

## La respuesta de conejas de alta producción al contenido en lisina de la dieta

Taboada, E.<sup>1</sup>; Méndez, J. <sup>1</sup>; Mateos, G.G. <sup>2</sup>; De Blas, J.C. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> COREN SCL, Avda. Juan XXIII, 37, 32003 Orense. España

<sup>2</sup> Dpto. de Producción Animal. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica. 28040 Madrid. España

### Resumen

En esta experiencia se han estudiado las necesidades de lisina en conejas, determinándolas en lisina total y digestible ( fecal). Cinco piensos con contenidos entre 0.64 y 0.82% de lisina total se obtuvieron por suplementación de una ración basal con L-lisina HCl. La digestibilidad aparente de la lisina ( %) fue de  $74.2 \pm 1.0$ (n=9) en la ración basal y  $104.4 \pm 7.4$  para la L-lisina HCl. Este último valor se estimó por diferencia.

440 conejas reproductoras se utilizaron para una prueba de alimentación llevada a cabo durante 5 meses de periodo experimental. La producción láctea se midió en 70 lactaciones.

Los resultados obtenidos en los parámetros reproductivos(intervalo entre partos, prolificidad, mortalidad de gazapos) no mejoraron para contenidos de lisina en la dieta superiores a 0.68 ó 0.52% de lisina total o digestible, respectivamente. La producción de leche fue afectada cuadráticamente  $P(<0.001)$  por el contenido en lisina de la dieta, mostrando un máximo para 0.80 ó 0.64% de lisina total o digestible, respectivamente. Debido a esto se observó también una respuesta positiva, aunque decreciente, del crecimiento de los gazapos y del índice de conversión con el contenido en lisina de la dieta.

### INTRODUCCION

Los rendimientos productivos de las conejas reproductoras se han incrementado enormemente en los últimos años debido fundamentalmente a los avances en mejora genética y manejo. Por consiguiente varios autores ( Lebas, 1986; Maertens y De Groot,

1991) han sugerido una revisión de las necesidades nutritivas de las reproductoras, y un incremento en la concentración de ciertos nutrientes en la dieta con respecto a las últimas recomendaciones alimentarias. En el caso de la lisina estos autores recomiendan un nivel óptimo de 0.90 % (sobre alimento base) en dietas que contienen 2500-2600 Kcal ED/kg. Este valor es sensiblemente superior que, por ejemplo, el valor de 0.75% propuesto por Lebas (1980) o el INRA (1984). Sin embargo, Maertens y De Groote (1988) no observaron respuestas significativas en los resultados de conejas altamente productivas en niveles de lisina total superiores al 0.80% (en dietas con 2500 Kcal ED/kg). Además, la digestibilidad de la lisina depende de la fuente de la proteína de la dieta, como en otras especies no ruminantes, por tanto las recomendaciones deberían ser expresadas en base a lisina digestible de la dieta, en vez de lisina total.

El objetivo de este trabajo ha sido i) medir la respuesta en los resultados de conejas reproductoras de alta producción a un incremento del contenido en lisina de la dieta, usando cinco alimentos isoenergéticos (2558 Kcal ED/Kg) con niveles de lisina total variando desde 0.64 a 0.82% y ii) determinar la digestibilidad aparente de la L-lisina HCl sintética comparada con la obtenida en la lisina de una dieta basal.

## **MATERIAL Y METODOS**

### **Piensos**

Una ración base (dieta A) se formuló cumpliendo todas las necesidades en nutrientes esenciales para conejas lactantes de acuerdo con Lebas (1986), excepto para la lisina, cuyo contenido se limitó al 0.64% (sobre alimento base). Cuatro piensos experimentales adicionales (B, C, D y E) se obtuvieron suplementando la ración basal con L-lisina H-Cl, tal que los contenidos en lisina total fueron del 0.68, 0.71, 0.76 y 0.82 % (sobre alimento base), respectivamente. Los ingredientes y la composición química de la ración basal se muestran en la Tabla 1.

### **Prueba digestibilidad**

Un grupo de 18 gazapos de cebo Neozelandés x Californiano, entre 45 y 60 días de edad y con un peso entre 1.6 y 1.8 Kg se asignaron al azar a las dietas A y E, para determinar la digestibilidad aparente de la energía y de la lisina en la dieta base, y la digestibilidad fecal de la lisina en la dieta E. Después de un periodo de adaptación de 10 días para cada dieta, los animales fueron alojados en jaulas de metabolismo que permiten la separación de heces y orina. Se hicieron recogidas en cuatro días consecutivos; las heces producidas diariamente fueron guardadas en bolsas de polietileno y conservadas a - 20°C. No se previno la coprofagia.

### **Prueba lactación.**

Cuatrocientas cuarenta conejas reproductoras (ochenta y ocho por pienso) fueron distribuidas en bloques por peso inicial y número de partos previos, y asignadas al azar a los cinco piensos. Se les dio un periodo de adaptación de 73 días antes de realizar el registro de los resultados productivos durante un ciclo de 5 meses. El número de machos utilizados durante la experiencia mantuvo la relación hembra:macho entre 8:1 y 7:1. Durante la prueba 212 animales fueron reemplazados por diferentes razones (mortalidad, enfermedad, infertilidad o baja prolificidad). Los piensos experimentales se administraron ad-libitum en los últimos días de la gestación (desde el día 28) y durante la lactación; el resto de los animales recibieron una cantidad racionada (140 a 150 gr/d) de alimento. El intervalo parto-cubrición se fijó en 7 días y la edad del destete en 31 días. Las conejas negativas en palpación o que perdieron todos sus gazapos se volvieron a cubrir inmediatamente. Los resultados productivos (intervalo entre partos, prolificidad, mortalidad gazapos, peso camada a 21 días, peso camada al destete y porcentaje de reposición de conejas) fueron registrados y acumulados por jaula durante toda la experiencia; la productividad numérica en un ciclo productivo de un año se estimó como el número de gazapos destetados por jaula en el periodo experimental (5 meses) x 12/5. El consumo de pienso y el peso de las conejas fue registrado al principio y al final del periodo experimental. Se seleccionaron para la toma de datos las jaulas con más de tres partos de una misma coneja, en concreto 342 jaulas.

Sesenta conejas del grupo previo (14 por pienso) se utilizaron para mediar producción de leche. Las conejas fueron separadas de sus gazapos después del parto y la producción de leche se estimó diariamente mediante la pérdida de peso de las conejas después de amamantar. El consumo de alimento fue medido semanalmente.

Los animales fueron alojados en jaulas flat-deck de medidas 600 x 500 x 330 mm altura. Un ciclo de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad se utilizó durante la experiencia. Los sistemas de calefacción y ventilación forzada de la nave permitieron mantener la temperatura entre 18 y 23 °C.

### **Metodos analíticos**

Los análisis químicos de los piensos se realizaron por el método de Van Soest (1963) para la fibra ácido detergente y la lignina ácido detergente, Robertson y Van Soest (1981) para la fibra neutro detergente, Longstaff y McNab (1986) para el almidón y AOAC (1984) para la materia seca, cenizas, proteína bruta, extracto etéreo y fibra bruta. La energía bruta fue determinada por calorimetría en bomba adiabática. Los contenidos en aminoácidos se determinaron usando la cromatografía de líquidos a alta presión (Cohen et al., 1989).

### **Análisis estadísticos**

Los Datos se analizaron como un diseño de bloques completamente al azar usando el procedimiento G.L.M. del SAS (1985), con el número de parto inicial como efecto bloque y el tipo de dieta como la principal fuente de variación. La reposición de conejas y la

mortalidad de gazapos se analizaron usando un procedimiento no paramétrico (NPAR1WAY). El peso inicial de las conejas en el periodo de lactación y el tamaño de la camada al destete, se utilizaron como covariables lineales en los análisis de las de lactación. Para estos parámetros los datos son presentados como medias por mínimos cuadrados. Las interacciones entre tipo de dieta y día o semana de lactación se estudiaron usando un análisis de medidas repetidas. Las comparaciones de medias se hicieron usando contrastes ortogonales.

## RESULTADOS

### Prueba digestibilidad

Las digestibilidades de la materia seca y de la energía y el contenido en energía digestible (Kcal/Kg MS) de la dieta basal fueron (media  $\pm$  error standard):  $64.8 \pm 0.4$ ,  $65.0 \pm 0.3$ , y  $2876 \pm 123$ , respectivamente. La digestibilidad aparente de la lisina (%) en la dieta basal y en la dieta E fue  $74.2 \pm 1.0$  y  $80.9 \pm 1.5$ , respectivamente; de esos valores se calculó por diferencia la digestibilidad de la L- lisina HCl obteniendo una estimación de  $104.4 \pm 7.4$  %.

### Prueba lactación

El contenido en lisina de la dieta tuvo un efecto cuadrático ( $P < 0.001$ ) sobre las producciones total y máxima de leche por coneja (Tabla 2). Las ecuaciones de regresión obtenidas entre estas variables fueron:

$$MP = -11.5 + 45.2 \text{ Lys} - 28.1 \text{ Lys}^2 \quad (n=70)$$

$$(\pm 9.1) \quad (\pm 24.8) \quad (\pm 17.0)$$

$$MP_{\max} = -428 + 1828 \text{ lys} - 1078 \text{ Lys}^2 \quad (n=70)$$

$$(\pm 50) \quad (\pm 1370) \quad (\pm 940)$$

donde MP= producción total de leche ( Kg/lactación),

MP max= máxima producción lactea (g/d) y

Lys = contenido en lisina total de la dieta(%).

De acuerdo con la 1ª ecuación, la producción total láctea sería maximizada para el nivel de lisina total en la dieta de un 0.80 %, equivalente al 0.64% de la lisina digestible en el ciego.

El peso de las conejas al principio de la lactación y el número de gazapos por camada al destete (estudiadas como covariables) también tuvieron efectos significativos sobre las producciones lácteas total y máxima, incrementando en 48 y 283 gr, y en 3.4 y 11.4 g/d, respectivamente por cada incremento en 100 g. del peso inicial o por cada gazapo adicio-

nal destetado. No se encontró interacción significativa entre tipo de pienso y día de lactación en la producción de leche (Figura 1), o entre tipo de pienso y semana de lactación en el consumo de pienso (Figura 2). Ninguna de las variables estudiadas afectó al día de lactación en el cual se alcanzó el pico de producción láctea, aunque este tendió a ser más temprano para las dietas A y B (16.3 día) que para las dietas C, D y E (17.4 día).

Se calcularon también ecuaciones de regresión para predecir la producción láctea total a partir de otros parámetros más fáciles de medir. Los coeficientes de correlación entre la producción de leche y el tamaño de la camada al nacimiento (NO), tamaño camada a los 21 días de lactación (N21), tamaño de la camada al destete (NW), peso de la camada a los 21 días de lactación (LW21, kg) y peso de la camada al destete (LWN, Kg) fueron 0.41, 0.43, 0.46, 0.80 y 0.81, respectivamente. Las ecuaciones obtenidas fueron:

$$MP = 4.27 + 0.23 NO; P < 0.001, N = 70 \\ (\pm 0.59) (\pm 0.07)$$

$$MP = 4.18 + 0.25 N21; P < 0.001, N = 70 \\ (\pm 0.57) (\pm 0.06)$$

$$MP = 4.07 + 0.26 ND; P < 0.001, N = 70 \\ (\pm 0.55) (\pm 0.06)$$

$$MP = 1.87 + 1.40 LW21; P < 0.001, N = 70 \\ (\pm 1.39) (\pm 0.12)$$

$$MP = 1.47 + 0.71 LWN; P < 0.001, N = 70 \\ (\pm 0.38) (\pm 0.20)$$

El efecto del tipo de pienso sobre varios parámetros productivos se muestra en la Tabla 3. El contenido en Lisina de la dieta no afectó significativamente ni al peso medio de las conejas ni a la ganancia de peso durante el período experimental, que promediaron 3.88 Kg y 1 g/d, respectivamente. El consumo de pienso se incrementó ( $P < 0.05$ ) en un 6.5% de la dieta A a las dietas B, C, D y E pero no se encontró variación significativa por encima de un contenido de lisina total del 0.68%.

El incremento en el consumo de pienso fue paralelo a una disminución significativa en el intervalo de partos ( $P < 0.05$ ), de un 7.2% ó 4 días como media, entre los mismos grupos de dietas. El tipo de dieta no afectó al tamaño de la camada al parto, al número de gazapos nacidos muertos, a la mortalidad durante el período de lactación, al tamaño de la camada al destete o a la tasa de reposición de conejas. Por consiguiente, el efecto del pienso sobre la productividad numérica extrapolada a un ciclo de pienso de producción de un año siguió una tendencia similar a la del intervalo entre partos, siendo un 11.3 % más baja (53.8 vs 59.9 conejos destetados por jaula y año,  $P = 0.04$ ) para la dieta A que para la media de las otras cuatro dietas.

Un incremento en el contenido de lisina cruda de la dieta (+0.1 unidades porcentuales) incrementó linealmente el peso de la camada a los 21 días de edad ( $\pm 0.17 \pm 0.045$  Kg,  $P=0.005$ ), y el peso al destete de los gazapos (+ 24.2  $\pm 4.1$  g. , $P= 0.03$ ), como consecuencia de su efecto positivo sobre la producción de leche de las conejas.

El índice de conversión alimentario (Kg de alimento por cada gazapo destetado) decreció linealmente ( $P=0.018$ ,  $n=350$ ) al aumentar el contenido de lisina: -0.19 Kg/conejo por cada 0.1 de incremento de las unidades porcentuales. Las eficiencias alimentarias medias obtenidas para las dietas A, B, C, D y E fueron 2.49, 2.22, 2.22, 2.15 y 2.09 Kg por gazapo destetado, respectivamente, lo que muestra mayor respuesta al incremento de la lisina total de la dieta desde 0.64 al 0.68% (+ 12%) que en el resto de los incrementos (+ 6% desde la dieta B a la dieta E). Se observó una tendencia similar ( $P=0.004$ ) cuando la eficiencia alimentaria se expresó como Kg. de alimento por Kg de gazapo destetado, aunque en este caso la diferencias entre dietas incrementaron (3.88, 3.37, 3.33 ,3.25 y 3.07 Kg/kg para las dietas A, B, C, D y E, respectivamente) debido al nivel adicional del nivel de lisina en el índice de crecimiento de los gazapos.

## DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Esta experiencia indica que un 0.68 y 0.52% sobre la dieta de lisina total y digestible, respectivamente, es suficiente para obtener unos resultados reproductivos máximos en conejas de alta producción alimentadas con dietas que contengan 2558 Kcal ED/kg. Por otra parte se observó que para el peso al destete y la eficiencia alimentaria existe una positiva, aunque decreciente , respuesta al contenido en lisina superior al 0.68% relacionado con la máxima producción de leche que se obtuvo con 0.80 o 0.64% de lisina total o digestible respectivamente. El primer valor coincide con el contenido óptimo en lisina cruda obtenido por Maertens y De Groote (1988) aunque es inferior que alguna de las recomendaciones alimentarias actuales (por encima de 0.90% de lisina total) para dietas con similares concentraciones en energía digestible que las utilizadas en este estudio (Lebas, 1986; Maertens y De Groote, 1991).

Finalmente, la diferencia observada entre la digestibilidad de la lisina en la dieta basal y la estimada para la L- Lisina HCl (74.2 vs 104.4%) enfatiza la necesidad de utilizar preferentemente unidades digestibles antes que brutas en este tipo de experiencias , ya que las necesidades de lisina seían infravaloradas al extrapolar los resultados a dietas con diferentes niveles de lisina sintética suplementaria.

## AGRADECIMIENTOS

La financiación de este ensayo fue aportada por CDTI- Eureka Program EU-619 "Rabbit Feed".

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 1984. Official Methods of Analysis (14th Ed.). AOAC, Washington, DC, 1141 pp.
- Cohen, S.A., Meys, M. and Tarvin, T.L., 1989. The pico.tag method. A manual of advanced techniques for amino acid analysis. Millipore Corp, Bedford, USA, 123 pp.
- Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), 1984. L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles. INRA, Versailles, 281 pp.
- Lebas, F. 1980. Les recherches sur l'alimentation du lapin: evolution au cours des 20 dernieres années et perspectives d'avenir. II World Rabbit Congress, Barcelona, pp 1-17.
- Lebas, F., 1986. Feeding conditions for top performances in the rabbit. Commission of European Communities. Report EUR 10983, pp 27-40.
- Longstaff, M. and Mc Nab, J.M., 1986. Influence of site and variety on starch, hemicellulose and cellulose composition of wheats and their digestibilities by adult cockerels. Br. Poultry Sci.27:435-449.
- Maertens, L. and De Groote, G., 1988. The effect of the dietary protein-energy ratio and lysine content on the breeding results of does. Arch. Geflügelk. 52: 89-95.
- Maertens, L. and De Groote, G., 1991. The nutrition of highly productive rabbit does and kits before weaning. Rev. de l'Agric.44:726-737.
- Robertson, J.B. and P.J. Van Soest, 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: The Analysis of Dietary fiber in Foods. W.P.T. James and O. Theander (Ed.). Marcel Decker, New York, pp 123-158.
- Statistical Analytical Systems Institute ( SAS), 1985. SAS User's guide: Statistics. SAS Inst., Inc., Cary, NC, 956 pp.
- Van Soest, P.J., 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. 2. A rapid method for the determination of fibre and lignin. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 46:828-835.

TABLA 1. INGREDIENTES Y COMPOSICION QUIMICA DE LA DIETA BASE

Parámetro	
Ingrediente, %	
Alfalfa henificada	35.0
Trigo	16.0
Salvados	13.1
Girasol-36	10.0
Gluten feed	7.0
Raicilla	5.5
Pulpa remolacha	4.0
Cascara soja	2.6
Melaza	2.1
Manteca	2.0
Fosfato dicálcico	1.32
Carbonato cálcico	0.35
Sal	0.47
Cloruro de cobre	0.03
Metionina	0.22
Cycostat	0.10
Treonina	0.04
Mezcla vitamínico-mineral (a)	0.18
Análisis químico, % SS	
Cenizas	9.5
Proteína bruta	18.3
Lisina	0.72
Almidón	17.9
Extracto etéreo	5.0
Fibra bruta	17.2
Fibra ácido detergente	19.2
Fibra neutro detergente	39.6
Lignina ácido detergente	3.5
Calcio	1.43
Fósforo	0.62
Energía bruta, Kcal/Kg SS	4422

(a) Suministrado por Ibérica de Nutrición SA. Composición mineral y vitamínica (g/kg): Mn, 13.4; Zn, 40; I, 0.7; Fe, 24; Cu, 4; Co, 0.35; riboflavina, 2.1; pantotenato cálcico, 7.3; ácido nicotínico, 18.7; vitamina K3, 0.65; vitamina E, 17; tiamina, 0.67; piridoxina, 0.46; biotina, 0.04; ácido fólico, 0.1; vitamina B<sub>12</sub>, 7 mg/kg; vitamina A, 6,700,000 IU/kg; vitamina D3, 940,000 IU/kg.



**TABLA 2. EFECTO DE LA DIETA SOBRE LA PRODUCCION MEDIA DE LECHE DE CONEJAS EN LACTACION**

Parámetro	Dietas <sup>(*)</sup>					SE <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>	Significación de comparaciones <sup>(*)</sup>			
	A	B	C	D	E			1	2	3	4
Producción total de leche por coneja (kg)	5.82	6.28	6.44	6.85	6.55	0.16	0.001	0.001	0.08	NS	NS
Producción máxima de leche por día (g)	299	313	330	351	337	12	0.001	0.001	0.01	NS	NS
Día de lactación de máxima producción de leche	16.7	15.9	17.8	17.2	17.3	0.5	NS	NS	0.06	NS	NS

(\*) Contenido en lisina de las dietas A, B, C, D, E = 0.64, 0.68, 0.71, 0.76 and 0.82 respectivamente

(\*\*) 1 = Dieta A vs las otras dietas. 2= Dieta B vs las dietas C, D, E. 3= Dieta C vs las dietas D, E. 4= Dieta D vs las dieta E

(1) SE = Error estandar de las medias (n = 68)

(2) P = Nivel de significación

NS = No significativo (P>0.10)

**TABLA 3. EFECTO DEL TIPO DE DIETA SOBRE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE CONEJAS**

Parámetro	Dietas <sup>(*)</sup>					SE <sup>1</sup>	p <sup>2</sup>	Significación de comparaciones <sup>(*)</sup>			
	A	B	C	D	E			1	2	3	4
Peso medio de las conejas (kg)	3.88	3.92	3.88	3.86	3.87	0.05	NS				
Ganancia de peso vivo (g/d)	1.33	0.95	1.11	0.90	0.92	0.26	NS				
Consumo de pienso (g/d)	316	341	330	339	336	6.42	0.05	0.006	NS	NS	NS
Intervalo entre partos (d)	52.0	48.9	48.4	47.1	48.6	1.07	0.04	0.005	NS	NS	NS
Nº nacidos vivos por camada	8.88	8.71	8.75	8.84	9.08	0.19	NS				
Nº nacidos muertos por camada	0.76	0.59	0.49	0.75	0.48	0.12	NS				
Nº destetados por camada	7.44	7.73	7.39	7.63	7.88	0.20	NS				
Nº destetados por jaula y año	53.8	59.3	57.7	60.8	61.8	1.84	0.04	0.007	NS	NS	NS
Peso de la camada a 21d (kg)	2.67	2.79	2.79	2.87	3.00	0.06	0.02	0.001	NS	NS	NS
Peso al destete por gazapo (g)	631	664	670	667	684	9.72	0.001	0.001	NS	NS	NS
Índice de reposición por coneja y año (%)	113	105	113	107	140	15.7	NS				

(\*) Contenido en lisina de las dietas A, B, C, D, E = 0.64, 0.68, 0.71, 0.76 and 0.82 respectivamente

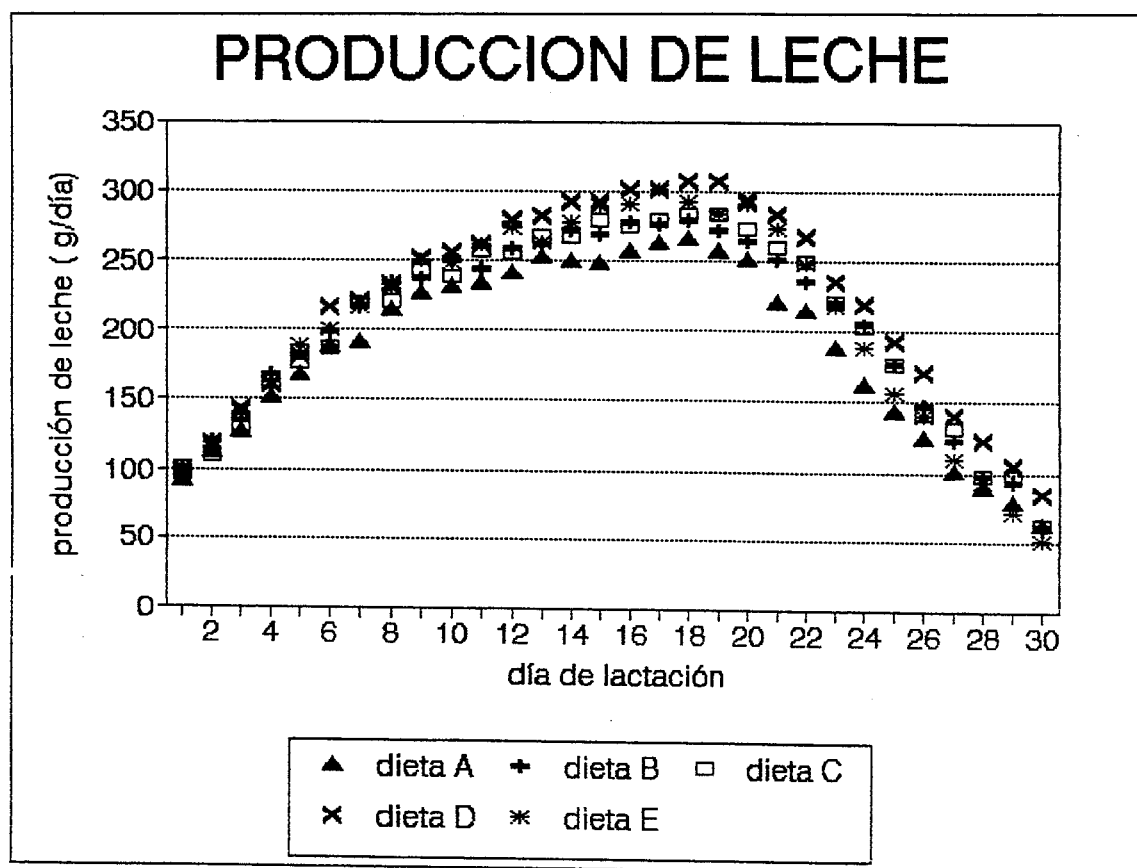
(\*\*) 1 = Dieta A vs las otras dietas. 2= Dieta B vs las dietas C, D, E. 3= Dieta C vs las dietas D, E. 4= Dieta D vs las dieta E

(1) SE = Error estandar de las medias (n = 68 )

(2) P = Nivel de significación

NS = No significativo (P>0.10)

**FIGURA 1.-**  
**Efecto de la dieta y el día de lactación sobre la producción diaria de leche.**



**FIGURA 2.-**  
**Efecto de la dieta y la semana de lactación sobre el consumo semanal de pienso de las conejas.**

