

# EFFECTO DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE MANEJO EN OVEJAS LECHERAS EAST FRIESIAN: EXPERIMENTACION CON UN MODELO DE SIMULACION<sup>1</sup>

*EFFECT OF DIFFERENT MANAGEMENT ALTERNATIVES FOR DAIRY EAST FRIESIAN EWES: EXPERIMENTATION WITH A SIMULATION MODEL.*

Percy Abasto F., Claudio Aguilar G., Gustavo Cubillos O. y Fernando García G.

Departamento de Zootecnia  
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
Casilla 306 Correo 22 Santiago, Chile

## Summary

A group of experiments was designed with a developed and validated simulation model for dairy East Friesian ewes, to quantify the effect of the supplement inclusion to different stocking rates, on the productive and reproductive parameters of grazing dairy ewes. The experiments was carried out simulating animals of  $75 \pm 0,5$  kg of weight and 3,0 years old average, varying stocking rate in ranges of 1, 3, 5, 7 and 9 animals per hectare, beginning the simulation in January, duration of the flushing 45 days, with a period of nursing 200 days, potential production of 450 milk liter per lactation, lambs to be weaned at 70 days. The animals are grazing *Festuca arundinacea* pasture, with instantaneous initial availability of 1500 kg of dry matter per hectare. The productive systems with supplement showed significantly bigger productive and reproductive parameters on the average ( $p < 0,05$ ) that those without supplement. That parameters were: ovulation rates; birth, weaning and parturition weight; daily production milk; lactation dairy production and dry matter intake.

**Key words:** simulation, East Friesian ewes, grazing, supplement, model

*Cien. Investig. Agr. 27:1- 7*

## INTRODUCCION

Se han realizado numerosos estudios para investigar las relaciones entre la productividad animal, carga animal y su efecto sobre la pradera. Algunos autores indican que a cargas bajas el rendimiento del animal no es afectado por el incremento de carga, pero con cargas iniciales altas se llega a un punto crítico por encima del cual declina notablemente. Un incremento en la carga causa una disminución en el consumo de materia seca (MS), producción de leche y en la eficiencia de conversión alimenticia (Milne *et al.*, 1981).

Un consumo insuficiente de energía en ovejas gestantes es el principal factor nutricional que influye sobre la fertilidad, retraso en la maduración sexual, menor tasa de concepción y nacimiento de corderos de menor peso.

El flushing aumenta el consumo de nutrientes antes del encaste, sirve para asegurar que el animal se encuentre en buenas condiciones en ese momento. Es una práctica exitosa para animales de ovulación múltiple y puede traducirse en un incremento de 15 a 30% en el número de corderos nacidos.

La tasa de fertilidad es superior cuando las hembras ganan peso que cuando lo pierden. Incluso animales en mala situación nutritiva pueden aumentar la fertilidad si ganan peso durante 30 días antes y después del encaste. La tasa de ovulación, es uno de los factores más importantes en el comportamiento reproductivo de los ovinos y es dependiente de la edad, genotipo, época de encaste y nutrición.

Durante el periodo de gestación una mala nutrición puede ocasionar: mortalidad embrionaria, reducción del peso de las crías al nacimiento, tamaño y supervivencia del feto y de la madre, y reducción en el peso de la lana (Rattray, 1992). La ganancia de peso en ovejas gestantes se correlaciona significativamente con el peso al nacimiento de los corderos únicos y mellizos. Un incremento de 10 kg de peso vivo durante este periodo produce un incremento en el peso al nacimiento de 0,46 kg y 0,52 kg en únicos y mellizos respectivamente (Scales *et al.*, 1986).

Jordán y Mayer (1989), reportan que la producción de leche, tasa de supervivencia, tasa de crecimiento de los corderos hasta la sexta semana de vida aumentan significativamente con el nivel de nutrición de las

<sup>1</sup> Estudio financiado con el proyecto FONDEF D97-12008 y el proyecto FIA A97-I-P-018 y con apoyo del programa DAAD de Postgrado en Producción Animal.

madres. Por otra parte, la producción de leche es afectada significativamente por el peso de la oveja y el peso del cordero, no así por el sexo del cordero. Las ovejas más pesadas producen más leche debido a su mayor tamaño corporal, y corderos pesados estimulan a las ovejas a producir más leche, estos efectos tienden a ser aditivos. Se ha estimado que el 56% de la variación en la tasa de crecimiento de corderos Merino se explica por la producción de leche de las madres.

Para maximizar la eficiencia en la utilización de los recursos alimenticios en los sistemas extensivos de producción de leche ovina, se debe tomar en cuenta factores como: carga animal, tipo y disponibilidad de pasto, tipo de suplemento, nivel de suplementación, periodo de suplementación, estado fisiológico de los animales, época del año, periodo de encaste, época de parición, y otros que influyen en la productividad animal y sustentabilidad del sistema.

Uno de los objetivos generales del presente modelo de simulación es utilizarlo como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones para sistemas de producción de ovinos de leche. La experimentación adquiere especial importancia ya que nos permite estudiar diferentes escenarios productivos, permitiendo evaluar el comportamiento productivo del rebaño frente a cambios en las estrategias de manejo productivo.

Este estudio tiene por objetivo cuantificar el efecto de la inclusión de suplemento a diferente carga animal, sobre los parámetros productivos y reproductivos de ovejas lecheras East Friesian a pastoreo.

## MATERIALES Y METODOS

Para la experimentación se utilizó un modelo de simulación validado para ovejas lecheras East Friesian (Abasto, P., 1998<sup>2</sup>; Abasto *et al.*, 1999). El ensayo consideró tres periodos: encaste (45 días), gestación (150 días) y lactación (200 días). Se utilizaron animales de  $75 \pm 0,5$  kg de peso, con una edad promedio de 3,0 años. El experimento contempló 10 tratamientos y 3 repeticiones, que incluyen 2 factores: suplementación (A) y carga animal (B). El número total de unidades experimentales fue de  $2 \times 5 \times 3 = 30$ . El diseño utilizado fue el de completamente al azar con arreglo factorial. El detalle de los factores considerados en el experimento de simulación es:

Factor A: a1 = suplementadas y a2 = no suplementadas (control)

Factor B: b1=1, b2=3, b3=5, b4=7 y b5=9 animales/hectárea

El manejo alimenticio de las ovejas del tratamiento con suplementación fue realizado de la siguiente manera: para ovejas al encaste, la cantidad de suplemento suministrado fue de 500 g/animal/d, con una concentración calórica de 3,0 Mcal/kg MS (duración del flushing 45 días); en ovejas gestantes la cantidad de suplemento suministrado fue de 600 g/animal/d, la concentración calórica fue de 3,2 Mcal/kg MS, se suplementó sólo a ovejas que se encuentran en el último tercio de gestación (del día 100 a 150). Para las ovejas lactantes la suplementación se distribuyó en tres tercios, la cantidad de suplemento suministrado fue de 1,0; 0,7 y 0,5 kg/d por animal.; la concentración calórica del suplemento fue de 3,2; 3,0 y 3,0 Mcal/kg MS para el primer, segundo y tercer tercio de lactancia respectivamente.

El sistema productivo comprende el pastoreo de una pradera de *Festuca arundinacea* en forma extensiva, el sistema de pastoreo considerado fue rotacional.

La producción de materia seca de la pradera de *Festuca* fue de 10.260 kg·ha<sup>-1</sup> de MS al año. En el Cuadro 1 se presenta los datos de tasa de crecimiento y digestibilidad utilizadas en la experimentación (Soto y López, 1987).

**Cuadro 1.** Tasas de crecimiento y digestibilidad mensual de la pastura.

*Monthly growth rate and digestibility of Fescue pasture*

Mes	Festuca arundinacea	
	Tasa de crecim. (kg/d)	Digestibilidad (%)
Enero	25	60
Febrero	28	61
Marzo	30	62
Abril	27	65
Mayo	20	67
Junio	19	67
Julio	20	65
Agosto	30	65
Septiembre	40	65
Octubre	45	63
Noviembre	38	60
Diciembre	20	56

Fuente: Soto K.,L. y López T.,H. 1987

<sup>2</sup> ABASTO F., P. O. 1998. Modelo de simulación para estudiar el efecto de la suplementación en ovejas lecheras East Friesian. Región Metropolitana, Chile. Tesis Magister en Producción Animal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 114p.

Como datos de entrada para el modelo se consideró una disponibilidad inicial de la pradera de 1.500 kg·ha<sup>-1</sup>. El potencial de producción de leche para la simulación fue de 450 litros/oveja/lactancia, la duración promedio de la lactancia fue de 200 días, el destete de los corderos se realizó a los 70 días de vida.

Las variables analizadas en cada periodo fueron: al encaste (consumo de materia seca, cambio de peso en las ovejas, tasa de ovulación y prolificidad); en la gestación (consumo de materia seca, cambio de peso en las ovejas y peso al nacimiento de las crías); y en la lactación (consumo de materia seca, cambio de peso en las ovejas, producción de leche, cambio de peso de los corderos hasta el destete, peso del nacimiento al destete).

El análisis de varianza empleado permitió estudiar el efecto de: suplementación, la carga animal y la interacción suplementación versus carga animal sobre los parámetros productivos y reproductivos. También se realizaron pruebas de comparación de medias (prueba de "t") y pruebas de comparación múltiple (Waller-Duncan). Por último se realizaron ajustes por regresión lineal.

## RESULTADOS

El análisis de varianza indica que hay un efecto significativo ( $p < 0,001$ ) de la suplementación y la carga animal sobre el peso vivo (encaste, parto y final de la lactación) y el consumo de materia seca al encaste, gestación y lactación respectivamente. Para la interacción entre la suplementación versus carga animal sólo se hallaron diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) para peso al parto y peso al final de la lactación, y no hubo diferencia significativa para peso al encaste y consumo de materia seca al encaste, gestación y lactación respectivamente.

Del mismo modo, el análisis indica que hay un efecto significativo ( $p < 0,001$ ) de la suplementación sobre la tasa de ovulación, producción de leche/día y producción de leche/lactancia respectivamente. Así también se vio que hay un efecto significativo ( $p < 0,001$ ) de la carga animal sobre la producción de leche/día y producción de leche/lactancia. Para la interacción entre la suplementación y carga animal sólo se hallaron diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) para producción de leche/día y producción de leche/lactancia, y no existieron diferencias significativas ( $p < 0,1$ ) para tasa de ovulación.

También se encontró un efecto significativo ( $p < 0,001$ ) de la suplementación y carga animal sobre el peso al nacimiento y peso al destete de corderos únicos, mellizos y trillizos respectivamente. Para la interacción entre la suplementación versus carga animal sólo se hallaron diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) para peso al nacimiento y peso al destete de corderos mellizos y trillizos; y no existieron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) para peso al nacimiento y al destete en corderos únicos.

Se realizaron pruebas de comparación de medias, prueba de "t", en el que se determinó que existe un efecto ( $p < 0,05$ ) de la suplementación sobre el peso de las ovejas al encaste, parto y final de la lactancia. Los animales suplementados presentaron pesos superiores en: 6,9%, 9,9% y 17% respectivamente que los no suplementados (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Promedio de peso de ovejas en diferentes estados fisiológicos

Animales	Peso (kg)		
	Encaste	Parto	Final de la lactancia
Suplementados.	78,86 a	81,11 a	79,05 a
No suplementados	73,73 b	73,75 b	67,29 b

Letras diferentes en la misma columna indican que difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ )

La prueba de "t" determinó que existe un efecto ( $p < 0,05$ ) de la suplementación sobre el consumo de materia seca en los periodos de encaste, gestación y lactación. Los animales suplementados presentaron consumos de MS superiores en: 23%, 12% y 23% respectivamente, que animales no suplementados (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Promedio de consumo de materia seca en ovejas en diferentes estados fisiológicos.

Animales	Consumo de materia seca (kg/anim/día)		
	Encaste	Gestantes	Lactantes
Suplementados.	2,28 a	2,18 a	2,51 a
No suplementados	1,84 b	1,94 b	2,03 b

Letras diferentes en la misma columna indican que difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ )

También se determinó que hay un efecto significativo ( $p < 0,05$ ) del pastoreo con suplementación versus pastoreo sin suplementación sobre la tasa de ovulación (2,63 versus 2,47), producción de leche/día (2,0 versus 1,44) y producción de leche/lactancia (406,5 versus 288,4). Es decir, para las variables señaladas, en promedio los animales suplementados fueron 6,4%, 38,8% y 40,7% mayores que animales no suplementados.

Para peso al nacimiento y peso al destete de corderos únicos, mellizos y trillizos, también se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre animales con y

sin suplementación. Los animales suplementados presentaron pesos al nacimiento y al destete mayores que animales no suplementados (Cuadro 4).

Cuadro 4. Promedio de peso de corderos al nacimiento y al destete  
*Average birth and weaning weights of lambs*

Animales	Peso al nacimiento (kg)			Peso al destete (kg)		
	Unicos	Mellizos	Trillizos	Unicos	Mellizos	Trillizos
Suplementados	5,47 a	4,97 a	4,5 a	24,20 a	23,86 a	22,7 a
No suplementados	5,24 b	4,70 b	4,1 b	21,08 b	21,08 b	20,1 b

Letras diferentes en la misma columna indican que difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ )

Se realizaron pruebas de comparación múltiple, en el que se determinó que la carga animal influye significativamente ( $p < 0,05$ ) sobre el peso de las ovejas al encaste, parto y final de la lactación. También influye sobre el consumo de materia seca promedio al encaste, gestación y lactación.

Por otro lado, en la prueba de comparación múltiple se determinó también que la carga animal influye significativamente ( $p < 0,05$ ) sobre la tasa de ovulación, producción de leche/día y producción de leche/lactancia. Además, se puede observar que a medida que se incrementa la carga se reducen los valores determinados para tasa de ovulación, producción de leche/cría y producción de leche/lactancia (Cuadros 5 y 6).

Cuadro 5. Promedio de tasa de ovulación en ovejas  
*Average ovulation rate in ewes*

Carga animal (anim/ha)	Tasa de ovulación
1	2,59 a
3	2,56 ab
5	2,54 ab
7	2,52 ab
9	2,50 b

Letras diferentes en la misma columna indican que difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ )

También se determinó que la carga animal influye sig-

Cuadro 6. Promedio de producción de leche en ovejas  
*Average milk production of ewes*

Carga animal (anim/ha)	Producción de leche	
	kg/d	kg/lactancia
1	1,84 a	364,80 a
3	1,79 b	358,01 b
5	1,72 c	353,53 b
7	1,67 d	340,16 c
9	1,58 e	321,88 d

Letras diferentes en la misma columna indican que difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ )

nificativamente ( $p < 0,05$ ) sobre el peso al nacimiento y peso al destete de corderos de únicos, mellizos y trillizos (Cuadro 7).

Para estudiar el efecto de la interacción suplementación versus carga animal se realizó análisis de regresiones para: peso al parto, peso al final de la lactancia, producción de leche/día, producción de leche/lactancia, pesos al nacimiento y pesos al destete de corderos mellizos y trillizos.

En la Figura 1 se puede observar que existe una relación lineal entre el incremento de la carga animal y el peso al parto de las ovejas, en el rango de carga de 1 a 9 animales por hectárea (por cada aumento de 1 unidad en la carga animal se reduce el peso al parto en -1,64 kg y -2,76 kg en ovejas con y sin suplementación, respectivamente). La relación determinada es la siguiente:

$$PP = 86,039 - 1,643 * Carga$$

$$(R^2 = 0,92) \text{ Animales con suplementación}$$

$$PP = 82,036 - 2,762 * Carga$$

$$(R^2 = 0,91) \text{ Animales sin suplementación}$$

Donde:

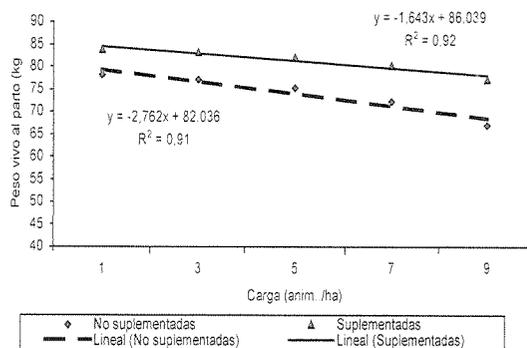
PP = peso al parto, kilos

Se encontró una relación lineal entre el incremento de la carga animal y el peso al final del período de lactancia (por cada aumento de 1 unidad en la carga animal se reduce el peso al final del período de lactancia en -3,07 kg y -2,67 kg en ovejas con y sin suplementación respectivamente). En promedio las ovejas no suplementadas tienen un peso menor que las ovejas suplementadas.

**Cuadro 7.** Peso promedio de corderos al nacimiento y destete  
*Average lamb birth and weaning weights*

Carga animal (anim/ha)	Peso al nacimiento (kg)			Peso al destete (kg)		
	Unicos	Mellizos	Trillizos	Unicos	Mellizos	Trillizos
1	5,56 a	5,00 a	4,59 a	23,12 a	23,18 a	22,91 a
3	5,50 a	4,97 a	4,51 ab	22,91 ab	22,08 ab	21,81 ab
5	5,43 a	4,90 b	4,44 b	22,73 bc	21,78 b	21,03 b
7	5,19 b	4,79 c	4,33 c	22,50 c	20,35 c	20,51 c
9	5,10 b	4,59 d	4,10 d	21,50 d	20,05 c	20,03 d

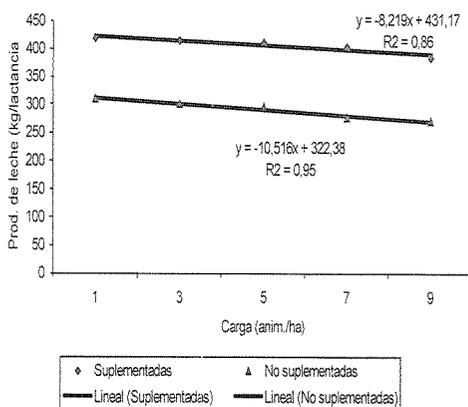
Letras diferentes en la misma columna indican que difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ )



**Figura 1.** Relación entre la carga animal y la producción de leche.

*Relationship between stocking rate and milk production.*

En la Figura 2 se puede observar que existe una relación lineal entre el incremento de la carga animal y la producción de leche/lactancia, en el rango de carga de 1 a 9 animales por hectárea (por cada aumento de 1 unidad en la carga animal se reduce la producción de leche en -8,21 kg/lactancia y -10,51 kg/lactancia en ovejas con y sin suplementación respectivamente).



**Figura 2.** Relación entre la carga animal y la producción de leche.

*Relationship between stocking rate and milk production.*

La relación determinada es la siguiente:

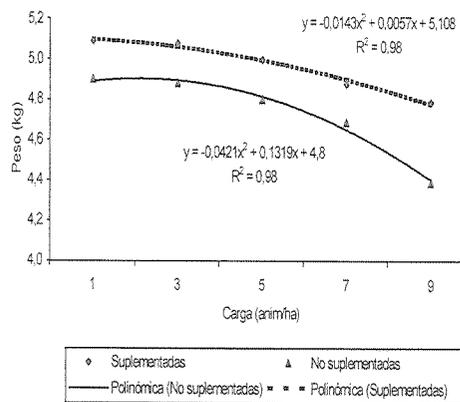
$$PI = 431,17 - 8,219 * \text{Carga} \quad (R^2 = 0,86) \text{ Animales suplementados}$$

$$PI = 322,38 - 10,516 * \text{Carga} \quad (R^2 = 0,91) \text{ Animales sin suplementación}$$

Donde:

PI = producción de leche, (kg/lactancia)

Hay una relación cuadrática entre el incremento de la carga animal y el peso al nacimiento de corderos, en el rango de carga de 1 a 9 animales por hectárea, para ovejas con y sin suplementación respectivamente (Figura 3).



**Figura 3.** Relación entre la carga animal y el peso al nacimiento de corderos.

*Relationship between stocking rate and birthweight*

Las relaciones encontradas fueron las siguientes:

$$Pnac = 5,108 + 0,0057 * \text{Carga} - 0,0143 * \text{Carga}^2 \quad (R^2 = 0,98) \text{ Animales suplementados}$$

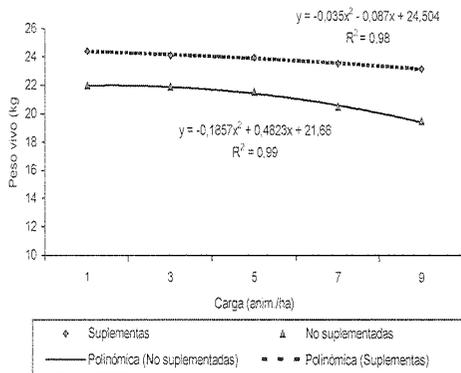
$$P_{nac} = 4,8 + 0,1319 * Carga - 0,0421 * Carga^2$$

(R<sup>2</sup> = 0,98) Animales sin suplementación

Donde:

P<sub>nac</sub> = peso al nacimiento, kilos

En la Figura 4 se observa que hay una relación cuadrática entre el incremento de la carga animal y el peso vivo al destete de corderos, en el rango de carga de 1 a 9 animales por hectárea, para animales con y sin suplementación respectivamente.



**Figura 4.** Relación entre la carga animal y peso vivo al destete de corderos.

*Relationship between stocking rate and weaning.*

La relación es la siguiente:

$$P_{dest} = 24,504 - 0,087 * Carga - 0,035 * Carga^2$$

(R<sup>2</sup> = 0,98) Animales suplementados

$$P_{dest} = 21,68 + 0,4823 * Carga - 0,1857 * Carga^2$$

(R<sup>2</sup> = 0,99) Animales sin suplementación

Donde:

P<sub>dest</sub> = peso al destete, kilos.

## CONCLUSIONES

Los sistemas productivos con suplementación mostraron en promedio parámetros productivos y reproduc-

tivos significativamente mayores (p<0,05) que aquellos no suplementados.

Los resultados obtenidos en la experimentación sugieren que el modelo desarrollado puede ser considerado como una herramienta orientadora en la toma de decisiones en el ámbito productivo, en especial por permitir el análisis de la respuesta productiva y reproductiva de los animales sometidos a diferentes estrategias de manejo (carga animal y uso de suplementos).

Se puede experimentar con el modelo buscando la estrategia de alimentación más adecuada. Para ello se hace necesario incorporar al modelo el análisis económico, de manera que permita encontrar el óptimo entre la respuesta biológica y económica.

## RESUMEN

Se diseñó un conjunto de experimentos con un modelo de simulación desarrollado y validado para ovejas lecheras East Friesian, para cuantificar el efecto de la inclusión de suplemento a diferentes cargas animales, sobre los parámetros productivos y reproductivos de ovejas lecheras a pastoreo. El experimento se realizó simulando animales de 75(0,5 kg de peso y edad promedio de 3,0 años, variando la carga animal en rangos de 1, 3, 5, 7 y 9 animales/hectárea, con mes de inicio de la simulación en enero, duración del flushing 45 días, con un período de lactancia 200 días, producción potencial de leche 450 litros/lactancia, corderos destetados a los 70 días de edad. Los animales pastorearon una pradera de Festuca arundinacea, con una disponibilidad instantánea inicial de 1500 kg de materia seca por hectárea. Los sistemas productivos con suplementación mostraron en promedio parámetros productivos y reproductivos significativamente mayores (p<0,05) que aquellos no suplementados. Los parámetros estimados fueron: tasas de ovulación; pesos al nacimiento, destete, parto y final de la lactación; producción de leche/día, producción de leche/lactancia; consumos de materia seca de gestantes y lactantes.

## LITERATURA CITADA

ABASTO, P.; C. AGUILAR, F. GARCIA y A. GARCIA. 1999. Modelo de simulación para el estudio de sistemas pastoriles de ovejas lecheras East Friesian. Validación del modelo. Ciencia e Investigación Agraria. 26(1):49-60.

JORDAN, D.J. y D.G. MAYER. 1989. Effects of udder damage and nutritional plane on milk yield, lamb survival and lamb growth of Merinos. Australian Journal of Experimental Agriculture, 29: 315-320.

- MILNE, J. A., T. J. MAXWELL y W.SOUTER. 1981. Effect of supplementary feeding and herbage mass on the intake and performance of grazing ewes in early lactation. *Animal Production*, 32: 185-195.
- RATTRAY, P.V. 1992. Nutrition of the ewe during gestation and lactation. *In: Progress in sheep research*. A.W. Speedy (ed). CAB International.
- SCALES, G. H., R. N. BURTON, y R. A. MOSS. 1986. Lamb mortality, birth weight, and nutrition in late pregnancy. *New Zealand Journal of Agricultural Research* Vol. 29: 75-82.
- SOTO K., L. y T. LOPEZ H. 1987. Curvas de crecimiento en variedades de festuca (*Festuca arundinacea* L.) y Pasto ovinillo ( L.) en la zona centro norte de riego. *Agricultura Técnica* 48 (2): p 111-119.