



REVISIÓN [REVIEW]

CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE LA CONEJA CON ENFASIS EN LA SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE LA CAMADA EN RAZAS NUEVA ZELANDA BLANCO Y CALIFORNIA

[CHARACTERIZATION THE MILK PRODUCTION DOE WITH EMPHASIS IN THE SURVIVAL AND LITTER GROWTH IN THE BREEDS NEW WHITE AND CALIFORNIA RABBIT]

Benjamin Gomez-Ramos*¹, Ruy Ortiz-Rodríguez¹, Carlos Miguel Becerril-Pérez², Rafael María Román-Bravo³, José Herrera Camacho⁴

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Km 9.5 Carretera Morelia-Zinapécuaro. Tarímbaro Michoacán, México.; ²Especialidad de Postgrado en Ganadería. Colegio de Postgraduados. 56230, Montecillo, Estado de México; ³Unidad de Investigación en Producción Animal. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela; ⁴Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Km 9.5 Carretera Morelia-Zinapécuaro. Tarímbaro Michoacán, México. CP 5888.

Email: roschberith@hotmail.com

*Corresponding Author

RESUMEN

El objetivo fue integrar los conocimientos sobre factores genéticos y ambientales que inciden en la producción de leche (PL) de la coneja y su efecto en la supervivencia y crecimiento de la camada. Las investigaciones sugieren que la PL se relaciona con el crecimiento y supervivencia del gazapo durante las primeras tres semanas de vida. En cuanto a los aspectos genéticos, se ha estimado que existen diferencias en PL entre razas puras y sus cruza, además de que el índice de herencia (h^2) para PL en Nueva Zelanda Blanco, California y sus cruza recíprocas es de 0.12%, lo cual establece un mayor efecto ambiental sobre PL. Al parecer la PL alcanza su máxima producción (219.6 g) con 12 gazapos/camada y su pico de producción se alcanza al tercer parto y disminuye a partir del quinto parto. Sin embargo, la PL es determinada por: la condición fisiológica de la coneja -lactante-gestante (130 g/día) o lactante-no gestante (141 g/día)-; el número de pezones, conejas con 10 pezones produjeron 10% más leche que aquellas con 8; la temperatura ambiente, por cada grado centígrado por arriba de 20°C la PL disminuye 7.7 g/día. Los principales factores que influyen sobre la PL de la coneja no son atribuibles a esta. Por lo tanto, es importante controlar la naturaleza aleatoria de la mayoría de los factores no-genéticos que afectan a PL.

Palabras clave: conejo, producción láctea, sistemas de producción cunícola, teoría general de sistemas

ABSTRACT

The objective was integrating the knowledge genetic and environmental factors that impact on milk production (MP) of the doe and its effect in the survival and litter growth. The MP is related with the growth and survival of the litter during the first three weeks of life. Differences exist in MP among breeds pure and crossbreed. The index heredability (h^2) for MP in New Zealand White, California and reciprocal crossbreed was of 0.12%. The low h^2 it establishes a bigger environmental effect on MP. The MP reaches its maximum production (219.6 g) with 12 rabbit kits /litter. This has an increment during the first 15 days postpartum and there is a decrease from the day 21 postpartum. The MP is determined by the physiologic condition of the doe: nursing- pregnant (130 g/day) or nursing-empty (141 g/day). Doe with 10 nipples produced 10% more milk that those with eight. The MP reaches its production pick to the third parity number and it diminishes starting from the fifth parity number. For each centigrade grade for up of 20°C the MP diminishes 7.7 g/day. The main factors that influence on the MP of the doe are not attributable to these. Therefore, it is important to control the random nature of most of the no-genetic factors that affect MP.

Key words: rabbit, milky production, rabbit production systems, general theory of systems

INTRODUCCIÓN

En México, la producción cunícola no ha desarrollado su potencial -tanto a nivel intensivo como extensivo- a pesar de los esfuerzos oficiales y privados para su impulso mediante la distribución de paquetes familiares (Owen y Arzate, 1980; Ortega, 1991; Lebas *et al.*, 1997; García *et al.*, 1998). Así lo advierte la incipiente producción de 15,000 ton/año y el consumo medio per cápita de carne de conejo de 182 g/ año (Gómez, 2006). Más aún, la epizootia causada por la enfermedad hemorrágica viral (HVD, por sus siglas en inglés) a finales de los años ochentas (Lebas *et al.*, 1997) redujo notablemente el tamaño de población y el número de unidades productivas (Ortega, 1991).

La importancia de la producción cunícola radica en la producción de carne para el consumo humano y como una alternativa para el desarrollo rural y suburbano, principalmente en las áreas circundantes a grandes centros de consumo con una gran densidad poblacional (Owen y Arzate, 1980). Sin embargo, la investigación en la cunicultura ha sido escasa en el país y se ha generado de manera desarticulada y dispersa; así mismo, se carece del talento humano capacitado para realizarla (Gómez, 2006). Además, se han desaprovechado las facilidades biológico-económicas y técnicas que ofrece la especie, como son: tamaño pequeño, pocas necesidades de espacio, consumo de alimentos con un alto contenido de fibra, alta eficiencia alimenticia, elevada prolificidad, ciclo reproductivo corto, amplio grado de diversidad genética; modelo para la investigación básica y aplicada para la generación de tecnología, que permita a los cunicultores realizar una actividad productiva sustentable (Cheeke, 1980; Ortega, 1991; Cifre, 1997; García *et al.*, 1998). Aspectos que deben ser considerados puesto que la maximización productiva del conejo (como de otras especies) estará supeditada al control y manipulación de cada uno de los eventos biológicos (Juárez *et al.*, 2008) típicos de la especie. Al respecto, un evento biológico a controlar y manipular dentro de la producción cunícola es la producción de leche; y ésta, tiene una función importante en la supervivencia y crecimiento de la camada (Gómez, 2006); misma que es la materia prima para la fase de crecimiento y engorda en la producción cunícola. El objetivo de este trabajo fue integrar los conocimientos sobre factores genéticos y ambientales que inciden en la producción de leche (PL) de la coneja y su efecto en la supervivencia y crecimiento de la camada.

Enfoque metodológico

Para efectos de la caracterización y modelación esquemática de la producción de leche de las conejas se utilizó la información de las principales investigaciones sobre este tópico durante el periodo

1990-2008, así como el uso de artículos clásicos generados en la década de los 70's y 80's. La información recabada fue analizada bajo el enfoque metodológico de la *Teoría General de los Sistemas* (TGS); que postula que con la integración de diferentes disciplinas científicas -de una misma área o de un conjunto de ellas- se logra la solución de problemas agropecuarios de manera integral; puesto que este enfoque, se basa principalmente en el estudio del «todo», es decir, no investiga partes aisladas de un fenómeno (o al mismo en forma aislada), sino más bien, busca explicar la interrelación con todo lo que le rodea y lo afecta (Bertalanffy, 1976). El concepto de sistema de manera sintética refiere a todas aquellas estructuras que están conformadas por dos o más elementos en compleja organización y que interactúan entre sí para obtener un resultado definido y tiene una delimitación específica que considera a todos los mecanismos de retroalimentación participantes (Spedding, 1988; Ortiz y Ortega, 2001).

Los sistemas de producción animal están compuestos de manera general por tres elementos: el hombre, el animal y la tecnología (Van Gigch, 1998). Aspecto que debe ser considerado al analizar o caracterizar a un sistema; sin embargo, para efectos de este trabajo se consideró el componente tecnológico tomando en cuenta las directrices señaladas por Gilbert *et al.* (1980) en el sentido de que se considera que sistemas de producción de esta naturaleza pueden ser determinados por un elemento técnico, que puede estar presente en dos ámbitos: el físico (asociado a las alternativas que se utilizan para modificar el medio ambiente) y el biológico (asociado con el conocimiento generado para controlar los ciclos biológicos). Desde el punto de vista tecnológico y bajo el enfoque metodológico de la TGS, los sistemas de producción animal no son capaces de tener vida propia, autorregulada e independiente del hombre (Lushmann, 1990). Ello implica que de acuerdo al control y manipulación de los eventos biológicos del animal, por parte del hombre, a través de la tecnología se puedan encontrar, de forma general, las siguientes categorías: I) sistema de producción *ideal*: el hombre manipula y controla los diferentes procesos de producción animal; II) sistema de producción *ordinario*; el sistema se le impone al hombre, independientemente de todos los deseos de éste para manipularlo o transformarlo y, III) sistema de producción *paralelo*; el sistema se presenta de forma indiferenciada: hombre y sistema de producción llevan existencias paralelas pero de forma simbiótica (Juárez *et al.*, 2008).

Es posible que la mayoría de los sistemas de producción de conejos en México se encuentren en las categorías II (sistema ordinario) y III (sistema en paralelo), en concordancia a las categorías de los sistemas citadas en el párrafo anterior y de acuerdo

con Gómez (2006), el cual refiere que la producción cunícola en el país no ha desarrollado su potencial, a nivel intensivo como extensivo, debido a: 1) la investigación en la cunicultura es escasa en México y se ha generado de manera desarticulada y dispersa y, 2) se carece del talento humano capacitado para realizarla. Tomando estas consideraciones y en un intento para que los especialistas, técnicos y productores se acerquen a la categoría I (sistema ideal) se caracteriza la producción de leche de las conejas bajo dos modelos esquemáticos de organización - previo análisis de la información recabada respecto al tópico mencionado. Wadsworth (1997), establece que la “modelación” es especialmente importante porque de esta manera es posible desarrollar una representación del sistema con cierto grado de precisión, pero sin pretender una réplica de lo que existe en la realidad. El modelo gráfico es un instrumento muy común en el estudio de sistemas de producción pecuaria, puesto que tiene ventajas que permiten obviar extensas explicaciones, ya que todos los rasgos están expuestos y la estructura y contenido del modelo son percibidos con claridad. De aquí que el primer modelo esquemático que se realizó en torno a la caracterización la producción de leche de las conejas contiene un enfoque “suave”, en donde se obtiene los factores atribuibles y no atribuibles a la coneja. Mismos que pueden condicionar el funcionamiento del sistema “producción láctea de la coneja”; en el segundo modelo se consideró un enfoque con mayor formalidad puesto que la información recabada fue analizada considerando los criterios de Goodall (1976): i) homogeneidad interna con respecto a una propiedad del sistema; ii) interdependencia relativa de los componentes del sistema y, iii) disciplinas afines como base para descomponer el sistema. Todo ello para desarrollar la síntesis total o caracterizar el sistema, eliminando en lo posible las inconsistencias que sesguen la percepción de la realidad.

Modelo esquemático de los factores atribuibles y no atribuibles a la coneja en la fase de producción láctea

Contexto. La producción de carne de conejo para el consumo humano determina que esta actividad pecuaria es una alternativa para el desarrollo rural y suburbano, principalmente en las áreas circundantes a grandes centros de consumo con una gran densidad poblacional (Owen y Arzate, 1980). Sin embargo, el potencial de esta actividad es limitada por una incipiente y escasa investigación en el país sobre los aspectos básicos relacionados con la cunicultura. Lo cual ha provocado que el componente humano, dentro de estos sistemas de producción animal, carezca de talento para eficientar los diversos sistemas cunícolas existentes en México (Ortega, 1991; Gómez, 2006). Este contexto determina en gran medida la maximización productiva de la especie, puesto que el

control y manipulación de cada uno de los eventos biológicos reproductivos y productivos típicos del conejo estará supeditada por el conocimiento -de los productores, técnicos y especialistas en cunicultura- sobre estos mismos eventos biológicos. Al respecto, un evento biológico a controlar y manipular dentro de la producción cunícola es la producción de leche (Figura 1), que en el conejo, tiene una función importante en la supervivencia y crecimiento de la camada (Gómez, 2006).

Componente Humano. La visión que los productores tienen sobre la producción láctea aún no establece con objetividad los aspectos atribuibles a la coneja y los que no son imputables a ella (Figura 1). Ante esta situación es común que la supervivencia y crecimiento de la camada sea atribuible únicamente a la coneja, sin considerar la producción láctea y los factores que pueden modificar a la misma. Con respecto a esto, Ortiz y Ortega (2001) establecen que toda alteración por pequeña que sea ésta, se propaga a todo el sistema de forma ondulatoria, aumentando el tamaño de onda conforme se propaga. La dificultad con esta manifestación es que se ataca el efecto del problema y no al problema mismo, cuyo origen es casi imperceptible dadas sus características de baja intensidad. De acuerdo con esta premisa, es importante considerar los aspectos que determinan o modifican la producción de leche de las conejas, cuyo resultado final se verá reflejado en la supervivencia y crecimiento de la camada predestete (Figura 2).

Componente Animal. En el comportamiento materno de la coneja, la característica más importante, inmediatamente después del parto, es la producción de leche (Lukefahr *et al.*, 1984, Khalil y Khalil, 1991); puesto que esta se relaciona directamente con la tasa de crecimiento predestete y la supervivencia del gazapo durante las primeras tres semanas de vida (Sorensen *et al.*, 2001; Gómez, 2006). Sin embargo, se han observado diferencias en la producción de leche entre conejas de diferentes razas y sus cruza (McNitt y Lukefahr, 1990; Khalil, 1999); mismas que son atribuibles a la variabilidad genética entre razas de animales. No obstante, esta variabilidad es una oportunidad para incrementar la productividad de las conejas, debido a que pueden implementarse varios sistemas de cruzamiento entre razas (Nofal *et al.*, 1995). Además, la variabilidad genética existente entre razas y cruza de conejos para la producción de leche podría ser importante para maximizar el retorno bio-económico en las granjas comerciales (Lukefahr *et al.*, 1983; Khalil *et al.*, 1986; Afifi *et al.*, 1989), al obtener pie de cría para la producción comercial utilizando hembras cruzadas y aprovechar la posible heterosis materna para la producción de leche (Gómez, 2006). Aun y cuando los aspectos genéticos son importantes, tomar este punto como partida de análisis de la producción lechera limitaría el entendimiento de este

fenómeno y además, podría inferirse que únicamente con la mejora genética: la producción láctea de las conejas se mejoraría y se lograría un incremento en la supervivencia y crecimiento de la camada. Además no se estaría tomando en cuenta el postulado de que cualquier alteración en un componente de sistema afecta a los componentes restantes y a todo el sistema en conjunto (Bertalanffy, 1976; Ortiz y Ortega 2001). Por ello, se discutirá, en este documento, primeramente otros factores (no-genéticos) que inciden en la producción de leche y finalmente se analizarán algunos factores genéticos.

Composición y producción de leche de la coneja.

Uno de los componentes principales post-parto del comportamiento materno de la coneja es la producción lechera (Khalil y Khalil, 1991) y ésta determina en gran medida la tasa de crecimiento y la supervivencia de los gazapos hasta el destete; puesto que el consumo de nutrimentos, durante las primeras tres semanas de vida, proviene principalmente de la leche materna (Rommers *et al.*, 1999; Sorensen *et al.*, 2001). Se ha

establecido que la leche de coneja contiene entre 13 - 15 % de proteínas, de 10 - 12 % de grasas, un 2 % de azúcar y 2 - 3 % de minerales, mientras que la energía bruta es de 2.220 cal/kg (Rommers *et al.*, 1999). En investigaciones recientes se han hecho comparaciones sobre la composición de la leche de coneja y otras especies (Tabla 1) y se ha encontrado mayores aportes de proteína y grasa en la leche de coneja (Maertens *et al.*, 2006); lo que explicaría el rápido crecimiento del gazapo desde el nacimiento hasta el destete (Rommers *et al.*, 1999).

No obstante que la composición de la leche de la coneja supera a la leche de vaca y de cerda, el rendimiento de la misma está influenciado por varios factores (Lebas, 1970); dentro de estos se encuentran los efectos maternos, los cuales determinan en gran parte la sobrevivencia y crecimiento de la camada (Krogmeier *et al.*, 1994; Szendrő *et al.*, 1996).

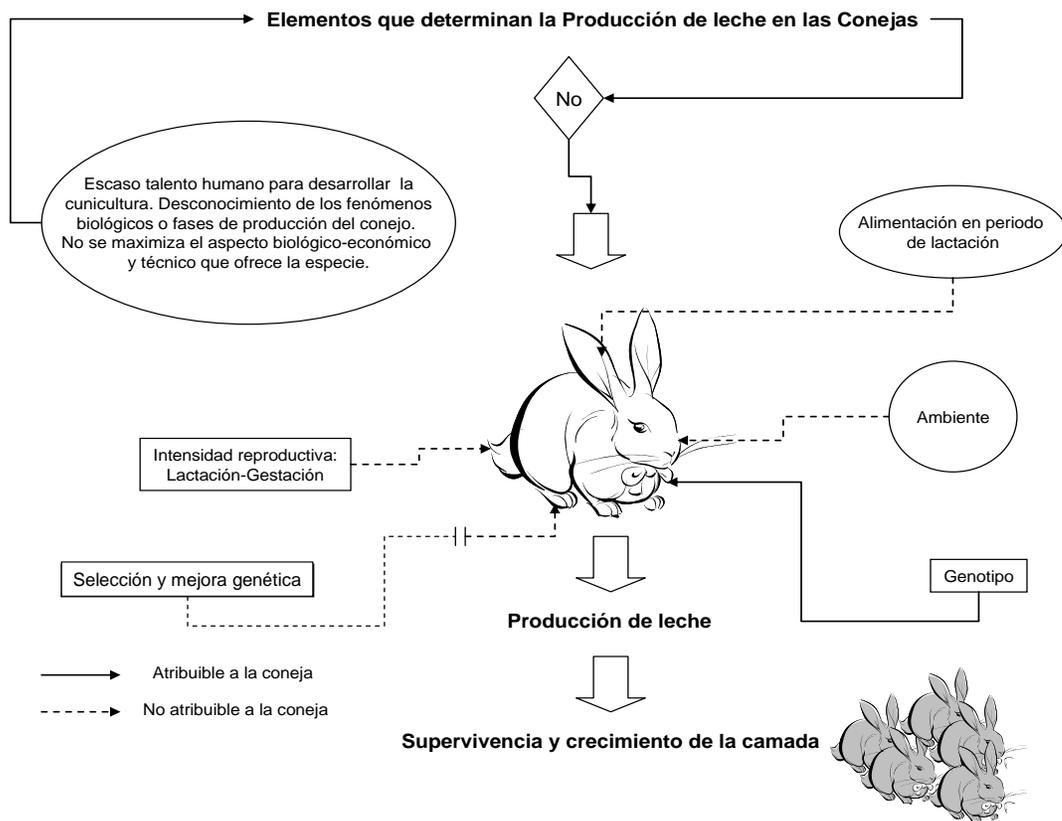


Figura 1. Visión esquemática del sistema biológico en torno a la producción de leche y supervivencia y crecimiento de la camada predestete.

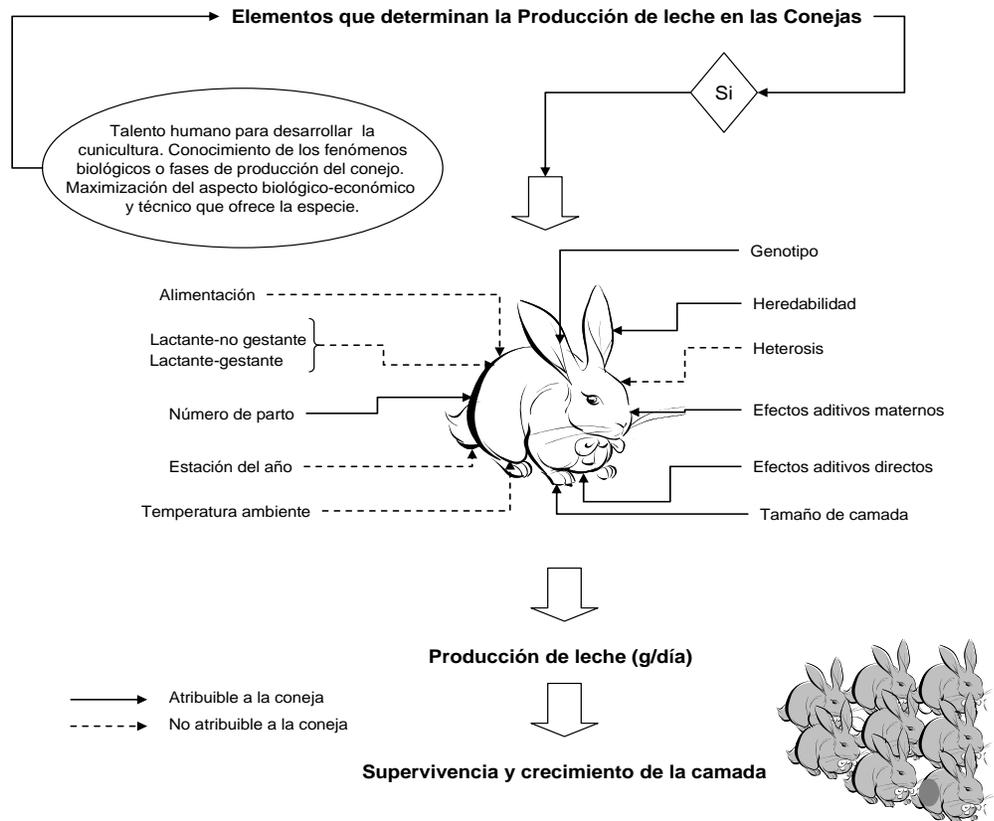


Figura 2. Reformulación de la visión esquemática del sistema biológico en torno a la producción de leche y supervivencia y crecimiento de la camada predestete.

Tamaño de camada y producción de leche de la coneja. Para medir el efecto del tamaño de camada sobre la producción de leche de la coneja se han utilizados diferentes métodos, tales como: pesar a la coneja y/o a la camada antes y después del amamantamiento (Xiccato *et al.*, 1995; Parigi-Bini *et al.*, 1996; Rommers *et al.*, 1999) o pesar la camada al nacimiento y a los 21 días (Lukefahr *et al.*, 1990; Cervera *et al.*, 1993; Fortun-Lamothe y Lebas, 1996). Al respecto McNitt y Lukefahr (1990) estimaron que la producción de leche se incrementa conforme aumenta el tamaño de camada y alcanza su máxima producción (219.6 g) con un tamaño de camada de 12 gazapos. Mohamed y Szendrő (1992) encontraron un incremento de 5.5% en la producción de leche cuando el tamaño de camada se incrementa de 6 a 10 gazapos. Sin embargo, este incremento también está afectado por el genotipo. Por su parte, Kustos *et al.* (1996) apreciaron solo un ligero efecto en la producción láctea cuando se igualaron camadas de 6, 8 y 10 gazapos, pero no cuantificaron el efecto. Lo anterior concuerda con lo expuesto por Szendrő (2000) y Szendrő y Maertens (2001), quienes indicaron que la producción de leche de la coneja está determinada por el tamaño de la camada. En la figura 3, se pueden

observar las diferencias en producción de leche con diferentes tamaños de camada en la lactación.

Tabla 1. Comparación de la producción y composición de leche entre hembras múltiparas de conejos, cerdos y bovinos.

	Conejas (híbridas)	Vacas (Holstein)	Cerdas (híbridas)
Peso vivo (PV, kg)	4.2	650	230
Pico de producción (kg)	0.320	47.5	8.9
Grasa (g/100 g)	12.9	3.7	6.5
Proteína (g/100 g)	12.3	2.84	5.1
Producción/kg de PV			
Leche (g/d)	76	73	39
Grasa (g/d)	9.8	2.7	2.5
Proteína (g/d)	9.4	2.1	2.0

Maertens *et al.*, 2006

Desde 1972, se estableció que la tendencia de la producción de leche (Figura 3) durante los primeros 15 días posparto es hacia un incremento sostenido, para después mantenerse entre los días 15 al 20 posparto y

luego manifestar un decremento constante a partir del día 21 posparto, esto independientemente del número de gazapos/camada que la coneja amamante (Lebas, 1972). No obstante, Gómez (2006) encontró que los estimadores para la regresión lineal, β_0 y β_1 para determinar la producción láctea a partir del tamaño de la camada, fue de 4.4 y 34.2 ($p < 0.001$) respectivamente; estableciendo que a medida que se incrementa el número de gazapos en la camada aumenta la producción de leche en forma creciente ($p < 0.01$) con un pico de producción de 112 g/día, con 7 gazapos (Figura 4). Este fenómeno representa de forma clara la primera ley de la teoría general de sistemas: los sistemas abiertos son dinámicos y están en constante cambio ante estímulos ambientales (Ortiz y Ortega, 2001). Bajo esta premisa se podría establecer que la producción de leche de las conejas está en función de la “intensidad” del estímulo por parte de los gazapos amantados y dicha intensidad está determinada por el número de gazapos que amamante una coneja. Esta característica en el aumento o disminución de la producción láctea no es única en los leporídeos, en otras especies, tales como en los cerdos, se presenta la misma característica y se le conoce como intensidad de amamantamiento, la cual supone una asociación entre sistema nervioso periférico (estímulo de la glándula mamaria), oxitocina y prolactina (Pérez, 2007).

Producción de leche de la coneja y peso de los gazapos. Bajo la metodología sistémica se ha establecido que en los sistemas existe una gran complejidad y eso hace difícil la comprensión del propio sistema; sin embargo, para lograr el

entendimiento del sistema es necesario, paradójicamente, aumentar la complejidad del mismo (Lushman, 1999). Al respecto y en torno a la producción de leche de la coneja, se establece que esta aumenta conforme el tamaño de la camada a amantar se incrementa, pero Szendrő (2000) y Szendrő y Maertens (2001) determinaron que el incremento en el número de gazapos de la camada afecta inversamente la cantidad de leche disponible por gazapo. Por lo que gazapos criados en camadas grandes tienen acceso a una menor cantidad de leche, lo cual conduce a una reducción en la ganancia individual predestete. En este sentido, la teoría general de sistema establece que dentro de los sistemas existen interrelaciones positivas y negativas y en algunos componentes del sistema se pueden presentar de forma general ambas interrelaciones (Bertalanffy, 1976; Wadsworth, 1997), tal es el caso entre la producción de leche, el tamaño de la camada y el peso de los gazapos durante el periodo de lactancia.

Szendrő y Maertens (2001), determinaron que la correlación entre el tamaño de la camada y la cantidad de leche disponible por cría es negativa ($r = -0.35$) y esta aumenta conforme progresa el periodo de lactancia: de -0.46 a -0.50 (r), para la primera y tercer semana de lactación respectivamente (Ferguson *et al.*, 1997). Szendrő *et al.* (1996) observaron que el tamaño y la ganancia diaria de peso del gazapo a los 21 días de lactación se afectaron ($p < 0.001$); las camadas de 6 (16.7 g) gazapos fueron 37% más pesadas que aquellas con 10 (10.5 g) gazapos.

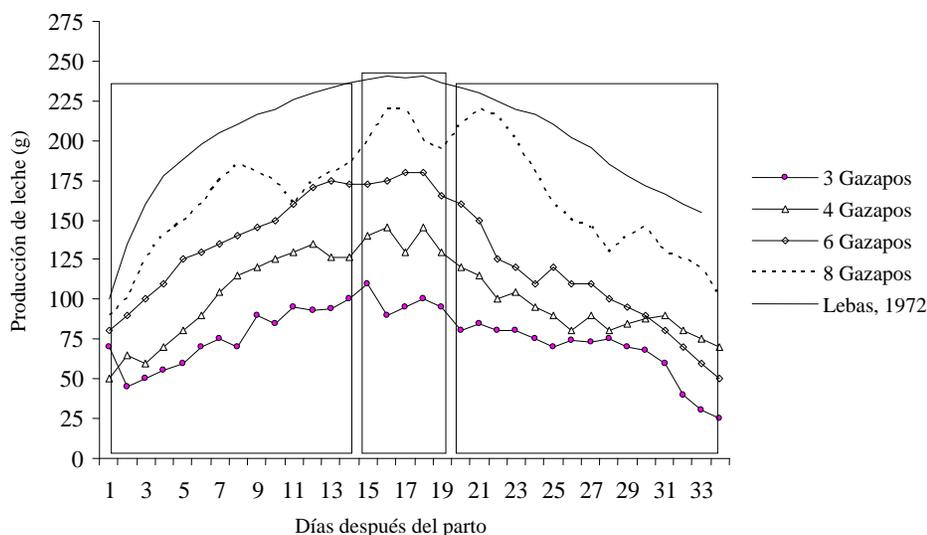


Figura 3. Tamaño de camada y producción de leche de conejas Nueva Zelanda Blanco (Modificado de Torres *et al.*, 1979).

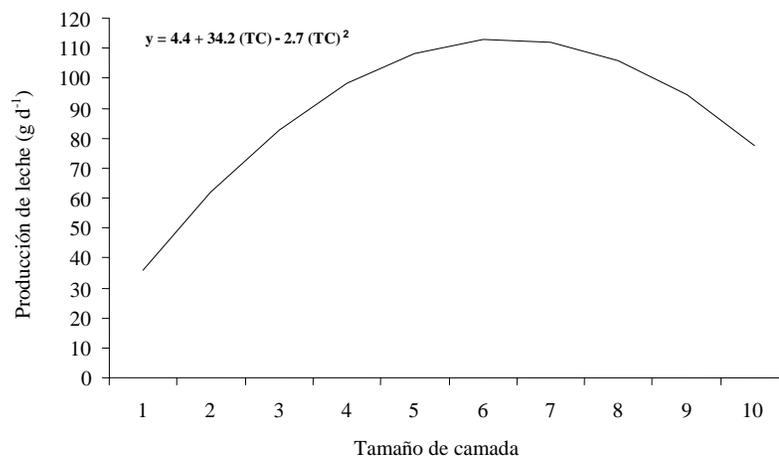


Figura 4. Relación entre el tamaño de camada y la producción de leche en conejas Nueva Zelanda Blanco, Californiana y sus cruzas recíprocas (Gómez *et al.*, 2008).

Estado fisiológico de la coneja, producción láctea y peso de la camada. Aun y cuando se ha establecido que el tamaño de camada influye en la cantidad de leche producida, también la producción de la misma está afectado por el estado fisiológico de la coneja, es decir, que la producción de leche estará determinada, durante el periodo de lactación, si la coneja está o no está gestante. Yamani *et al.* (1992) y Rommers *et al.* (1999), indicaron que el intervalo parto-concepción de 1, 9,10, 21, 25 y 28 días posparto influyen en el comportamiento de la coneja con respecto a su producción de leche, peso de la camada y sobrevivencia de gazapos; ya que el estado fisiológico de la coneja gestante-lactante *vs* no gestante-lactante determina el mantenimiento de la producción de leche o la supresión paulatina de la misma conforme avanza la gestación.

Al respecto de las conejas lactantes-gestante, Lebas (1972) observó una rápida disminución ($p<0.05$) en la producción de leche en estas hembras, en comparación con las lactantes-no gestantes, después del día 22 postparto. Fraga *et al.* (1989), observaron efectos significativos ($p<0.01$) de la preñez sobre la producción de leche en la lactación tardía (21 a 28 días posparto) en conejas lactantes-gestantes *vs* lactantes-no gestantes, con una diferencia de 33 y 66 g/día, respectivamente. Maertens y De Groote (1990a) señalaron que la producción láctea disminuye significativamente ($p<0.01$) después del día 18 de lactación (35 g/día) en hembras gestantes-lactantes *vs* no gestante-lactantes. Yamani *et al.* (1992) observaron diferencias ($p<0.05$) en la producción lechera de 48, 55 y 55 g/día, en conejas lactantes-gestantes con un intervalo servicio-concepción de 1, 5 y 10 días, respectivamente. Xiccatto *et al.* (1995) encontraron

diferencias ($p<0.001$) en producción de leche entre hembras gestando-lactando *vs* no gestando-lactando y cuyos promedios fueron: 160 y 200 g/día, respectivamente. Ayyat *et al.* (1995) y Szendrő *et al.* (2000) encontraron efectos significativos ($p<0.01$) del intervalo parto-concepción en la producción lechera.

Recientemente, Gómez *et al.*, (2008) observaron diferencias ($p<0.01$) en la producción de leche entre hembras gestantes-lactantes (130 g/día) y no-gestantes-lactantes (141 g/día), lo que representó una reducción de 8 % de producción de leche. Además, encontró una dramática disminución en la producción de leche, a partir del día 14 posparto en hembras lactantes-gestantes; en comparación con las hembras lactantes-no gestantes, cuya declinación en la producción láctea comienza aproximadamente en el día 23 posparto (Figura 5).

Gómez *et al.*, (2008) determinaron que la asociación entre los días de gestación y la producción de leche (Figura 5) mostró un máximo de 150 g/día de leche al 5° día de gestación, y a partir del octavo día de gestación comenzó a declinar la producción de leche a razón de 5.26 g/día, obteniéndose valores inferiores a 86 g/día, a partir del día 15 de gestación y 24 días de lactancia, observándose una diferencia de 60 g/día en la producción láctea entre estos días, con un promedio de 98 ± 50 g/día. Mientras que Lebas (1972) y McNitt y Lukefahr (1990) observaron la disminución de producción de leche a partir del día 16 y 20 de gestación.

Con respecto al impacto de la gestación sobre la producción de leche (Figura 5), Lebas (1972) intentó explicar la disminución en producción de leche en

conejas lactantes-gestantes, atribuyéndolo a la posible competencia por los mismos nutrientes entre el embrión y la glándula mamaria, ya que ambos demandan glucosa, aminoácidos y ácidos grasos libres, lo que se hace más evidente en la última parte de la gestación. Rommers *et al.* (1999) encontraron que durante la lactancia las conejas pierden una parte sustancial de sus reservas de grasa (40%), energía (25 – 30%), nitrógeno y minerales, por lo que el consumo de alimento se ve afectado y es considerado el principal factor del déficit nutricional y en consecuencia se disminuye la eficiencia productiva de leche en la coneja.

Blas y Nicodemus (2001), establecieron que el déficit nutricional que se produce cuando se lleva la gestación y lactación simultáneamente provoca que las conejas sufran pérdida de peso, por la gran demanda energética y proteica para mantener ambos estados fisiológicos (lactación y gestación), lo que trae como consecuencia un descenso en la producción láctea del orden de 10%; posiblemente para compensar los requerimientos de mantenimiento, de producción de leche y de gestación. Szendrô y Maertens (2001) observaron que en conejas que paralelamente se encontraban gestantes-lactantes, su producción láctea tuvo un efecto negativo en el crecimiento del feto, debido a que las conejas no fueron capaces de incrementar su consumo de alimento para asegurar suficiente cantidad de nutrientes para los fetos. Matertens *et al.* (2006), indicaron que la disminución de la producción de leche en hembras bajo gestación-lactación, es el resultado de los cambios hormonales a causa de la gestación, del incremento de los requerimientos de la preñez -los cuales incrementan conforme el feto se desarrolla-, así como de la reducción del consumo voluntario conforme avanza la gestación, es decir, se reduce el consumo voluntario conforme se incrementa el volumen del útero.

Del mismo modo que el efecto del estado fisiológico de la coneja: lactante-gestante ó lactante-no gestante afecta a la producción láctea, también afecta el peso del gazapo durante el periodo de lactación. Cervera *et al.* (1988) observaron diferencias ($p < 0.05$) en el peso de la camada a los 21 días en hembras gestantes a 1, 9 y 25 días posparto de 108, 116 y 118 g, respectivamente. Méndez *et al.* (1986) encontraron un efecto positivo ($p < 0.05$) en el peso de la camada cuando el apareamiento se efectuó a los 25 días y un día posparto; 107 y 93 g, respectivamente. Maertens *et al.* (1988) observaron diferencias ($p < 0.05$) en el peso de la camada a los 21 días en hembras gestantes-lactantes *vs* no gestantes-lactantes de 101 y 144 g, respectivamente.

Esta otra relación entre la producción láctea, peso del gazapo y el estado fisiológico de la coneja (lactante-gestante o lactante no-gestante) debe tomarse en cuenta sobre todo al momento de establecer la intensidad reproductiva a la que se someterá a la coneja, pues ante la supuesta interacción positiva entre eficiencia reproductiva (número de partos/hembra/año) y rentabilidad económica “el sistema puede cerrarse en busca del equilibrio” (Lushman, 1999). Es decir, las evidencias ponen de manifiesto que un ritmo acelerado de la reproducción (lactantes-gestantes) impuestos por el hombre provoca una disminución en la producción láctea y en consecuencia disminución en la ganancia diaria de peso de los gazapos, esto en respuesta a las exigencias metabólicas impuestas por dos eventos biológicos en extremo demandantes de energía y proteína, como son la lactación y la gestación. Por lo tanto debería analizarse, desde el punto de vista económico, la pertinencia o no de sacrificar el número de partos/hembra/año en respuesta a una mayor ganancia diaria de peso del gazapo durante la fase de lactación.

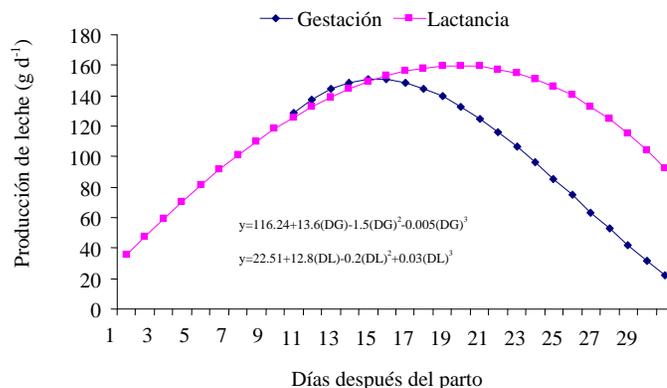


Figura 5. Relación de los días de lactancia y gestación en la producción de leche en conejas Nueva Zelanda Blanco, Californiana y sus cruza recíprocas (Gómez *et al.*, 2008).

Número de pezones/coneja, producción láctea y supervivencia de la camada. Además de los aspectos revisados en los párrafos anteriores, existe la posibilidad de que la producción de leche este supeditada por el número de pezones de la coneja y en consecuencia la supervivencia y crecimiento de los gazapos también dependa de este componente. Para Maertens *et al.* (2006) la mayoría de las conejas tienen de 8 a 10 pezones productivos, aunque existe una variación entre 6 y 12 pezones. Szendrő y Holdas (1984) y Petersen *et al.* (1989) mencionaron que la producción total de leche de 209 g/día, está determinado por la colocación del primer par de pezones con 49 g/día, el segundo par aporta 49 g/día, el tercero 46 g/día, cuarto 39 g/día y finalmente el quinto par 28 g/día. No obstante, para Mocé *et al.* (2000) este componente de la producción de leche en la coneja (número de pezones) sólo es importante cuando el tamaño de camada rebasa el número de tetas disponibles/coneja. Esto debido a que observaron diferencias ($p < 0.01$) en la supervivencia de las crías en la primera semana de lactación con hembras de 8, 9, 10, 11 y 12 pezones, cuyas supervivencia fue de: 8.01, 8.04, 7.89, 7.13 y 6.23 gazapos, respectivamente. Encontrando que las hembras con más de 10 pezones perdieron 1.78 gazapos con respecto a las de 8 tetas. No obstante, Szendrő y Holdas (1984) observaron que un número mayor de pezones probablemente tenga un efecto favorable sobre la viabilidad del gazapo, ya que la probabilidad de morir de hambre es mucho menor. Rochambeau *et al.* (1988) no observaron diferencias ($p > 0.05$) entre conejas de 8, 9 y 10 pezones cuando utilizaron el peso de la camada al destete como una medida de la productividad de la coneja y que éstas sólo influyen en la viabilidad cuando el tamaño de camada es mayor al número de pezones.

Sin embargo, las investigaciones orientadas al efecto del número de pezones sobre la producción de leche han encontrado interesantes resultados. Así, Fleischhauer *et al.* (1983), observaron diferencias ($p < 0.05$) en la producción de leche de acuerdo con el número de pezones/coneja: 127, 124 y 93 g/día en conejas con 9-10, 8 y 6 pezones respectivamente. Szendrő y Holdas (1984), determinaron que el número de pezones no influyó ($p > 0.05$) en la producción de leche de las hembras de 8, 9 y 10 pezones, cuyas producciones medias fueron de 78, 79 y 81 g/día, respectivamente, mientras que Fleischhauer *et al.* (1985), encontraron diferencias ($p < 0.05$) entre conejas de 8 y 10 pezones con respecto a las de 6 en producción de leche, con 144, 144 y 103 g/día, respectivamente. Además, observaron diferencias ($p < 0.05$) en el consumo de leche por gazapo en la semana 1, 2 y 3 con 14, 17 y 12 g/día, respectivamente. Rochambeau *et al.* (1988), señalaron que un número mayor de pezones muy probablemente tiene un efecto favorable sobre la viabilidad del gazapo más que con la producción de leche, ya que se

disminuiría la probabilidad de muerte por inanición. No obstante, Rommers *et al.* (1999), encontraron que conejas con 10 pezones produjeron 10 % más leche que aquellas con 8. Sin embargo, Gómez *et al.* (2008) contrariamente a lo esperado, observaron que las hembras con 8 pezones tuvieron una producción de leche superior en 13 g d-1 (10%) que aquellas con 9 y 10 pezones.

Edad de la coneja, producción láctea y supervivencia de la camada. Por otra parte, la producción de leche y en consecuencia el peso y la supervivencia de la camada durante el periodo de lactación está afectada también por la edad de la coneja, misma que los investigadores analizan a través del número de parto. Khalil y Afifi (1991); Ayyat *et al.* (1995) y Khalil (1999), observaron diferencias ($p < 0.05$) en la producción láctea cuando evaluaron más de tres partos y en donde la producción de leche aumenta conforme aumenta el número de parto. Sin embargo, esta relación no es lineal (Figura 6), puesto que Maertens *et al.* (2006) y Casado *et al.* (2006), demostraron que el incremento de producción de leche de las conejas presenta una relación curvilínea con respecto al número de parto; alcanzando su pico de producción al tercer parto, para mantenerse constante hasta el quinto parto y a partir de este, va disminuyendo.

Por su parte, McNitt y Lukefahr (1990) observaron que el parto tiene un efecto cuadrático ($p < 0.07$) en la producción de leche y se incrementa hasta el 7° parto y después comienza a disminuir. Vicente y García-Ximénez (1990) observaron diferencias significativas ($p < 0.01$) en la producción lechera entre hembras primíparas (1931 g) y multíparas (2197 g). Xiccato *et al.* (2004), observaron un incremento del 10% y 8% en la producción de leche en el 2° y 3° parto respectivamente. Así mismo, Pascual *et al.* (1999) encontraron una diferencia de 4% en la producción de leche entre primíparas y multíparas. Maertens *et al.* (2006b) determinaron que hembras del 2° parto produjeron 20% más leche que hembras de primer parto. No obstante, Gómez *et al.* (2008) observaron que la producción de leche no se afectó ($p > 0.05$) en los tres primeros partos de la coneja: 1^{er} (140 g/día), 2° (139 g/día) y 3° (136 g/día). Este autor menciona que estos resultados fueron los esperados ya que las conejas analizadas no alcanzaron totalmente su madurez.

Un aspecto a considerar en la producción de leche, medida a través del número de parto de la coneja, es la posibilidad de que en este se encuentren asociados factores tales como: intensidad de amamantamiento, estado fisiológico, número de pezones e incluso la intensidad reproductiva (número de partos/año/hembra). En cuanto a este último factor, habría que establecer que las conejas pueden lograr

más de 8 partos por año y McNitt y Lukefahr (1990) establecen que la producción de leche declina a partir del séptimo parto. Ante esta evidencia se estaría en posibilidad de tomar decisiones erróneas en cuanto a la vida productiva de las conejas, en torno a la productividad de leche, por ello es importante evaluar la producción de leche de las conejas tomando como el efecto de la edad medida en años y no en número de partos.

Componentes ambientales, producción láctea y supervivencia de la camada. Ya se mencionó que los sistemas abiertos responden a estímulos externos y esto hace que estén en constante cambio. Por regla general los sistemas de producción animal se mantienen en constante cambio debido a los estímulos ambientales y la magnitud del cambio está en relación a las técnicas y tecnologías presentes en el sistema para controlar los efectos ambientales (Van Gigh, 1998). Con respecto al efecto del ambiente sobre la producción de leche de las conejas Maertens y De Groote (1990) determinaron que la temperatura ambiental óptima para el conejo se encuentra entre 18 y 22°C. Así mismo, Maertens *et al.* (2006) mencionaron que las altas temperaturas afecta significativamente la producción de leche de la coneja, esto puede ser explicado por la disminución en el consumo de alimento. Rafai y Papp (1984) caracterizaron la relación entre la temperatura ambiente y la producción de leche e indicaron que por cada grado centígrado por arriba de 20°C, la producción láctea de la coneja disminuye 7.7 g/día. Así mismo, determinaron que del parto al destete las conejas tuvieron una disminución de 278 g/día de leche a una temperatura de 25°C. Maertens y De Groote (1990) observaron que la producción lechera disminuyó 10% ($p<0.05$) a temperaturas entre 27 y 31°C; cuyo promedio fue de 77 g/día, esto en comparación con 84 g/día de las conejas mantenidas a temperaturas entre 16 y 20°C. Pascual *et al.* (1996) observaron diferencias ($p<0.001$) en la producción de leche cuando la temperatura se encontraba por debajo de los 24°C (241 g/día) y por arriba (199 g/día). Fernández-Carmona *et al.* (2000) observaron una disminución del 30-40% en la producción de leche de las conejas, cuando utilizaron casetas climatizadas a 30°C con respecto a la testigo (18-22°C). Szendrő *et al.* (1999) observaron que cuando la coneja se encuentra en un estrés calórico poco pronunciado (23°C), la producción láctea fue de 161 g/día, pero cuando la temperatura permaneció a 30°C, la producción lechera fue de 114 g/día, lo que representó una disminución de 29%.

Es un hecho que la producción de leche/coneja estará supeditada a las variaciones climáticas, más aun cuando los alojamientos de estas no cuenten con control de temperaturas e incluso cuando el diseño de los mismos intensifique las variaciones climáticas a

través del tiempo. No obstante, los investigadores han intentado determinar el efecto del clima sobre la producción láctea; utilizando para ello la variable época (estación) de parto y/o estación-año-parto. Lukefahr *et al.* (1983) mencionan que la estación de parto es un factor complejo de interpretar (Figura 7), ya que involucra efectos climáticos de temperatura y humedad, entre otros y aspectos de manejo aplicados en las explotaciones en general. Dentro de los cuales se puede mencionar la cantidad y calidad de la alimentación, personal, prácticas sanitarias y de bioseguridad, entre las más significativas.

La Figura 7, establece con claridad la dificultad para inferir sobre el comportamiento de la producción de leche en las conejas cuando se utiliza la variable parto-estación y es analizada a través de los promedios. Para Ayyat *et al.* (1995), el verano es cuando se alcanza una mayor producción láctea; siendo esta estación, por lo general, la que provoca mayores problemas reproductivos y productivos en la mayoría de las especies domésticas, debido esencialmente al aumento de temperatura ambiental. Sin embargo, cuando se utilizan métodos estadísticos que otorguen mayor certidumbre a la explicación del fenómeno, como es el uso de los estimadores para la curva polinómica –con los valores de Yamani *et al.*, 1991 y Ayyat *et al.*, 1995- (Figura 5) se puede enfrentar al mismo problema; ya que la curva estimada con los datos de Ayyat *et al.* (1995) la producción de leche declina conforme pasan las estaciones del año, mientras con la curva estimada con los datos de Yamani *et al.* (1991) se observa el clásico fenómeno asociado a las estaciones del año; es decir, el verano es la estación con menos producción lechera en comparación al resto de las estaciones. Además, la producción se incrementa una vez pasado el efecto de altas temperaturas típicas del verano.

No obstante, McNitt y Lukefahr (1990), observaron diferencias ($p<0.01$) en producción de leche entre febrero-abril; marzo-abril y agosto-diciembre con producciones de 179.2, 156.3 y 173.2 g/día, respectivamente. Mientras que Khalil y Khalil (1991) encontraron un efecto ($p<0.01$) del mes de nacimiento sobre el peso individual a los 21 días, como una medida para estimar la producción de leche de la coneja en los meses de octubre - noviembre, diciembre, enero, marzo, abril - mayo con una producción de 143.5, 207.5, 206.5, 255.0, 238.0 y 243.0 g/día, respectivamente. Otros autores Pascual *et al.* (1996) observaron diferencias ($p<0.01$) en la producción de leche cuando la temperatura se encontraba por debajo y/o arriba de 24°C con 192 y 159 g/día, respectivamente. Otros autores (Khalil, 1999), observó diferencias significativas ($p<0.05$) entre las estaciones primavera y verano, con 94 y 118 g/día, respectivamente.

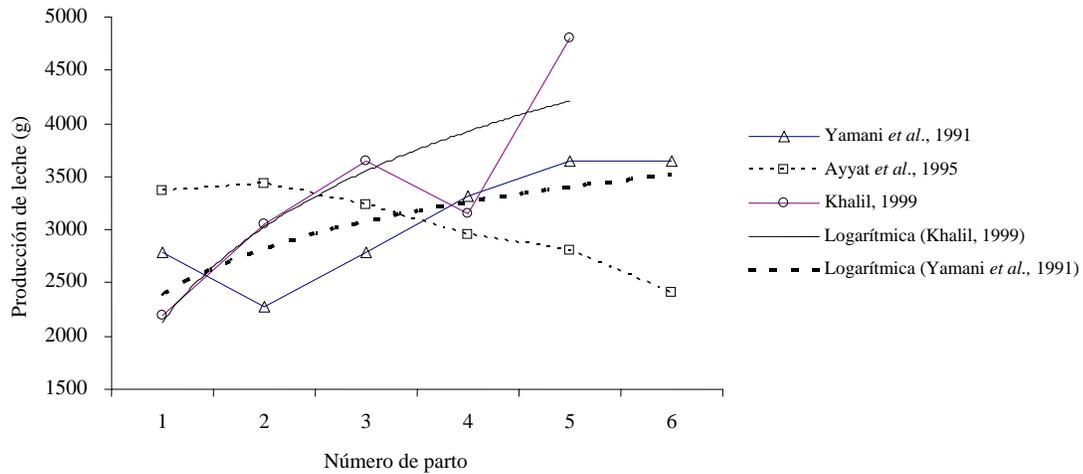


Figura 6. Producción de leche de conejas de acuerdo al número de parto.

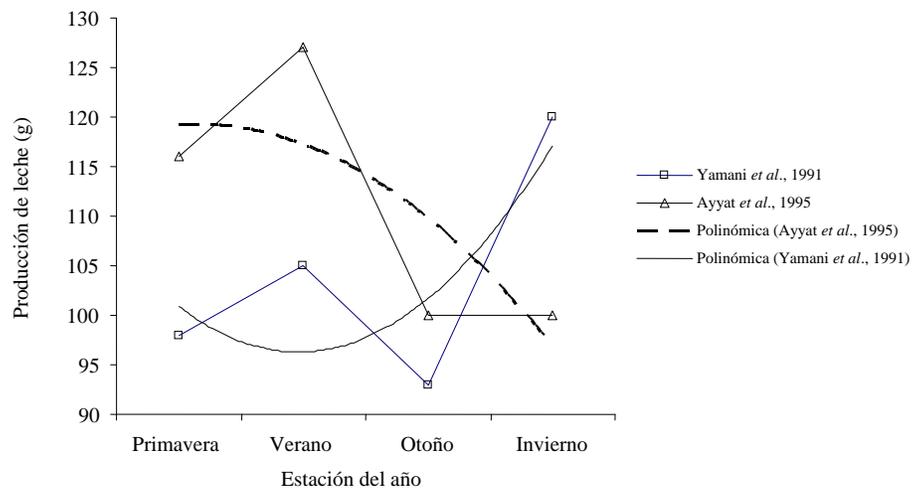


Figura 7. Efecto de la estación del año sobre la producción de leche en conejas.

En investigaciones recientes, Gómez *et al.* (2008) observaron que el rendimiento de la producción de leche de la coneja fue afectado ($p < 0.05$) por la estación de parto: enero-febrero 126 g/día, marzo-abril 140 g/día, mayo-junio 139 g/día y julio-agosto 147 g/día, lo que representó un incremento 14 % en la producción de leche, de marzo a agosto con respecto a enero-febrero. Este mismo autor menciona que este incremento puede ser debido a las condiciones climáticas que prevalecen en la región del valle de México con una temperatura ambiente promedio de 19.7°C, máxima 23.4°C y mínima 6.1°C y a que los efectos detrimentales en la producción de leche a temperaturas altas del verano fueron disminuidos con

material aislante dentro del conejar; se instaló un panel de poliuretano entre el techo y las jaulas.

Composición de la dieta y producción de leche de la coneja Tal como se ha venido refiriendo, existen muchos factores asociados a la producción láctea de las conejas, mismos que pueden generar diferentes resultados e incluso un solo factor, como el caso de la estación del año, puede ser difícil de explicar a la hora de interpretar la producción de leche. De la misma forma, las diferentes dietas utilizadas en diversos experimentos han dado resultados muy diversos con respecto a la producción de leche (Maertens *et al.*, 2006).

Durante la década de los 80's se hicieron interesantes hallazgos en relación al aporte nutricional del alimento ofrecido a la coneja durante el periodo de lactación y su efecto en la producción láctea. Sánchez *et al.* (1985) obtuvieron diferencias ($p < 0.05$) en el peso de la camada a los 21 días como un indicador de la producción de leche cuando compararon tres dietas a partir de alfalfa con tres diferentes niveles de proteína 17.5, 17.6 y 19.0%. Las diferencias en el peso de la camada fueron de 121, 132 y 128 g/día. Sin embargo, Méndez *et al.* (1986) no observaron diferencias ($p > 0.05$) en el peso de la camada a los 21 días como efecto de la producción lechera cuando probaron dietas que contenían diferentes niveles de proteína (17.5, 14.8, 15.7 y 14.1%) y de energía digestible (2.32, 2.34, 2.16 y 2.12 kcal/g). Las diferencias en el peso de camada fueron de 105, 99, 106 y 97 g, respectivamente. Cervera *et al.* (1988) probaron cuatro diferentes niveles de energía: proteína de 10.0, 23.4, 18.8 y 21 de kcal de energía digestible sobre el peso de la camada a los 21 días. La relación energía: proteína afectó ($p < 0.05$) el peso de la camada a los 21 días en 118, 106, 121 y 110 g, respectivamente. Fraga *et al.* (1989) utilizaron cuatro niveles de fibra detergente ácido 179.9, 180.1, 202.0 y 237.6 g/kg de materia seca, con 119.2, 120.4, 150.1 y 168.9 g/kg de fibra cruda y adicionaron 35 g/kg de manteca de cerdo en el nivel de 179.9 g/kg de materia seca. La dieta afectó significativamente ($p < 0.05$) la producción de leche en 203, 168, 179 y 164 g/día. El valor más alto se obtuvo con el nivel de 179.9 g/kg de materia seca. Estos resultados muestran que si se adiciona grasa a la dieta se podría mejorar la producción de leche de la coneja.

Para la década de los 90's se hacía notar la importancia de la proteína, energía y fibra contenida en el alimento ofrecido a la coneja en periodo de lactación para maximizar la producción láctea y en consecuencia aumentar la sobrevivencia y peso de la camada. Xiccato *et al.* (1992) encontraron diferencias ($p < 0.05$) en la producción de leche cuando utilizaron dos niveles de proteína y manejo alimenticio (186 g/kg *ad libitum*; 186 g/kg restringida; 165 g/kg *ad libitum* y 165 g/kg restringida). Los resultados fueron, 174.9, 132.3, 167.8 y 134.4 g/días, respectivamente. Lo que sugiere que altos contenidos de proteína (186 g/kg) en el alimento y ofrecido *ad libitum* aumenta considerablemente la producción de leche promedio/día de las conejas.

De Blas *et al.* (1995), compararon cinco dietas en las cuales disminuyó el contenido de almidón (26.6 a 13% de materia seca) y un incremento de fibra cruda de 31.2 a 41.2% y de grasa cruda de 2.3 a 5.7% y no observaron efectos ($p > 0.05$) en la producción lechera de la coneja de 208, 208, 216, 212 y 205 g/día, para cada dieta. Xiccato *et al.* (1995) obtuvieron diferencias ($p < 0.001$) en producción de leche cuando compararon dietas con diferente contenido de energía digestible

con 11.28, 12.16 y 11.93 MJ/kg de materia seca mediante la inclusión de 25 g/kg de grasa animal. La producción de leche fue de 171, 180 y 191 g/día. Por lo que la adición de grasa mejora la utilización de la energía digestible para producción láctea.

Xiccato *et al.* (1996) estimaron los requerimientos de energía (ED) y proteína digestible (PD) para la producción de leche en hembras lactantes y lactantes-gestantes. Los requerimientos de ED y PD de conejas lactantes es de 0.63 y 0.77, respectivamente. Mientras que para las conejas lactantes-gestante es de 0.63 y 0.78 de ED y PD, respectivamente. A este respecto, Pascual *et al.* (1996) no observaron efectos ($p > 0.05$) en la producción de leche cuando compararon tres dietas: un testigo con 2.6 de extracto éter y 11.0 MJ/Kg⁻¹ MS de energía digestible y dos dietas isoenergéticas que contenían 11.7 y 9.9 de extracto éter, 12.2 y 12.4 MJ/Kg⁻¹. Las dietas isoenergéticas fueron formuladas adicionando grasa de origen animal y vegetal. La producción de leche por coneja según la dieta que recibió fue 6326, 5987 y 6133 g, respectivamente. Fortun-Lamothe (1997) observó que la producción de leche total durante el periodo de lactación fue de 7 a 12% mayor en conejas que recibieron dietas suplementadas con grasa que aquellas que recibieron dietas no adicionadas. Nizza *et al.* (1997) utilizaron dos diferentes dietas con 17.0 y 23.4% de proteína, y 3.5 y 5.1% carbohidratos y observaron diferencias ($p < 0.05$) en la producción de leche por la disponibilidad de proteína y energía en las dietas de las conejas y esto se reflejó en el peso de la camada a los 21 días: 2588 y 2698 g, respectivamente. Xiccato *et al.* (1999) utilizaron dos dietas con 17.6 y 15.8% de proteína cruda con 15.5 y 19.9% de fibra cruda y 2565 y 2661 kcal/kg de energía digestible respectivamente. No se observaron diferencias ($p > 0.05$) en la producción de leche (206 y 204 g/día).

Para los años de 2000 en adelante, se estableció que la inclusión de grasa en la dieta no afecta el consumo de alimento en conejas lactantes y consecuentemente permite altos consumos de energía (Fernández-Carmona *et al.*, 2000). Además, hay un efecto positivo en el comportamiento de la camada la cual está relacionada con un incremento en la producción de leche. Kowalska y Bieniek (2001) evaluaron cuatro dietas con diferentes niveles de vitaminas y minerales y observaron que la suplementación de vitaminas y macro y micro elementos a la dieta incrementa significativamente la producción lechera y el peso de la camada a los 21 días; sin embargo, los autores no cuantificaron los efectos. Por otro lado, Fernández-Carmona *et al.* (2001) compararon tres dietas de las cuales dos contenían altos niveles de grasa animal, altos niveles de grasa vegetal y la tercera con almidón en conejas primíparas encontraron diferencias ($p < 0.001$) en la producción de leche. Por lo que los autores indican que la adición de grasa animal o

vegetal mejora la producción de leche. Colin y Ghezal-Triki (2001) evaluaron los niveles de treonina (0.54, 0.58, 0.63, 0.68 y 0.72%) en dietas que contenían el 14.8% de proteína cruda y 10.1 MJkg^{-1} de energía digestible ($2413 \text{ kcal kg}^{-1}$) en la producción de leche en un periodo de 30 días. Los autores indican que la adición de treonina no mejoró ($p>0.05$) la producción total de leche (1-30 días). Sin embargo, los niveles de treonina estudiados tienen efecto significativo ($p<0.05$) en la producción de leche el día 11 al 20 de lactación con valores 230, 250, 248, 270 y 260 g/día, respectivamente. La máxima producción de leche se registró con el nivel 0.68% de treonina. Debray *et al.* (2002) no observaron diferencias ($p>0.05$) en la producción de leche (167 y 165 g/día) cuando evaluaron dos dietas compuestas de alto (16.7%) y bajo (13.9%) contenido de almidón.

Una de las aportaciones más importantes por los investigadores en torno a la alimentación de las conejas durante el periodo de lactación fue, además de la proteína (23%), la inclusión de grasa (25 g/kg de grasa animal) como elemento de mejora en la utilización de la energía digestible y aumento en la producción láctea. Esto puede ser explicado a través de otras investigaciones sobre producción de leche en especies domésticas, como lo es el caso de los cerdos, De Rensis (1999) estableció que en la cerda se han descubierto concentraciones sumamente altas de la hormona prolactina (PRL) en el día antes del parto. Este aumento es un requisito previo esencial a una lactación normal. La PRL juega muchos papeles biológicos en el periodo posparto. Tiene un papel significativo en el establecimiento de sentido maternal e incremento de expresión de gen de aumento de proteínas de leche. King *et al.* (1995), evidenciaron que la PRL incrementa el contenido de la grasa en leche de 47 a 127 g/kg^{-1} y este incremento de grasa en la leche genera una mayor cantidad de la remoción de grasa corporal como parte del proceso catabólico, lo que determina una pérdida de peso durante el periodo de lactación. De acuerdo con esta información, se puede esperar que la inclusión de grasa animal, en la dieta de las conejas durante el periodo de lactación, disminuya la remoción de grasa corporal de la coneja (como consecuencia de la acción de PRL y síntesis de leche) e incluso, pueda que aumente la producción de leche al disponer de un mayor nivel energético de una fuente exógena -grasa animal- más que la endógena -remoción de grasa corporal.

Factores genéticos y producción de leche de las conejas

En los párrafos anteriores se ha revisado como la producción de leche es afectada por factores no genéticos, tales como: el tamaño de camada, número

de parto, días de gestación, estado de gestación, número de pezones, composición de la dieta, periodo año-estación de parto y la temperatura. Puesto que estos factores juegan un papel importante en la sobrevivencia y crecimiento de la camada (Szendrő *et al.*, 1996); ya que la leche es el principal insumo de nutrimentos para los gazapos durante las primeras tres semanas de vida (Rommers *et al.*, 1999; Fortun-Lamonthe y Gidenne, 2000), además de estar relacionada con la tasa de crecimiento predestete (Sorensen *et al.*, 2001). Sin embargo, en este apartado se revisaran aspectos sobresalientes de los efectos genéticos sobre la producción de leche de conejas, poniendo énfasis en los genotipos comúnmente utilizados en la producción de carne, es decir, en los conejos Nueva Zelanda y California.

Primeramente habría que establecer que las diferencias entre genotipos son una fuente para la mejora genética ya que permite: i) expansión de genotipos superiores, ii) mejora en el comportamiento a través de la complementariedad entre genotipos y heterosis a través del cruzamiento, iii) desarrollo de nuevos genotipos superiores provenientes de la combinación selectiva de los ya existentes (Dickerson, 1993). Además de que las diferencias existentes entre genotipos para efectos maternos y caracteres predestete de la camada tienen una función fundamental para maximizar el retorno bio-económico en las granjas comerciales (Baselga, 2004). Por lo que estos caracteres deberían ser considerados como características intrínsecas de la hembra para mejorarse a través de selección.

En segundo término, la diversidad genética permite enfrentar las necesidades actuales de producción en diferentes ambientes y mercados, lo que a su vez hace factible y facilita implementar diversos programas de mejora genética de acuerdo a los cambios en los objetivos de la producción (Rochambeau *et al.*, 2000). Con respecto a la producción de leche de la conejas, Khalil (1999) encontró diferencias ($p<0.01$) en la producción de leche entre diferentes genotipos. Esta variabilidad entre genotipos es una oportunidad para incrementar la productividad de las conejas, debido a que pueden implementarse varios sistemas de cruzamiento (Maertens *et al.*, 2006).

Como tercer punto, Lukefahr *et al.* (1983), hacen referencia a la selección de genotipos maternos para caracteres reproductivos y producción de leche con el objetivo de incrementar la producción en las granjas comerciales. En la producción de leche, según el genotipo, predominan las conejas de raza Nueva Zelanda Blanco y California (Tabla 2).

Tabla 2. Producción de leche por lactancia en las razas de conejos: Nueva Zelanda Blanco y California.

Genotipo y Referencia	Lactancia (Días)	Producción promedio por lactancia (g/día)	Producción total por lactancia (g)
Californiana			
McNitt y Moody, 1990	29	152	4420
McNitt y Lukefahr, 1990	29	158	4570
Lukefahr <i>et al.</i> , 1996	21	148	3105
Gómez, 2006	28	132	3696
Nueva Zelanda Blanco			
McNitt y Lukefahr, 1990	29	137	3964
McNitt y Moody, 1990	29	131	3793
Yamani <i>et al.</i> , 1992	25	128	3198
Ayyat <i>et al.</i> 1995	28	119	3332
Lukefahr <i>et al.</i> , 1996	21	188	3949
Khalil, 1999	28	124	3482
Gómez <i>et al.</i> , 2008	28	134	3752

Dentro de estos mismos genotipos (Tabla 2) se puede observar que existe variabilidad fenotípica para la producción de leche (119 a 158 g/día). Esto podría ofrecer la oportunidad de contribuir a mejorar el comportamiento productivo de la coneja. Garreau *et al.* (2004), mencionaron que los genotipos puros están siendo remplazados por líneas especializadas o líneas seleccionadas para tamaño de camada y de una forma indirecta para producción de leche; dichas líneas genéticas, fueron obtenidas a partir de selección de conejas -de poblaciones originales- de la raza Nueva Zelanda Blanco y/o California. Por lo que las hembras en las granjas comerciales son obtenidas a través del cruzamiento de estas líneas para ganar en efecto de heterosis (Maertens *et al.*, 2006).

Para aspectos propiamente de mejoramiento genético y específicamente sobre la producción láctea, los parámetros genéticos relativos a este carácter (producción de leche) han sido estimados por Maghawry *et al.* (1993), Ayyat *et al.* (1995) y Lukefahr *et al.* (1996), quienes señalaron que el índice de herencia (h^2) para rendimiento de producción total de leche varían entre 0.09 y 0.31 en conejas Nueva Zelanda Blanco. Ayyat *et al.* (1995) estimaron un índice de h^2 para producción de leche en un intervalo de 0.088 a 0.217 en las diferentes etapas del amamantamiento; encontrando el valor más alto en la primera semana de 0.22 en hembras Nueva Zelanda Blanco. Lukefahr (1988) indicó que el h^2 para producción láctea en conejas fue de 0.45. Lukefahr *et al.* (1996) señalaron que h^2 para la producción de leche en el primer parto y en subsecuentes fue de 0.23 y 0.27 respectivamente. Gómez (2006) estimó el índice de herencia para producción de leche en conejas Nueva Zelanda Blanco, California y sus cruzas recíprocas fue de 0.12. Por lo que, los resultados obtenidos por

diversos autores sugieren que la producción de leche tiene un índice de herencia de bajo a moderado.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto sobre h^2 de la producción de leche en las conejas y aplicando la fórmula para el fenotipo: $Fenotipo = Genotipo + Ambiente$ (Falconer y Mackay, 1996), se entendería la magnitud del efecto de las variables ambientales; puesto que la fórmula desagregada quedaría como sigue: $Fenotipo$ (Producción de leche) = $Genotipo$ (h^2 de 0.12 a 0.27) + $Ambiente$ (de 0.73 a 0.88); lo que equivaldría a decir que en el mejor de los casos el genotipo aportaría el 27% de la producción total de leche, mientras que el ambiente contribuye con el 73% de la producción total de leche en las conejas. Este efecto genético (h^2) sobre la producción de leche no es elemento para descartar la mejora genética en este carácter, pero si pone a consideración el control de la influencia ambiental para el éxito de la mejora genética de la producción láctea.

Los resultados de las cruzas recíprocas entre Nueva Zelanda y California, en busca de la obtención de hembras híbridas (F_1) para una mayor expresión (heterosis) en la producción láctea, no han obtenido los resultados esperados, puesto que Lukefahr *et al.* (1996) obtuvieron valores de heterosis no significativos ($p > 0.05$) para la producción láctea en conejas Nueva Zelanda, California y sus cruzas recíprocas; primíparas y múltiparas, de 3.9 y 4.9 g/día respectivamente. De la misma forma, Gómez *et al.* (2008) observó que la heterosis directa para producción de leche, calculada en g/día y porcentaje fue negativa y no significativa ($p > 0.05$) con valores de -2 g/día y -1% respectivamente. Sin embargo, Lukefahr *et al.* (1983) encontraron heterosis positiva ($p < 0.05$) entre hembras Nueva Zelanda, California y

sus cruzas recíprocas, para producción de leche de 1.52 g/día. Falconer y Mackay (1996) indicaron que no todos los cruzamientos dan lugar a una heterosis útil en los programas de mejoramiento genético animal. Por lo que si la media del carácter es el único criterio de valoración, el cruzamiento no es útil a menos que la población F_1 sea mejor que ambas razas parentales.

Un punto importante en la mejora genética de la producción de leche en las conejas son los efectos aditivos maternos y para Khalil *et al.* (1987) el efecto aditivo materno se encuentra relacionado con el mejoramiento de la producción de leche de la coneja, a través de la experiencia que esta va adquiriendo con el incremento del número de partos. Rommers *et al.* (1999) señalan que la madre influyó en la progenie a través de la protección que esta les proporciona en el micro hábitat (termo-aislamiento) y el amamantamiento de los gazapos. Sin embargo, para Mohamed y Szendrô (1992), el comportamiento del amamantamiento de la coneja está influido por el tamaño de camada, ya que conejas con camadas pequeñas (6 gazapos) pasan 15% más tiempo dentro del nido que aquellas con camadas mayores a 10 gazapos. Lo anterior está relacionado con el afán de la coneja de liberarse de la presión de la leche en la glándula mamaria, la cual se puede incrementar cuando el tamaño de camada es reducido. Sin embargo, cuando se analiza este efecto entre cruzas recíprocas de Nueva Zelanda y California se obtienen resultados negativos y no significativos ($p>0.05$) (Lukefahr *et al.*, 1983 y 1996; Gómez *et al.*, 2008), a diferencia de cuando se utilizan otras razas. Khalil (1999) observó efectos maternos para producción de leche ($p<0.05$) cuando comparó cruzas recíprocas de conejas Nueva Zelanda y Gabali (primíparas vs múltiparas) con 14 y 20 g/día respectivamente. El que no se hayan podido observar efectos maternos significativos en las cruzas recíprocas de Nueva Zelanda y California, puede ser debido principalmente a que estas razas tienen pequeñas diferencias genéticas para la producción de leche, lo que pudo haber contribuido a la ausencia de efectos maternos (Garcidueñas, 1983).

Para Falconer y Mackay (1996), los efectos maternos sobre el fenotipo de la progenie pueden ser causados por diferencias genéticas o por diferencias ambientales entre madres, o como en la mayoría de los caracteres de importancia económica, pueden ser causados por una combinación de diferencias genéticas y ambientales. En relación con los efectos aditivos directos, estos son la suma de los efectos independientes de los genes que influyen la producción de leche, por lo que son parte del índice de herencia. En las investigaciones sobre producción de leche en conejas, parece ser que sucede lo mismo que los maternos; Gómez (2006) observó que los efectos aditivos directos no fueron significativos ($p>0.05$) con

1.4 g/día para la producción de leche en razas Nueva Zelanda, California y sus cruzas recíprocas. Por su parte, Lukefahr *et al.* (1996) observaron que efectos aditivos directos contribuyeron ($p<0.05$) en la producción láctea en conejas Nueva Zelanda, California y sus cruzas recíprocas; primíparas y múltiparas con 15 y 17 g/día, respectivamente.

Por último, habría que establecer que en entornos de mejoramiento genético los sistemas abiertos deben cerrarse, esto no solo para evitar la entrada de material genético extraño, sino también para minimizar los efectos ambientales que son producto de la variabilidad del carácter a mejorar. Lo que implica la inserción de una serie de técnicas y tecnologías, dentro de los programas de mejoramiento genético, que permitan el control y manipulación de las variables ambientales que se asocian con la producción de leche de las conejas.

Consideraciones generales

Para la explicación de fenómenos, bajo condiciones de campo, tales como la producción de leche de las conejas, la teoría general de sistemas determina que los sistemas suelen ser muy complejos, pero para fines de explicación debe aumentarse la complejidad del sistema al momento de descomponerlo para al momento de armarlo aumente la comprensión del fenómeno. Ante este reto se pudo establecer que la eficiencia reproductiva de las conejas, específicamente la prolificidad, puede verse afectada si no se contemplan los diversos factores que afectan la fase de lactación, puesto que la supervivencia y el crecimiento de la camada están supeditados a la producción láctea de la coneja. Así, el mejoramiento de la producción de leche ofrece acciones muy específicas al controlar los factores no-genéticos, tales como: el tamaño de camada, número de parto, estado fisiológico (lactante-gestante o lactante-no-gestante), intensidad reproductiva (días a servicio dentro del periodo de lactación), número de pezones, composición de la dieta, periodo año-estación de parto y temperatura. Puesto que estos factores que rodean y afectan la producción de leche de la coneja no son atribuibles a esta, son atribuibles al factor humano. En lo que respecta a los factores genéticos, las investigaciones establecen que la h^2 de la producción de leche de las conejas es baja, de 0.12 a 0.27; lo que pone a consideración el control de la influencia ambiental para el éxito de la mejora genética de la producción láctea. Sin embargo, no se han podido observar efectos de heterosis, maternos y aditivos significativos en las cruzas recíprocas de Nueva Zelanda y California; lo que sugiere que estas razas tienen pequeñas diferencias genéticas para la producción de leche. Por lo tanto, es importante controlar la naturaleza aleatoria de la mayoría de los factores no-genéticos.

REFERENCIAS

- Afifi, E.A., Khalil, M.H., Emara, M.E. 1989. Effects on maternal performance and litter preweaning traits in doe rabbits. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 106:358-362.
- Ayyat, M.S., Marai, I.F.M., El-Sayaid, G.H.A. 1995. Genetic and non-genetic factors affecting milk production and preweaning litter traits of New Zealand White does under Egyptian conditions. *World Rabbit Science* 3: 119-124.
- Baselga, M. 2004. Genetic improvement of meat rabbits. Programmes and diffusion. 8th World Rabbit Congress, Puebla, México. 1-13 pp.
- Bertalanffy, L. V. 1976. Fundamentos, Desarrollo, y Aplicaciones; Teoría General de los Sistemas. Ed. Fondo de Cultura Económica. México D.F. 13-64 pp.
- 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* 99:39-49.
- Cervera, C., Fernández-Carmona, J., Viudes, P., Blas E. 1988. Effect of remating interval and diet on the performance of female rabbit and their litter. *Animal Production* 56:399-405.
- Cheeke, P.R. 1980. The potential role of the rabbit in meeting world food needs. *Journal of Applied Rabbit Research* 3:3-4.
- Cifre, J.L. 1997. Constitución de una línea de aptitud maternal en conejos aplicando criterios de selección por hiperprolificidad. Tesis doctoral de la Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Colin, M., Ghezal-Triki, N. 2001. Threonine: An essential amino acid not frequently used till now in rabbit feeds formulation. A review. *World Rabbit Science* 9:109-115.
- De Blas, J.C., Taboada, E., Mateos, G., Nicodemus, N., Mendez, J. 1995. Effect of substitution of starch for fiber and fat in isoenergetic diets on nutrient digestibility and reproductive performance of rabbits. *Journal of Animal Science* 73:1131-1137.
- De Blas, C. Nicodemus, N. 2001. Interacción nutrición-reproducción en conejas reproductoras. In: XVII Curso de Especialización. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Rebollar P.G., C. de Blas, y G.G. Mateos (eds). FEDNA. Madrid, España. 71-92 pp.
- De Rensis F. 1999. The involvement of prolactin in the mechanisms regulating reproduction during the post-partum period. *Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria*. Vol. XIX. <http://www.unipr.it/arpa/facvet/annali/1999/derensis/derensis.htm>.
- Debray, L., Fortun-Lamothe, L., Gidenne, T. 2002. Influence of low dietary starch/fibre ratio around weaning on intake behaviour, performance and health status of young and rabbit does. *Animal Research* 51: 63-75.
- Dickerson, G.E. 1993. Evaluation of breeds and crosses of domestic animals. Food and Agriculture Organization. United Nations, Rome, Italy. 1-43 pp
- El-Maghawry, A.M., Soliman, A.M., Khalil, H.H. 1993. Doe milk production as affected by some genetic and environmental factors in New Zealand White and Californian rabbit under Egyptian conditions. *Egyptian Journal of Rabbit Science* 3:141-150.
- Falconer, D.S., Mackay T.F.C. 1996. Introducción a la genética cuantitativa. 4^a Ed., Longman, London.
- Ferguson, F.A., Lukefahr, S.D., McNitt, J.I. 1997. Preweaning variable influences on market traits in rabbits. *Journal of Animal Science* 75:611-621.
- Fernández-Carmona, Pascual, J.J. Cervera, C. 2000. The use of fat in rabbit diets. 7th World Rabbit Congress, Valencia, España 1:1-25.
- Fernández-Carmona, J., Quevedo, F., Cervera, C., Pascual, J.J. 2001. Effect of high energy diets on the performance of primiparous rabbits does. *World Rabbit Science* 9:125 (Abstract).
- Fleischhauer, H., Schlolaut, W., Lange K. 1983. Influence number of teats on rearing performance of rabbits. *Journal of Applied Rabbit Research* 8:174-176.
- Fortun-Lamothe, L. 1997. Effects of dietary fat on reproductive performance of rabbit does: A review. *World Rabbit Science* 5:33-38.
- Fortun-Lamothe, L., Gidenne T. 2000. The effects of size of suckled litter on intake behaviour, performance and health status of young and reproducing rabbits. *Annales de Zootechnia* 49:517-529.
- Fortun-Lamothe, L., Lebas, F. 1996. Effects of dietary energy level and source on foetal development and energy balance in concurrently pregnant and lactating primiparous rabbit does. *Animal Science* 62:615-620.
- Fraga, M.J., Lorente, M., Carabaño, R.M., de Blas, J.C. 1989. Effect of diet and remating interval on milk

- production and milk composition of the doe rabbit. *Animal Production* 48:459-466.
- García, L.J.C., Pro, M.A., Becerril, P.C.M., Suárez, O.M.E., Cortés, F.J.I., González, A.M.J. 1998. Diagnóstico de la producción y consumo de la carne de conejo en la población de Xocotlán, Texcoco Estado de México. 1^{er} Congreso de Cunicultura de las Américas. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México S31-S37.
- Garcidueñas, P.R. 1983. Estimación de parámetros mediante el diseño dialélico como base de un programa de mejoramiento genético cunícola. Tesis de Maestría del Colegio de Postgraduados. Chapingo, Texcoco-México.
- Garreau, H., Piles, M., Baselga, C.M., Rochambeau, H. 2004. Selection of maternal lines: last results and prospects. *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress*, Puebla, México, 14-25.
- Gómez, R.B., Becerril, P.C.M., Torres, H.G., Ortiz, R.R., Pró, M.A; 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 Agroecosystems* 8: 303-312.
- Gómez, R.B. 2006. Establecimiento de una línea de conejo para carne de aptitud maternal orientada a la producción de leche. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo. México.
- Goodall, W.D. 1976. The hierarchical approach to model building M 10-21. In: Arnold G W and De Wit C T (Editors) *Waneningen Centre for Agricultural Publishing and Documentation*. 107 p.
- Juárez, C.A., Ortiz, R.R., Pérez, S.R.E., Gutiérrez, V.E, Val, A.D. 2008. Caracterización y modelación del sistema de producción avícola familiar. *Livestock Research for Rural Development*. Volumen 20, Article #25. Retrieved may 23, 2008, from <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd20/2/juar2025.htm>.
- Khalil, M.H. 1999. Heterosis, maternal and direct genetic effects for litter performance and postweaning growth in Gabali rabbit and their crosses raised under hot climatic conditions. *Journal of King Saud University* 11:121-136.
- Khalil, M.H., Afifi, E.A. 1991. Doe litter performance of Bouscat and Giza White rabbits. *Egyptian Journal of Rabbit Science* 1:172-184.
- Khalil, M.H., Khalil, H.H. 1991. Genetic and phenotypic parameters for weaning and preweaning body weight and gain in Bouscat and Giza White rabbits. *Journal of Applied Rabbit Research* 14:44-51.
- Khalil, M.H., Owen, J.B., Afifi, E.A. 1986. A review of phenotypic and genetic parameters associated with meat production traits in rabbits. *Animal Breeding Abstracts* 54:725-749.
- Khalil, M.H., Owen, J.B., Afifi, E.A. 1987. A genetic analysis of litter traits in Bauscat and Giza White rabbits. *Animal Production* 45:123-134.
- King, H.R., Pettigrew, J.E., McNamara, J.P., Mc Murtry, J.P., Henderson, T.L., Hathaway, M.R., Sower, A.F. 1995. The effect of exogenous prolactin on lactation performance of first-litter sows protein-deficient diets during the first pregnancy. *Animal Reproduction Science* 41: 37-50.
- Kowalska, D., Bieniek, J. 2001. Effect of increased supplements of vitamins, macro- and microelements on milk production of does. *World Rabbit Science* 9:125-126 (Abstract).
- Krogmeier, D., Dzapo, V., Mao, I.L. 1994. Additive genetic and maternal effects on litter traits in rabbits. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 111:420-431.
- Kustos, K., Szendro, Zs., Csapo, J., Biro, H., Radnai, I., Biro-Nemeth, E., Balint, Á. 1996. Effect of lactation stage and pregnancy status on milk composition. 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France 2:187-190.
- Lebas, F. 1970. Alimentation lactee et croissance ponderale du lapin avant sevrage. *Annales de Zootechnie* 18:197.
- Lebas, F. 1972. Effet de la simultanéité de la lactation et de la gestation sur les performance laitieres chez la lapine. *Annales de Zootechnie* 21:129-131.
- Lebas, F., Coudert, P., de Rochambeau H., Thébault, R.G. 1997. The rabbit, husbandry, health and production. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome, Italy. Chapter 9. 181-198 pp.
- Lukefahr S.D., Hohenboken W.D., Cheeke P.R, Patton N.M. 1984. Genetic component and dietary influence for and on milk production and associate characters in rabbit breeds and specific crossbreeds. *Proceedings of the 3rd World Rabbit Congress*. Rome, Italy. 98-106 pp.
- Lukefahr, S., Hohenboken, W.D., Cheeke, P.R., Patton, N.M. 1983. Characterization of straightbred and crossbred rabbits for milk production and associative traits. *Journal of Animal Science* 57:1100-1107.

- Lukefahr, S.D. 1988. Progressive genetic applications for improved commercial production efficiency in the rabbit industry. *Journal of Applied Rabbit Research* 11:161-175.
- Lukefahr, S.D., Cheeke, P.R., Patton, N.M. 1990. Prediction and causation of litter market traits from preweaning and weaning characteristics in commercial meat rabbits. *Journal of Animal Science* 68:2222-2234.
- Lukefahr, S.D., Cheeke, P.R., Patton, N.M. 1996. Heritability of milk production and 21-day litter weight and litter size in purebred and crossbred rabbits using an animal model. *Proceedings of the 6th World Rabbit Science Congress*. Toulouse, France. 319-323 pp.
- Lushmann N. 1990. *Sociedad y sistema: la ambición de la teoría*. Ediciones Paidós Ibérica, S. A. Barcelona, España. 9-29 pp.
- Maertens, L. 1988. Effect of flushing, mother-litter separation and PMSG on the fertility of lactating does and the performance of their litter. *World Rabbit Science* 6:185-190.
- Maertens, L., De Groote, G. 1990. Feed intake of rabbit kits before weaning and attempts to increase it. *Journal of Applied Rabbit Research* 13:151-158.
- Maertens, L., Lebas, F., Szendrő Zs. 2006. Rabbit milk: A review of quantity, quality and non-dietary affecting factors. *World Rabbit Science* 14:205-230.
- McNitt J.I., Lukefahr S.D. 1990. Effects of breed, parity, day of lactation and number of kits on milk production of rabbits. *Journal of Animal Science* 68: 1505-1512.
- McNitt, J.I., Moody, G.L. 1990. Daily milk intake by rabbit kits. *Journal of Applied Rabbit Research*. 13:176-178.
- Méndez, J., de Blas, J.C., Fraga, M.J. 1986. The effect of diet and remating interval after parturition on the reproductive performance of the commercial doe rabbit. *Journal of Animal Science* 62:1624-1634.
- Mocé, M.L., Piles, M., Santacreu, M.A., Blasco, A. 2000. Correlated response to selection for uterine capacity on teat number and effect of teat number on survival rate. *Proceedings of the 7th World Rabbit Science Congress*, Valencia, Spain.
- Mohamed, M.M.A., Szendrő, Zs. 1992. Studies on nursing and milk production of does and milk intake and suckling behaviour of their kits. *Journal of Applied Rabbit Research* 15:708-716.
- Nizza, A., Di Meo, C., Esposito, L. 1997. Influence of the diet used before and after the first mating on reproductive performance of rabbits does. *World Rabbit Science* 5:107-110.
- Nofal, R.Y., Toth, S., Virag, G.Y. 1995. Carcass traits of purebred and crossbred rabbits. *World Rabbit Science* 3:167-170.
- Ortega, G.R. 1991. *Panorámica nacional de la investigación sobre mejoramiento genético animal*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán.
- Ortiz, R. R., Ortega, G. R. 2001. Importancia del factor humano en la productividad de los sistemas. En: *Acontecer Porcino*. Agosto-Septiembre 2001. IX (50):86-98.
- Owen, J.E., Arzate V.J.L. 1980. Rabbit production in México. *Proceedings of the 2nd World Rabbit Congress*. Barcelona, Spain. 460-471 pp.
- Parigi-Bini R., Xiccato G., Dalle-Zotte A., Carazzolo A., Castellini C., Stradaoli G., 1996. Effect of remating interval and diet on the performance and energy balance of rabbit does, *Proceedings of the 6th World Rabbit Congress*, Toulouse, France, 253-258 pp.
- Pascual, J.J., Cervera, C., de Blas, E., Fernández-Carmona, J. 1996. Milk yield and composition in rabbit does using high fat diets. *Proceedings of the 6th World Rabbit Science Congress*. Toulouse, France. 259-262 pp.
- Pascual, J.J., Cervera, C., De Blas, E, Fernandez-Carmona J. 1999. Effect of high fat diets on the performance, milk yield and milk composition of multiparous does. *Animal Science* 68:151-162.
- Pérez S.R.E. 2007. *Evaluación de algunos factores ambientales y genéticos que determinan los intervalos destete-estro y destete-servicio en cerdas con lactaciones cortas*. Tesis de Doctorado. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-UMSNH. Morelia, Michoacán. México. 31-36 pp.
- 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*, Clle, 59-67 pp.
- Rafai, P., Papp, Z. 1984. Temperature requirement of does for optimal performance. *Archiv für experimentelle Veterinärmedizin* 38:450-457.
- Rochambeau, H., Fournet-Hanocq, F., Khang, J.V.T. 2000. Measuring and managing genetic variability in small populations. A review. *Annales de Zootechnia* 49:77-93.

- Rochambeau, H., Tudela, F., Chabert, J. 1988. Some results about number of teats in 3 strains of rabbits. Proceedings of the 4th World Rabbit Science Congress, Budapest, Hungary. 261-268 pp.
- Rommers, J.M., Kemp B., Meijerhof R., Noordhuizen J.P.T.M. 1999. Rearing management of rabbit does: A review. World Rabbit Science 7:125-138.
- Sorensen, P., Kjaer, J.B., Brenoe, U.T., Su, G. 2001. Estimates of genetic parameters in Danish White Rabbits using an animal model: II. Litter Traits. World Rabbit Science 9:33-38.
- Spedding C.R.W. 1988. An introduction to agriculture systems. 2nd Edition. Elsevier Applied Science. London 189 pp.
- Szendrô Zs. 2000. The nutritional status of foetus and suckling rabbits and its effects on their subsequent productivity: A review. Proceedings of the 7th World Rabbit Congress. Valencia, Spain. 375-393 pp.
- Szendrô, Zs., Holdas, S. 1984. Relationship between the number of mammary glands and the production of female rabbits. Proceedings of the 3rd World Rabbit Congress. Rome, Italy. 141-148 pp.
- Szendrô, Zs., Maertens, L. 2001. Maternal effects during pregnancy and lactation in rabbits. Acta Agraria Kaposváriensis. 5:1-21.
- Szendrô, Zs., Pálos, J., Radnai, I., Biró-Nemeth, E., Romvári, R. 1996. Effect of litter size and birth weight on the mortality and weight gain of suckling and growing rabbits. Proceedings of the 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France. 2:365-370.
- Szendrô, Zs., Papp Z., Kustos, K. 1999. Effect of environmental temperature and restricted feeding on production of rabbit does. In Proceeding: 2nd International Conference on rabbit production in hot climate in: CIHEAM Options Méditerranéennes 41:11-17.
- Torres, A. Fraga, M.J., de Blas. 1979. Producción de leche y mortalidad de los gazapos en la raza Neolandeza. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Serie Producción Animal 10:25-30.
- Van Gigch J. 1998. Teoría general de sistemas. 3da edición Editorial Trillas. México. 581 p.
- Wadsworth J. 1997. Análisis de sistemas de producción animal: las herramientas básicas. Estudio FAO Producción y sanidad animal 140/2. Versión electrónica. 4-10 pp. <http://www.fao.org/docrep/w7452s/w7452s00.htm>
- Xiccato G., Parigi-Bini, R., Dalle Zotte, A., Carazzolo, A., Cossu, M.E. 1995. Effect of dietary level, addition of fat and physiology state on performance and energy balance of lactating and pregnant rabbit does. Journal of Animal Science 61:387-398.
- Xiccato, G. 1996. Nutrition of lactating does. Proceedings of the 6th World Rabbit Science Congress. Toulouse. France. 1:29-47.
- Xiccato, G., Bernardini, M., Castellini, C., Dalle Zotte, A., Queaque, P.I., Trocino, A. 1999. Effect of postweaning feeding on the performance and energy balance of female rabbits at different physiological states. Journal of Animal Science 77:416-426.
- Xiccato, G., Parigi-Bini, R., Cinetto, M., Dalle, A.Z. 1992. The influence of feeding and protein levels on energy and protein utilization by rabbit does. Journal of Applied Rabbit Research 15:965-972.
- Xiccato, G., Trocino, A., Santori, A., Queaque, P.I. 2004. Effect of parity order and litter weaning age on the performance and body energy balance of rabbit does. Livestock Production Science. 85:239-251.
- Yamani, K.A.O., Daader, A.H., Askar, A.A. 1991. Non-genetic factors affecting rabbit production in Egypt. Options méditerranéennes-Série Séminaires. 17:159-172.

*Submitted May 13, 2009 – Accepted May 27, 2010
Revised received June 7, 2010*