

ESTIMACION DEL REQUERIMIENTO ENERGETICO DE MANTENIMIENTO DEL BORREGO PELIBUEY EN CLIMA TROPICAL ^a

Javier G. Cantón Castillo ^b

Yolanda Moguel Ordóñez ^b

Arturo F. Castellanos Ruelas ^b

RESUMEN

Se estimó el requerimiento energético de mantenimiento del borrego Pelibuey en crecimiento en clima tropical, utilizando 24 animales durante 77 días y midiendo la evolución del peso vivo, su composición corporal y la energía retenida (ER) al inicio y al final del experimento. Los tratamientos fueron tres niveles de consumo de energía metabolizable (EM)/kg P.⁷⁵/d: bajo, mediano y alto. La evolución de la ER por los animales se ajustó a la siguiente ecuación de regresión cuadrática $Y = -194.2905 + 3.086X - 0.01083X^2$ ($R^2 = 0.42$; $p < .05$), en donde Y = cambio en la ER (Mcal) X = consumo de EM kcal/kg P.⁷⁵/d. Con base en esta ecuación se estimó el requerimiento de EM para el mantenimiento (cero cambio en la ER) en 117 kcal/kg P.⁷⁵/d. Parte de la energía consumida por los animales fue utilizada para sintetizar tejidos óseo y adiposo, ya que los animales no habían alcanzado aún su peso adulto.

PALABRAS CLAVE: Borrego Pelibuey, Requerimiento energético, Energía de mantenimiento.

Tec. Pecu. Mex. Vol. 33 No. 2 (1995)

INTRODUCCION

El conocimiento de los requerimientos nutricionales de los animales domésticos ha sido punto de partida indispensable para optimizar su productividad; sin embargo, los animales nativos de las zonas tropicales no han sido investigados con la misma amplitud que aquellos de zonas templadas. Es por ello que los programas de alimentación para las especies nativas y explotadas en clima tropical están basados en la aplicación de los requerimientos nutricionales calculados en las especies y razas de clima templado. Dentro de los requerimientos nutricionales, los inherentes a la energía han recibido mayor atención por parte de los investigadores, siendo por lo tanto donde se dispone de mayor información; por el contrario, la estimación de requerimientos proteínicos, de vitaminas y minerales ha sido más limitada y está menos documentada.

El mantenimiento de peso es aquel estado en el que el cuerpo no presenta ni ganancia ni pérdida de peso; no obstante, bajo estas

condiciones en animales adultos se pueden presentar cambios en la composición corporal, pudiendo observarse disminución en el contenido de energía, independientemente de que el contenido de proteína aumente o se reduzca (1). Las necesidades energéticas de mantenimiento están afectadas por el metabolismo basal, por la energía necesaria para el movimiento muscular y por la requerida para la regulación térmica; así, el requerimiento energético de mantenimiento puede variar dependiendo del sexo, de la edad cronológica, del peso vivo, de la actividad, de la temperatura ambiente y de la raza (2). Las tablas de alimentación aplicadas para ovinos en los Estados Unidos (3), sugieren que para el mantenimiento son necesarias 98 kcal de energía metabolizable (EM) /kg P.⁷⁵, valor muy semejante al de 100 kcal /kg P.⁷⁵ establecido en Francia (4). En Inglaterra se consideran valores que fluctúan entre 71 y 191 kcal /kg P.⁷⁵ (5).

Trabajos realizados en el trópico seco, con ovinos de raza Pelibuey, indican que el requerimiento de energía para asegurar cero cambios en el peso vivo, es aproximadamente de 130 kcal; sin embargo, estos trabajos no estuvieron orientados

^a Recibido para su publicación el 3 de mayo de 1994.

^b Campo Experimental Mocochoá. INIFAP-SAGAR. Apartado postal 160 Sucursal D. Mérida, Yuc.

específicamente a evaluar el requerimiento energético de mantenimiento. Uno de ellos tuvo como objetivo estudiar la pulpa de henequén (6) y el otro el fenómeno del crecimiento compensatorio utilizando pasto Taiwán ensilado (7).

Con base en lo anterior se realizó el presente experimento, con objeto de estimar el requerimiento de energía metabolizable de mantenimiento del borrego Pelibuey en crecimiento en el trópico.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental Mocochá, dependiente del INIFAP-SAGAR, ubicado en el municipio de Mocochá, Yuc. El clima prevalente en la zona es tropical de tipo Aw0 (8).

Se utilizaron 24 borregos de raza Pelibuey, con peso inicial promedio de 29.6 ± 1.58 kg (media \pm desviación estándar). Al inicio del trabajo todos los animales fueron desparasitados por vía oral e inyectados intramuscularmente con vitaminas A, D y E; posteriormente, fueron sometidos a un período de crecimiento y subsecuentemente a otro de mantenimiento de peso.

Durante el período de crecimiento se proporcionó a los animales un alimento integral, el cual fue balanceado con el fin de obtener una ganancia diaria aproximada de 0.175 kg (9) (Cuadro 1); este período tuvo una duración de 28 días, al final de este período, fueron sacrificados al azar 6 animales para medir su composición corporal, el contenido del tracto gastrointestinal, el peso de la canal completa y el peso de la canal izquierda (incluyendo todo el cuello). La canal izquierda se disecó en tejidos blandos (formados principalmente por músculo, tejido conectivo y muy poca grasa) y hueso. También se pesaron los depósitos adiposos internos (grasa omentomesentérica, perirrenal y pericárdica). Se tomaron

Cuadro 1

Composición del alimento integral para la fase de crecimiento (% en Base Seca).

Ingrediente	%
Heno de pasto Estrella (6.1)	40.0
Olote de maíz (2.8)	20.0
Sorgo (10.6%)	18.9
Melaza	10.0
Pasta de soya (51)	7.1
Fósforo y microminerales	2.0
Urea	1.0
Sal común	1.0
<hr/>	
Mat. Seca	87.7%
Proteína cruda (N x 6.25)	11.4%
E. Metabolizable/kg M.S.	2.63 Mcal
Según NRC (3)	

Entre paréntesis está el porcentaje de proteína cruda de los insumos (N x 6.25).

muestras de tejidos blandos y de tejido adiposo de cada animal, se cuantificó su contenido de proteína cruda (PC) y extracto etéreo; además se determinó la materia seca (MS) (10). Se calculó el valor energético de los tejidos blandos, considerando que 1 kg de proteína cruda contiene 5.64 Mcal de energía. El valor energético del tejido adiposo se estimó considerando que 1 kg contiene 9.39 Mcal (11). Al final se sumó el valor energético de los tejidos blandos de la canal completa y del total de grasa interna, obteniéndose la energía retenida (ER), siendo de 18.77 ± 2.93 Mcal. Se consideró que la composición corporal y la ER de estos animales correspondía a la que tenían todos al inicio del período de mantenimiento.

Durante el período de mantenimiento de peso, los borregos fueron asignados de acuerdo a su peso vivo, a tres tratamientos consistentes en niveles crecientes de consumo de EM: bajo, mediano y alto (Cuadro 2). Las dietas fueron isoproteínicas con el fin de aportar aproximadamente 2.14

Cuadro 2

Composición de las dietas experimentales
(% en Base Seca).

Insumo	Nivel Energético		
	Bajo	Mediano	Alto
Sorgo	14.0	31.9	41.6
Olote de maiz	70.0	25.0	6.0
Pasta de soya	2.7	1.1	—
Almión de maiz	—	28.7	39.1
Melaza	10.0	10.0	10.0
Premezcla mineral	2.0	2.0	2.0
Sal común	1.0	1.0	1.0
Urea	0.3	0.3	0.3
Proteína cruda (N x 6.25)%	5.2	5.1	5.6
Materia Orgánica (%)	93.3	94.8	95.8
EM según NRC (3) (Mcal/kg M.S.)	1.95	2.73	3.10
EM real (calculada) (Mcal /kg M.S.)	2.15	2.60	2.90

g/d de PC digestible/kg P.75. Esta cantidad ha sido señalada como necesaria para mantener el peso de los animales (12). Se asumió que la PC de las dietas tenía una digestibilidad aparente del 80%.

Cada tratamiento tuvo tres repeticiones y cada repetición dos animales que fueron instalados en una corraleta provista con comedero, bebedero, piso de cemento y techo; teniendo un período de 14 días de adaptación a las dietas de mantenimiento.

A todos los animales se les ofreció diariamente la misma cantidad de alimento (0.740 kg en base seca) y se llevó un control diario de la cantidad rechazada. Los alimentos fueron analizados para conocer su contenido de MS, PC y materia mineral (10).

El período de mantenimiento tuvo una duración de 77 días; al final de este, los animales fueron sacrificados para realizar las mismas mediciones corporales antes mencionadas. Se calculó el requerimiento de EM para lograr cero cambios de peso corporal, mediante la extrapolación de la

línea de regresión calculada entre el consumo de EM (X) y el cambio diario de peso vivo (Y). El requerimiento de EM para el mantenimiento, se definió como el necesario para lograr cero cambios en la ER en relación a la encontrada al inicio y se calculó mediante la regresión entre el consumo de EM (X) y la evolución de la ER (Y). Los datos de composición corporal fueron analizados por el método de mínimos cuadrados, utilizando el procedimiento GLM en el paquete estadístico SAS, con el fin de detectar el efecto del nivel energético durante el período de mantenimiento, sobre las variables a estudiar (13). Posteriormente, las medias de la composición corporal de los animales sometidos al período de crecimiento, se compararon con las de los animales sometidos al período de mantenimiento, utilizando la prueba de rango múltiple LSD (13).

Durante el período de mantenimiento se procedió a medir la digestibilidad in vivo de las dietas, empleando 9 borregos Pelibuey, que se instalaron en jaulas metabólicas; los animales se asignaron al azar a los tres tratamientos. El período de recolección de heces tuvo una duración de 9 días. Tanto al alimento como a las heces se les determinó la materia orgánica. El valor energético se calculó asumiendo que 1 kg de materia orgánica digestible equivale a 3.72 Mcal de EM (14).

RESULTADOS

Durante el período de crecimiento, los animales tuvieron un consumo de alimento promedio de $1.320 \pm .09$ kg MS/d y su peso al final fue de 35.0 ± 2.81 kg, siendo su ganancia diaria 0.192 ± 0.067 kg.

La digestibilidad aparente (%) de la materia orgánica en dietas fue (%): 57.9 ± 1.5 ; 69.1 ± 3.5 y 77.4 ± 3.2 para la baja, mediana y alta en energía respectivamente. A partir de la determinación anterior, el valor energético

de las dietas se estimó en 2.15, 2.60 y 2.90 Mcal EM/kg de MS. Estos valores fueron ligeramente diferentes a los calculados hipotéticamente con base en los datos de las tablas de alimentación (3).

En el período de mantenimiento, el consumo diario de alimento y de EM por animal fue de 0.722, 0.693 y 0.651 kg de MS/d y 115, 134 y 142 kcal/kg P.75 para los tratamientos bajo, mediano y alto respectivamente.

La evolución del peso vivo de los animales se observa en la Figura 1. El peso corporal al inicio de este período fue de 33.0 ± 2.8 kg. Durante los primeros 14 días todos los animales perdieron peso. Al final del período de mediciones, los animales del tratamiento de bajo nivel energético perdieron en promedio 3.6 kg, los del mediano perdieron 0.8 kg y los del alto mantuvieron su peso. La evolución de la ganancia de peso de todos los animales se ajustó a la siguiente

ecuación de regresión lineal
 $Y = -204.52 + 1.404X$ ($R^2 = 0.66$; $p < .01$)

En donde

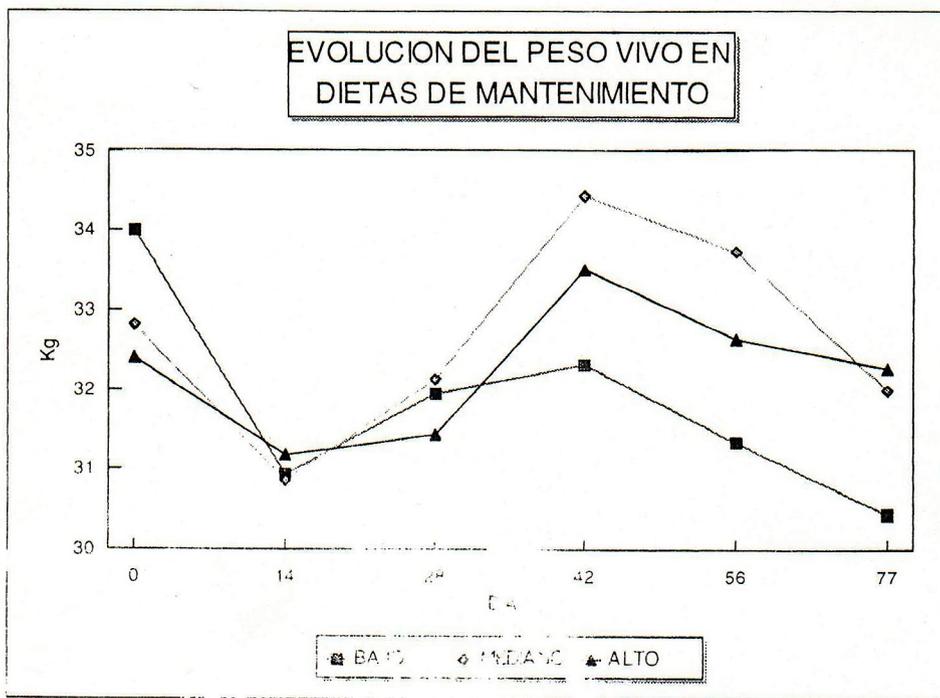
Y = Cambio diario del peso vivo.

X = Consumo de EM kcal/kg P.75.

Con base en esta ecuación se estimó el requerimiento de EM para lograr cero cambios en el peso vivo en 146 kcal/kg P.75/d.

Los resultados de la composición corporal se muestran en el Cuadro 3. Todas las variables estudiadas en los animales sacrificados al final del período de mantenimiento se vieron afectadas ($p < .01$) por el nivel energético de la dieta. Los animales al final del período de mantenimiento tuvieron un menor peso vivo y menor contenido digestivo, en comparación con los sacrificados al inicio. El peso de la canal completa fue mayor en los animales alimentados con las dietas

Figura 1



Cuadro 3

Efecto del nivel de energía alimenticia sobre la composición corporal del borrego Pelibuey.*

	INICIAL	FINAL			EEM
		Bajo	Mediano	Alto	
Peso Vivo Kg	35.0	30.3	32.0	32.0	3 1.5
Cont. digest. Kg.	8.16c	5.57ab	5.32a	4.84a	0.61
Canal completa	13.2 ab	12.62 a	15.12c	15.0c	0.55
Rend. en canal %	37.8d	41.7a	47.5c	47.0c	1.29
Rend. en canal PVV % **	47.5b	51.9ab	57.3a	54.4a	2.21
Tej. blando canal izq. kg.	5.23ab	4.52a	5.74bc	5.77bc	0.25
Hueso canal izq.	2.69a	3.11c	3.48b	3.23c	
Relación tejido blando:	<u>66.0</u>	<u>59.1</u>	<u>62.0</u>	<u>63.9</u>	
Hueso%	34.0	40.9	38.0	36.1	
Total grasa kg	0.56a	0.60a	0.77a	1.09c	0.09
Grasa en relación al peso vivo%	1.60a	2.0ab	2.41b	3.41c	0.27
Energía retenida Mcal	18.77	16.42	22.81	26.74	

* Literales diferentes en un mismo renglón indican a-b = p < .05; a-c = p < .01

** Rendimiento en canal en relación al peso vivo vacío.

mediana y alta en energía, en comparación con el peso de la canal de los animales de la dieta baja en energía y con el peso de la canal de los animales sacrificados al inicio del estudio; es decir, que durante el período de mantenimiento en los tratamientos mediano y alto, la pérdida de peso de los animales correspondió a una disminución del contenido digestivo, en cambio, la canal incrementó de tamaño. Como consecuencia de lo anterior, el rendimiento en canal y el rendimiento en relación al peso vivo vacío de estos animales fue más elevado. El mayor peso de las canales en los tratamientos mediano y alto fue debido a que tuvieron una mayor cantidad de hueso, pero la cantidad de tejidos blandos no cambió en relación a la observada al inicio. Esta diferencia se nota por la mayor proporción de hueso en la canal de los tratamientos de mantenimiento en comparación con la composición inicial. Al final del período de mantenimiento, los animales de los tratamientos mediano y alto

tuvieron una mayor cantidad de tejido adiposo en comparación con los animales sacrificados al inicio, es decir, utilizaron parte de la energía dietética para sintetizar grasa, sin haber cambiado su peso vivo.

La ER se muestra en el Cuadro 3. Los animales del tratamiento bajo perdieron energía durante el período de mantenimiento en comparación con la energía existente en los ovinos al inicio; en cambio, los individuos de los tratamientos mediano y alto acumularon energía.

La evolución de la ER se ajustó a la siguiente ecuación de regresión cuadrática $Y = -194.2905 + 3.086X - 0.01083X^2$ ($R^2 = 0.42$; $p < .05$)

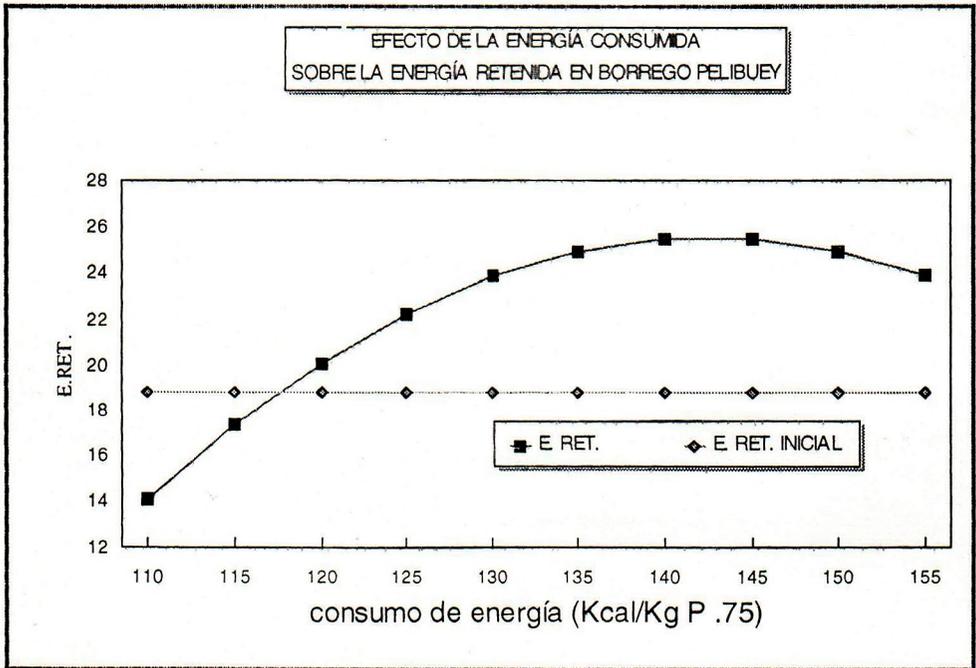
En donde

Y = Energía retenida (Mcal)

X = Consumo de EM kcal/kg P.75

Con base en esta ecuación, se estimó el requerimiento de EM para lograr cero cambios de la ER en 117 kcal/kg p.75/d; este valor se define como el requerimiento energético de mantenimiento. La ecuación

FIGURA 2



anterior está graficada en la Figura 2.

DISCUSION

Durante el período de crecimiento, el consumo de alimento fue ligeramente menor y la ganancia de peso fue mayor a lo esperado, según las tablas de alimentación propuestas para los ovinos de raza Pelibuey (1.446 kg y 0.175 kg respectivamente) (9). En la Figura 2 se aprecia mediante la comparación de la pendiente de la curva de regresión, que la energía es retenida en el organismo con mayor eficiencia, en el nivel de consumo energético cercano al mantenimiento (117 kcal EM/kg p.75/d), en comparación con niveles de consumo superiores en donde se propicia un aumento de peso. El punto de inflexión de la curva de regresión cuadrática (cambio en la pendiente), fue en un consumo de energía de 142 Kcal; este último valor representa el

promedio del consumo de energía de los animales del tratamiento alto, que fueron los que ganaron peso durante el experimento. Todos los sistemas de cálculo de los requerimientos energéticos de los ruminantes, coinciden con el argumento anterior; en el sentido de que la energía se utiliza con mayor eficiencia para lograr el mantenimiento del peso, en comparación con la energía utilizada para el crecimiento (3, 4, 5).

El requerimiento de energía necesario para el mantenimiento, de 117 kcal EM/kg P.75/d es superior al informado previamente para razas lanares en clima templado (3, 4). Se ha mencionado que el requerimiento energético para ganancia de peso del borrego Pelibuey en crecimiento explotado en clima tropical (9), es superior al sugerido para las razas lanares en clima templado. Esta diferencia puede ahora ser explicada, en parte, porque el borrego Pelibuey

requiere una mayor cantidad de energía destinada al mantenimiento, motivado probablemente por el medio ambiente tropical donde se desarrolla, y que se caracteriza por registrar elevadas temperaturas y alta humedad relativa.

En México otros autores (15), trabajando en la zona semiárida, con ovinos Pelibuey de tres meses de edad en pastoreo, calcularon las necesidades para el mantenimiento de peso en 86 kcal EM/kg p.75; sin embargo, estos autores pudieron haber subestimado el requerimiento, ya que el cálculo fue realizado en un grupo de corderos que estaban ganando peso, a partir de la extrapolación a cero ganancia de peso. Además, ignoraron en su cálculo los efectos de la digestión ruminal asociativa sobre la digestibilidad total de la dieta, que se origina entre un forraje pastoreado y un alimento balanceado utilizado como suplemento.

Otros autores (16, 17), han señalado para el ovino Pelibuey un requerimiento energético de mantenimiento similar al recomendado para ovinos de razas lanares: 98 y 100 kcal EM/kg p.75; no obstante, no son explícitos en la metodología del cálculo. A partir de los resultados de la composición corporal, se desprende que los animales alimentados con los tratamientos mediano y alto, sintetizaron tejido óseo y grasa interna, en relación con su composición inicial; esta síntesis no fue excesiva en comparación con la obtenida en animales alimentados con dietas de producción; 61:39 de relación tejidos blandos: hueso en animales cruzados (18) y de 3.6 a 4.3% de grasa interna en relación al peso vivo (19). Por lo tanto, la energía consumida por algunos de estos animales, fue utilizada para mantener el peso, favoreciendo el crecimiento óseo y propiciando un ligero acúmulo de grasa. Ello fue probablemente debido a que estos animales aún no alcanzaban el peso adulto y estaban creciendo.

Con base en lo anterior se puede concluir que, con la metodología aquí empleada, el requerimiento energético de mantenimiento del borrego Pelibuey en crecimiento mantenido en clima tropical es de aproximadamente 117 kcal EM/kg p.75/d.

EVALUATION OF THE ENERGY REQUIREMENT FOR MAINTENANCE IN PELIBUEY SHEEP

SUMMARY

The energy requirement for maintenance was measured in growing Pelibuey sheep. Twenty four sheep were used. At the beginning of the trial six animals were slaughtered to measure their body composition and retained energy (RE). The rest were assigned to 3 different treatments: low, medium and high energy intake. The evolution of RE intake followed a quadratic regression $Y = -194.2905 + 3.086 X - 0.01083 X^2$ ($R^2 = 0.42$; $p < 0.05$), where $Y = RE$ (Mcal) $x =$ Metabolic energy intake (kcal/kg W.75/d). Energy requirements for zero change in RE was estimated in 117 kcal/kg W.75/d. It is concluded that part of the energy used for body maintenance was converted into bone and fat as the experimental animals were still growing.

KEY WORDS: Pelibuey sheep, Energy requirements, Energy for maintenance.

REFERENCIAS

1. Fattent I, Deb Hovell D F, Orskov R E, Kyle J D, Pennie K, Smart I R. Under nutrition in sheep. The effect of supplementation with protein and protein accretion. *British J. Nutr.* 1984; 52:561.
2. Graham N M. Maintenance and growth. In: Elsevier Scientific Publishing Co. (ed.) *Sheep and goat production*. U.S.A. 1982.
3. NRC. National Research Council. *Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Sheep. Sixth Revised Edition*. Ed. National Academy of Sciences. Washington, D.C. U.S.A. 1985; 2-8.
4. Bocquier F, Theriez M, Prache S, Brelurut. Alimentation des ovins. En: Jarrige R. (ed) *Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins*. I.N.R.A. Paris, France 1988:249-271.
5. A.R.C. Agricultural Research Council. The nutrient requirement of ruminant livestock. En: *Commonwealth Agricultural Bureaux*. U.K. 1984.
6. Bores Q R, Romano M J L, Castellanos R A. El uso de la pulpa de henequén en raciones de mantenimiento para el borrego Pelibuey. Reunión de Investigación Pecuaria en México. INIFAP-SARH FMVZ-UNAM. 1982:469-473.
7. Bores Q R, Martínez A A, Castellanos R A. Respuesta de crecimiento compensatorio en ovinos alimentados previamente con dietas de mantenimiento. Reunión de Investigación Pecuaria en México. INIFAP-SARH FMVZ-UNAM. 1985:147.
8. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. U.N.A.M. México, D.F. 1973.

9. Solís R G, Castellanos RA, Velázquez MA, Rodríguez G F. Determination of nutritional requirements of growing hair sheep. *Small Rum. Res.* 1991; 4:115.
10. Tejada de Hernández I. *Manual de Laboratorio para Análisis de Ingredientes Utilizados en Alimentación Animal*. México, D.F. Ed. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México. 1983:15.
11. Garret W N, Hinman N. Reevaluation of the relation between carcass density and body composition of beef steers. *J. Anim. Sci.* 1969; 28(1):615.
12. Storm E, Orskov E R. Biological value and digestibility of rumen microbial protein in lamb small intestine. *Proc. Nutr. Soc.* 1982;41:78A.
13. SAS Institute Inc. *SAS. User's Guide Statistics. Version 5 Edition*. Cary, N.C. U.S.A. 1985. Chapter 20 GLM.
14. Blaxter K L, Wainman F W. The utilization of energy of different rations by sheep and cattle for maintenance and for fattening. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 1964; 63:113.
15. Huerta C J M, Ramirez L R G, Kawas G J R. Determinación de los requerimientos para mantenimiento y crecimiento de borregos apacentando una pradera de zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*). *Memorias del 5º Congreso Nacional de Producción Ovina. Asoc. Mex de Técnicos Esp. en Ovinocultura y Univ. Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L.* 1-4 de abril. 1992:1-4.
16. Kawas J R, Huston J E. Nutrient requirements of hair sheep in tropical and subtropical regions. In: Shelton M, Figueiredo EAP (eds). *Hair sheep production in tropical and subtropical regions*. Berkeley, Ca. U.S.A. 1990:37-58.
17. Oyenuga V A, Akinsoyinu A O. Nutrient requirements of sheep and goats of tropical breeds. In: Fommesbeck P V, Harris L E, Kearl L C (eds.) *First international symposium, feed composition, animal nutrient requirements and computerization of diets*. Utah State University. Logan U.S.A. 1976:505.
18. G Cantón C J, Velázquez M A, Castellanos R A. Body composition of pure and cross bred Blackbelly sheep. *Small Rum. Res.* 1990; 7:61.
19. Martínez AA, Bores Q R, Velázquez MA, Castellanos RA. Influencia de la castración y del nivel energético de la dieta sobre el crecimiento y la composición corporal del borrego Pelibuey. *Téc. Pecu. Méx.* 1990; 28(3):125.