejas sometidas a un ritmo intensivo de reproducción, la curva de lactación comienza a decrecer entre los días 17 (Xiccato *et al.*, 1995 y 2005; Pascual *et al.* 2002) y 19 (Xiccato *et al.*, 1995) mostrando un acusado decrecimiento lineal en los últimos 10 días de gestación (Maertens *et al.*, 2003). Sin embargo en las hembras primíparas que se encuentran gestantes al principio de la lactación este descenso comienza entre los días 16 y 17 (Xiccato *et al.*, 1995; Pascual *et al.*, 2002). También se ha observado que el pico de lactación fue menor en hembras inseminadas inmediatamente tras el parto, que en aquellas que se inseminaron después de transcurrir 11 días tras el parto (Szendrö *et al.*, 1985; Xiccato *et al.*, 1995). El descenso de la producción de leche debido al solapamiento de la gestación con la lactación para lactaciones de 28 días está entre el 19 y el 22% dependiendo de la dieta (Maertens y De Groot, 1988, Xiccato *et al.*, 1995).

2.2.4 – Orden de parto.

La producción de leche mantiene una relación curvilínea con el orden de parto (Khalil, 1994). Ésta aumenta hasta la tercera lactación para después estabilizarse (Casado *et al.*, 2006). Si bien hay autores que indican que la producción de leche aumenta hasta la séptima lactación (McNitt y Lukefahr, 1990), esto se debe a la eliminación de las hembras menos productivas, que produciría una selección de aquellas con mejores parámetros reproductivos (Maertens *et al.*, 2003). La mayor diferencia entre lactaciones se observa entre la primera y la segunda lactación (Maertens *et al.*, 2003). El incremento de la producción de leche se debe, en primer lugar, a un aumento del peso vivo de las conejas y de su capacidad de ingestión en las conejas multíparas, respecto a las nulíparas (Pascual *et al.*, 1999^a; Xiccato *et al.*, 2004), observándose un incremento de la capacidad de ingesta de entre el 10 y el 20% entre la primera y la segunda lactación y entre el 7 y el 15% de la segunda a la tercera lactación (Parigi-Bini y Xiccato, 1998) y, en segundo lugar, a que las conejas en su primera lactación aún se encuentran en fase de crecimiento y por tanto deberán gestionar tanto necesidades de gestación y lactación junto con las necesidades de crecimiento (Parigi-Bini y Xiccato, 1998).

2.2.5 – Genética.

Actualmente las granjas de conejo destinadas a la producción de carne raramente utilizan razas puras, siendo lo más habitual el uso de líneas seleccionadas genéticamente por su tamaño de camada e, indirectamente, por su producción de leche (Garreau *et al.*, 2004). Estas líneas provienen del cruce de estas líneas sintéticas para conseguir un efecto de heterosis, obteniéndose los llamados híbridos comerciales (Maertens *et al.*, 2003).

El Nagar *et al.* (2014) comparó las producciones de leche de tres líneas españolas (A, V y LP) seleccionadas por su tamaño de camada al destete, los datos de producción de leche semanal que obtuvo para las tres primeras semanas de la línea A fueron de 872 ± 39 , 1503 ± 39 y 1865 ± 39 g de leche respectivamente, para la línea V los resultados fueron 919 ± 35 , 1633 ± 35 y 2004 ± 35 g y, por último, para la línea

LP fueron de 1043 ± 36 , 1819 ± 36 y 2254 ± 36 g, concluyendo que las diferencias entre las tres líneas fueron significativas para la producción de leche pero no para su composición.

2.2.6 – Temperatura.

Las altas temperaturas tienen una influencia negativa en la producción de leche en conejo (Maertens *et al.*, 2003). Existe una relación entre las altas temperaturas y el descenso de la producción de leche debido a que a altas temperaturas disminuye la ingestión de pienso (Pascual *et al.*, 1996; Szendrö *et al.*, 1999).

El descenso relativo de la producción de leche dependerá de en qué fase de la lactación se encuentre la coneja, siendo más acusado en el de máxima producción en la tercera semana (Pascual *et al.*, 1996; Szendrö *et al.*, 1999). Se observa un descenso de la producción de leche de 7.7 g/día por cada grado centígrado que subía por encima de los 20°C (Rafai y Papp, 1984). Se observó un descenso del 30 al 40% de la producción de leche a una temperatura de 30°C en comparación con la producción de conejas en condiciones ambientales idóneas (Pascual *et al.* 2000). Szendrö *et al.*, (1999) para una lactación de 30 días, no observaron grandes cambios en la producción de leche alcanzados los 23°C, pero a partir de los 30°C obtuvieron una caída de la producción del 29%.

2.2.7 – Número de pezones.

Las conejas suelen presentar un número de 8 a 10 pezones con glándulas mamarias independientes, pudiendo encontrarse también individuos con un número de 6 a 12 pezones (Szendrö y Holdas, 1984; Fleischhauer *et al.*, 1985). Se observa que en las líneas seleccionadas por su tamaño de camada el número de pezones aumentó como respuesta a la selección, siendo las hembras con 10 pezones las más habituales: entre un 37 y 51% en dos líneas de selección, frente a un 27% en una línea control (Rochembeau *et al.*, 1988).

Las hembras con menos de 8 pezones presentan una menor producción de leche que aquellas que poseen 8 pezones o más (Fleischhauer *et al.*, 1985) siendo la producción de leche un 4.8% mayor en hembras con 10 pezones que en aquellas que presentan 8 (Mohamed y Szendrő, 1992).

Respecto a la producción de leche en función de la situación de los pezones, se observa que la producción de leche es mayor en aquellos situados en la parte media que en los cuatro primeros pezones (Petersen *et al.*, 1989).

2.3 – Gestión de las reservas corporales durante la lactación

La condición corporal es un índice que señala el estado nutricional del animal en función de sus reservas corporales. La ganancia o pérdida de condición corporal implica cambios en el contenido de agua, proteína y grasa corporal, siendo la grasa la que mayor movilidad presenta.

Las diferentes funciones metabólicas en los animales (crecimiento, gestación, lactación, etc...) deben de ser cubiertas por los recursos disponibles, mediante la alimentación y las reservas corporales (Pascual *et al.*, 2012).

Un nivel óptimo de reservas corporales en las conejas es fundamental para su buen desarrollo durante la etapa lactante y parto, y también para alcanzar buenos niveles reproductivos (McEvoy y Robinson, 2003, Cardinali *et al.*, 2008). En conejo se ha estudiado que un nivel intermedio de grasa corporal es el óptimo para la fertilidad y cuando esta aumenta o disminuye, se pueden apreciar caídas de ésta de hasta el 10 o 12% (Castellini *et al.*, 2006).

2.3.1 – Métodos para medir la condición corporal.

Existen diversos métodos para determinar el nivel de grasa corporal de la coneja y, por lo tanto así, asignarles un valor a su índice de condición corporal, como son la palpación, la medición del espesor de la grasa perirrenal y por impedancia.

El método de palpación consiste en aplicar presión con las manos en la zona existente entre la octava y novena vértebra torácica para, mediante el tacto, poder determinar el volumen de grasa que el animal ha acumulado en esa parte (Cardinali *et al.*, 2008, Rosell y De la Fuente, 2008). En función de su condición corporal podemos asignarles una puntuación de 1 a 9 a los animales, siendo los resultados próximos a 1 animales delgados, los resultados de 5 los óptimos y los próximos a 9 excesivamente engrasados (Sanderson, 2010).

Las reservas corporales en conejo se encuentran en forma de grasa en distintas partes de su cuerpo, la grasa es la mayor fuente de energía del organismo y son estas reservas corporales las que se movilizan en los momentos de mayor necesidad energética. Las reservas más importantes de grasa se encuentran en la zona inguinal, escapular y perirrenal. Los valores que obtuvo Pascual *et al.* (2004) para el peso medio de la grasa perirrenal en conejas durante distintas fases de producción variaron considerablemente, pesando una media de 68.37 g en un grupo de conejas con un peso vivo total medio de 4569 g, siendo, por tanto, un 1.5% del peso total de los animales. El espesor medio de ésta fue de 8.2 mm.

La grasa perirrenal es una capa de grasa que rodea parcialmente al riñón y cumple una función protectora de éste, su porcentaje es un indicador bastante fiable del total de las reservas corporales en conejo (Varewick y Bouquet, 1982). Mediante ecografías por ultrasonidos, aplicadas en el área lumbar y torácica de la coneja es posible medir el espesor de esta capa de grasa y establecer el nivel de engrasamiento del animal (Pascual *et al.*, 2004).

La grasa corporal y la movilización de reservas corporales están correlacionadas, por ejemplo, una coneja con poca grasa corporal, presentará una baja movilización de reservas durante la lactación. La movilización de reservas es un fenómeno normal, pero ésta puede tener consecuencias negativas, tanto a corto como a largo plazo, cuando no se produce en los valores óptimos (Castellini *et al.*, 2010).

Las reservas corporales de la coneja se recuperan durante la primera etapa de la lactación, en un máximo de 10 días después del parto (Theilgaard *et al.*, 2006, 2009; Pereda, 2010; Savietto, 2013).

Aquellas conejas que no son capaces de movilizar suficientes reservas corporales tienen menos posibilidades de tener una larga vida productiva (Quevedo *et al.*, 2005) y, a su vez, aquellas conejas con baja grasa corporal que presentan una elevada movilización de reservas presentan baja fertilidad (Castellini *et al.*, 2006) y una mayor probabilidad de descarte (Theilgaard *et al.*, 2006).

Por último, otro método habitual de medición de la condición corporal es mediante impedancia (Nicodemus *et al.*, 2009). El proceso se lleva a cabo instalando una serie de agujas que se insertarán en la piel de la coneja y actuarán como electrodos. Las reactancias y resistencias entre estas agujas se analizan posteriormente para determinar los valores correspondientes las reservas corporales presentes en el animal.

2.3.2 – Factores de variación de la condición corporal.

A lo largo del ciclo reproductivo de la coneja se acumularán o movilizarán sus reservas corporales en función de sus necesidades fisiológicas y condiciones en las que se encuentre, esto producirá una variación de su condición corporal.

La condición corporal parece estar claramente influenciada por la genética del animal, siendo mayor en aquellos animales seleccionados por su tasa de crecimiento, que en aquellos seleccionados por el tamaño de camada (Sánchez *et al.*, 2012).

Durante la gestación se produce una gran actividad metabólica que generará una fluctuación de la condición corporal de la coneja. La mayoría de los mamíferos ha desarrollado la estrategia de almacenar reservas durante el parto para prepararse a los momentos de máxima necesidad postparto (Ofstedal, 2000), por tanto las conejas presentan su mayor nivel de condición corporal 10 días antes del parto, a partir de ese momento se produce una movilización de reservas corporales que provoca que la coneja en el momento del parto se encuentra en su nivel más bajo de condición corporal (Pascual *et al.*, 2012).

Según el ritmo reproductivo de la granja, el periodo de lactación afectará de distintas maneras a la condición corporal de las conejas. Las hembras primíparas dado que tienen que cubrir, aparte de las necesidades de lactación, las de crecimiento, presentan un déficit energético que las obliga a movilizar más reservas corporales y, por tanto, presentan un nivel más bajo de condición corporal frente a las multíparas (Xicatto *et al.*, 2004). A pesar de que las máximas necesidades de lactación se dan a partir del día 20 postparto, cuando la producción de leche decrece, pero aumenta su contenido energético (Pascual *et al.*, 1999) no están claras las ventajas de realizar un destete temprano, siendo a los 25 días postparto el tiempo óptimo para la condición corporal de la hembra (Sakr *et al.*, 2010).

Existen factores tanto ambientales como fisiológicos que pueden conducir a la coneja a una situación de estrés. Éstas pueden ser tales como temperaturas demasiado altas o bajas, falta de agua de bebida, falta de espacio en las jaulas, malestar producido por alguna enfermedad, etc. Los animales en situaciones de estrés tienden a comer menos, disminuyendo por tanto sus reservas corporales y, así, su condición corporal (Caravaca *et al.*, 2003).

Las temperaturas elevadas en las instalaciones producen una reducción de la ingesta de alimento con el fin de reducir la actividad metabólica consecuencia de la digestión, y así no elevar la temperatura corporal. A su vez, las temperaturas demasiado bajas producen el efecto contrario, en el que los animales aumentan el consumo de alimento para obtener energía con la que mantener su temperatura corporal (Caravaca *et al.*, 2003).

Una correcta alimentación es fundamental para obtener unos buenos resultados reproductivos. Como se ha señalado, es durante la gestación cuando las hembras movilizan más reservas corporales y, por lo tanto, se les debe proporcionar una dieta que cubra las necesidades de la gestación. Los intentos de mejorar el balance de energía durante la lactación, aumentando la energía digestible en las dietas, no han tenido éxito. Esto se debe a que el incremento de la energía en la dieta está acompañado por un aumento de la producción de leche (Parigi Bini y Xicatto, 1998; Fortun-Lamothe, 1998).

La condición corporal de las conejas en gestación será distinta en función de si también se encuentran lactantes o no. Las hembras que se encuentran simultáneamente en fase de gestación y lactación, debido a que no pueden cubrir todas sus necesidades nutricionales con los piensos comerciales, presentan mayores pérdidas de reservas corporales y menor peso antes del parto, que las que sólo se encuentran en fase de gestación. Sin embargo los niveles de grasa perirrenal son similares para ambos grupos (Quevedo *et al.*, 2006). En la actualidad, los productores de conejo, buscando un elevado ritmo de producción, inseminan a las conejas durante el periodo de lactación (González-Mariscal *et al.*, 2007).

Este tipo de sistema reproductivo produce un solape prolongado del periodo de gestación con el de lactación, durante el cual la coneja produce una gran cantidad de leche con un valor energético elevado y esto conlleva a una alta movilización de reservas corporales con un balance energético negativo (Castellini *et al.*, 2010).

De acuerdo con algunos autores (Bonanno *et al.*, 2004, 2008; Rommers *et al.*, 2004; Castellini *et al.*, 2006) se recomienda retrasar la inseminación artificial en hembras primíparas al momento del destete, dado que una inseminación artificial temprana no sólo afecta a la capacidad reproductiva de ese momento, sino también a las futuras.

2.3.3 – Los ácidos grasos no esterificados y la leptina.

Algunos metabolitos influyen en la relación que hay entre el balance de energía y la eficiencia reproductiva, como es el caso de los ácidos grasos no esterificados (NEFA, Fortun-Lamothe, 2006). Se ha demostrado que una mejor composición corporal en el periodo post-destete, es decir, una mayor cantidad de proteína corporal, depósitos de grasa y contenido energético, en comparación con el periodo reciente al post-parto, está relacionada con un aumento de proteína sérica, NEFA y concentración de péptidos (Arias-Álvarez *et al.*, 2009).

Altos niveles de NEFA indican que se está produciendo una gran movilización de reservas y existe un déficit energético (Mencheti *et al.*, 2015). En hembras primíparas Pereda *et al.* (2010) observó que la concentración de NEFA en sangre alcanza su pico máximo en el momento del parto (0.9 mmol/L) y de 0.33 mmol/L a los 21 días de lactación. Esto se debe a que en la última semana de gestación, al producirse el mayor crecimiento fetal, el cuerpo de la coneja se encuentra sometido a un catabolismo intenso (Parigi-Bini *et al.*, 1990).

Para hembras múltiparas, el balance energético durante la lactación no presenta un déficit de energía de carácter relevante (Pascual, 2006).

La leptina se trata de una hormona que regula la homeostasis energética modulando la ingestión de alimento y el gasto energético (Brecchia *et al.*, 2010). La leptina es la conexión que existe entre los tejidos adiposos y el sistema reproductor, indicando cuando las reservas corporales son las adecuadas para llevar a cabo la reproducción (Moschos *et al.*, 2002).

Durante la gestación los valores de leptina fluctúan, siendo la concentración de leptina a mitad de gestación un 68% superior respecto a los presentados en el momento de la inseminación, decreciendo esta concentración a finales de la gestación (Menchetti *et al.*, 2015).

Se ha demostrado que la leptina tiene un rol fundamental durante la lactación, actuando a nivel local en las glándulas mamarias, junto con otras hormonas, como conexión entre los tejidos adiposos y las células epiteliales de éstas, informando sobre si existe un nivel adecuado de reservas corporales. Por este motivo la ausencia de leptina supondría que no se desarrollasen las glándulas mamarias y por lo tanto no se pudiese dar la lactación (Moschos *et al.*, 2002).



Objetivos.

3. Objetivos.

Los objetivos de este Trabajo Final de Máster son:

1 - Conocer los factores que influyen en la producción de leche en coneja y de qué manera repercuten en ésta a lo largo de 25 de lactación.

2 – Estudio de la gestión de las reservas corporales el primer día de lactación.





Material y métodos.

4. Material y métodos.

4.1 Descripción de las instalaciones.

El siguiente estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la granja docente de conejos propiedad de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (EPSO) de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH). La granja consiste en dos naves de igual tamaño, unidas por una zona común, en la que se albergan los laboratorios, aseos y almacenes.

A la izquierda de la entrada principal se encuentra la nave de maternidad. Allí se encuentran las hembras y machos adultos. Sus medidas son de 18.0 metros de largo y 12.7 metros de ancho. Esta nave cuenta con 28 módulos de jaulas ergonómicas de tipo polivalente de acero galvanizado. Las jaulas se disponen en cuatro filas a lo largo del eje longitudinal de la nave, existiendo cinco pasillos de 1.0 metros de ancho, que separan unas filas de otras. Debajo de cada una de estas filas las jaulas cuentan con un foso en el que se recogen las deyecciones de los animales. Las jaulas se agrupan en módulos de 12 jaulas cada uno, habiendo 6 a cada lado, siendo las dimensiones de la jaula de 33 cm de ancho, por 90 cm de largo y 37.5 cm de alto. Esta nave tiene capacidad para 336 animales adultos, de las cuales el 75% de las jaulas son ocupadas por hembras y el 25% restante por machos.

La nave que se sitúa a la derecha de la entrada principal de la granja sirve para alojar a los animales en fase de cebo y a aquellos que se destinarán a la reposición de reproductores. Las dimensiones, distribución de pasillos y jaulas y los fosos de deyecciones de esta nave son similares a la anterior. La zona destinada al cebo de los animales corresponde a la cabecera de la nave. Las jaulas con los animales destinados a reposición se encuentran detrás de las anteriores. Los animales que se encuentran en fase de engorde son alojados en 20 módulos con las mismas características que los de la nave de maternidad, teniendo éstos capacidad para 240 individuos.

La zona destinada a los animales de reposición consiste en 216 jaulas. De las 216 jaulas, 120 son jaulas polivalentes de reposición/gestación con las siguientes dimensiones: 34 cm x 42 cm x 31 cm. Las 96 jaulas restantes son de distintas dimensiones: 25 cm x 43 cm x 31 cm

El agua de bebida para todos los animales se obtiene de la red general de agua potable. Ésta pasa por varios depósitos auxiliares, en los que se realizan los tratamientos sanitarios y terapéuticos correspondientes. Finalmente, el agua se distribuye a los bebederos de las jaulas, que son de tipo chupete.

El pienso con el que se alimenta a los conejos se distribuye diariamente. En la nave de maternidad y en las jaulas de animales de cebo se utiliza un sistema semiautomático mediante tolvas correderas. Estas dejan caer el pienso en los comederos, compartidos por cuatro jaulas. En el caso de las jaulas de los animales de reposición éstas se abastecen con un sistema no automatizado.

Las naves tienen el ambiente controlado. La iluminación es artificial, con un fotoperiodo constante a lo largo de todo el año de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad. Cada nave cuenta con 12 focos halógenos, distribuidos en tres filas de forma paralela a las hileras de las jaulas de las naves de maternidad y cebo. Tanto el encendido como el apagado de los focos está controlado por un temporizador.

La ventilación de las dos naves es de tipo forzado de barrido lateral. El aire entra por un lateral de cada nave a través de 4 paneles húmedos de tipo “cooling”. Las medidas de los cuatro paneles de la nave de maternidad son 0.85 m x 1.20 m. Las de los paneles de la nave de cebo y reposición son de 1.35 m x 1.20 m. En la cara opuesta de los “cooling” en cada nave, hay 4 ventiladores de extracción de aire. Éstos se regulan de forma automática según la temperatura ambiental. Estos ventiladores son los encargados de hacer entrar y circular el aire en el interior de las naves.

La retirada de estiércol de las fosas de deyecciones se realiza tres veces por semana. Se hace de forma mecánica mediante palas de arrastre accionadas mediante un motor eléctrico. Estas palas empujan el estiércol hasta una zona situada en el exterior de cada nave de donde es retirado con un tractor.

4.2 Material animal.

Los animales utilizados pertenecen a la descendencia del cruce F2 de dos líneas divergentes seleccionadas por capacidad uterina (Argente *et al.*, 2010). Se utilizaron 38 conejas que en el transcurso del estudio tuvieron tres partos y una cuarta gestación de 12 días.

Las conejas tenían 17 semanas de edad cuando se llevaron a la monta por primera vez. El ritmo reproductivo que se practicó fue semi-intensivo, con montas a los 10-12 días tras el parto y el manejo reproductivo es en bandas semanales. Los partos tuvieron lugar aproximadamente 30 días después de la fecundación, tras éste, las conejas se organizaron de forma que tuviesen camadas compuestas por 10 o 5 gazapos.

4.3 Alimentación.

El pienso que se suministró era pienso comercial estándar para conejas reproductoras en forma de pellet (Cunilactal: NANTA S.A., Murcia). Los componentes analíticos de este son: proteína bruta 16.2%, aceites y grasas brutos 3.0%, fibra bruta 15.0%, ceniza bruta 8.5%, calcio 1.0%, fósforo 0.57% y sodio 0.24%. Durante el transcurso del estudio no fue necesario aplicar ningún tratamiento sanitario a los animales.

4.4 Metodología del estudio.

Para el estudio se tomaron los datos que se detallan a continuación y en las gráficas n° 01, 02, 03 y 04:

4.4.1 Producción de leche.

La producción de leche de la coneja se midió calculando la diferencia de peso de la coneja y de la camada antes de mamar y después de mamar. Para llevar a cabo esto, dos veces a la semana (en nuestro caso martes y jueves) se limitó el acceso de la coneja al nidal el día anterior a las mediciones, mediante el cierre de una trampilla. A las 9:00 de la mañana, se pesaba a los gazapos y a la hembra antes de permitir a la hembra amamantar a los gazapos. Una vez obtenidos los pesos se procedía a abrir la trampilla que permitía el acceso al nidal con el objetivo de que la coneja pudiese amamantar a los gazapos. Transcurridos 10 minutos se volvió a realizar el pesaje individual y la coneja y de la camada.

4.4.2 Grasa perirrenal.

En el primer día de lactación se les midió el espesor de la grasa perirrenal de las hembras utilizando un ecógrafo modelo Ultra Scan 900, con una frecuencia de 7.5 MHz y con una sonda lineal de máxima profundidad de penetración de 6 cm. Para realizar la medición se rasuró la zona dorsal de la coneja, a ambos lados de la columna vertebral, realizándose la medida entre la tercera y cuarta vértebra, a 1 cm de la columna vertebral. Se tomaron un total de tres medidas del lado derecho, las imágenes obtenidas se introdujeron en AutoCAD para medir el espesor de la grasa perirrenal según la metodología descrita por Pascual *et al.* (2002).

4.4.3 NEFA y leptina.

Para la obtención de los valores del metabolito y la hormona estudiados se realizó una extracción de sangre el primer día de lactación. Las muestras de sangre se recogieron de la arteria central de la oreja de las conejas y se almacenaron en tubos que contenían EDTA.

El plasma se obtuvo mediante una centrifugación a 3000 g durante 15 minutos a 4°C y, posteriormente se almacenó a -20°C hasta el momento del análisis del metabolito y la hormona.

La concentración de ácidos grasos no esterificados se analizó por duplicado utilizando un análisis colorimétrico basado en enzimas de WAKO (NEFA-C ®, Wako Chemicals GmbH, Neuss, Alemania).

La concentración de leptina se midió mediante anticuerpos RIA utilizando el kit multi-especies para leptina (XL-85K, Linco Research Inc. ®, St. Charles, EE.UU.). El límite de detección fue de 1.00-50.00 ng/mL equivalente a humano.

| Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 | Día 7 |
|--|---|------------------|---|---------|--------|---------|
| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
| Parto Ecografía Extracción de sangre Cierre del nidal | Pesaje de hembra y de camada Apertura de nidal Lactación Pesaje de hembra y camada | Cierre del nidal | Pesaje de hembra y de camada Apertura de nidal Lactación Pesaje de hembra y camada | | | |

Gráfica nº 01: Primera semana de lactación.

| Día 8 | Día 9 | Día 10 | Día 11 | Día 12 | Día 13 | Día 14 |
|------------------|---|------------------|---|---------|--------|---------|
| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
| Cierre del nidal | Pesaje de hembra y de camada Apertura de nidal Lactación Pesaje de hembra y camada | Cierre del nidal | Pesaje de hembra y de camada Apertura de nidal Lactación Pesaje de hembra y camada | Monta | | |

Gráfica n° 02: Segunda semana de lactación.

| Día 15 | Día 16 | Día 17 | Día 18 | Día 19 | Día 20 | Día 21 |
|------------------|---|------------------|---|---------|--------|---------|
| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
| Cierre del nidal | Pesaje de hembra y de camada Apertura de nidal Lactación Pesaje de hembra y camada | Cierre del nidal | Pesaje de hembra y de camada Apertura de nidal Lactación Pesaje de hembra y camada | | | |

Gráfica n° 03: Tercera semana de lactación.

| Día 22 | Día 23 | Día 24 | Día 25 | Día 26 | Día 27 | Día 28 |
|------------------|---|------------------|--|---------|--------|---------|
| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
| Cierre del nidal | Pesaje de hembra y de camada Apertura de nidal Lactación Pesaje de hembra y camada | Cierre del nidal | Pesaje de hembra y de camada Apertura de nidal Lactación Pesaje de hembra y camada Fin de la lactación | Destete | | |

Gráfica n° 04: Cuarta semana de lactación.

4.5 Modelos estadísticos.

4.5.1 Variables estudiadas a lo largo de la lactación.

Las variables estudiadas a lo largo de la lactación fueron:

- Producción de leche de la coneja (PDL, g): medida como la diferencia del peso de la camada antes y después de mamar.
- Ingestión diaria de leche (IDL, g/día): es el cociente entre PDL y el número de gazapos lactantes.
- Peso individual del gazapo (PIG, g).
- Peso de la hembra (PH, g).
- Peso de la camada (PC, g).
- Ganancia diaria de la camada (GD, g/día)
- Crecimiento diario del gazapo (CDG, g/día): es la diferencia entre dos días consecutivos de la camada antes de mamar, dividido por el número de gazapos.

El modelo utilizado para estas variables incluyó los siguientes efectos:

- Día de lactación; efecto fijo con 8 niveles: día 1, 4, 8, 11, 15, 18, 22 y 25 de lactación.
- Orden de lactación; efecto fijo con 3 niveles: primera lactación, segunda lactación y tercera lactación.
- Número de gazapos lactantes; efecto fijo con 2 niveles 5 gazapos y 10 gazapos.
- Solape lactación-gestación; efecto fijo con 3 niveles: sin solape, solape de 14 días, solape de 7 días.
- Estación del año; efecto fijo con 2 niveles: invierno y verano.
- Interacción Día de lactación por orden de lactación.
- Interacción Día de lactación por número de gazapos lactantes.
- Interacción Día de lactación por Solape lactación-gestación.
- Hembra; efecto aleatorio.
- Error.

Se estimaron las Medias mínimo cuadráticas mediante GLM utilizando el paquete estadístico Statgraphics x64.

4.5.2 Variables estudiadas para el primer día de lactación.

Las variables estudiadas el día 1 de lactación fueron las siguientes:

- Espesor de la grasa perirrenal (EGPR, mm). Ácidos grasos no esterificados (NEFA, mmol/L)
- Concentración de leptina (LEPTINA, ng/mL HE).

El modelo utilizado para estas variables incluyó los siguientes efectos:

- Orden de lactación; efecto fijo con 2 niveles: primera lactación y segunda y tercera lactación.
- Número de gazapos lactantes; efecto fijo con 2 niveles 5 gazapos y 10 gazapos.
- Estación del año; efecto fijo con 2 niveles: invierno y verano.
- Hembra; efecto aleatorio.
- Error

Se estimaron las Medias mínimo cuadráticas mediante GLM utilizando el paquete estadístico Statgraphics x64.

Se realizó un estudio de correlaciones y de componentes principales con todas las variables tomadas en el día 1 de lactación. Éstas son:

- Producción de leche de la coneja (PDL, g).
- Ingestión diaria de leche (IDL, g/día)
- Peso individual del gazapo (PIG, g).
- Peso de la hembra (PH, g).
- Peso de la camada (PC, g).
- Ganancia diaria del gazapo (GD, g/día)
- Espesor de la grasa perirrenal (EGPR, mm).
- Ácidos grasos no esterificados (NEFA, mmol/L)

- Concentración de leptina (LEPTINA, ng/mL HE).
- Número de nacidos vivos (NV).

Se estimó el coeficiente de correlación entre todas las variables y se realizó un análisis de componentes principales con el programa estadístico Statgraphics x64.





5. Resultados y discusión

5. Resultados y discusión.

5.1 – Resultados de estudio de factores que afectan a la producción de leche a lo largo de 25 días de lactación.

En la tabla nº 01 se observan la media minimocuadrática para la producción de leche, el peso de la hembra, la ingestión diaria de leche, el peso individual de los gazapos, el peso de la camada y la ganancia diaria de peso de la camada, para 25 días de lactación.

Tabla nº 01: Media minimocuadrática y error estándar para producción diaria de leche (PDL), ingestión diaria de leche (IDL), peso de la hembra (PH), peso individual del gazapo (PIG), peso de la camada (PC) y ganancia diaria (GD).

| | Efecto | PDL (g/día) | IDL (g/día) | PH (g) | PIG (g) | PC (g) | GD (g/día) |
|------------|---------------|--------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|
| Día | 1 | 82±7 ^a | 11.1±1.2 ^a | 3947±21 ^a | 53±4 ^a | 495±41 ^a | 9.5±1.2 ^a |
| | 4 | 96±7 ^a | 13.2±1.2 ^a | 3982±21 ^{ab} | 71±4 ^b | 621±41 ^b | 13.3±1.2 ^{bc} |
| | 8 | 145±7 ^b | 20.6±1.2 ^b | 4036±23 ^{bcd} | 132±5 ^c | 1059±45 ^c | 13.2±1.2 ^{bc} |
| | 11 | 149±7 ^b | 21.6±1.2 ^b | 4071±22 ^d | 157±5 ^d | 1224±42 ^d | 18.0±1.2 ^d |
| | 15 | 199±7 ^c | 28.9±1.1 ^d | 4040±22 ^{cd} | 225±5 ^e | 1722±43 ^e | 10.3±1.2 ^{ab} |
| | 18 | 187±7 ^c | 28.5±1.2 ^d | 4017±23 ^{bcd} | 250±5 ^f | 1886±44 ^f | 15.6±1.3 ^{cd} |
| | 22 | 158±8 ^b | 25.2±1.3 ^c | 4073±25 ^d | 314±5 ^g | 2198±47 ^g | 15.2±1.5 ^{cd} |
| | 25 | 159±8 ^b | 26.3±1.32 ^{cd} | 3996±26 ^{abc} | 344 ±5 ^h | 2377±49 ^h | |

a,b,c,d,e,f,g,h Distinto superíndice en una misma columna indica diferencias significativas

(P < 0.05).

Se puede observar que la producción diaria de leche es mínima en la primera semana de lactación. La segunda semana de lactación se produce un aumento del 65% en la producción de leche y el pico de lactación se produce en la tercera semana de lactación, con una producción de 199 g/día, el día 15 de lactación. La última semana de lactación disminuye un 21% la producción diaria, alcanzándose niveles de producción similares a los de la segunda semana de lactación.

Este comportamiento de la producción diaria de leche en las cuatro primeras semanas de lactación coincide con las curvas de lactación presentadas por Lebas, 1968. Sin embargo, el pico de producción diaria de leche es inferior al obtenido por Maertens *et al.* (2006) que situó la media de producción diaria de leche en el pico de lactación en 320 g/día, la diferencia de resultados podría deberse al uso de líneas distintas o al tipo de alimentación.

La evolución de la ingestión diaria de leche es similar a la de la producción diaria de leche. El máximo de ingestión diaria de leche coincide con el máximo de producción de leche, a los 15 días, con un valor de 28.9 g/día.

Tanto la producción diaria de leche, como la ingestión diaria de leche, aumentan progresivamente desde el primer día de lactación, hasta alcanzar su media máxima en el día 15, para comenzar a decrecer progresivamente hasta el día 25. Esto coincide con lo expuesto por El Nagar *et al.*, 2003, Maertens y De Groote, 1990, Fortun-Lamothe y Gidenne, 2000, justificando el descenso a partir de la tercera semana al inicio del consumo de alimentos sólidos por parte de los gazapos.

Para el peso de la hembra a lo largo de los 25 días de lactación alcanzó su máximo valor en el día 11 de lactación, para comenzar a decrecer lentamente. Esto coincide con lo expuesto por Pascual *et al.* 2012, que afirma que la coneja alcanza su mayor nivel de condición corporal 10 días después del parto, para luego comenzar a movilizar reservas.

Tanto el peso individual de los gazapos, como el peso de la camada, fueron incrementando a medida que sucedieron los 25 días de lactación, debido al crecimiento paulatino de los individuos.

La ganancia diaria obtuvo su máximo en el día 11, días antes de alcanzar su máximo consumo. A medida que los gazapos crecieron y comenzaron a alimentarse a base de alimento sólido, cerca de la tercera semana, la ganancia diaria comenzó a disminuir.

En la tabla n° 02, se muestran las medias minimocuadráticas para la producción de leche, el peso de la hembra, la ingestión diaria de leche, el peso individual del gazapo y el peso de la camada, en función del orden de parto, el número de lactantes, el solape de la gestación y la estación del año.

Tabla n° 02: Medias minimocuadráticas y error estándar para producción de leche diaria (PDL), peso de la hembra (PH), ingestión diaria de leche (IDL), peso individual del gazapo (PIG), peso de la camada (PC) y ganancia diaria (GD).

| | Efecto | PDL (g/día) | PH (g) | IDL (g/día) | PIG (g) | PC (g) | GD (g/día) |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------|
| Orden de lactación | 1 | 118±7 ^a | 3930±20 ^a | 19.43±1.21 ^a | 194±4 | 1317±38 ^a | 12.50±1.28 |
| | 2 | 144±6 ^b | 4032±16 ^b | 20.88±0.96 ^a | 191±3 | 1438±31 ^b | 13.68±0.97 |
| | 3 | 179±7 ^c | 4099±20 ^c | 25.45±1.18 ^b | 195±4 | 1588±38 ^c | 14.57±1.19 |
| Número de lactantes | 5 | 124±5 ^a | 3978±13 ^a | 25.34±0.80 ^b | 219±3 ^b | 1180±25 ^a | 16.93±0.82 ^b |
| | 10 | 170±5 ^b | 4062±14 ^b | 18.50±0.82 ^a | 167±3 ^a | 1715±26 ^b | 10.24±0.84 ^a |
| Solape gestación-lactación | Sin solape | 142±4 ^a | 3985±11 ^a | 21.64±0.65 | 184±2 ^a | 1383±21 ^a | 13.05±0.66 |
| | Solape de 14 días. | 165±7 ^b | 4049±18 ^b | 23.72±1.06 | 200±4 ^b | 1537±34 ^b | 14.01±1.05 |
| | Solape de 7 días. | 134±9 ^a | 4027±24 ^{ab} | 20.40±1.41 | 196±5 ^b | 1423±45 ^a | 13.70±1.45 |
| Estación del año | Invierno | 165±5 ^b | 4083±14 ^b | 23.80±0.85 ^b | 211±3 ^b | 1600±27 ^b | 14.51±0.85 |
| | Verano | 129±8 ^a | 3958±20 ^a | 20.03±1.21 ^a | 175±4 ^a | 1295±39 ^a | 12.66±1.26 |

^{a,b,c} Distinto superíndice en una misma columna indica diferencias significativas (P< 0.05).

Para el orden de lactación se observan diferencias significativas en la producción diaria de leche, produciéndose un aumento del 22.03% entre la primera y la segunda lactación y del 24.30% entre la segunda y la tercera lactación. A su vez, se observan también aumentos progresivos del peso de la hembra, siendo el peso de la segunda lactación un 2.59% mayor que el de la primera y el peso de la tercera lactación un 1.66% mayor que el de la segunda. También tanto la ingestión diaria de leche, como el peso de la camada aumentaron con el paso de las lactaciones, observándose un incremento del peso de la camada del 9.19% entre la primera y la segunda lactación y del 10.49% entre la segunda y la tercera.

También se puede observar en la tabla n° 02 que se produjeron diferencias significativas en las variables analizadas según el tamaño de la camada. La producción de leche diaria fue un 37.10% mayor en las hembras con camadas de 10 gazapos frente a las hembras con camadas compuestas por 5. El peso de la hembra fue mayor en aquellas hembras con 10 gazapos, presentando una diferencia del 2.11% respecto a las hembras con camadas de 5 gazapos. Por el contrario las camadas con menos individuos presentaron mejores valores en la ingestión diaria de leche y en la ganancia diaria, siendo un 36.97% y 65.33% mayores, respectivamente.

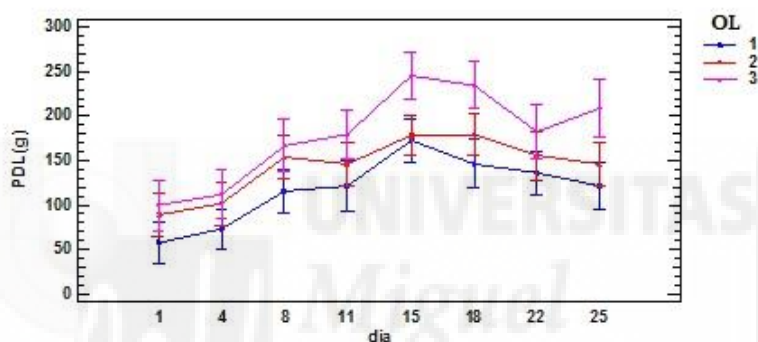
El solape de la gestación y la lactación produjo diferencias significativas entre aquellas hembras con un solape de 14 días y las que no presentaron solape alguno, no habiendo diferencias entre estas últimas y las que presentaron un solape de siete días. Tanto la producción diaria de leche, el peso de la hembra, el peso individual del gazapo, como el tamaño de camada, fueron mayores en aquellas hembras que presentaron un solape de la gestación con la lactación de 14 días, frente a las hembras que no presentaron solape alguno o un solape de una semana.

Según la estación del año se observó una mayor producción de leche diaria en invierno que en verano, con una diferencia del 27.91%. El peso de la hembra incrementó en invierno un 3.15%. También se produjeron diferencias significativas para la ingestión diaria de leche, el peso individual del gazapo y el peso de la camada, siendo estos mayores en invierno que en verano, observándose un incremento del peso de la camada del 23.55% en invierno frente al verano.

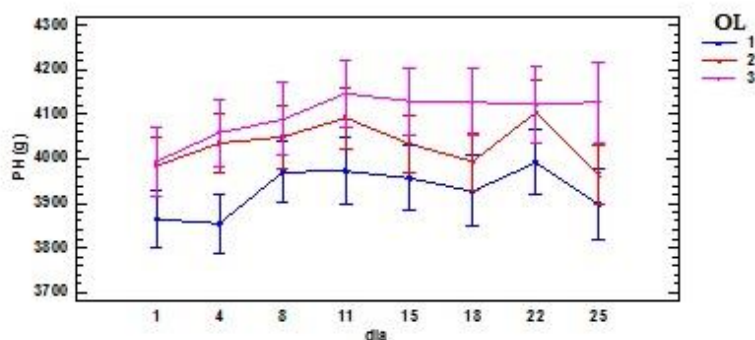
La gráfica n° 05 presenta la interacción entre el día de lactación y el orden de lactación, para la producción de leche diaria. Desde el día 1 al 8 de lactación, la producción diaria de leche de la coneja, es la misma independientemente del orden de lactación. Entre los días 11 y 18 la coneja produce más leche en la tercera lactación. Las producciones de leche se vuelven a igualar el día 22 de lactación, cuando el gazapo comienza a comer alimento sólido, para volver a presentar diferencias significativas en producción de leche entre la primera lactación y el resto. Esto se debe a que a partir del día 10 de lactación la coneja comienza a movilizar sus reservas corporales (Pascual *et al.* 2012) por lo que las hembras en tercera lactación, con un mayor nivel de éstas, son capaces de solapar mejor

la lactación con la movilización de reservas y mantener un mayor nivel de producción diaria de leche.

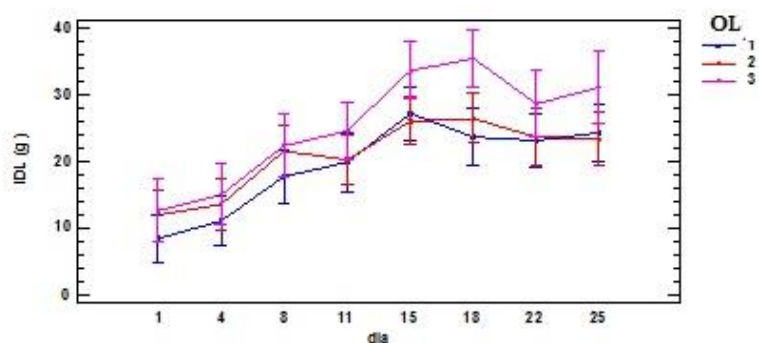
La interacción entre el día de lactación y el orden de lactación para el peso de la hembra se presenta en la gráfica n° 06. El peso de la hembra es menor significativamente entre la primera y la tercera lactación a lo largo de toda la lactación, presentando la segunda lactación pesos intermedios de las conejas. El peso de la hembra aumenta a medida que pasan los partos debido a lo expuesto por Pascual *et al.* (1999^a) y Xiccato *et al.* (2004) y Parigi-Bini y Xiccato (1998): el aumento de la capacidad de ingestión de la hembra y al no presentar necesidades de crecimiento.



Gráfica n° 05: Interacción entre el día de lactación y el orden de lactación (OL) para la producción diaria de leche (PDL).

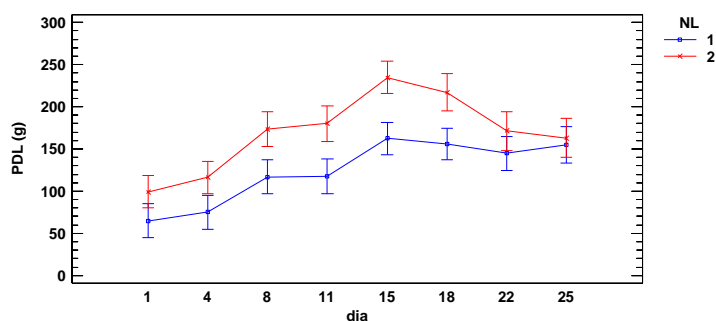


Gráfica n° 06: Peso de la hembra en función del orden de parto.

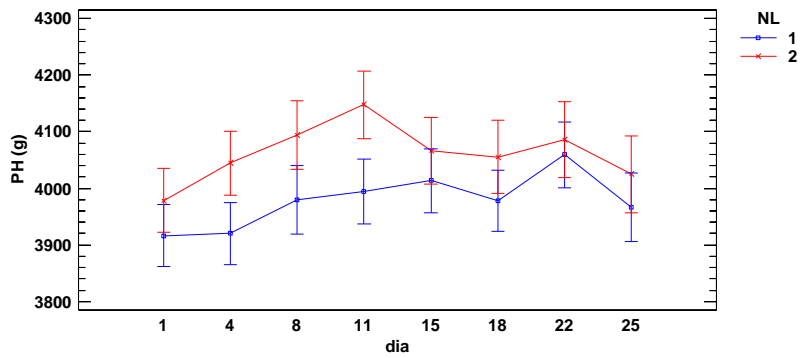


Gráfica nº 07: Ingestión diaria de leche en función del orden de lactación.

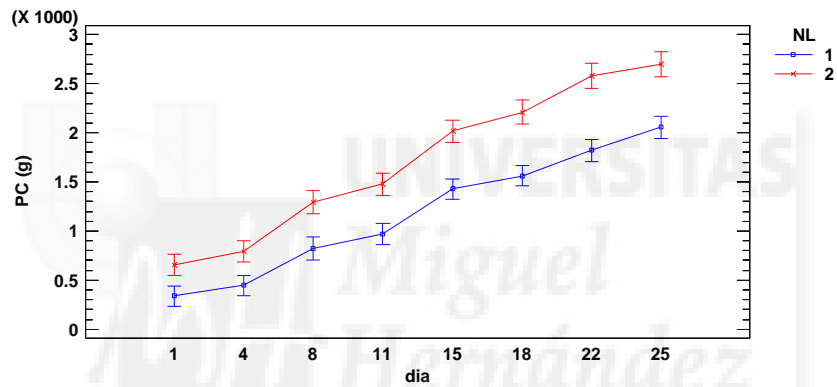
La interacción entre el día de lactación y el número de gazapos lactantes resultó significativa para la producción de leche (Gráfica nº 08), el peso de la hembra (Gráfica nº 09), y el peso de la camada (Gráfica nº 10) y las estimas fueron superiores en aquellas hembras con 10 gazapos, respecto a las que amamantaron a grupos de 5. Esto se debe a lo expuesto por numerosos autores que afirman que el tamaño de camada es el principal factor que afecta a la producción de leche (McNitt y Lukefahr, 1990; Pascual *et al.*, 1996 y 1999^b) observándose debido a esto mayores producciones de leche en hembras con camadas más grandes (Pascual *et al.*, 1996, Theilgaard *et al.*, 2009), siendo lógico a su vez que las camadas mayores tengan mayor peso que las compuestas por menos individuos. Respecto a la ingestión diaria de leche (Gráfica nº 11), el peso individual de los gazapos (Gráfica nº 12) y la ganancia diaria (Gráfica nº 13), se observaron valores superiores en aquellas camadas compuestas por 5 gazapos respecto a las compuestas por 10.



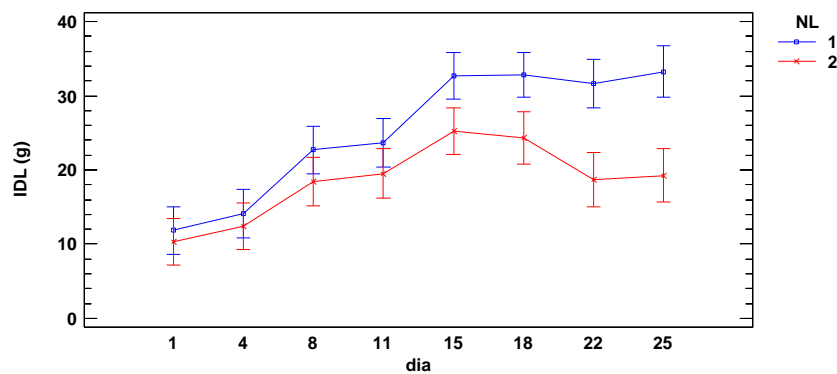
Gráfica nº 08: Producción diaria de leche en función del tamaño de camada.



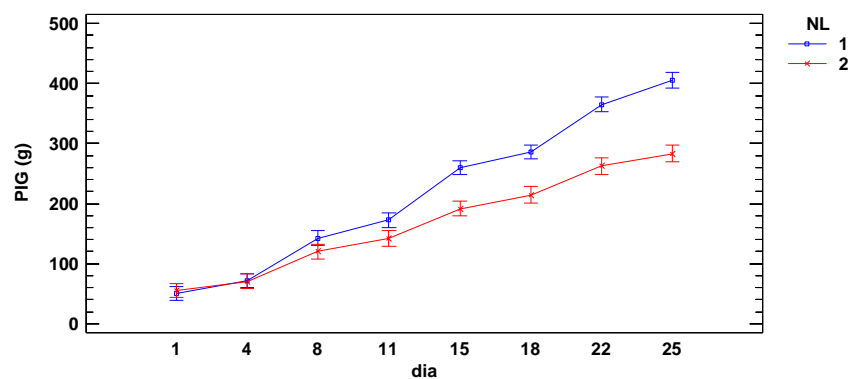
Gráfica n° 09: Peso de la hembra en función del tamaño de camada.



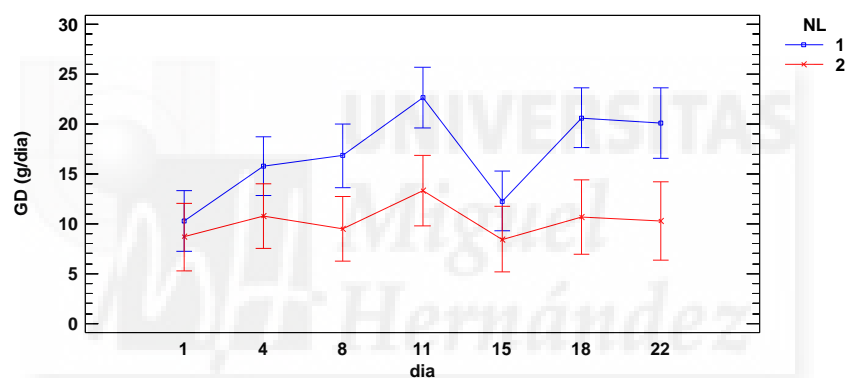
Gráfica n° 10: Peso de la camada en función del tamaño de la camada.



Gráfica n° 11: Ingestión diaria de leche en función del tamaño de camada.



Gráfica nº 12: Peso individual de los gazapos en función del tamaño de camada.



Gráfica nº 13: Ganancia diaria en función del tamaño de camada.

Respecto al efecto del solape de la lactación y la gestación, se observaron diferencias significativas para la producción de leche, el peso de la hembra, el peso individual del gazapo y el peso de la camada. No se observaron diferencias significativas en la ingestión de leche ni en la ganancia diaria. Se observó una mayor producción de leche en aquellas hembras que presentaron un solape de 14 días que en aquellas que no presentaron solape, esto no coincide con lo expuesto por Lebas (1972) que indica que el solape de la gestación con la lactación produce un efecto negativo en la segunda, ni con Maertens y De Groot (1988) y Xicatto *et al.* (1995) que observaron un descenso de la producción de leche del 19 al 22% en hembras con solapamiento de lactación y gestación.

La producción de leche, el peso de la hembra, el peso de la camada, el peso individual de los gazapos y la ingestión diaria de leche presentaron diferencias significativas respecto a la estación del año, siendo ésta mayor en invierno que en verano. Esto coincide con lo expuesto por Maertens *et al.* (2003), Pascual *et al.* (1996) y Szendro *et al.* (1999) que observaron un descenso de la producción de leche debido a las altas temperaturas debido a la baja ingestión. No se observaron diferencias significativas en la ganancia diaria con relación a este factor.

5.2 – Resultados de la gestión de reservas corporales el primer día de lactación.

En la tabla nº 03 se observa las medias minimocuadráticas para el espesor de grasa perirrenal (EGPR), NEFA y leptina, según su relación con el orden de parto, el número de gazapos lactantes y la estación del año en el primer día de lactación.

Tabla nº 03: Medias minimocuadráticas y error estándar para espesor de grasa perirrenal (EGPR), ácidos grasos no esterificados (NEFA) y leptina.

| | Efecto | EGPR (mm) | NEFA (mmol/L) | Leptina (ng/mL) |
|----------------------------|----------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Orden de lactación | Primera | 6.04±0.27 ^a | 0.37±0.03 | 3.79±0.26 |
| | Segunda | 7.49±0.40 ^b | 0.38±0.05 | 3.17±0.38 |
| Número de lactantes | 5 | 6.67±0.25 | 0.31±0.03 ^a | 3.83±0.28 ^b |
| | 10 | 6.87±0.25 | 0.44±0.03 ^b | 3.12±0.25 ^a |
| Estación del año | Invierno | 6.11±0.32 ^a | 0.43±0.04 ^b | 3.23±0.30 |
| | Verano | 7.43±0.32 ^b | 0.32±0.04 ^a | 3.72±0.33 |

^{a,b} Distintos superíndices en una misma columna indica diferencias significativas (P<0.05).

Para el EGPR se observaron diferencias significativas según el orden de parto y la estación del año, no observándose ninguna diferencia significativa según el número de gazapos lactantes. El mayor espesor de grasa perirrenal en las hembras multíparas que en las primíparas se debe a lo expuesto por Pascual *et al.* (1999^a) y Xiccato *et al.* (2004) y Parigi-Bini y Xiccato (1998): el aumento de la capacidad de ingestión y la desaparición

de las necesidades de crecimiento, que permitirían una mejor gestión de las reservas corporales de la coneja. El mayor espesor de la grasa perirrenal en verano respecto a invierno, podría deberse a que es en verano cuando la producción de leche disminuye debido a la reducción de la ingestión por las elevadas temperaturas (Maertens *et al.*, 2003, Pascual *et al.*, 1996, Szendro *et al.*, 1999) y, por lo tanto disminuyen las necesidades energéticas que demanda la lactación.

La concentración de NEFA presentó diferencias significativas según el número de gazapos lactantes y la estación del año, pero no según el orden de parto. Se observa una mayor concentración de NEFA en aquellas conejas con camadas de 10 gazapos que en las conejas con camadas de 5 y una mayor concentración de ésta en invierno que en verano. La concentración de NEFA en los primeros días de lactación son inferiores a los presentados por Pereda *et al.* 2010 (0.9 mmol/L). En momentos de mayor demanda energética, como es la gestación, parto y comienzo de la lactación de un elevado número de fetos, induce a una concentración de NEFA circulante en sangre elevada, concretamente un 42% superior a concentraciones de NEFA de conejas con un bajo número de lactantes.

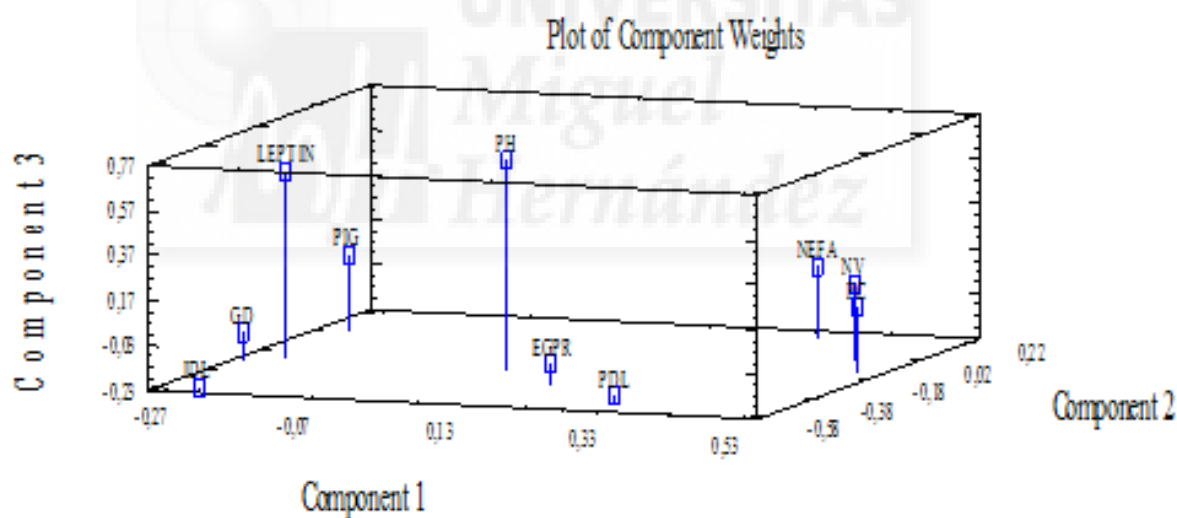
Respecto a la leptina no se observaron diferencias significativas respecto al orden de parto, ni la estación del año. Se observan diferencias significativas para el tamaño de camada, siendo mayor en aquellas hembras con camadas de 5 individuos que en las hembras con camadas de 10.

Se realizó un análisis de componentes principales (Gráfica nº 14) y se calcularon los coeficientes de correlación entre todas las variables que se midieron el primer día de lactación (Tabla nº 04). Las cuatro primeras componentes principales explicaron un 70.1% de la varianza, la primera componente principal explicó un 25.4%, la segunda el 19.3%, la tercera el 13.7% y la cuarta el 11.7%.

Tabla n° 04: Coeficientes de correlación entre nacidos vivos (NV), espesor de la grasa perirrenal (EGPR), ácidos grasos no esterificados (NEFA), leptina, ganancia diaria del gazapo (GD), peso de la hembra (PH), peso de la camada (PC), producción diaria de leche (PDL), ingestión diaria de leche (IDL) y peso individual del gazapo (PIG).

| | EGPR | NEFA | LEPTINA | GD | PH | PC | PDL | IDL | PIG |
|---------|-------|-------|---------|-------|-------------------|-------|-------|-------------------|--------------------|
| NV | -0.39 | 0.07 | -0.40 | -0.16 | 0.39 | 0.31 | -0.17 | 0.25 | -0.36 |
| EGPR | | -0.14 | -0.62* | -0.32 | 0.61* | 0.37 | -0.31 | 0.45* | -0.40 ⁺ |
| NEFA | | | -0.21 | 0.05 | 0.07 | 0.34 | -0.28 | 0.22 | -0.25 |
| LEPTINA | | | | -0.27 | 0.68* | 0.33 | -0.31 | 0.45 ⁺ | -0.38 |
| GD | | | | | 0.39 ⁺ | 0.23 | -0.31 | 0.41 ⁺ | -0.14 |
| PH | | | | | | -0.21 | 0.22 | -0.33 | 0.28 |
| PC | | | | | | | 0.94* | -0.91* | 0.83* |
| PDL | | | | | | | | 0.94* | -0.82* |
| IDL | | | | | | | | | 0.81* |

* = $P < 0.05$ y + = $P < 0.10$.



Gráfica n° 14: Representación gráfica de la primera, segunda y tercera componente principal.

La primera componente principal está formada por el peso de la camada, el número de nacidos vivos y la concentración de NEFA. El peso de la camada mantuvo una correlación con la producción de leche diaria de 0.94. Esta correlación elevada se debe a que a mayor producción diaria de leche, mayor disponibilidad de alimento habrá para los gazapos y por lo tanto su crecimiento será mayor que con producciones diaria de leche menores.

La ingestión diaria de leche por gazapo presentó una correlación de -0.91 con el peso de la camada. A su vez presentó una correlación de 0.94 con la producción diaria de leche, es decir, a mayor número de gazapos lactantes, mayor producción de leche de la coneja pero menor ingestión de leche por gazapo. Presentando también una correlación alta y positiva el peso total de la camada con el peso individual del gazapo (0.83).

Las variables que forman la segunda componente principal fueron la ingestión diaria de leche, la producción diaria de leche, el espesor de grasa perirrenal y la ganancia diaria individual de los gazapos.

La producción diaria de leche presentó una correlación peso individual de los gazapos de -0.82, esto se debe a que las hembras con mayores producciones de leche son aquellas con mayores camadas (Pascual *et al.*, 1996, Theilgaard *et al.*, 2009) y en las camadas más grandes fue donde se obtuvieron los pesos individuales más bajos. Por último se observó una correlación de 0.81 con la ingestión diaria de leche, pues a mayor ingestión diaria de leche, mayor crecimiento.

El espesor de grasa perirrenal presentó una correlación alta y positiva con el peso de la hembra (0.61) y la ingestión diaria de leche (0.46). El espesor de grasa perirrenal sirve como indicador del nivel de reservas corporales de la coneja (Dal Bosco *et al.*, 2003^{a y b}) siendo mayores cuando mayor es el espesor de grasa perirrenal.

El peso de la hembra y la leptina explican el mayor porcentaje de variación de la tercera componente principal. El coeficiente de relación para estas variables fue de 0.68. La leptina es la encargada de regular la ingestión de alimento y el gasto energético (Brecchia *et al.*, 2010), lo que justifica el coeficiente de correlación alto y negativo entre la concentración de leptina y el espesor de grasa perirrenal (-0.62).



6. Conclusiones.

6. Conclusiones.

En base a los resultados obtenidos en este estudio se concluye:

Respecto a los factores que afectan a la producción de leche a lo largo de los 25 días de gestación:

- La producción de leche diaria en la coneja se vio determinada en gran medida por el orden de parto, la existencia de solape entre la lactación y la gestación, el tamaño de camada y la estación del año, no siendo determinantes el peso de la hembra.
- La producción de leche diaria máxima se alcanzó en la tercera semana de lactación, justo antes de que los gazapos comenzaran a ingerir alimentos sólidos.

Respecto a los resultados a la gestión de las reservas corporales en el primer día de lactación:

- El espesor de la grasa perirrenal fue mayor en las hembras multíparas que en las hembras primíparas.
- La concentración de NEFA se vio afectada por el tamaño de camada y la estación del año, pero no por el orden de parto.
- La concentración de leptina no presentó variaciones respecto al orden de parto y la estación del año, pero si presentó variaciones significativas según el tamaño de camada.

En base a estas conclusiones las consideraciones a tener en cuenta serían tener especial atención con las hembras primíparas, procurando que llegaran al parto con un nivel óptimo de condición corporal, ya que a medida que sucedan los partos las demandas por la producción de leche irán aumentando. Por otro lado, condiciones semi-intensivas de producción con solapes entre lactación- gestación no merman la producción de leche de la coneja, pues es capaz de realizar una gestión óptima de sus reservas corporales a nivel de producción de leche, movilización de reservas grasas o de ácidos grasos no esterificados.





7. Bibliografía.

Argente M.J., Merchán M., Peiró R., García M.L., Santacreu M.A., Folch J.M., Blasco A., 2010. Candidate gene analysis for reproductive traits in two lines of rabbits divergently selected for uterine capacity. *J. Anim. Sci.*, 88: 828 – 836.

Arias-Álvarez, M., García-García, R.M., Rebollar, P.G., Revuelta, L., Millán, P., Lorenzo, P.L., 2009. Influence of metabolic status on oocyte quality and follicular characteristics at different postpartum periods in primiparous rabbit does. *Theriogenology* 72, 612–613.

Bonanno, A., Mazza, F., Di Grigoli, A., Alicata, M.L., 2004. Effects of restricted feeding during rearing, combined with a delayed first insemination, on reproductive activity of rabbit does. In: *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress*, Puebla, Mexico, pp. 224–230.

Bonanno, A., Mazza, F., Di Grigoli, A., Alicata, M.L., 2008. Body condition score and related productive responses in rabbit does. In: *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress*, pp. 297–301.

Brecchia, G., Zerani, M., Bonanno, A., Boiti, C., 2010. Metabolic adaptations in neonatal mother-deprived rabbits. *World Rabbit Science* 18, 229–236.

Caravaca F.P., Castel Genís J.M., Guzmán Guerrero J.L., Alcalde Aldea M.J., González Redondo P., 2003. Bases de la producción animal, Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba.

Cardinali R., Dal Bosco A., Bonanno A., Di Grigoli A., Rebollar P. G., Lorenzo P.L., Castellini C., 2008. Connection between body condition score, chemical characteristics of body and reproductive traits of rabbit does. *Livest. Sci.* 116: 209-215.

Casado C., Piquer O., Cervera C., Pascual J.J., 2005. Modelling the lactation curve of rabbit does: Towards a model including fit suitability and biological interpretation. *Livestock Science* 99 (2006) 39– 49.

Casado C., Piquer O., Cervera C., Pascual J.J, 2006. Modelling the lactation curve of rabbit does: Towards a model including fit suitability and biological interpretation. *Livestock Science* 99 (2006) 39– 49

Castellini, C., Dal Bosco, A., Cardinali, R., 2006. Effect of post-weaning rhythm on the body fat and performance of rabbit does. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 195–204.

Castellini C., Dal Bosco A., Arias-Álvarez M., Lorenzo P.L., Cardinalia R., Garcia Rebollar P., 2010. The main factors affecting the reproductive performance of rabbit does: A review *Animal Reproduction Science* 122 (2010) 174–182

Dal Bosco, A., Cardinali, R., Mugnai, C., Castellini, C., 2003^a. Assessment of a reproduction rhythm based on the body condition of rabbit doe: preliminary results. In: *Proceedings of the XVII ASPA Congress, Italy, 2007*, p. 764.

Dal Bosco, A., Castellini, C., Cardinali, R., 2003^b. Evaluation of body condition score in pregnant rabbit does by ultrasound scanner. In: *Atti XV Congr. Naz. ASPA*, pp. 480–482.

De Blas J.C., Pérez E, Fraga M.J., Rodríguez M., Gálvez J., 1981. Effect of diet on feed intake and growth of rabbits from weaning to slaughter at different ages and weights. *Journal of Animal Science* 52, 1225–1232.

De Blas J.C., 2012. Nutritional impact on health and performance in intensively reared rabbits *Animal* (2013), 7:s1, pp 102–111 & *The Animal Consortium 2012*

El Nagar A.G., Sánchez J.P., Ragab M., Mínguez C., Baselga M., 2003. Genetic comparison of milk production and composition in three maternal rabbit lines. *World Rabbit Sci.* 2014, 22: 261-268

El Nagar A.G., Sánchez J.P., Ragab M., Mínguez C., Baselga M., 2014. Genetic comparison of milk production and composition in three maternal rabbit lines. *World Rabbit Sci.* 2014, 22: 261-268

Fleischhauer H., Schlolaut W., Lange K., 1985. Influence of number of teats on rearing performance of rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.* 8, 174-176.

Fortun-Lamothe L., 1998. Effects of pre-mating energy intake on reproductive performance of rabbit does. *Anim. Sci.* 66, 263–269.

Fortun-Lamothe L., Gidenne T., 2000. The effects of size of suckled litter on intake behaviour, performance and health status of young and reproducing rabbits. *Ann. Zootech.*, 49, 517-529.

Fortun-Lamothe L., Sabater F., 2003. Estimation de la production laitière à partir de la croissance des lapereaux. In *Proc.: 10èmes Journ. Rech. Cunicole*, Paris, ITAVI Ed., Paris, 69-72.

Fortun-Lamothe, L., 2006. Energy balance and reproductive performance in rabbit does. *Anim. Reprod. Sci.* 93, 1–15.

Garreau H., Piles M., Larzul C., Baselga M., Rochambeau H. De, 2004. Selection of maternal lines: last results and prospects. *Proc. 8th World Rabbit Congress*, Puebla, Mexico, 14-25.

González-Mariscal G., McNitt, J.I., Lukefahr S.D., 2007. Maternal care of rabbits in the lab and on the farm: endocrine regulation of behavior and productivity. *Horm. Behav.* 52, 86–91.

Hoy S., Selzer D., 2002. Frequency and time of nursing in wild and domestic rabbits housed outdoors in free range. *World Rabbit Sci.*, 10, 77-84.

Hudson R., Schaal B., Martínez-Gómez M., Distel H., 2000. Mother-young relations in the European rabbit: physiological and behavioural locks and keys. *World Rabbit Sci.*, 8, 85-90.

Iraqi M.M., Youssef Y.M.K., 2006. Genetic analysis for milk production traits in New Zealand White rabbits raised in Egypt. *J. Rabbit Sci.*, 16: 1-13.

Khalil M.H., 1994. Lactational performance of Giza White rabbits and its relation with pre-weaning litter traits. *Anim. Prod.*, 59: 141-145.

Lebas F., 1968. Mesure quantitative de la production laitière chez la lapine *Ann. Zootech.*, 17, 169-182.

Lebas F., 1972. Effet de la simultanéité de la lactation et de la gestation sur les performances lactières chez la lapine. *Ann Zootech.*, 21, 129-131.

Maertens L, Huyghebaert G, De Groote G, 1986. Digestibility and digestible energy content of various fats for growing rabbits. *Cuni-Science* 3, 7–14.

Maertens L., De Groote G., 1988. The influence of the dietary energy content on the performances of post-partum breeding does. In *Proc.: 4th World Rabbit Congr.*, Budapest, Hungary, 3, 42-53.

Maertens L., De Groote G., 1990. Comparison of feed intake and milk yield of does under normal and high ambient temperature. *J. Appl. Rabbit Res.*, 13, 159 -162.

Maertens L., 1992. Rabbit nutrition and feeding: a review of some recent developments. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15: 810-818.

Maertens L., Lebas F., Szendrő Zs., 2003. Rabbit Milk: A review of quantity, quality and non-dietary. *World Rabbit Sci.* 2006, 14: 205-230

Maertens L., Vanacker J., De Coninck J., 2006. Milk yield and milk composition of 2 commercial hybrids and a selected strain fed a high- energy lactation diet. *Proc. 18th Hungarian Conference on Rabbit Production*, Kaposvar 24 May 2006, 35-41.

Matics Zs., Szendrő Zs., Hoy St., Nagy I., Radnai I., Biró-Németh E., Gyovai M., 2004. Effect of different management methods on the nursing behaviour of rabbits. *World Rabbit Sci.*, 12, 95-108.

McEvoy T.G., Robinson J.J., 2003. Nutrition and its interaction with reproductive processes. In: Holt W.V., Pickard A.R., Rodger J.C., Wildt D.T. (Ed.), Reproductive science and integrated conservation. Cambridge University Press, Cambridge, England, 42-56.

McNitt J.I., Lukefahr S.D., 1990. Effect of breed, parity, day of lactation and number of kits on milk production of rabbits. *J. Anim. Sci.*, 68, 1505-1512.

Menchetti L., Brecchia G., Canali C., Cardinali R., Polisca A., Zerani M., Boiti C., 2015. Food restriction during pregnancy in rabbits: Effects on hormones and metabolites involved in energy homeostasis and metabolic programming *Research in Veterinary Science* 98 (2015) 7–12

Mohamed M.M.A., Szendrő Zs., 1992. Studies on nursing and milk production of does and milk intake and suckling behaviour of their kits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15, 708-716.

Moschos S., Chan J.L., Mantzoros C.S., 2002. Leptin and reproduction: a review. *Fertility and sterility* Vol. 77, No. 3: March 2002.

Nicodemus N., Gutiérrez I., García J., Carabaño R., De Blas C., 2002. The effect of remating interval and weaning age on the reproductive performance of rabbit does. *Animal Research* 51, 517–523.

Nicodemus N., Pereda N., Romero C., Rebollar P.G., 2009. Evaluation de la technique d'impedance bioelectrique (IBE) pour estimer la composition corporelle de lapines reproductrices. Proc. 13 emes Journees de la Recherche Cunicole. Le Mans, France. Pages 109-112.

Oftedal O.T., 2000. Use of maternal reserves as a lactation strategy in large mammals. *Proc. Nutr. Soc.*, 59: 99-106.

Parigi-Bini R., Xiccato G., Cinetto M., 1990. Energy and protein retention and partition in pregnant and non-pregnant rabbit does during the first pregnancy. *Cuni-Sciences*, 6: 19-29.

Parigi Bini R., Xiccato G., 1998. Energy metabolism and requirements. In: De Blas and Wiseman (Eds.), *The nutrition of the Rabbit*, CABI Publishing, Wallingford, UK, pp.103-131.

Partridge G.G., Findlay M., Fordyce R.A., 1986. Fat supplementation of diets for growing rabbits. *Animal Feed Science and Technology* 16, 109–117.

Pascual J.J., Cervera C., Blas E., Fernández–Carmona J., 1996. Milk yield and composition in rabbit does using high fat diets. *Proc. 6th World Rabbit Congr. Toulouse, France, Vol 1*, 259-262.

Pascual J.J., Tolosa C., Cervera C., Blas E., Fernández-Carmona J., 1999^a. Effect of diets with different digestible energy content on the performance of rabbit does. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 81, 105-117.

Pascual J.J., Cervera C., Blas E., Fernández-Carmona J., 1999^b. Effect of high fat diets on the performance, milk yield and milk composition of multiparous rabbit does. *Anim. Sci.*, 68, 151-162.

Pascual J.J., Fonfria M.J., Alqedra I., Cervera C., Fernández–Carmona J., 2000. Use of lucerne-based diets on reproductive rabbit does. In *Proc.: 7th World Rabbit Congr., Valencia, Spain, Vol. C*, 379-384.

Pascual J.J., Castella F., Cervera C., Blas E., Fernández-Carmona J., 2002. The use of ultrasound measurement of perirrenal fat thickness to estimate changes in body condition of young female rabbits. *Animal Science* 70: 435-442.

Pascual, J.J., Cervera, C., Blas, E., Fernández-Carmona, J., 2003. High energy diets for reproductive rabbit does: effect of energy source. *Nutr. Abstr. Rev. Ser. B. Livest. Feeds Feed.* 73, 27R–39R.

Pascual J.J., Blanco J., Piquero O., Quevedo F., Cervera C., 2004. Ultrasound measurements of perirenal fat thickness to estimate the body condition of reproducing rabbit does in different physiological states. Unidad de Alimentación Animal, Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia. *World Rabbit Sci.* 2004, 12: 7-21.

Pascual J.J., 2006. Nutrition-reproduction-body condition of rabbit does considering rabbit selection for litter size and longevity. *Alpharma Rabbit Symposium*, Madrid, Spain, pp. 27.

Pascual J.J., Cervera C., Baselga M., 2012. Genetic selection and nutritive resources locations in reproductive rabbit does. *World Rabbit Science Association Proceeding 10 th World Rabbit Congress – September 3-6, 2012- Sharm El-Sheikh – Egypt*, 247-271.

Pereda N.L., 2010. Evaluación de la técnica del análisis de impedancia bioeléctrica para predecir la composición corporal: aplicación en conejas sometidas a diferentes sistemas de alimentación durante la recría. Ph.D. Thesis. Universidad Politécnica de Madrid. Spain, pp. 196.

Petersen J., Buscher K., Lammers H.J., 1989. Das Sauge- und Saugverhalten von Kaninchen und die Milchaufnahme. Proc. 6. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztiere und Heimtiere, Celle, 59-67.

Quevedo F., Cervera C., Blas E., Baselga M., Costa, C. Pascual J.J., 2005. Effect of selection for litter size and feeding program on the development of rearing rabbit does. *Anim. Sci.* 80, 161–168.

Quevedo F., Cervera C., Blas E., Baselga M., Pascual J.J., 2006. Long-term effect of selection for litter size and feeding programme on the performance of reproductive rabbit does. Pregnancy of multiparous does and Lactation and Growing Period. *Anim. Sci.* 82: 739-762.

Rafai P., Papp Z., 1984. Temperature requirement of does for optimal performance. *Arch. Exper. Vet. Med., Leipzig*, 38, 450-457.

Rochambeau de H., Tudela F., Chabert J., 1988. Some results about number of teats in 3 strains of rabbits. Proc. 4th World Rabbit Congr., Budapest Hungary, Vol. 2, 261-268.

Rommers J.M., Meijerhoft R., Noordhuizen J.P., Kemp B., 2004. Effect of feeding program during rearing and age at first insemination on performance during subsequent reproduction in young rabbit does. *Reprod. Nutr. Dev.* 44, 321–332.

Rosell J.M., De la Fuente L.F., 2008. Health and body condition of rabbit does on commercial farms. Proc. 9th World Rabbit Congress, Verona, Italy. Accessed January 2, 2012, Pages: 1065-1069.

Sakr O.G., García-García R.M., Árias-Álvarez M., Milán P., Lorenzo P.L., Rebollar P.G., 2010. Body reserves and ovarian performance in primiparous lactating rabbit does submitted to early weaning as a strategy to decrease energy deficit. *Animal Reproduction Science* 121 (2010): 294-300.

Sánchez J.P., De la Fuente L.F., Rosell J.M., 2012. Health and body condition of lactating females on rabbit farms. *J ANIM SCI* 2012, 90: 2353-2361.

Sanderson S.L., 2010. Body condition score techniques. *Procedures Pro. NAVC Clinician's Brief*. March 2010: 13-16.

Santomá G, De Blas J.C., Carabaño R., Fraga M.J., 1987. The effects of different fats and their inclusion level in diets for growing rabbits. *Animal Production* 45, 291–300.

Savietto D., 2013. Environmental and genetic factors driving robustness in reproductive rabbit does. Ph.D. Thesis. Universitat Politècnica de València. Valencia, Spain.

Szendrő Zs., Holdas S., 1984. Relationship between the number of mammary glands and the production of female rabbits. In Proc.: 3th World Rabbit Congr., Rome, Vol. II, 141-148.

Szendrő Zs., Szabó S. Kustos K., 1985. Studies on milk production, weight change and feed consumption of rabbit does during suckling period. In Proc.: 13th Conference on meat rabbit breeding, Nitra, 105-117.

Szendrő Zs., Papp Z., Kustos K., 1999. Effect of environmental temperature and restricted feeding on production of rabbit does. In Proc.: 2nd Int. Conf. on Rabbit Production in Hot Climates. In: Cahiers Options Méditerranéennes, 41, 11-17.

Theilgaard P., Sanchez J.P., Pascual J.J., Friggens N.C., Baselga M., 2006. Effect of body fatness and selection for prolificacy on survival of rabbit does assessed using a cryopreserved control population. Livest. Sci., 103: 65-73.

Theilgaard P., Baselga M., Blas E., Friggens C., Cervera C., Pascual J.J., 2009. Differences in productive robustness in rabbits selected for reproductive longevity or litter size. Animal, 3: 637-646.

Tudela F., Hurtaud J., Garreau H., De Rochambeau H., 2003. Comparaison des performances zootechniques de femelles parentales issues d'une souche témoin et d'une souche sélectionnée pour la productivité numérique. In Proc.: 10èmes Journ. Rech. Cunicole, Paris, ITAVI Ed., Paris, 53-56.

Varewych H., Bouquet Y., 1982. Relationship between tissue composition of meat rabbit carcasses and that of their principal portions. Ann. Zootech., 31, 257-268.

Xiccato G., Parigi-Bini R., Dalle Zotte A., Carazzolo A., Cossu M.E., 1995. Effect of dietary energy level, addition of fat and physiological state on performance and energy balance of lactating and pregnant rabbit does. Anim. Sci., 61, 387-398.

Xiccato G., 1996. Nutrition of lactating does. In Proceedings of the 6th World Rabbit Congress (ed. F. Lebas), pp. 175-180.

Xiccato G., Trocino A., Sartori A., Queaque P.I., 2004. Effect of parity order and litter weaning age on the performance and body energy balance of rabbit does. Livest. Prod. Sci., 85: 239-251.

Xiccato G., Trocino A., Boiti C., Brecchia G., 2005. Reproductive rhythm and litter weaning age as they affect rabbit doe performance and body energy balance. Anim. Sci., 81, 289-296.