



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES DE LA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**CURVA DE CRECIMIENTO DEL NACIMIENTO A LOS 180  
DIAS EN OVINOS RAMBOUILLET Y SUFFOLK**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL TITULO DE :  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**P R E S E N T A :  
EDUARDO MACIEL SIERRA**

**ASESORES: M. V. Z. HILDA CASTRO GAMEZ  
M. V. Z. JORGE QUIROZ VALIENTE  
M. V. Z. ANTONIO ORTIZ HERNANDEZ  
M. V. Z. ROSA BERTHA ANGULO MEJORADA**



**MEXICO, D. F.**

**AGOSTO, 1993**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN .....	1
INTRODUCCION .....	3
HIPOTESIS .....	9
OBJETIVO .....	9
MATERIAL Y METODOS .....	10
RESULTADOS .....	13
DISCUSION .....	14
CONCLUSIONES .....	18
LITERATURA CITADA .....	19
CUADROS .....	23
GRAFICAS .....	25

## RESUMEN

**MACIEL SIERRA EDUARDO:** Curva de crecimiento del nacimiento a los 180 días en ovinos Rambouillet y Suffolk. (Bajo la dirección de Hilda Castro Gámez, Jorge Quiroz Valiente, Antonio Ortiz Hernández y Rosa Angulo Mejorada).

Se utilizaron los registros de peso catorcenal del nacimiento a los 180 días de 178 corderos, 134 Suffolk y 44 Rambouillet. Los animales estuvieron semiestabulados, y bajo las mismas condiciones de alojamiento y alimentación. El estudio se realizó en el Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Ovina de la FMVZ de la UNAM. El objetivo fue conocer la curva de crecimiento de dichos animales. Se utilizó el modelo de Richards, por el método iterativo de Marquardt, utilizando el procedimiento de modelos no lineales (NLIN) del paquete estadístico SAS. Los parámetros  $A$ ,  $B$ ,  $K$  y  $M$  (peso asintótico a la madurez, constante de integración, índice de madurez y parámetro de inflexión, respectivamente) del modelo, que se obtuvieron para los machos Suffolk fueron 113.56, 0.8964, 0.02438 y 1.393 y para las hembras Suffolk 92.21, 0.9411, 0.02205 y 1.079; para los machos Rambouillet 98.51, 0.9273, 0.01998, 1.093 y para hembras Rambouillet 80.98, 0.9150, 0.02404 y 1.172, respectivamente. Con estos parámetros se calcularon; punto de inflexión, tasas absolutas de crecimiento y de madurez y tasa relativa de crecimiento. Los valores obtenidos en el orden descrito anteriormente fueron: para los machos Suffolk 48.85, 1.0796, 0.0095 y 0.0884. y para las hembras Suffolk 37.79, 0.9467, 0.0102 y 0.2993; para los machos Rambouillet 37.86, 0.9071, 0.0092 y 0.2348, para

las hembras Rambouillet 32.18, 0.8448, 0.0104 y 0.1635. Por lo que se concluye que los Rambouillet fueron más precoces que los Suffolk y las hembras más precoces que los machos, aunque los Suffolk alcanzaron mayor peso.

## I N T R O D U C C I O N

Dentro de las alternativas para cubrir la demanda de proteína de alta calidad biológica para el consumo humano, a través de convertir la energía de los alimentos en proteína se encuentra la producción de carne de ovino. El mejoramiento de la eficiencia del proceso de producción depende tanto de la evaluación de los sistemas de manejo, alojamiento, alimentación y control de las enfermedades como del conocimiento del potencial genético de los ovinos para realizar este proceso de transformación (15, 19).

La producción de carne de ovino en México tradicionalmente no se había realizado bajo esquemas racionales de producción, sino como un apoyo mas a la economía familiar, prueba de ello es el tamaño de los rebaños que predominaban, el cual era entre 20 y 40 animales "criollos" y solamente el 5% de la población ovina nacional estaba en rebaños mayores de 100 animales de raza definida, principalmente Suffolk, Hampshire, Pelibuey y Rambouillet y a partir de la década de los ochentas, la raza Corriedale, década en la que se inició el impulso a la ovinocultura nacional (9, 18, 20, 21).

El creciente aumento de la población en México, hace que los sistemas pecuarios tiendan a ser cada vez mas eficientes (6, 19), por lo que la elección adecuada de las razas a las diferentes zonas ecológicas es fundamental para

optimizar la utilización de los recursos con que se cuenta (1).

La eficiencia de la producción de carne esta influenciada por los costos de crecimiento y finalización de los animales y esto a su vez, con las tasas reproductivas del rebaño (4).

El incremento en las tasas de crecimiento aumentará la producción; sin embargo, la relación tasas de crecimiento con tasas de madurez, es un indicador de la eficiencia de la explotación (10) y por ende, la determinación de dichas tasas son importantes desde el punto de vista reproductivo, nutricional, genético y económico (3,4).

Los factores principales que afectan la curva de crecimiento desde el desarrollo embrionario hasta los pesos postdestete, son de tipo ambiental y genético (Tabla 1).

**TABLA 1 FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO DE MAMIFEROS  
CRECIMIENTO**

PRENATAL	POSTNATAL	
	PREDESTETE	POSTDESTETE
Genotipo Control hormonal Genotipo de madre Nutrición de la madre Tamaño de camada Edad de la madre Otros factores ambientales	Genotipo Control hormonal Genotipo de la madre Nutrición de la madre Tamaño de camada Peso nacimiento Leche materna  Habilidad Materna Edad de la madre Otros factores ambientales	Genotipo Control hormonal Genotipo de la madre Nutrición  Sexo Peso al destete Otros factores ambientales

Eisen, 1969. (8).

Dentro de las técnicas que permiten describir en forma biológica las diferentes etapas del crecimiento de los animales se encuentran los modelos de regresión no lineal, los cuales representan el crecimiento como una curva sigmoidea, con un crecimiento inicial de tipo exponencial, seguido de uno de tipo cuadrático (4, 8, 11,13).

Los cambios que se lleven a cabo en el ambiente, tendrán un efecto inmediato; sin embargo, al realizar programas de selección racionales y objetivos, el efecto es mas lento, sin embargo el incremento es acumulable y sostenible (13, 14).

Las principales funciones que se han utilizado para describir las curvas de crecimiento son las de Von Bertalanffy, Brody, Compertz, Logístico, Morgan-Mercer-Floding y Richards (23). La importancia de estos es que

proporcionan estimadores de parámetros que son biológicamente interpretables como son el punto de inflexión, el peso asintótico a edad adulta y la relación de tasa de máximo crecimiento con la tasa de madurez (10). Parámetros similares en diferentes modelos no necesariamente miden el mismo fenómeno biológico aunque algunas correlaciones entre los parámetros de diferentes modelos son altas (3). El parámetro del peso asintótico (A) ofrece la mejor oportunidad para realizar comparaciones directas entre modelos (3).

La estimación de los parámetros puede ser afectada por las características de la base de datos, cuando se tienen muchos datos se tienen que utilizar algoritmos eficientes y computadoras de alta velocidad (10). Matrices pobremente condicionadas (cuyo determinante es cercano a cero) incrementan el número de iteraciones requerido para llegar a la convergencia de una solución razonable, consecuentemente se requiere de mucho tiempo de computo (10). Algunas ecuaciones usadas para determinar las curvas de crecimiento son sensibles al espaciamiento irregular de los puntos de muestreo, sin embargo, al considerar una serie de mediciones en la estimación de los parámetros se reduce el efecto de datos aberrantes causados por efectos ambientales temporales (3). Por otra parte, la suposición mas fuerte de estos modelos es que el crecimiento tiene una función de cambio monotónica a través del tiempo, lo cual

diffícilmente se logra dadas las condiciones fisiológicas y de producción de cada uno de los animales de la población.

En un estudio comparativo entre dichos modelos se concluyó que en ovinos el mejor ajuste lo presentó el modelo de Richards (23), este se caracteriza por poseer cuatro parámetros los cuales son  $A$  que representa el peso asintótico a la edad adulta,  $K$  es una función de razón de máximo grado de crecimiento y la tasa de madurez, esta expresa el índice de madurez,  $B$  esta relacionado con el punto de inflexión y es una constante de integración y  $M$  es el parámetro de inflexión que puede tener valores de uno hasta infinito, la estimación del punto de inflexión en este modelo, es variable. En la literatura se menciona (13) que el incremento en peso vivo, parte de una fase inicial de crecimiento acelerado seguido de una etapa de inhibición hasta la madurez, donde los niveles son cercanos a cero. Al momento en que se llevan a cabo los cambios de velocidad del crecimiento se le conoce como punto de inflexión.

Otras de las bondades de este modelo es que se pueden obtener indicadores que facilitan la interpretación biológica de la curva de crecimiento (10, 24). Los principales indicadores son:

Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC): la cual indica el grado de madurez por incremento del tiempo, reportado en porcentaje, esto permite observar la madurez alcanzada del animal durante su crecimiento. La ecuación para su cálculo es la siguiente:

$$T A C = (0.5 AMK) / (2M-1)$$

Tasa Absoluta de Madurez (TAM). Esta tasa expresa el grado de madurez alcanzada por el animal y se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$T A M = (0.5 MK) / (2M-1)$$

Tasa Relativa de Crecimiento (TRC). En este caso se muestra el grado de crecimiento relativo que obtiene el animal expresada como el porcentaje promedio de crecimiento por unidad de tiempo, expresado de acuerdo a la frecuencia de los pesajes, por lo tanto las tasas son mayores al inicio del desarrollo que cerca de la fase de madurez. Se calcula por la siguiente ecuación:

$$T R C = (MK) / (M-1)$$

El conocimiento de las curvas de crecimiento, tanto en machos como en hembras dentro de una explotación, es importante para maximizar la producción de cada uno de los animales de la población, así como para determinar los parámetros genéticos, útiles en programas de mejoramiento genético (11).

Por lo anterior, es importante saber cual es la relación entre la edad, la madurez y el peso corporal del animal que determina la forma de la curva de crecimiento. Los requerimientos nutricionales están determinados por el peso, la ganancia de peso, el peso a la madurez y la tasa de madurez, los que determinan en gran medida los costos de producción en una explotación (17).

### H I P O T E S I S

El crecimiento de los corderos se expresa como peso corporal el cual se comporta en un principio como una figura sigmoidea y es diferente entre las razas Suffolk y Rambouillet.

### O B J E T I V O

Determinar la curva de crecimiento en las razas Suffolk y Rambouillet por medio de la función de Richards.

## MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en el Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Ovina (CEIEPO) de la Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en el Km. 53.1 de la carretera federal México-Cuernavaca, a una altura sobre el nivel del mar de 2710 m. y la precipitación pluvial anual es de 1724.6 mm., la temperatura media anual de 9.9 C y una oscilación de 4.9 C. El clima de la región es Cb' (m) (w) ig de acuerdo al sistema de clasificación climática de Koppen.

El manejo general del rebaño consistió en:

a) Manejo de las hembras y sus crías: durante los 10 primeros días de edad permanecieron junto con su madre en corraletas individuales. Posteriormente, se pasaron a un corral comunitario en donde se alojaron hasta 25 hembras con sus crías, el programa de alimentación fue pastoreo en praderas de Rye grass variedades perenne y anual, además de trébol ladino, variedades rojo y blanco. Por la tarde, los animales regresaron a los corrales en donde fueron suplementados con concentrado iniciador con 22% proteína cruda (PC) hasta los 85 días de edad. Después de esa edad, consumieron concentrado finalizador con 18% PC, así como paja de avena, el consumo de agua fue en los corrales. Las condiciones de alojamiento fueron similares para todos los animales, el destete se realizó a lo 70 días de edad.

La alimentación de las hembras en las corraletas individuales consintió en concentrado con 16% PC, paja de avena y agua ad libitum. Posteriormente, la alimentación fue la misma, además del pastoreo.

b) Manejo sanitario: a los 30 días de edad y al destete se aplicó Bacterina contra Pasteurella multocida y Pasteurella haemolítica a una dosis de 1.5 ml por vía subcutánea, así como un toxoide contra Clostridium perfringens tipo D a una dosis de un ml por vía subcutánea. Al momento del destete, también se aplicó complejo vitamínico ADE a una dosis de 1 ml por vía intramuscular, y un desparasitante de amplio espectro (Ivermectinas) cada 21 días, por vía oral.

#### Captura y análisis de la información:

a) Obtención de la información: El rebaño esta constituido por 165 hembras y 7 machos Suffolk y 128 hembras y 3 machos Rambouillet. La información utilizada para el análisis solo consideró los datos de 134 corderos Suffolk y 44 Rambouillet correspondientes a las nacencias del primer cuatrimestre de 1992.

Al nacimiento se registró el sexo, el tipo y número de parto, la identificación de los progenitores y el peso al nacimiento, el cual se obtuvo con una báscula de reloj. Los pesajes al destete y cada 14 días se obtuvieron con una báscula de tipo jaula. Los pesajes se realizaron por la

mañana antes de que los corderos consumieran alimento o ingirieran agua.

b) Análisis estadístico: los datos fueron analizados bajo el modelo tetraparamétrico de Richards por el método iterativo de Marquardt, los parámetros y las correlaciones entre ellos, se calcularon utilizando el procedimiento de modelos no lineales (NLIN) del paquete estadístico SAS (25).

Con base en la escasa información obtenida en la literatura sobre los parámetros involucrados en el modelo, se generó una "Propuesta inteligente" (7) para cada raza y sexo dentro de raza para ajustar el modelo. Con objeto determinar los parámetros del modelo se fijó el criterio de convergencia en 0.0001. Los criterios para medir el ajuste del modelo fueron: el cuadrado medio del error, el error estandar de los parámetros, además se hicieron predicciones a un tiempo determinado y se compararon con los datos reales. Se obtuvieron los indicadores zootécnicos de Tasa Absoluta de Crecimiento expresada como la ganancia de peso instantánea por semana, Tasa Absoluta de Madurez es la proporción de la tasa de crecimiento y el peso asintótico, Tasa Relativa de Crecimiento esta expresada como el porcentaje de crecimiento por semana, de acuerdo a la metodología propuesta por Fitzhugh (10). La proporción del peso a la cual ocurre el punto de inflexión (PI) se calculó como lo propuso Richards (22)  $PI = M / (1-M)$ .

**R E S U L T A D O S .**

En el cuadro 1 se muestran los valores propuestos para cada uno de los parámetros por raza y sexo para ajustar el modelo. En el cuadro 2 se muestran los valores de los parámetros obtenidos por el modelo para cada raza y sexo. En el cuadro 3 se presentan el cuadrado medio del error, el coeficiente de determinación por raza y sexo y número de iteraciones requeridas para la convergencia. En los cuadros 4 y 5 se muestran las matrices de correlaciones entre los parámetros del modelo de Richards para machos y hembras de las razas Suffolk y Rambouillet, respectivamente. En el cuadro 6 se muestran los indicadores zootécnicos y el punto de inflexión por raza y sexo.

La representación gráfica de los datos ajustados por la función de Richards y los datos reales, se presentan en las gráficas 1 y 2 para Suffolk y en las gráficas 3 y 4 para Rambouillet.

### DISCUSION

En la literatura solo se encontraron dos reportes en ovinos para los valores de los parámetros del modelo de Richards (12,23), sin embargo, al utilizarlos como valores iniciales no se ajustaron a los pesos de este rebaño, ya que el peso a la madurez que se reporta, para los machos de la raza Suffolk fue de 40 Kg, bastante inferior al promedio que se obtuvo en este estudio (113.56 Kg). Por otra parte, el ajuste del modelo depende en gran medida de los valores iniciales, los cuales deben reflejar el crecimiento real, de no ser así, se requiere de mas iteraciones para llegar a la convergencia y por ende de mayor capacidad y tiempo de computo y en ocasiones se obtienen resultados aberrantes.

Los valores ajustados para los parámetros del modelo de Richards variaron entre los distintos grupos. Los errores estandar de los parámetros fueron en general grandes, esto fue similar a los obtenidos por López de la Torre y col. (16) quienes obtuvieron coeficientes de variación entre 7 y 253 %. El ajuste del modelo para cada una de las razas y sexo dentro de raza, fue mejor que el informado por Romero (23) y Fustagueras (12), lo cual puede deberse a que el valor propuesto para el parámetro A, se acerca más a los valores reales para cada uno de los grupos.

El parámetro A que indica el peso asintótico a la madurez, fue mayor en los machos Suffolk respecto a los

demás y el menor fue para las hembras Rambouillet. En general estos valores reflejan el peso real alcanzado por estas razas. Esto es aparentemente una ventaja del modelo de Richards, cuyos resultados no dependen del rango de los datos utilizados (2, 13). El parámetro B, que es el parámetro de integración, presento valores similares para los cuatro grupos analizados. La relación negativa entre los parámetros B y M provocan que matemáticamente sea imposible el proceso iterativo por lo que la restricción para ambos parámetros es  $B \leq 1$  y  $0 < M \leq 6$  (22).

El parámetro M estima la proporción de peso final en el que ocurre el punto de inflexión, se estimó en valores de 1.079 a 1.393 por lo que el ajuste del modelo se asemeja a la función de Gompertz (23), en la que el parámetro M es igual a 1.

Biológicamente las relaciones mas importantes entre los valores de los parámetros se encuentran en A y K que indica que los animales que tienen madurez temprana, tienden a menores pesos a la madurez y la de A con M indica que animales mas pesados al punto de inflexión tienen mayores pesos a la madurez (3).

Respecto al punto de inflexión el peso alcanzado por las hembras es menor que el de los machos y el de los Suffolk fue mayor que los Rambouillet.

El número de iteraciones necesario para alcanzar la convergencia varió en los distintos grupos entre 2 y 26, lo que concuerda con López de la Torre y col. (16), quienes

obtuvieron gran variación en el número de iteraciones y mayor tiempo computacional y en el 41% de los casos no llegaron a la convergencia para ajustar el modelo de Richards. Por otra parte, Brown y col. (3) concluyen que algunos datos de bovinos desde el nacimiento hasta la eliminación del hato no pudieron ser ajustados por el modelo de Richards. Con el objeto de disminuir el número de iteraciones, Causton (5) propuso un programa computacional para ajustar el modelo de Richards, el cual consiste básicamente en estimar los parámetros B y K por medio de una regresión lineal proporcionando solo los valores de A y M.

Los valores de Tasa Absoluta de Crecimiento indican que la ganancia diaria de peso en toda la curva fue mayor para la raza Suffolk en ambos sexos y los machos mayores que las hembras, sin embargo, los valores de Tasa Absoluta de Madurez indican que los machos maduran después que las hembras pero prácticamente no existe diferencia entre razas. Los machos de la raza Rambouillet su Tasa Relativa de Crecimiento fue mayor que en los machos Suffolk, lo cual indica que los machos Suffolk tardan mas en llegar a su peso maduro. Por otra parte, los machos Suffolk fueron inferiores que las hembras, al contrario de lo que sucedió en la raza Rambouillet. Las tasas podrían utilizarse indistintamente en un programa de selección obteniéndose los mismos resultados, sin embargo, la selección para Tasa

**Absoluta de Madurez y Tasa Relativa de Crecimiento, tendrían poco efecto sobre el peso maduro (10).**

### CONCLUSIONES

Como se puede comparar en los cuadros 1, 2 y 3 los valores propuestos requirieron de pocas iteraciones para lograr el ajuste de acuerdo a la función de Richards, con excepción de los machos de la raza Rambouillet, debido a la heterogeneidad de los datos de campo y el número de observaciones. Con respecto a los valores propuestos para cada uno de los parámetros del modelo, solamente se encontraron en la literatura consultada dos reportes (12, 23) en los cuales el parámetro  $A$  lo estimaron en 40 Kg, lo cual no refleja el valor asintótico del promedio del peso a la madurez para las razas utilizadas, por lo que este parámetro se determinó con la información recabada sobre peso adulto de las razas Suffolk y Rambouillet. Con respecto a los parámetros  $B$ ,  $K$  y  $M$  estos fueron mayores que los encontrados en la literatura (12, 23). La estimación de los parámetros, tanto el peso a la madurez ( $A$ ), constante de integración ( $B$ ), pendiente de la curva ( $K$ ) y el parámetro de inflexión ( $M$ ) presentan resultados congruentes con los datos observados.

Una forma empírica para realizar una aproximación del valor de la Tasa Absoluta de Madurez es obteniendo la proporción entre la  $TAC/A$  en lugar de utilizar la ecuación  $TAM = (0.5 MK)/(2M-1)$ .

## LITERATURA CITADA.

- 1.- Briggs, H.M. y Briggs, D.M.: Razas Modernas de Animales Domésticos, Ed. ACRIBIA, España, 1971.
- 2.- Brinks, S.J.; Clark, T. R.; Kieffer, M.N. and Quesenberry, R.J.: Mature weight in Hereford range cows heritability, repeatability, and relationship to calf performance. J. Animal Sci., 21: 501-504. (1962)
- 3.- Brown, J.E.; Fitzhugh, H.A. and Cartwright T.C.: Comparison of nonlinear Models for describing weight-age relationships in cattle. J. Animal Sci., 42: 810-818. (1976).
- 4.- Brown, H. A.; Johnson, B.Z.; Chewning, J. J. and Brown, J. C.: Relationships among absolute growth rate, relative growth rate and feed conversion during postweaning feedlot performance tests. J. Animal Sci., 66: 2524-2529. (1988).
- 5.- Causton, R. D.: A computer program for fitting the Richards function. Biometrics, 25: 401-409. (1969).
- 6.- Cuarón, O.C.; Mendoza, F.N.; López, G.C.; Ulloa, A.R. y Castro, G.H.: Factores ambientales modificadores del peso al nacer y ganancia de peso promedio predestete, en ovinos de la raza tabasco. Memorias: Segundo Congreso Nacional de Producción Ovina, San Luis Potosí, 19-21. A.M.T.E.O. México. (1989).
- 7.- Drapper, N. y Smith, H.: Applied Regression Analysis. Second Edition. Ed. John Wiley and Sons. N.Y. (1981).
- 8.- Eisen, J. E.: Results of growth curve analyses in mice and rats. J. Animal Sci., 42: 1008-1023. (1969).

- 9.- Escamilla, G.I.: Engorda intensiva de corderos. Memorias del curso de actualización aspectos de producción ovina: F.M.V.Z. U.N.A.M. 1979. 150-151 México, D.F. 1979.
- 10.- Fitzhugh, A.H.: Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. J. Animal Sci., 42: 1036-1049. (1976).
- 11.- Fitzhugh, A. H. y Taylor, S.C.: Genetic analysis of degree of maturity. J. Animal Sci., 33: 717-725. (1971)
- 12.- Fustagueras R.M.A.: Evaluación del crecimiento de tres razas de ovinos utilizando la función matemática de Richards. Tesis de Licenciatura. F.M.V.Z. U.N.A.M., D.F., 1989.
- 13.- Kersey DeNise, R.S.: Genetics and environmental aspects of the growth curve parameters in beef cows. J. Animal Sci., 61: 1431-1440 (1985).
- 14.- Land R.B.; Robinson, D.O.: Genetics of Reproduction in Sheep. Butterworths.U.S.A. 1985.
- 15.- Lasley, F.; Genética del mejoramiento del ganado. Ed. Unión Tipográfica Editorial Hispanoamericana. Mexico, D.F., 1970.
- 16.- López de Torre, G.; Candotti, J. J.; Reverter, A.; Bellido, M. M.; Vasco, P.; Garcia, J. L. and Brinks, S.J.: Effects of growth curve parameters on cow efficiency. J. Animal Sci., 70: 2668-2672. (1992).
- 17.- Marshall, E. T.; Mohler, A. M. and Stewart, S. T.: Relationship of lifetime productivity with mature weight and maturation rate in Red Poll cows. Animal Production, 39: 383-387. (1984).

- 18.- Martínez, P.D.: Factores no genéticos que influyen sobre los caracteres productivos hasta el destete en ovinos Rambouillet. Tesis de Licenciatura. F.M.V.Z. U.N.A.M. México, D.F., 1991.
- 19.- Montaldo, V.H. y Castro, G.H.: Situación actual y alternativas para el mejoramiento de bovinos lecheros en México. La modernización del sector agropecuario. Ed. II U.N.A.M. 1991.
- 20.- Ochoa, C.M.A y Ortuno, D.A.: Evaluación del peso en corderos con destete precoz nacidos de ovejas Rambouillet, cruzadas con tres razas distintas en ovinos productores de carne. Memorias del Segundo Congreso Nacional de Producción Ovina. San Luis Potosí S.L.P. 90-93. A.M.T.E.O. México (1989).
- 21.- Pérez, P.S.: Sistema de Alimentación Ovina. Memorias del Curso de Bases de la Cría Ovina. México, Edo. de México. 1989. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia U.A.E.M. Edo. México, México. (1989).
- 22.- Richards, J. F.: A flexible growth function for empirical use. J. of Experimental Botany, 10: 290-300. (1959).
- 23.- Romero, T.F.: Selección de un modelo de regresión no lineal para describir el crecimiento en ovinos. Tesis de Licenciatura. F.M.V.Z. U.N.A.M. México, D.F. 1989.
- 24.- Smith, M. G.; Fitzhugh, A. H.; Cundiff, V. L.; Cartwright, C. T. and Gregory, E. K.: Heterosis for maturing patterns in Hereford, Angus and Shorthorn cattle. J. Animal Sci., 43: 380-388. (1976).

25.- Statistical Analysis System Institute. Statistical Analysis System (SAS). 6a versión. SAS Institute Inc. North Carolina . 1986).

CUADRO 1. Valores propuestos para cada uno de los parámetros del modelo de Richards por raza y sexo.

Raza	Sexo	PARAMETROS		PROPUESTOS	
		A	B	K	M
Suffolk	Macho	100	0.8692	0.0294	1.495
Suffolk	Hembra	80	0.9102	0.0288	1.199
Rambouillet	Macho	87	0.8964	0.0254	1.200
Rambouillet	Hembra	73	0.8879	0.0288	1.270

CUADRO 2. Parámetros ajustados y errores estandar(e.e.) para el modelo de Richards por raza y sexo.

Raza	Sexo	Estimadores			
		A	B	K	M
Suffolk	Macho	113.56	0.8964	0.02438	1.393
e.e.		±59.60	±0.1518	±0.02165	±0.624
Suffolk	Hembra	92.21	0.9411	0.02205	1.079
e.e.		±24.57	±0.0545	±0.01219	±0.221
Rambouillet	Macho	98.51	0.9273	0.01998	1.093
e.e.		±61.71	±0.1242	±0.02305	±0.449
Rambouillet	Hembra	80.98	0.9150	0.02404	1.172
e.e.		±47.88	±0.1499	±0.02657	±0.566

CUADRO 3. Cuadrado medio del error, coeficiente de determinación y número de iteraciones para cada raza y sexo.

Raza	Sexo	CME	R <sup>2</sup>	Iteraciones
Suffolk	Macho	.6050	.9977	11
Suffolk	Hembra	.2043	.9989	2
Rambouillet	Macho	.5770	.9967	26
Rambouillet	Hembra	.6615	.9957	2

CUADRO 4. Matriz de correlaciones entre los parámetros del modelo de Richards para machos y hembras de la raza Suffolk.

	A	B	K	M
A	1	-.9577	-.9938	-.9452
B	-.9641	1	.9819	.9980
K	-.9960	.9818	1	.9749
M	-.9528	.9971	.9753	1

Arriba de la diagonal correlaciones de machos. Abajo de la diagonal correlaciones de hembras.

CUADRO 5. Matriz de correlaciones entre los parámetros del modelo de Richards para machos y hembras de la raza Rambouillet.

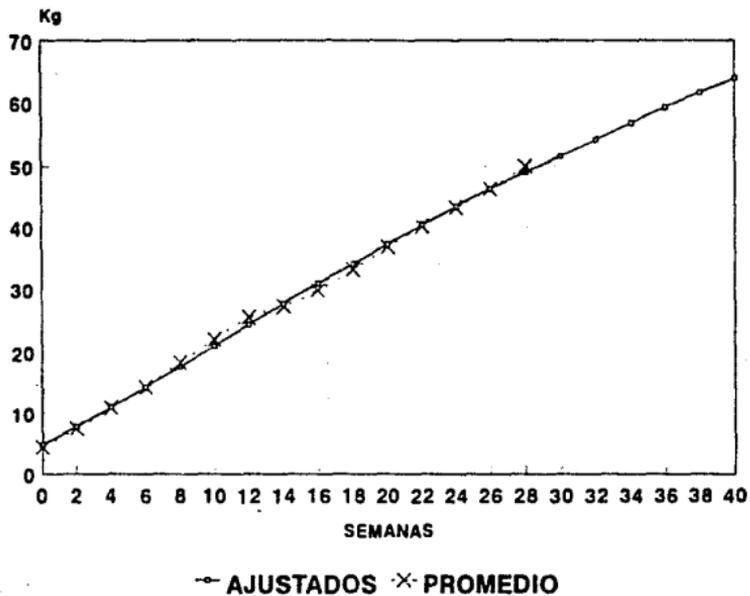
	A	B	K	M
A	1	-.9755	-.9967	-.9607
B	-.9652	1	.9889	.9972
K	-.9954	.9840	1	.9795
M	-.9533	.9978	.9771	1

Arriba de la diagonal correlaciones de machos, abajo de la diagonal correlaciones de hembras.

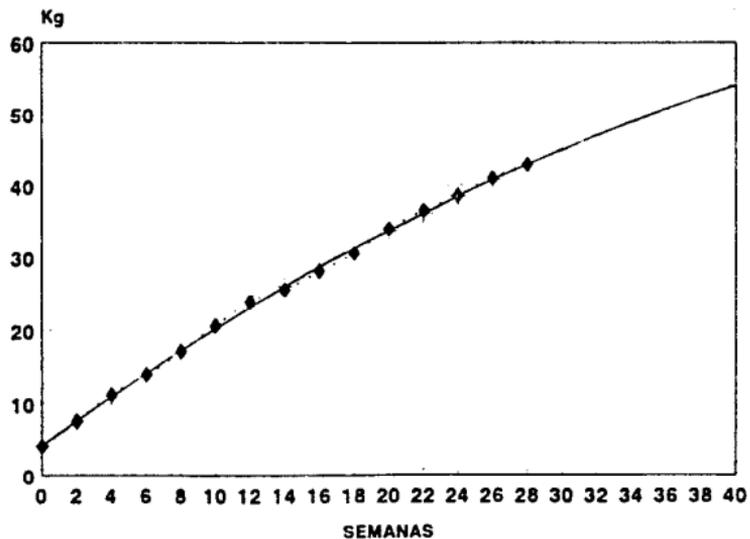
CUADRO 6. Indicadores zootécnicos y punto de inflexión por raza y sexo.

Raza	Sexo	TAC	TAM	TRC	PI
Suffolk	Macho	1.0796	.0095	.0884	48.85
Suffolk	Hembra	.9467	.0102	.2993	37.79
Rambouillet	Macho	.9071	.0092	.2348	37.86
Rambouillet	Hembra	.8448	.0104	.1635	32.18

**GRAFICA 1. CURVA DE CRECIMIENTO DE  
MACHOS SUFFOLK**

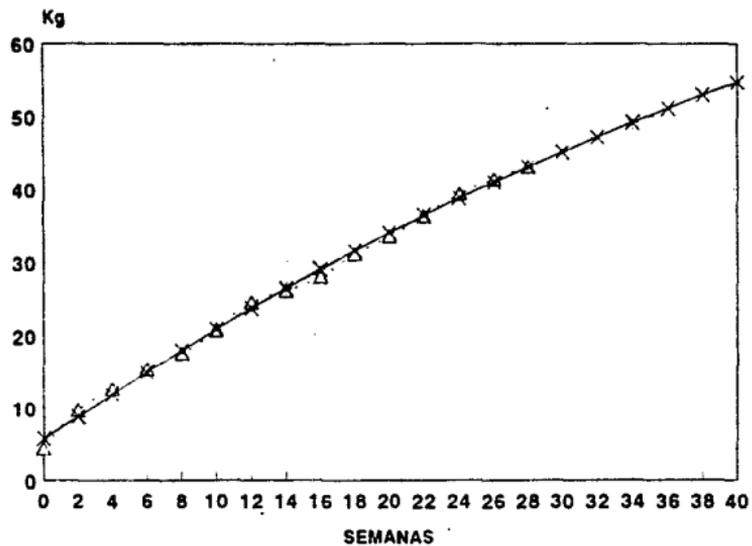


**GRAFICA 2. CURVA DE CRECIMIENTO DE  
HEMBRAS SUFFOLK**



— AJUSTADOS ♦ PROMEDIO

**GRAFICA 3. CURVA DE CRECIMIENTO DE  
MACHOS RAMBOUILLET**



\* AJUSTADOS △ PROMEDIO

**GRAFICA 4. CURVA DE CRECIMIENTO DE  
HEMBRAS RAMBOUILLET**

