



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE
HIDALGO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**PRODUCCIÓN DE LECHE Y MODELADO DE LAS
CURVAS DE PRODUCCIÓN LÁCTEA EN CONEJAS
DE TRES GRUPOS RACIALES**

TESIS

QUE PRESENTA:

ARTEMIO PINEDA GÓMEZ

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESORES:

MC. RAÚL ORTEGA GONZÁLEZ

Dr. BENJAMÍN GÓMEZ RAMOS

MORELIA, MICHOACÁN. MARZO DEL 2006.



**UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLAS
DE HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

**PRODUCCIÓN DE LECHE Y MODELADO DE LAS
CURVAS DE PRODUCCIÓN LÁCTEA EN CONEJAS
DE TRES GRUPOS RACIALES**

TESIS

QUE PRESENTA:

ARTEMIO PINEDA GOMEZ

PARA OBTENER EL TITULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

MORELIA, MICHOACÁN., MARZO DEL 2006.

AGRADECIMIENTOS

- A mi madre: Sra. Josefa Gómez Bañuelos por que con su ejemplo, amor, sacrificio y esfuerzo logrado a conducirme hasta lo que soy.
- A mi esposa: Sra. Araceli Ruano Cuevas que con todo el amor y paciencia que me ha tenido gracias por estar conmigo siempre en las buenas y en las malas.
- A mis hijos: Edgar Adalid, Mayra Araceli y Arely Natalia con todo mi amor y cariño exhortándolos a que se mantengan en el camino de la superación.
- A mis hermanos: Jaime, Patricia, Cuitlahuac, Daniel, José Netzhucoyotl por su apoyo y comprensión a mi persona y en mi formación profesional.
- A mis asesores de tesis: M.C. Raúl Ortega González; M.C. Benjamín Gómez Ramos, por la atención prestada para le realización de la presente y en reconocimiento a su espíritu de servicio en bien de los demás.

DEDICATORIA

En primer lugar deseo mostrar mi gratitud al M.C. Benjamín Gómez Ramos y M.C. Raúl Ortega González que con su apoyo humildad generosidad y bondad que los caracteriza aceptaron ser mis asesores para la presente investigación además por darme infinidad de consejos que me sirvieron de motivación para realizar este proyecto.

De igual manera a mi hermano Daniel y Jaime por motivarme con su ejemplo y su capacidad intelectual que me alentaron para que yo terminara este proyecto.

A me familia hermosa por brindarme hasta el ultimo momento su apoyo incondicional ya que esto me sirvió de mas motivación personal.

**También agradezco a mi ser supremo MI AMIGO QUE NUNCA ME HA ABANDONADO Y QUE NUNCA ME FALLA, por darme la vida y a los demás seres, por mostrarme el camino correcto siempre ante cualesquier situación por ser mi acompañante en la senda de la superación a ese ser espiritual gracias
DIOS**

PRODUCCIÓN DE LECHE Y MODELADO DE LAS CURVAS DE PRODUCCIÓN LÁCTEA EN CONEJAS DE TRES GRUPOS RACIALES. Tesis presentada por Artemio Pineda Gómez, para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista; realizada bajo la Dirección de Raúl Ortega-González y Benjamín Gómez Ramos.

RESUMEN.

Se determinó la producción de leche por día (PLD) y por lactancia (PLT) y se modelaron las curvas de producción láctea en 60 hembras Nueva Zelanda Blanco (NZ, 20), California (C, 20) e Híbridas (H, 20), distribuidas 15 por parto (NP: 1 a 4) en una granja comercial tecnificada de Morelia, Mich., México a 1900 msnm, 19° 42' de Latitud N y 101° 11' de Longitud O, clima Cwa. Emplea confinamiento en jaulas individuales con comederos y bebederos. Ritmo reproductivo con monta natural y flujo de partos semanal. El tamaño de camada se ajustó a 8 gazapos, dentro de las 24 hs posparto. La PLD se obtuvo por diferencia de peso de las conejas antes y después del amamantamiento, a partir del tercer día y luego cada 4 hasta el 30. Por Análisis de Covarianza y Regresión Lineal Múltiple, los efectos de raza indicaron un mejor desempeño de las conejas NZ, seguidas de las C y H con promedios de 131 y 3939.10, 112 y 3386 y 109.2 y 3275 g/día y por lactancia. Los Modelos obtenidos fueron: General: $Y=143.52^{**}+4.50(X)^*-0.2041^{**}(X^2)$; NZ: $Y=135.56^{**}+5.95*(X)-0.19.86^{**}(X^2)$; C: $Y=154.49^{**}+3.34*(X)-0.2023^{**}(X^2)$ y H: $Y=149.52^{**}+4.20*(X)-0.2154^{**}(X^2)$. Los máximos de PLD fueron: 168.3, 180.13, 168.3 y 161 g a los días 11, 15, 8 y 9.7 para la población, y para NZ, C y H, respectivamente. El efecto del NP fue cuadrático sobre la PLT, con promedios máximos al tercer parto: 3337.4, 3532.23 y 3210.31 g para la población, las hembras NZ y C, respectivamente y al segundo parto en las H: 3386.10 g. Estos resultados son de valor práctico para fines Genéticos, Reproductivos, de flujo, reemplazo y desecho voluntario, vida útil, longevidad de las reproductoras y eficiencia económica.

Palabras Clave: Conejas, Producción de leche, curvas de producción láctea.

C O N T E N I D O

	Pág.
ÍNDICE DE MATERIAS	i
RESUMEN	II
1. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivo	
2. REVISION DE LITERATURA	
2.1. ASPECTOS RELEVANTES DE LA ESPECIE CUNÍCOLA	
2.2. COMPOSICION DE LA LECHE DE LA CONEJA	
2.3. FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCION DE LECHE EN LA CONEJA	
2.3.1. FACTORES GENETICOS	
2.3.2. FACTORES AMBIENTALES	
2.3.2.1. ALIMENTACION	
2.3.2.2. RITMO REPRODUCTIVO	
2.3.2.3. TAMAÑO DE CAMADA	
2.3.2.4. NUMERO DE PARTOS	
2.3.2.5. FRECUENCIA DE AMAMANTAMIENTO	
2.3.2.6. FOTOPERIODO	
2.3.2.7. OTROS FACTORES	
2.4. METODOS PARA MEDIR LA SECRECIÓN LÁCTEA	
3. MATERIALES Y METODOS	
3.1. MATERIAL BIOLÓGICO	
3.2. MÉTODO	
3.3. ANALISIS ESTADISTICO	
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. EFECTOS DE RAZA	
4.2. EFECTOS DEL PERÍODO DE LACTANCIA	
4.3. CURVAS DE LACTANCIA	
4.4. EFECTOS DEL NÚMERO DE PARTO	
5. CONCLUSIONES	
6. LITERATURA CITADA	

1. INTRODUCCION

De los problemas más importantes que la humanidad tiene planteados en la actualidad, indudablemente destacan la producción, distribución y acceso a los alimentos. El crecimiento demográfico trae como consecuencia lógica un incremento en la demanda de alimentos, en particular aquellos que son fuentes proteínicas de origen animal.

Frente a esta situación, es de vital importancia dar mayor interés a aquellas especies que, en cierta forma, podrían contribuir a solucionar esta problemática. Tal es el caso del conejo, que posee ciertas características muy deseables para su explotación; es una especie muy prolífica, precoz y de alta tasa reproductiva.

En este contexto, se considera muy relevante contar con referentes de la capacidad real de producción lechera de la especie Cunícola, dado que como mamífero, sus crías dependen en su etapa fisiológica más crítica, del nacimiento al destete, de la leche materna como fuente primordial para lograr en sus etapas finales rendimientos económicos de acuerdo a sus distintos productos y propósitos zotécnicos. En particular, en México, la cuantía y la forma de sus curvas de producción de leche, no están suficientemente investigadas, ni tampoco documentalmente actualizadas.

Paralelamente, la especie ha sido utilizada ampliamente como Modelo Biológico experimental para la Medicina Humana, y dados los recientes y vertiginosos avances en la genética Molecular, su utilización como Biofábrica, a través de la Ingeniería Genética (Ortega, 2000), le perfila como la alternativa de elección para la producción de sustancias útiles en la terapéutica, el diagnóstico y prevención de numerosas enfermedades, así como para la comprensión de los distintos y muy complejos mecanismos de la estructura y función del genoma animal.

Con fundamento en lo expuesto, el presente trabajo se orienta al estudio cuantitativo y modelado de la curva de producción láctea en grupos raciales, comúnmente explotados comercialmente en el País, conforme al siguiente:

1.1. **OBJETIVO**

- ❖ Determinar la cuantía y el modelado de sus curvas de producción láctea en hembras de tres razas de conejos, Nueva Zelanda Blanco, California y un grupo Híbrido.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS RELEVANTES DE LA ESPECIE CUNÍCULA

A fin de matizar la importancia de la especie; en los cuadros siguientes ejemplifican tanto la diversidad Racial de la especie, como su orientación zootécnica y las ventajas comparativas de la composición nutricional de su carne y leche.

CUADRO 1. RAZAS DECONEJOS QUE SE EXPLOTAN EN MEXICO

PRODUCTORAS DE CARNE:	PRODUCTORAS DE PIEL:	PRODUCTORAS DE PELO:
California	Rex en todas sus variedades	Angora con sus variedades
Nueva Zelanda (Blanco)		negro y rojo
Italiana		Suiza
Alemana		Danesa
Chinchilla		California
Chekred		Inglesa
Gigante de Flandes		

Fuente: Departamento de cunicultura SEMARNAP (2002)

Así, en México la producción y su orientación zootécnicas, gracias a la diversidad racial existente, es otra bondad de la especie para su explotación. Por tanto, la cría y producción del conejo de carne podría contribuir a satisfacer las necesidades de proteína animal para autoconsumo, principalmente en el medio rural ya que, además de las ventajas antes mencionadas, es un animal de fácil manejo, bajo costo de explotación y con una buena conversión alimenticia (Fernández *et al.*, 2001, UMSNH-FMVZ, 2001).

Según se muestra en el Cuadro 2, su carne contiene mayor proporción de proteínas y menor cantidad de grasa con respecto a otras carnes de consumo

regular. No obstante, la Cunicultura en México no se ha desarrollado debidamente, en gran medida por los hábitos y patrones socio-culturales para consumir carne de conejo. Aún así, la participación de esta actividad relativamente nueva en la Ganadería Nacional ha crecido paulatina y sostenidamente.

**CUADRO 2. CONTENIDO PORCENTUAL DE LOS PRINCIPALES
CONSTITUYENTES EN DIFERENTES CARNES (BASE: 100 g).**

CARNE DE:	AGUA (g)	PROTEINAS (g)	GRASAS (g)	CALORIAS (Kcal)
CABRA	73	20	6	134
CARNERO	64	18	17.5	230
CONEJO	68	20.8	10.2	175
CERDO	58	16.4	25	291
GALLINA	75	26.1	2.7	111
GANSO	51	16.4	31.5	349
LIEBRE	73	21	5	129
PATO	54	16	28.6	321
POLLO	68	20	12.6	194
VACA	69	19.2	11	176

Fuente: Muñoz (1976)

2.2 COMPOSICION DE LA LECHE DE CONEJA

La lactación en los conejos es un proceso muy complejo que comprende el desarrollo de la glándula mamaria (mamogénesis), iniciación y mantenimiento de la secreción láctea (lactogénesis) y vaciado (lactopoyesis) de la leche. Estos procesos están bajo el control del eje hipotálamo-hipofisiario. Al llegar estímulos directos o indirectos a este centro de control se provoca la liberación de la hormona prolactina responsable del inicio y sostenimiento de la producción láctea (Molinero, 1976).

La evidencia experimental de este complejo fenómeno biológico, fue obtenida a partir de un experimento, en el cual fue removida la hipófisis de conejas lactando, por Cowie *et al.* (1969) quienes concluyeron que la disminución de la producción de leche al final de la lactancia se asoció a una menor secreción de la hormona prolactina. Así mismo, que la secreción de oxitocina por la neuro-hipófisis al finalizar la gestación, además de ayudar a la expulsión del contenido uterino, ocasiona también la eyección de la leche en respuesta al estímulo del amamantamiento.

La composición promedio de la leche de coneja fluctúa a causa de varios factores, como son: raza, edad, alimentación, individuo, número de parto y época del año.

La leche de coneja es una de las que contiene mayor cantidad de proteína en comparación con otras especies (Cuadro 3). A este respecto, Davies *et al.* (1964) informaron que los gazapos doblan su peso al 6° día de nacidos, por lo que su ritmo de crecimiento es más elevado que el de otros animales domésticos.

CUADRO 3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE DE LA CONEJA.

REFERENCIA	PROTEINA %	GRASA %	LACTOSA %
Costes <i>et al.</i> (1964)	11.9 – 13.2	10.2 – 17.7	1.12 -1.76
Cowie <i>et al.</i> (1969)	11	16	1.9
Cross (1975)	11.5	17	- -
Schey (1975)	12.7	14.8	0.9

Este acelerado crecimiento es obtenido gracias a la alta concentración nutritiva que contiene la leche de coneja (Cuadro 3). Como referencia del poder nutritivo de la leche de coneja, ya desde 1963, Pavlov señaló que por cada 2.5 g de leche se obtiene 1 g de incremento de peso vivo en los gazapos (Cuadro 4).

CUADRO 4. RITMO DE CRECIMIENTO DE VARIAS ESPECIES

ESPECIE	PESO MEDIO DEL FETO AL NACER	DIAS QUE DOBLAN SU PESO
CONEJO	75 g	6
CERDO	1500 g	16
CORDERO	25-30 kg	26
TERNERO	25-35 kg	55
POTRO	38-45 kg	60

Fuente: Molinero (1976)

En varias muestras de leche de coneja, Lebas (1971) observó que la composición de la leche durante la lactación es relativamente estable hasta el final de la tercera semana, con 28.8% de materia seca (MS), compuesta principalmente de 49% de proteína y 30% de lípidos, mientras que sólo una pequeña fracción está representada por lactosa y cenizas (3% y 8%, respectivamente). Durante la cuarta semana, el mismo autor registró que la leche llegó a ser más rica en proteína y, en particular lípidos, mientras que la lactosa tendió a desaparecer.

Por su parte, Gachev (1971) estudiando los cambios en los niveles de proteína durante el curso de la lactación, entre los días 11 a 35 después del parto, observó que no hubo correlación entre la síntesis de caseína y la producción de leche, pero sí un incremento lineal del 50% en el 1er mes después del parto. Las otras proteínas de la leche no mostraron correlación con la producción durante el curso de lactancia. Sin embargo, los valores de estas proteínas fueron mínimos a los 10-15 días post-parto en donde se registró un aumento en el volumen de leche

secretada.

2.3 FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCION DE LECHE EN LA CONEJA.

2.3.1 FACTORES GENÉTICOS

La capacidad de producción de leche en las conejas, depende de la raza como se muestra en el Cuadro 5. Según varios autores, se pueden observar diferencias que fluctúan desde 100 a 270 g por día, lo cual permite formar un criterio acerca de la producción láctea de las diferentes razas de conejos y compararlas dentro de una clasificación lechera. La característica antes mencionada se puede considerar como una diferencia de tipo genético la cual se debe tomar en cuenta al momento de seleccionar animales en planes y programas de cruzamientos (Valderrama, 1974).

En una comparación sobre el comportamiento de la producción de leche, Barsukov (1964) estudió a 5 razas de conejos y concluyó que éstas deberían ser evaluadas para ese propósito y seleccionar aquellas hembras que tuvieran una producción de leche diaria mayor a 200 g., aunque en la revisión no se encontraron estudios sobre otros efectos genéticos, es razonable inferir que el genotipo individual dentro de razas, es un importante factor de variación genética sobre la producción de leche en la especie. Un estudio reciente, mostró efectos genéticos de heterosis (vigor Híbrido), así como de tipo aditivo (Gómez *et al.*, 2005).

Por lo tanto, es posible fundamentar programas específicos de Mejoramiento genético para la producción de leche, considerando los efectos de Raza, individuales dentro de raza, así como de cruzamiento óptimo, para esta característica, de ahí la importancia de contar con referentes actuales y en particular, bajo condiciones de explotación comercial, sobre la cuantía y forma de

la curva de producción de leche en esta especie.

CUADRO 5. PRODUCCION LACTEA DE DIFERENTES RAZAS DE CONEJOS

DIAS DE LACTACION	GENOTIPOS	REFERENCIA
42 días	Leonado de Borgoña 4200 g	Wendt, 1931.
11 días	Holandés 1397 g	Cross y Harris, 1952.
7 días	Azul de Viena 572 g; Himalaya 395 g; Polaco 3876 g	Venge, 1963.
20 días	Plateado 4040 g	Nigmatullin, 1963
24 días	Azul de Viena 3840 g	Pavlov, 1693.
20 días	Chinchilla Soviético 5850 g	Titarev, 1964.
14 días	Nueva Zelanda Blanco 1848 g	Davies <i>et al.</i> ,
42 días	Leonado de Borgoña 7090 g	Lebas, 1968
42 días	Nueva Zelanda Blanco 6940 g; Holandés 3820 g	Cowie, 1969
28 días	Criollo 3900 g	Varela <i>et al.</i> , 1975
21 días	Nueva Zelanda Blanco 3454 g	Dilella y zicarelli, 1971
21 días	California 3484 bv g	Niehaus y Kocak, 1973
25 días	Criollo 3890 g	Grobet, 1975
40 días	Nueva Zelanda Blanco 4251 g	Becerril, 1978
21 días	California 3010 g; Nueva Zelanda Blanco 3760 g	Lukefahr <i>et al.</i> , 1981
35 días	Nueva Zelanda Blanco 4650 g; California 4450 g	Ortiz <i>et al.</i> , 1982
15 días	Nueva Zelanda Blanco 2092 g	Pontes <i>et al.</i> , 1980
30 días	Nueva Zelanda Blanco 3894 g; California 3386 g; Criollo 3275 g	Velásquez, 1983
21 días	Nueva Zelanda Blanco 3970 g; California 3060 g; Nueva Zelanda Blanco x California 3650 g; California x Nueva Zelanda Blanco 4030	Lukefahr <i>et al.</i> , 1983
21 días	Angora 3090 g	Bellay <i>et al.</i> , 1988
29 días	California 4420 g; Nueva Zelanda Blanco 3793 g; Palomino 3593 g; Satín Blanco 3341 g	McNitt y Moody, 1990
29 días	California 4570 g; Nueva Zelanda Blanco 3964 g; Palomino 3474 g; Satín Blanco 3677 g;	McNitt y Moody, 1991
31 días	Giza Blanco 3493 g	Khalil, 1993
21 días	Giza Blanco 2291 g	Khalil, 1994
28 días	Nueva Zelanda Blanco 3332 g	Ayyat <i>et al.</i> , 1995
21 días	Zika Hybrid 3245 g	Petersen <i>et al.</i> , 1996
28 días	Nueva Zelanda Blanco 3482 g; Gabali 3382 g; Nueva Zelanda Blanco x Gabali 3111 g; Gabali x Nueva Zelanda Blanco 3512 g.	Khalil, 1999

Fuente: Adaptado de Gómez *et al.* (2005)

2.3.2 FACTORES AMBIENTALES

2.3.2.1 ALIMENTACION

Patridge (1980) trabajando con conejas lactando, observó que al variar el consumo de proteína cruda no hubo efectos significativos sobre el contenido de proteína de la leche, pero si sobre la cantidad de leche producida en las primeras tres semanas de lactación.

Por su parte, Lebas (1975) encontró que el nivel de alimentación durante la gestación de conejas no tuvo efectos significativos sobre la producción de leche durante la tercera semana de lactación.

2.3.2.2 RITMO REPRODUCTIVO

En 1979, Lincon condujo un experimento para investigar el efecto que tiene la cubrición en conejas post-parto; en sus resultados pudo constatar que la producción de leche decae y la lactancia termina entre los 25 y 27 días en hembras gestantes, mientras que en las no gestantes, la lactancia llegó a su fin después de los 50 días.

Complementariamente, Lebas (1972) observó en un grupo de conejas que fueron cubiertas 48 hs post-parto que el peso de las hembras y el de la camada, no fueron significativamente diferentes al de los de un grupo control, durante las tres primeras semanas, pero el consumo de alimento fue más bajo en el primer grupo ($P < 0.05$) durante la cuarta semana post-parto. Y en cuanto a la producción de leche, fue similar en ambos grupos hasta los 21 días post-parto, pero disminuyó rápidamente en los días subsecuentes en el primer grupo. En este trabajo la disminución se atribuyó a la competencia entre los cofactores nutricionales demandados para el crecimiento del embrión y los demandados para

el desarrollo de la glándula mamaria. En un estudio posterior, el mismo autor (Lebas, 1973) observó que la preñez durante la lactancia no afecta la producción de leche durante los 21 días posteriores al parto.

2.3.2.3 TAMAÑO DE LA CAMADA

Trabajando con conejas de la raza Chinchilla Soviética, Yapparov (1978) estudió el efecto que tiene el tamaño de la camada sobre la producción de leche. Para tal fin, agrupó a las hembras de acuerdo al número de gazapos por camada en 7, 8, 9 y 10 respectivamente, y en sus resultados consignó que la producción de leche fue de 4965, 5804, 6182 y 6004 g; estos resultados son muy interesantes, puesto que proporcionan evidencia de que las madres con mayor capacidad lechera, también tienen mayor prolificidad, o como la denomina Legault (1998): “productividad numérica”, en la especie porcina.

Otras experiencias también han demostrado que existe una evidente correlación entre el número de gazapos y la producción de leche (Venge, 1963; Lebas, 1968; Schleelje *et al.*, 1969; Lella y Zicarelli, 1971; De Blas y Gálvez, 1973 y Torres *et al.*, 1978).

2.3.2.4 NUMERO DE PARTO

Cuando se analizan resultados para este efecto en los conejos, se encuentra que existe gran diferencia entre el parto 1 y los subsecuentes. Para un conjunto de caracteres, los resultados son ligeramente mejores en el parto 3 comparado con el parto 2. Así, las producciones máximas se observan en el 3º ó 4º parto. Este hecho, es bien conocido en otras especies y se denomina convencionalmente “equivalente maduro o de madurez”, que es cuando los individuos expresan fenotípicamente su máximo potencial genético (Bourdon, 1997).

El mejoramiento del desempeño productivo o “performance” en idioma inglés, a partir del segundo parto, corresponde a un aumento de la fecundidad y de la producción lechera (Rouvier *et al.*, 1980).

2.3.2.5 FRECUENCIA DE AMAMANTAMIENTO

En los conejos, la frecuencia normal de amamantamiento es de una vez el día. Esto fue tempranamente confirmado por Venge (1963) quien observó que la coneja amamanta a sus gazapos por primera vez entre las 16 a 24 hs después de nacidos y posteriormente los amamanta una vez al día hasta la edad de 22-25 días, periodo en que comienzan a consumir alimentos sólidos.

A este respecto, Mena *et. al.*, (1981) alteraron la frecuencia normal de amamantamiento en los días 10 y 30 de la lactancia con la adición de 1 ó 2 tetadas entre 8 y 14 horas después del amamantamiento diario. De acuerdo con sus resultados, concluyeron que una tetada extra incrementó significativamente la producción de leche en el día primero, comparada con la producción promedio previa y posterior al día 10; dos tetadas adicionales disminuyeron la producción. Comparativamente, una o dos amamantadas extras en el día 30 aceleraron significativamente el decremento de la producción de leche, característico del final de la lactancia.

2.3.2.6 FOTOPERIODO

En un experimento conducido por Gachev (1971), se utilizaron 17 conejos en los días 17-22 de la lactancia en donde se midió la producción de leche en varios intervalos durante el día, y se encontró que la secreción de la leche tendía a ser más alta entre las 6:00 y 18:00 horas (65.8% de la producción diaria) que entre las 18:00 y 6.00 horas (34.2%). Estos resultados confirmaron los hallazgos del trabajo clásico de Cross y Harris (1952) quienes observaron que la lactación tiene una clara influencia del fotoperíodo.

2.3.2.7. OTROS FACTORES.

Recientemente, Gómez *et al.* (2005) comprobaron en México que el Intervalo parto-concepción, el número de pezones y el período año-estación afectan

significativamente la producción de leche en las razas Nueva Zelanda, California y sus cruza.

2.4 MÉTODOS PARA MEDIR LA SECRECIÓN LÁCTEA

En 1972, Linzell describió varios métodos para estimar la producción láctea en diferentes especies, entre ellos, menciona el ordeño manual o mecánico más oxitocina; pesando a la madre y/o a la camada ("Test-Feeding), el balance metabólico y el incremento de peso o volumen del tejido mamario.

En el conejo es fácil estimar la producción de leche por el método Test-Feeding, porque esta especie permite a sus gazapos mamar sólo una vez al día y esto se efectúa en pocos minutos (Cross y Harris, 1952). Esto fue confirmado hace ya mucho tiempo por Venge (1963) quien observó que la coneja amamanta a los gazapos por primera vez entre 16 a 24 horas después de nacidos y posteriormente, una vez al día hasta la edad de los 22 a los 25 días, cuando los gazapos comienzan a consumir alimentos sólidos. Por lo tanto, es fácil pesar a la madre y a los gazapos antes y después de amamantar con el mínimo error debido a la orina y defecación. Según Lebas (1968) y Grobet (1975) pesando a la madre es el método más exacto.

CUADRO 6. PRODUCCION SEMANAL DE LECHE EN CONEJAS NUEVA ZELANDA BLANCO (Lebas, 1968).

Producción de leche (g)	Producción de leche (diaria, g)	Nº de conejos en la camada (promedio)
1ª. semana 842	120	8.47
2ª. semana 1291	186	8.32
3ª. semana 1690	241	8.31
4ª. semana 1460	208	8.25
5ª. semana 1030	147	8.23
6ª. Semana 680	97	8.22

Al estudiar la variación de la producción de leche en el transcurso de la lactación, Lebas (1968) utilizó el método de pesar a la madre antes y después de cada tetada obtuvo los resultados que se muestran en el Cuadro 6.

Las curvas de producción obtenidas por dicho autor, se ilustran en las Figuras 1 y 2 (Lebas, 1968).

FIGURA 1. CURVA DE LACTACION PICO PARA UNA CONEJA DE 4 KG DE PESO MEDIO

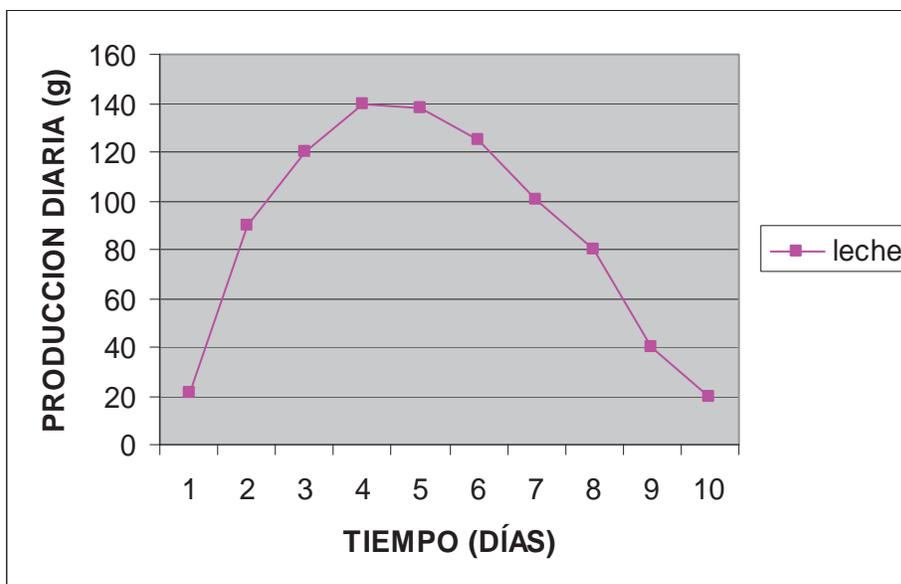
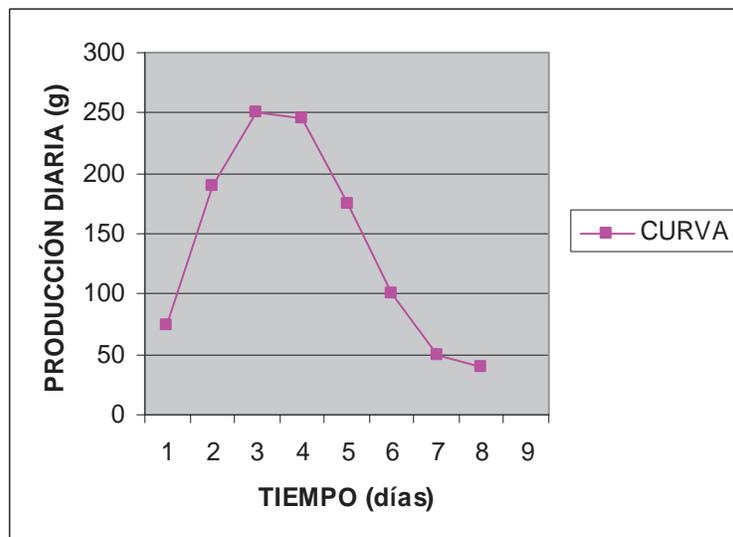


FIGURA 2. CURVA DE LACTACION PROMEDIO DE LA CONEJA



3. MATERIALES Y METODOS.

Localización. El presente estudio se realizó en una granja comercial con capacidad de 120 vientres, ubicada al Oriente de la Zona sub-urbana de la ciudad de Morelia, Capital del estado de Michoacán de Ocampo, México. Esta se sitúa a 1900 msnm, entre los 19^o 42' de Latitud N y los 101^o 11' de Longitud O, con clima del tipo Cwa, vientos dominantes del SO; temperatura media anual de 17.3 C, siendo la máxima exterior de 35 C y la mínima exterior de -3.9 C. La precipitación pluvial anual media es de 796.4 mm con lluvias concentradas en verano¹.

La explotación es de tipo tecnificado, con sistema de confinamiento en jaulas individuales de alambre con sus respectivos comederos y bebederos. Opera con un ritmo reproductivo basado en monta natural, flujo de partos semanal y cuenta con genotipos de las puras: Nueva Zelanda Blanco, California y un grupo de composición genética no bien definido, denominado para efectos del trabajo como híbrido, pero con cierta mezcla de genes de animales no mejorados. La alimentación de los reproductores consistió de una dieta compuesta de alfalfa fresca (*Medicago sativa* L., 300 g por animal / día) y un concentrado comercial con 16% de proteína cruda, 14% de fibra cruda y 2,650 Kcal de ED/Kg., proporcionada *ad libitum*. El alimento y agua fresca se ofrecieron una vez en la mañana y otra en la tarde. Rutinariamente, se colocan nidos de madera diez días antes del parto teniendo como base un período de preñez de 29 a 32 días.

3.1. MATERIAL BIOLÓGICO.

Durante los meses de diciembre de 2005 y enero del 2006 se llevó a cabo el estudio, para lo cual se seleccionaron 60 hembras del pie de cría con 1 a 6

¹ Atlas Geográfico del Estado de Michoacán. 1979. EDDISSA, Ediciones y Distribuciones, S.A. México, D.F. Gobierno del Estado de Michoacán, México y Facultad de Filosofía y Letras-UNAM. México. D.F.

partos y se incorporaron al siguiente arreglo experimental:

	NÚMERO DE PARTO O LACTANCIA			
RAZA	1	2	3	4 Subtotal:
Nueva Zelanda Blanco (NZ)	5	5	5	5 20
California (C)	5	5	5	5 20
Híbrido (H)	5	5	5	5 20
Subtotal/parto	15	15	15	15
Total de repeticiones:				60

De esta forma, se empleó un Diseño experimental de tipo factorial ($3 \times 4 = 12$), con el primer factor (Raza) con tres niveles (NZ; C y H), cada uno con 20 repeticiones y el segundo factor con (No. de parto) con 4 niveles (lactancias), cada nivel con 15 repeticiones; la interacción raza por No. de parto con 5 repeticiones cada una para un total de 60 observaciones, siendo cada hembra la unidad experimental. En cada hembra se ajustó, mediante transferencias, el tamaño de camada a 8 gazapos, dentro de las 24 hs posparto.

3.2. MÉTODO.

El registro de la producción de leche de las madres se obtuvo por diferencia de peso antes y después del amamantamiento, conforme a lo recomendado por Lebas (1968) y Grobert (1975) y tomando la diferencia como la cantidad de leche producida; lo anterior se realizó a partir del tercer día y luego cada 4 días, considerando la observación como el promedio de los días 0-3, 4-7. 8-11, 12-15. 16-19, 20-23, 24-27 y 28-30, respectivamente.

3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de la producción de leche, fueron examinados por Análisis de Covarianza (Steel *et. al.*, 1997), mediante la Metodología de los Modelos Lineales Generales (GLM, por sus siglas en Inglés) y por Regresión Lineal

Múltiple, a través de los procedimientos de mínimos cuadrados, utilizando para ello el Sistema computacional de Análisis estadístico SAS (SAS, ver. 8.0, 2000), bajo el siguiente modelo matemático.

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + NP_j + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n^n + E_{ijk}; \text{ Donde:}$$

- Y_{ijk} = Una observación de la producción de leche diaria y por lactancia expresada en g/día.
- μ = Media general
- R_i = Efecto fijo de la raza, con i = California, Nueva Zelanda e Híbrido
- NP_j = Efecto fijo del Número de parto, con $J= 1, 2, 3$ y 4 .
- X_1 = Efecto lineal del número progresivo de días del período de lactación, considerado como covariable, o en su caso, del No., de parto.
- X_2^2 = Efecto de orden cuadrático del número progresivo de días de del período de lactación, también como covariable. o en su caso, del No., de parto.
- β_1 y B_2 = Estimadores de los Coeficientes de Regresión parcial para los efectos de orden n sobre la producción de leche diaria.
- E_{ijk} = Error experimental asociado a cada observación con $E \sim (0, \sigma^2)$.

Del Modelo de análisis, se derivaron las respectivas Medias de mínimos cuadrados y sus diferencias se analizaron mediante la prueba LsMeans a una $\alpha \leq 0.05$; de la misma manera, se obtuvieron los modelos de regresión y los estimadores de los coeficientes respectivos a una $\alpha \leq 0.05$.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. EFECTOS DE RAZA.

Como se indica (Cuadro 7), los resultados del análisis demostraron efectos muy importantes ($P \leq 0.01$) del grupo racial sobre la variación de la producción de leche, tanto en su rendimiento diario como por lactancia. Si bien, la mayor contribución a este efecto estuvo dada por la superioridad de las hembras de la raza Nueva Zelanda, cuyos promedios fueron superiores a las hembras California e Híbridas, en cuyo caso se comportaron igual.

La superioridad de las hembras Nueva Zelanda fue de 18.43 y 22.13 g por día con respecto a las de raza California e Híbridas, respectivamente, lo que se reflejó lógicamente en la producción por lactancias con diferencias correspondientes de 553.09 y 664.08 (Cuadro 7).

El desempeño comparativo de las hembras California y las del grupo Híbrido no mostró diferencias estadísticas, aunque la tendencia favorece a las primeras; esto puede ser explicado por el mayor grado de especialización del grupo racial de las hembras California, y también porque aunque cabría esperar cierto grado de heterosis favorable al grupo de hembras Híbridas, este efecto no se manifestó debido a que su composición genética, no es producto de un programa sistemático y dirigido de cruzamientos. Además, cabe recordar que su composición genotípica, incluye un determinado porcentaje, no precisado, de fondo genético de animales llamados convencionalmente “criollos”, cuyo rendimiento lechero, se espera sea menor debido a la mayor especialización y presión de selección de selección a que han sido sometidas las razas Nueva Zelanda y California.

Ahora bien, en términos generales, los resultados obtenidos concuerdan con las investigaciones realizadas a nivel Internacional desde 1931 a 2005 (Ver Cuadro 5), las muestran una gran variabilidad en el rendimiento lechero atribuible al efecto de raza, efecto que ya desde 1964 Barsukov postulaba como de gran importancia indicando como objetivo fenotípico de Selección para las razas especializadas en rendimiento lechero, en una magnitud de 200 g diarios, valor muy superior a los observados en el presente estudio, en cuyo caso fueron de 131.3, 112.9 y 109.2 g por día para las hembras Nueva Zelanda, California e Híbridas, respectivamente (Cuadro 7).

CUADRO 7. MEDIAS DE MINIMOS CUADRADOS (\pm E.E.) PARA PRODUCCIÓN DE LECHE POR RAZA

RAZA	PRODUCCIÓN DE LECHE POR DÍA (g)		PRODUCCIÓN TOTAL POR LACTANCIA (g)	
NUEVA ZELANDA	131.30	10.97a	3,939.10	236.35a
CALIFORNIA	112.87	22.47b	3,386.01	179.75b
HÍBRIDAS	109.17	24.38b	3,275.02	163.60b

a, b: Medias sin literales en común, por columna, son diferentes ($P \leq 0.01$).

También es relevante señalar que las diferencias obtenidas entre los grupos raciales evaluados en el presente trabajo y las registradas en la literatura especializada, publicada en los últimos 75 años (Cuadro 5), involucran otros factores como son la latitud geográfica, que involucra efectos climáticos diversos y complejos incluyendo el fotoperíodo (Cross y Harris, 1952), así como la región, los sistemas de producción empleados, los períodos evaluados, la duración de la lactancia y los métodos de medición, además de los cambios que han revolucionado los programas de nutrición, reproducción y otras características como el número de pezones funcionales y el intervalo parto cubrición, entre otros.

Independientemente de lo anterior, lo importante no es la superioridad o inferioridad registrada entre razas, sino esencialmente la variabilidad existente entre ellas que, como mencionan los principales autores de los Principios Científicos del Mejoramiento Genético Animal, es la materia prima de la conservación de los recursos genéticos y de la diversidad biológica a nivel mundial (Nicholas, 1990).

Puntualmente, el efecto racial sobre la producción de leche es esencialmente de fondo genético (Bourdon, 1997), hecho que para nuestro País es de gran relevancia en la especie cunícola, así como en todas las que conforman el reino animal, para mantener la integridad de las cadenas alimentarias naturales, consideradas actualmente de prioridad estratégica por los graves deterioros al entorno ambiental. Sobre esta base, se fundamenta la necesidad de implementar Programas Genéticos a escala Nacional, para solventar las necesidades alimentarias del País (PNRGP, 1998).

4.2. EFECTOS DEL PERÍODO DE LACTANCIA.

El análisis de los datos, reveló que el período de lactancia contribuyó de manera muy importante ($P \leq 0.05$), al rendimiento tanto diario, como por lactancia en la población evaluada (Cuadro 8). Este efecto mostró una tendencia cuadrática, comenzando con valores bajos que fueron incrementándose gradualmente hasta alcanzar un máximo para luego declinar a medida que transcurrió la lactancia.

Estos resultados coinciden en tendencia con los obtenidos por Lebas (1968) quien registró en hembras de raza Nueva Zelanda, valores de 120, 186, 241, 206 147 y 97 g/día para las semanas 1 a 6 de lactancia, respectivamente, con el máximo a los 21 días, para luego declinar conforme al control neruro-endocrino de esta característica (Cross y

Harris, 1952; Cowie *et al.*, 1969).

En general y par este efecto, los resultados en este trabajo también coinciden con los numerosos estudios realizados previamente a nivel internacional (ver Cuadro 5), por lo que se refiere a la tendencia cuadrática, sin embargo, difieren notablemente en cuanto al tiempo en que se registra el pico de producción. Como es de esperar, las condiciones de cada estudio contribuyen a estas discrepancias, pero sobre todo, sobresalen los acortamientos en los períodos de lactación y en los sistemas de producción, especialmente en lo que se refiere a las innovaciones nutricionales y a los cambios genéticos.

En el presente estudio, esta tendencia fue muy importante ($P \leq 0.01$), dentro de cada grupo racial evaluado; así, los máximos valores se obtuvieron a los 13.5, a los 9.5 días para las hembras de raza Nueva Zelanda, California e híbridas, respectivamente, con valores respectivos de 180.13, 163.73 y 156.28 g/día; indicando una mayor persistencia de la raza Nueva Zelanda que se comportó diferente ($P \leq 0.01$) de los otros dos grupos, cuyos valores no difirieron estadísticamente, entre sí (Cuadro 8).

Cuando éste mismo efecto, período o días de lactancia se analizó por Regresión Lineal Múltiple, se obtuvieron los valores máximos empleando el procedimiento basado en cálculo diferencial, desarrollado por Ortega *et al.* (1990) consistente en obtener por derivadas dichos valores a partir estimadores de los coeficientes que determinan las formas de las curvas de producción (Cuadro 9 y Figura 3), lo cual será explicado en el siguiente acápite.

CUADRO 8. MEDIAS DE MÍNIMOS CUADRADOS (\pm E.E.) PARA PRODUCCIÓN DE LECHE POR DÍA (g) POR RAZA Y PERÍODO DE LACTANCIA.

PERÍODO (DÍAS)	NUEVA ZELANDA		CALIFORNIA		HÍBRIDAS	
0 -3	135.50	6.78a	166.04	10.79b	155.27	18.63b
4-7	176.97	8.65a	165.64	10.10a	154.07	16.95ab
8-11	179.58	8.62a	163.73	9.66b	156.28	12.50b
12-15	180.13	8.46a	159.14	9.07b	154.17	12.33b
16-19	177.09	8.85a	150.62	9.04b	148.04	16.28b
20-23	167.33	8.53a	136.89	8.76b	136.11	10.75b
24-27	148.88	8.19a	116.75	7.01b	116.62	8.16b
28-30	147.38	7.37a	69.81	5.19b	69.19	4.84b

a, b: Medias sin literales en común, por raza, son diferentes ($P \leq 0.01$).

4.3. CURVAS DE LACTANCIA

El cuadro 9 muestra los modelos matemáticos de Regresión Lineal Múltiple obtenidos en el presente trabajo, mismos que definieron la forma de las curvas de producción de leche por día, en las hembras evaluadas. En todos los casos, los modelos fueron de tipo cuadrático y con un poder explicativo (R^2), del 63, 71, 97 y 96% para la población general, y para los

CUADRO 9. MODELOS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA PRODUCCIÓN DE LECHE (g) EN CONEJAS.

	INTERCEPTO	β_1	β_2	R^2
GENERAL	143.52**	4.50*	-0.2041**	0.63
NUEVAZELANDA	135.56**	5.95*	-0.19.86**	0.71
CALIFORNIA	154.49**	3.34*	-0.2023**	0.97
HÍBRIDAS	149.52**	4.20*	-0.2154**	0.96

** : $P \leq 0.01$

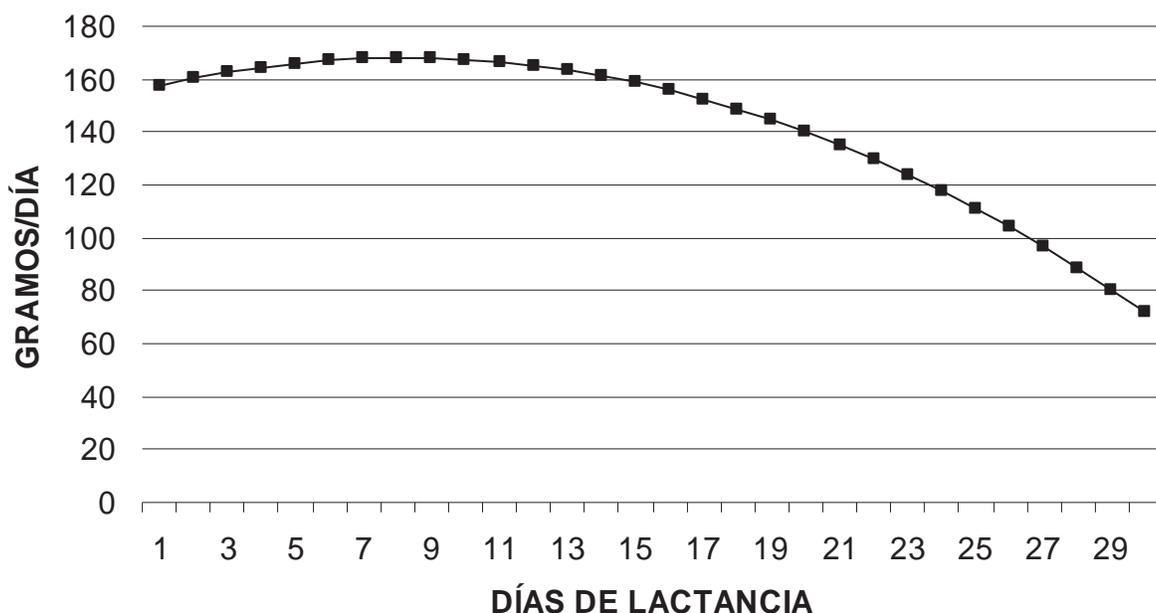
grupos raciales Nueva Zelanda, California e Híbridas, respectivamente (Cuadro 9).

Lo anterior significa que la producción de leche por día estuvo determinada por los efectos de los días de lactancia en los porcentajes indicados, o en otras palabras, dichos valores expresan el poder predictivo de los modelos obtenidos y la confiabilidad de la forma de la curva obtenida.

Como se observa en el (Cuadro 9), para la población en estudio, se estimó que la producción de leche por día fue incrementándose gradualmente en 4.5 g/día, para después de alcanzar el máximo, declinar en 0.20 g/día.

Similarmente, los valores correspondientes para los grupos raciales Nueva Zelanda, California e Híbridas fueron de: 5.95 y -0.19.68; 3.34 y -0.2023 y 4.20 y -0.2154 g de leche por día (Cuadro 9).

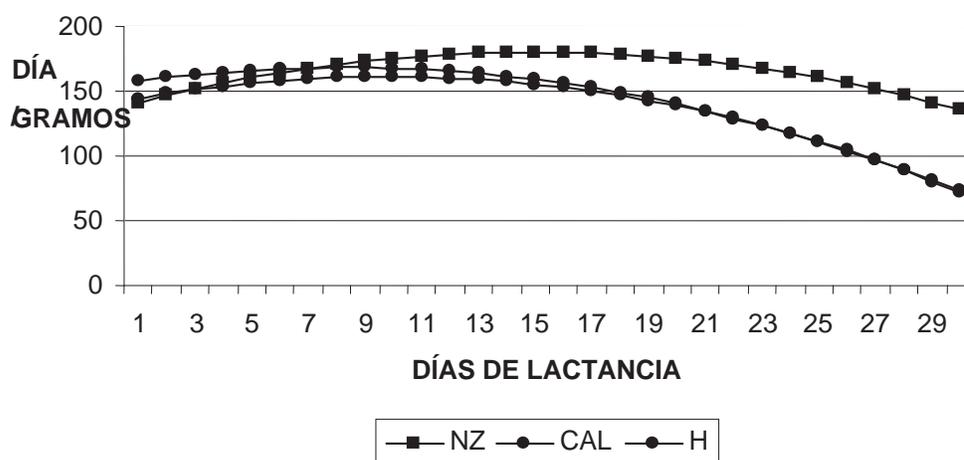
Fig.3. CURVA GENERAL DE PRODUCCIÓN LÁCTEA



La Figura 3 muestra la forma de la curva modelada para la producción diaria,

en la población evaluada; como se indicó antes, por cálculo diferencial se pudo predecir que el pico máximo de producción para dicha población fue de 168.31 g de leche por día a los 11.02 días. Es decir que, durante un poco más del tercio (13. 33%) de la lactancia, la producción va en aumento y se mantiene para luego declinar. Estos resultados son de gran relevancia como criterio práctico de crianza y alimentación de los gazapos en este período crítico de su vida, pues dependen totalmente para su sobrevivencia de la leche materna. Por tanto, la selección de hembras con base a esta aptitud es de vital importancia para la crianza y reproducción eficiente y rentable.

Fig. 4. CURVAS DE LACTANCIA POR RAZA



La figura 4 muestra las curvas correspondientes a las hembras de los grupos raciales, Nueva Zelanda, California e Híbridas que también fueron de tipo cuadrático y cuyos valores máximos fueron respectivamente: 180.13 g/día a los 14.98 días; 168.3 g/día a los 8.25 días y 161 g/día a los 9,75 días; con una muy clara ventaja de las hembras de raza Nueva Zelanda incluso por encima de la población y manteniendo una producción creciente hasta el 50% del período de lactancia.

Comparativamente, las curvas mostradas en las figuras 1 y 2 (pág. 13)

obtenidas por Levas (1968), si bien tienen la misma forma cuadrática, son mucho menos eficientes a las generadas en el presente trabajo; los valores obtenidos por dicho autor indicaban que para una coneja adulta, el pico de producción era de 140 g pero se alcanzaba tan rápido como 5 días par luego declinar gradualmente; similarmente, la curva para la coneja típica de entonces, si bien registraba un pico alto, 250 g/día, éste se obtenía tan rápido como a los 3 días (figuras 1 y 2 , pág. 13).

Lo anterior, muestra como la mejora genética y las innovaciones tecnológicas de los sistemas de producción cunícola, permiten lograr producciones más rentables y adecuadas a la demanda de alimentos para la población humana.

Cuando se modelaron las curvas para producción total, los días de lactancia no contribuyeron (Cuadro 10) a explicar su variación ni en su componente lineal, ni tampoco en su componente cuadrática ($P \geq 0.5$), por lo que los mejores estimadores de la producción total son los promedios de mínimos cuadrados mostrados en el cuadro 7.

CUADRO 10. MODELOS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA PRODUCCIÓN TOTAL DE LECHE (g) POR LACTANCIAS Y POR RAZA.

	INTERCEPTO	β_1	β_2	R^2
GENERAL	2823.31**	NS	NS	0.14
NUEVAZELANDA	2671.16**	NS	NS	0.98
CALIFORNIA	2873.54**	NS	NS	0.95
HÍBRIDAS	2925.25**	NS	NS	0.94

** : $P \leq 0.01$; NS: NO SIGNIFICATIVO.

4.4. EFECTOS DEL NÚMERO DE PARTO.

Los resultados del análisis mostraron que el número de parto contó ($P \leq .01$) para la variación en la producción total por lactancia en los grupos raciales evaluados (Cuadro 11).

CUADRO 11. MEDIAS DE MÍNIMOS CUADRADOS (\pm E.E) PARA PRODUCCION LÁCTEA POR LACTANCIA POR RAZA Y NÚMERO DE PARTO

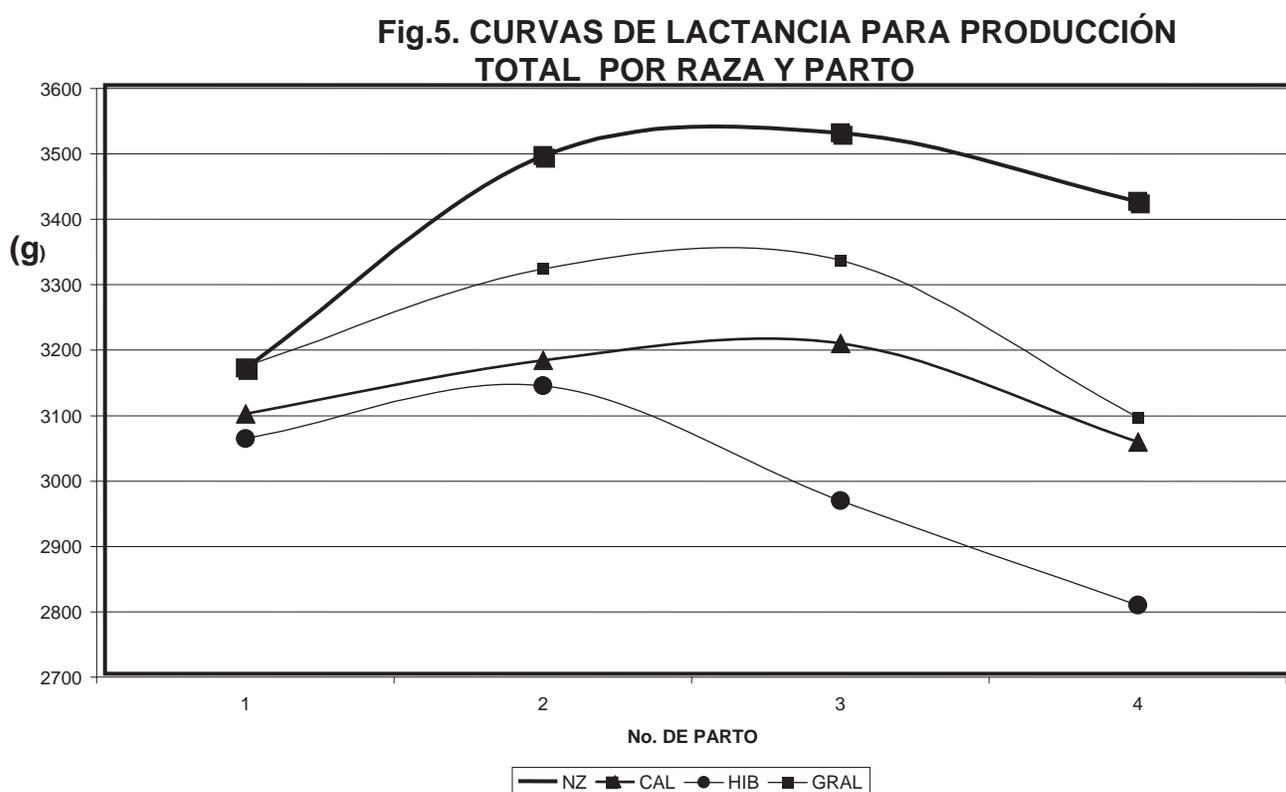
No. DE PARTO	NUEVA ZELANDA	CALIFORNIA	HÍBRIDAS	GENERAL POR PARTO
	3172.71	3102.17	3064.20	3175.67
1	252.82a	248.17b	183.65b	285.81†
	3496.97	3184.52	3145.80	3324.51
2	209.82a	286.61b	254.81b	229.39‡
	3532.23	3210.31	2969.66	3337.40
3	266.58a	240.82b	237.57c	199.24‡
	3427.44	3059.91	2809.96	3096.77
4	246.92a	275.39b	153.15c	278.71†

a, b y c: Medias sin literales en común, por columna, son diferentes ($P \leq 0.01$); † y ‡: Medias con símbolos distintos, por parto, son diferentes ($P \leq 0.01$).

Este efecto está bien documentado en casi todas las especies de interés zootécnico, si bien, en los conejos y en particular en México es más bien escasa. La importancia de este efecto implica tanto criterios de tipo financiero y económico (longevidad, vida productiva, vida útil) como de orden técnico (criterios de reemplazo, de desecho voluntario) y genético por cuanto, que las bases de comparación se realizan sobre una base de equivalente maduro o de madurez (Bourdon, 1997; Nicholas, 1990), que es cuando el animal alcanza su pico de producción máxima, mínima o mejor dicho, óptima, según los caracteres objeto de interés. En el caso de la

producción lechera, se busca el máximo tanto en una lactancia como a lo largo de su vida en el sistema de producción.

En la especie cunícola, se espera que este rendimiento óptimo tanto en fecundidad como en el rendimiento lechero (Rouvier, 1980). En el presente trabajo, la máxima producción por lactancia se obtuvo del segundo al tercer parto, en la población evaluada con 3337.4 g (Cuadro 11); mientras que por grupo racial, las hembras nueva Zelanda lo registraron en el tercer parto, aunque con mayor producción para las primeras: 3532.23 Vs 3210.31 ($P \leq 0.01$) y las Híbridas al segundo con 3145.8 g (Cuadro 11 y Figura 5).



En síntesis, las hembras de la raza nueva Zelanda, registraron el mejor comportamiento, seguidas por las California y finalmente las Híbridas.

5. CONCLUSIONES

- ❖ Se encontraron efectos significativos de la Raza, sobre la producción diaria y total de leche; de los días de lactancia, sobre la producción diaria y del número de parto sobre la producción total de leche.
- ❖ Los efectos de raza indicaron un mejor desempeño de las conejas Nueva Zelanda, seguidas de la California e Híbridas con rendimientos correspondientes de 131 y 3939.10, 112 y 3386 y 109.2 y 3275 g por día y por lactancia.
- ❖ A partir de los días de lactancia se obtuvieron los Modelos matemáticos de las curvas de producción diaria de leche, por raza, siendo en todos los casos de tipo cuadrático y alto poder explicativo.
- ❖ Los máximos de producción diaria de leche de fueron de 168.3, 180.13, 168.3 y 161 g a los días 11, 15, 8 y 9.7 para la población, y para los grupos raciales Nueva Zelanda, California e Híbrida, respectivamente.
- ❖ El efecto del número de parto, se cuantifico de manera cuadrática en la producción total por lactancia, obteniéndose los promedios máximos al tercer parto con 3337.4, 3532.23 y 3210.31 g para la población, las hembras Nueva Zelanda y California, respectivamente y al segundo parto en las híbridas con 3386.10.
- ❖ El mejor desempeño fue registrado por las hembras de raza Nueva Zelanda, incluso por encima de la población evaluada.
- ❖ Los resultados obtenidos, son de valor práctico para fines Genéticos, Reproductivos, de flujo de reemplazo y desecho voluntario, así como de vida útil, longevidad de las reproductoras y de eficiencia económica.

6. LITERATURA CITADA

- Barsukov, V.P. 1964. The will production of some breed of rabbit. Trudy uses. *Sel "khoz. Inst. Zaoch."* Braz.17 (1): 52-55 Rusia.
- Bourdon, R.M. 1999. Understanding Animal Breeding. Prentice-Hall. N.J. USA
- De Blas, J.C. y Gálvez, J. F. 1973. Indices for estimating milk production in Spanish Giant Rabbits. *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Serie Producción Animal* .Nº 4: 25-30
- Cross, B.A., and Harris, G.W. 1952. The role of the neurohypofysis in the milk Injection reflex. *J. of Endocrinology*. 8:148-161.
- Cross, W. J. 1975. Cría y Explotación de los Conejos. Trad. Romera, M. J. Quinta Edición. *Ed. Gea*. Barcelona, España.
- Cowie, A.T., Hartman, O. E. Turvey, A. 1969. The maintenance of lactation in the rabbit after Hypophysectomized. *J. Endocr.* 43 (4): 651-62. England.
- Cowie, A. J. 1969. Variations in the yield end composition of the milk lactations in the rabbit and the galactopoietics effect of prolactin. *J. Endocrinology*. 44 (3): 437-50.
- Davies, J.S., Widdowson, McCance, R.A. 1964. The intake of milk and retention of its constituents while the newborn rabbit soubies its weight. *Brit. J. of. Nutr.* 18: 385- 392.
- Fernández, C., Pascual, J.J., Cervera, C. 2001. The use of rabbit in Diets. 7Th *World Rabbit Congress*. Valencia,. España.
- Gómez, R.B., Becerril, P. C., Pró, M. A., Vaquera, H. 2005. Factores que contribuyen a la variación de la producción lechera de la coneja. *Agrociencia*. En Prensa.
- Grobet, A. E. 1975. Estimación de la producción lechera en conejos. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Texcoco. Edo. De Méx. México.
- Lebas, F. 1968. Mesure quantitative de la producción laitière chez la latine. *Ann. Zootech.* 17 (2): 169-182.

- Lebas, F., 1971 Composition chimique du laté de lapine; évolution au cours de la traite et en lactation eu stade de lactation. *Ann Zootech.* 20 (2): 185-191.
- Lebas, F. 1972. Effect of concurrent lactation and pregnancy on the milk performance of the rabbits. *Ann. Zootech.* 21 (1):129-131.
- Lebas, F. 1973. The nursing rabbit: Some consequences of intersection of production. *Bolletín Technique of information* No. 277: 96-102.
- Lebas, F. 1975. Influence of the feeding level during gestation of the rabbit. I. Reproductive Performance. *Ann of Zootech.* 24 (2): 267-279.
- Legault, C. 1998. Selection of breeds strains and individuals for prolificacy. *Second International Conference on Pig Reproduction.* Columbia, Mo. USA.
- Lella, T. D., Zicarelli, L. 1971. Milk production of New Zeland white Rabbit. *Rev. Zootech.* 44 (2): 85-97; Nape, Italy.
- Lincoln, D.W. 1974. Suckling: A. time-constant in the nursing behavior of the rabbit . *Physiology I behavior:* United Kingdom. 13 (5):711-714.
- Linzell, J.L. 1972. Milk gel, Energy loss in milk and mammary gland weight in difference spices. *Dairy Sci. Abstr.* 34 (5): 351-360.
- Lukerfahr, R. 1983. Producción Láctea de diferentes razas de conejos. Ed. Gea. España.
- Mena, F., Martinez, E. G., Clapp, C. Aguayo, D., Anguiano, G., Grosvanor, C.E. 1981. Effect of acute increases in suckling frequency upon food intake and milk secretion in the rabbit. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* 168 (3): 373-377.
- Molinero, Z. M. 1976. Conejos. Alojamiento y Manejo. Primera edición, Ed. Aedos. Barcelona, España.
- Muñoz, P.G. 1976. Perspectivas de la explotación Cunícola en México. Tesis profesional. FMVZ-UNAM. México.
- Nicholas, F.W. 1990. Genética Veterinaria. *Editorial Acribia S.A.* España.

- Ortega, G. R. 2000. The Genome. The Genomic Era: Myths; Realities and Bioethical conflicts. *Tecnología Avipecuaria en Latinoamérica*. Swine. Año 13, No. 1. Midia Relaciones. Méx. www.midia.com.mx
- Ortega, G.R., Torres, G.H., Franco, D.J., 1990. "Fuentes de Variación Genéticas y Ambientales sobre Caracteres de Tamaño y Peso de la Camada al Nacimiento en Cerdos" *Rev. Vet. Méx.*, XXI. 4: 389-392.
- Pavlov, M.K. 1963. Evaluation of rabbits breeds by milk yields. *Krolikovodstvo. In: Nutr. Abstr.*
- PNRGP. 1998. Programa Nacional de Recursos Genéticos Pecuarios. *Mem., del Tercer Foro Nacional de los Recursos Genéticos ganaderos*. México. D.F.
- Rouvier, R. 1980. Genetics and Reproduction in Rabbits. *2^{do} World Rabbit Sci., Congress*: 101-110. Barcelona, España.
- SEMARNAP. 2002. Gobierno Federal. *Boletín del Departamento de Conejos*. México.
- Steel, R. G D., Torrie, J.H, Dickey, A. D. 1997. Principles and Procedures of Statistical: A Biometrical Approach. *3ra. Ed.* MacGraw-Hill. NY. USA.
- SAS. 2000. Statistical Analysis System. *SAS User's guide: Statitistical version 8*. Cary, N.C. USA.
- Torres, A., Fraga, M.J., De Blas 1979. Producción de leche y mortalidad de los gazapos en la raza Neozelandesa. *Annales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INTA*. 10:25-30. España.
- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2001. Recetario: Cocinando carne de conejo. UMSNH-FMVZ. Morelia, Mich., México.
- Venge O. 1963. The influence of nursing behavior and milk production on early growth in rabbits. *Animal Behavior*. 11:500-506.

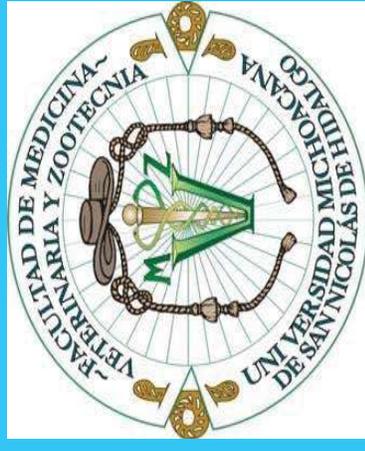


**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

PRODUCCIÓN DE LECHE Y MODELADO DE LAS CURVAS DE PRODUCCIÓN LÁCTEA EN CONEJAS DE TRES GRUPOS RACIALES

ARTEMIO PINEDA GOMEZ



12/06/2006

OBJETIVO

- *Determinar la cuantía de la producción láctea*
- *Modelado Matemático de las curvas de producción láctea*

*en hembras de tres razas de conejos:
Nueva Zelanda Blanco, California
y un grupo Híbrido.*

MATERIALES Y MÉTODOS

- LOCALIZACIÓN



12/06/2006

MAMNERRIAL Y MERNODOS

•SISTEMA DE PRODUCCIÓN



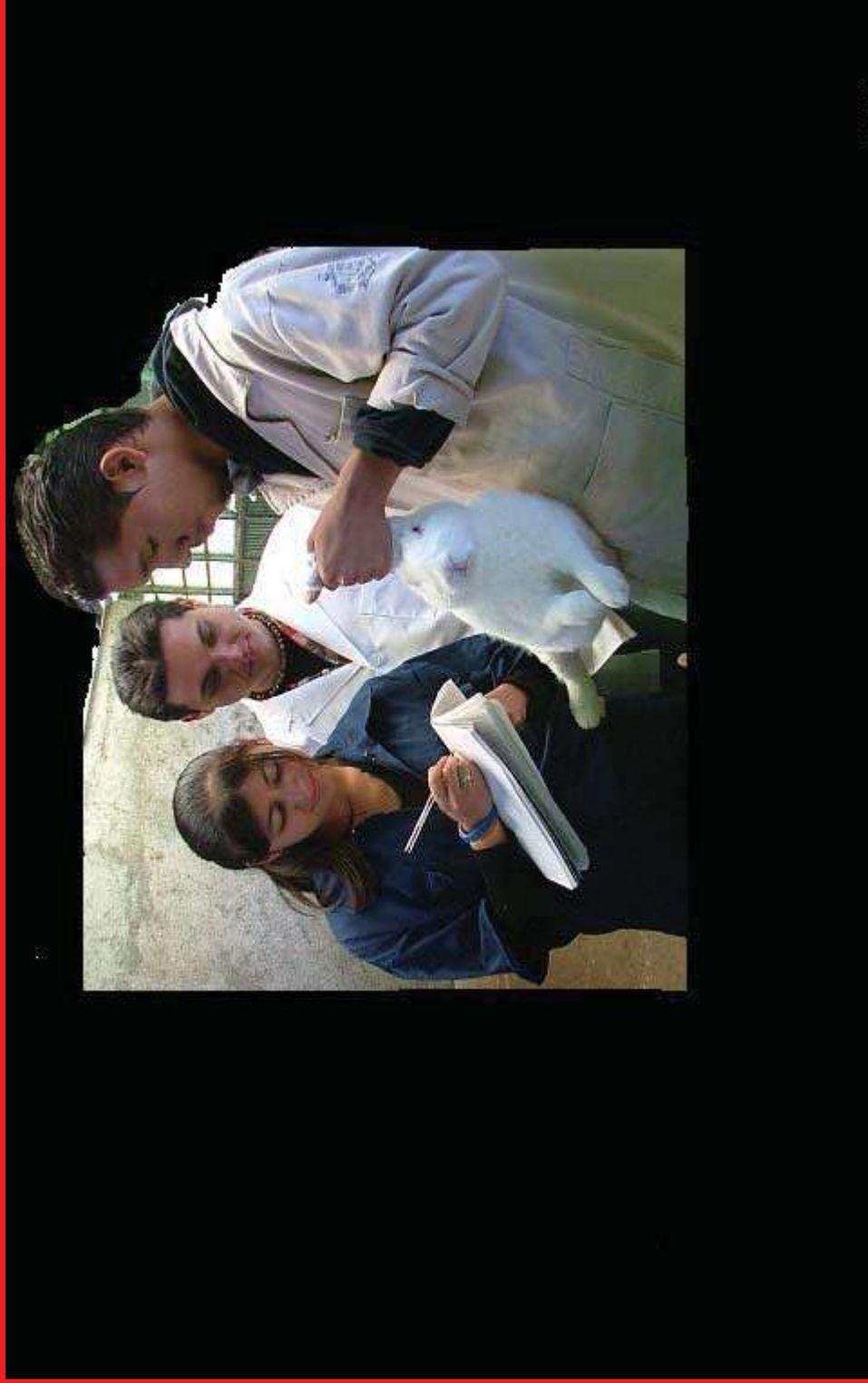
12/06/2006

MATERIAL BIOLÓGICO:



12/06/2006

HEMBRA DE LA RAZA NUEVA ZELANDA



12/06/2006

HEMBRA DEL GRUPO HÍBRIDO



12/06/2006

MATERIAL BIOLÓGICO

HEMBRA ADULTA DE
RAZA CALIFORNIA



12/06/2006

MÉTODOS



12/06/2006

DISEÑO EXPERIMENTAL

	NÚMERO DE PARTO O LACTANCIA			
RAZA	1	2	3	1. Subtotal:
Nueva Zelanda Blanco (NZ)	5	5	5	20
California (C)	5	5	5	20
Híbrido (H)	5	5	5	20
Subtotal/parto	15	15	15	15
Total de repeticiones:			60	

12/06/2006

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

- VARIABLES
- INDEPENDIENTES:
 - *RAZA*
 - *No. DE PARTO*
- FIJOS:
 - *PRODUCCIÓN DE LECHE/DÍA*
 - *PRODUCCIÓN DE LECHE POR LACTANCIA (g/día).*
- COVARIABLES:
 - *DÍAS DE LACTANCIA*
 - *No. DE PARTO (LINEALES Y CUADRÁTICOS).*

R E S U L T A D O S



12/06/2006

MEDIAS DE MINIMOS CUADRADOS (\pm E.E.) PARA PRODUCCIÓN DE LECHE POR RAZA

RAZA	PRODUCCIÓN DE LECHE POR DÍA (g)	PRODUCCIÓN TOTAL POR LACTANCIA (g)
NUEVA ZELANDA	131.30 10.97a	3,939.10 236.35a
CALIFORNIA	112.87 22.47b	3,386.01 179.75b
HÍBRIDAS	109.17 24.38b	3,275.02 163.60b

a, b: Medias sin literales en común, por columna, son diferentes ($P \leq 0.01$).

MEDIAS DE MÍNIMOS CUADRADOS (\pm E.E.) PARA PRODUCCIÓN DE LECHE POR DIA (g) POR RAZA Y PERÍODO DE LACTANCIA

PERÍODO (DÍAS)	NUEVA ZELANDA			CALIFORNIA			HÍBRIDAS					
	8	8	8	8	8	8	8	8	8			
0-3	135.50	6.78a	66.04	10.79b	155.27	18.63b	176.97	8.65a	165.64	10.10a	154.07	16.95ab
4-7	179.58	8.62a	163.73	9.66b	156.28	12.50b	180.13	8.46a	159.14	9.07b	154.17	12.33b
8-11	177.09	8.85a	150.62	9.04b	148.04	16.28b	167.33	8.53a	136.89	8.76b	136.11	10.75b
12-15	148.88	8.19a	116.75	7.01b	116.62	8.16b	147.38	7.37a	69.81	5.19b	69.19	4.84b
16-19												
20-23												
24-27												
28-30												

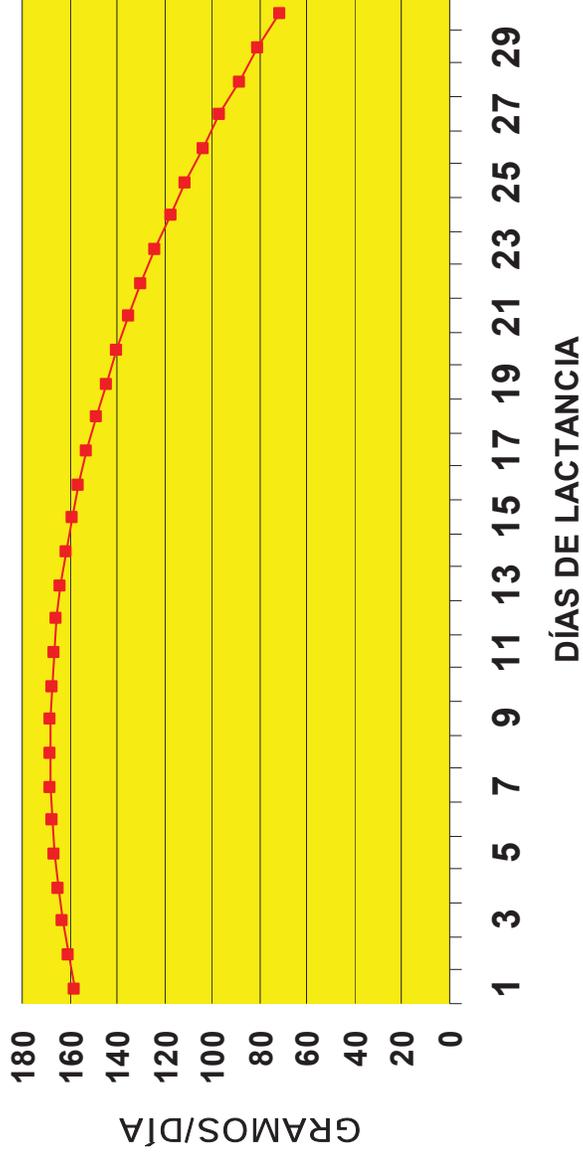
a, b: Medias sin literales en común, por raza, son diferentes ($P \leq 0.01$).

MODELOS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA PRODUCCIÓN DIARIA DE LECHE (g) EN CONEJAS

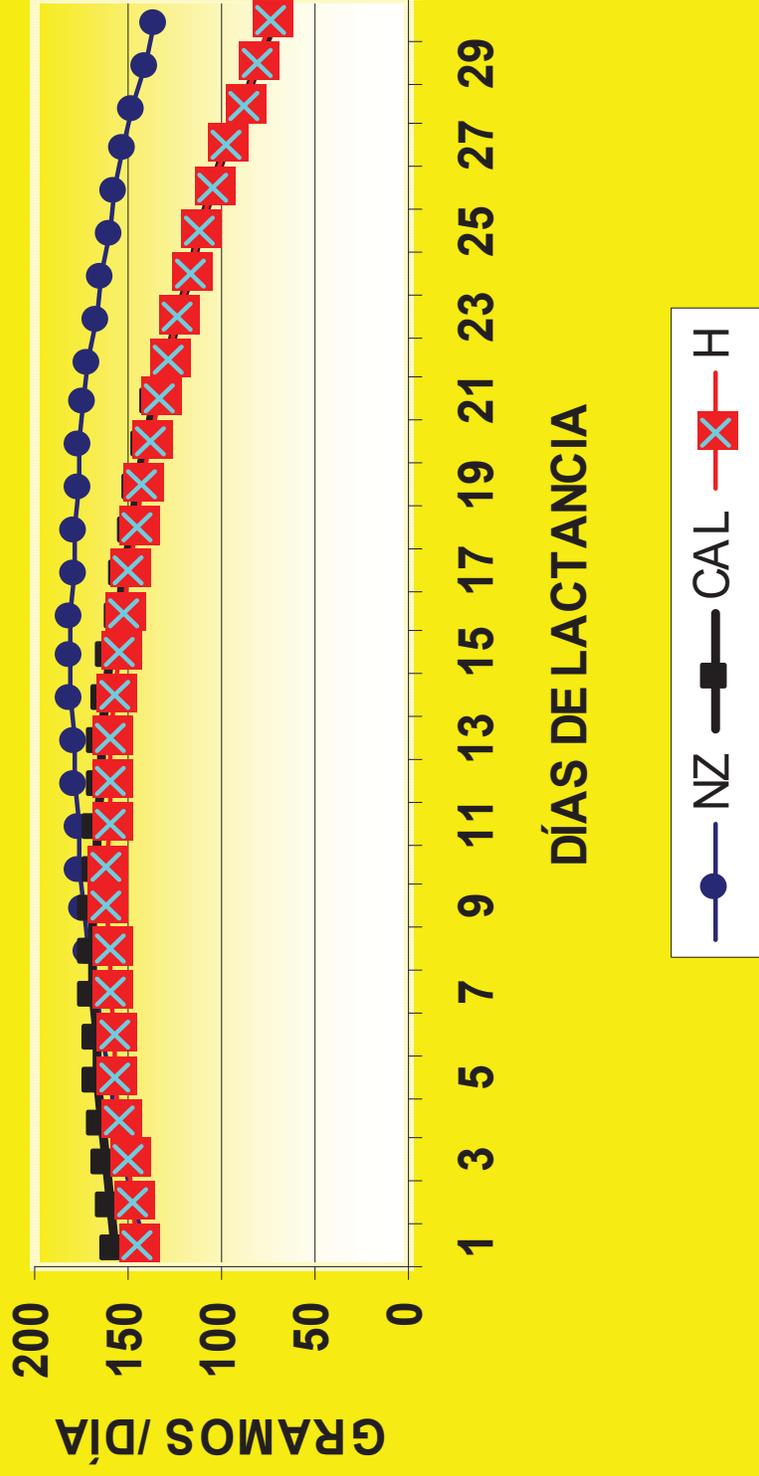
	β_1	β_2	R^2
INTERCEPTO			
GENERAL	143.52**	4.50*	-0.2041**
NUEVA ZELANDA	135.56**	5.95*	-0.19.86**
CALIFORNIA	154.49**	3.34*	-0.2023**
HÍBRIDAS	149.52**	4.20*	-0.2154**

****:** $P \leq 0.01$

CURVA GENERAL DE PRODUCCIÓN LÁCTEA



CURVAS DE LACTANCIA POR RAZA



MODELOS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA PRODUCCIÓN TOTAL (g) DE LECHE POR NÚMERO DE PARTO Y RAZA

	INTERCEPTO	β_1	β_2	R ²
GENERAL	2823.31**	NS	NS	0.14
NUEVA ZELANDA	2671.16**	NS	NS	0.98
CALIFORNIA	2873.54**	NS	NS	0.95
HÍBRIDAS	2925.25**	NS	NS	0.94

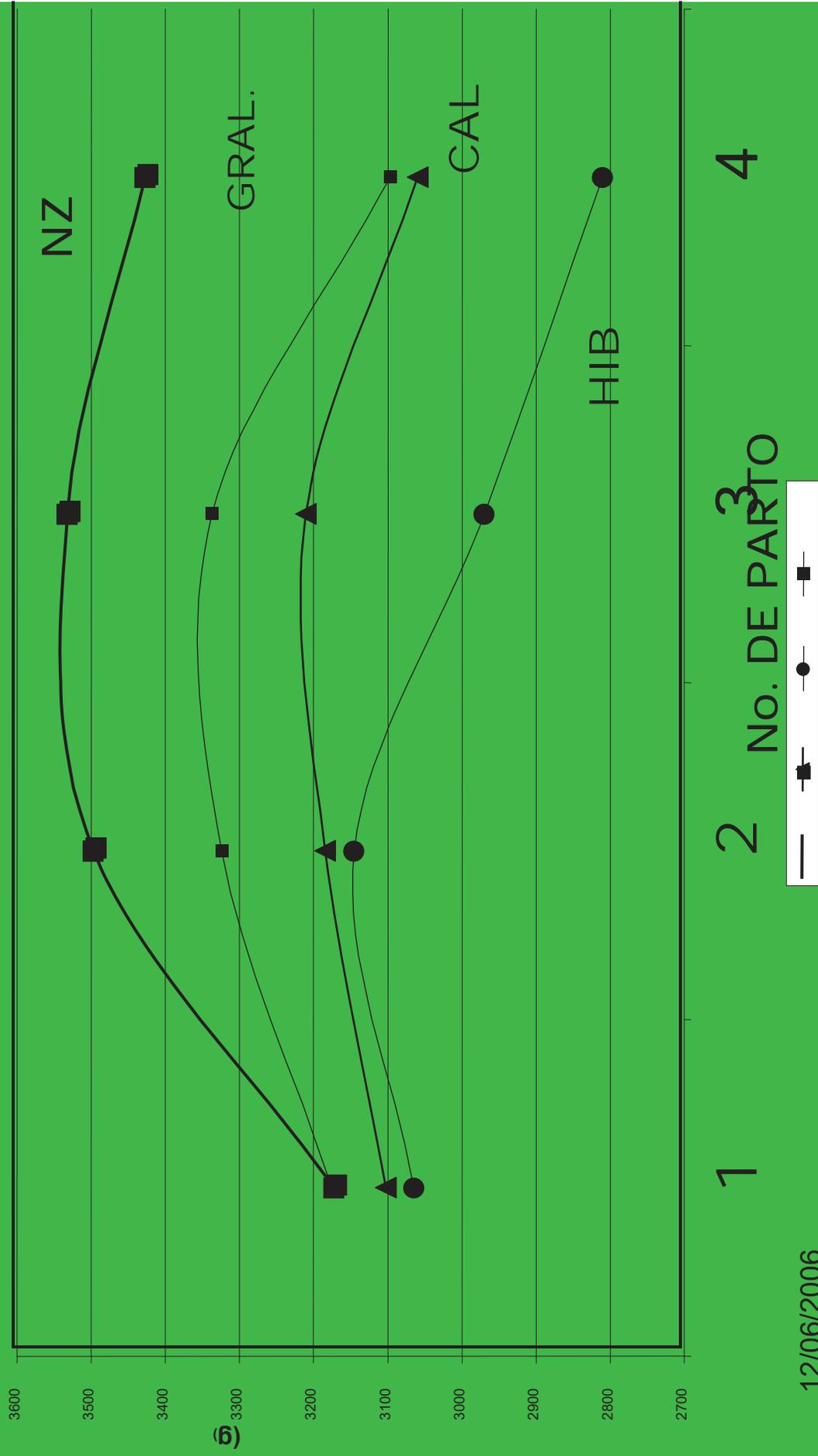
** : P≤0.01; NS: NO SIGNIFICATIVO.

MEDIAS DE MÍNIMOS CUADRADOS (\pm E.E) PARA PRODUCCION LÁCTEA TOTAL, POR RAZA Y NÚMERO DE PARTO

No. DE PARTO	NUEVA ZELANDA	CALIFORNIA	HÍBRIDAS	GENERAL POR PARTO
1	3172.71	3102.17	3064.20	3175.67
	252.82a	248.17b	183.65b	285.81†
2	3496.97	3184.52	3145.80	3324.51
	209.82a	286.61b	254.81b	229.39‡
3	3532.23	3210.31	2969.66	3337.40
	266.58a	240.82b	237.57c	199.24‡
4	3427.44	3059.91	2809.96	3096.77
	246.92a	275.39b	153.15c	278.71†

a, b y c: Medias sin literales en común, por columna, son diferentes ($P \leq 0.01$); † y ‡: Medias con símbolos distintos, por parto, son diferentes ($P \leq 0.01$).

CURVAS DE LACTANCIA PARA PRODUCCIÓN TOTAL DE LECHE POR RAZA Y PARTO



12/06/2006

CONCLUSIONES

- ❖ *Se encontraron efectos significativos de la Raza, sobre la producción diaria y total de leche; de los días de lactancia, sobre la producción diaria y del número de parto sobre la producción total de leche.*
- ❖ *Los efectos de raza indicaron un mejor desempeño de las conejas Nueva Zelanda, seguidas de la California e Híbridas con rendimientos correspondientes de 131 y 3939.10, 112 y 3386 y 109.2 y 3275 g por día y por lactancia.*

CONCLUSIONES

- ❖ *El efecto del número de parto, se cuantificó de manera cuadrática en la producción total por lactancia, obteniéndose los promedios máximos al tercer parto con 3337.4, 3532.23 y 3210.31 g para la población, las hembras Nueva Zelanda y California, respectivamente y al segundo parto en las híbridas con 3386.10 g.*
- ❖ *El mejor desempeño fue registrado por las hembras de raza Nueva Zelanda, incluso por encima de la población evaluada.*

CONCLUSIONES

- ❖ *A partir de los días de lactancia se obtuvieron los Modelos matemáticos de las curvas de producción diaria de leche, por raza, siendo en todos los casos de tipo cuadrático y con alto poder explicativo.*
- ❖ *Los máximos de producción diaria de leche de fueron de 168.3, 180.13, 168.3 y 161 g a los días 11, 15, 8 y 9.7 para la población, y para los grupos raciales Nueva Zelanda, California e Híbrida, respectivamente.*

CONCLUSIONES

❖ *Los resultados obtenidos, son de valor práctico para fines Genéticos, Reproductivos, de flujo de reemplazo y desecho voluntario, así como de vida útil, longevidad de las reproductoras y de eficiencia económica.*

! GRACIAS, MAESTROS!

