

COSTO ENERGÉTICO DE LA ACTIVIDAD DE VACUNOS EN PASTOREO Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN

Oscar N. Di Marco y Mario S. Aello. 2003. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata/INTA, Unidad Integrada Balcarce, Estación Experimental Agropecuaria Balcarce.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Manejo del alimento](#)

INTRODUCCIÓN

El costo energético extra de la actividad de bovinos en pastoreo es debido al efecto combinado del gasto de energía inherente a las acciones de caminar y pastorear o cosecha de forraje. Se considera que la actividad de rumia y de echarse y levantarse no difieren de los animales en confinamiento (Mc Graham, 1964a; Osuji, 1974; Holmes, McLean and Lockyer, 1978; Havstad y Malechek, 1982).

Si bien existe abundante información disponible sobre el tema, hay grandes divergencias en cuanto a la magnitud que distintos autores asignan al costo energético de la caminata y cosecha de forraje. En consecuencia, es difícil estimar con precisión el costo energético total de la actividad del animal en pastoreo. La controversia existente en el tema se origina porque las diferentes metodologías experimentales que se utilizan en las investigaciones pertinentes arrojan distintos valores.

En cuanto al tipo de metodología utilizada los estudios se pueden agrupar en tres categorías. Los primeros son los provenientes de calorímetros o cámaras de respiración, donde los animales se encuentran en condiciones artificiales y restringidos a los aparatos de medición. El segundo tipo de información surge de estimaciones de parámetros fisiológicos que varían en el mismo sentido que el gasto de energía, como dióxido de carbono, oxígeno y tasa cardíaca, entre otros. Finalmente están los experimentos que estiman si la actividad tiene algún efecto negativo en la evolución del peso vivo, en la producción de leche, o en parámetros reproductivos.

A continuación se analiza el tema, utilizando la información proveniente de distintos experimentos, conjuntamente con información propia obtenida en Balcarce con la técnica del radiocarbono. El objetivo del análisis es aportar evidencias experimentales para clarificar las siguientes tres preguntas que generalmente se han usado como sinónimos.

1. ¿Cuál es el costo energético de la caminata y pastoreo en animales en libre actividad?
2. ¿En qué medida la actividad de vacunos en pastoreo afecta el costo de mantenimiento del animal?
3. ¿Qué efecto puede tener el aumento del costo de mantenimiento en la producción de vacunos en pastoreo?

MAGNITUD DE LA ACTIVIDAD EN PASTOREO

DISTANCIA RECORRIDA

En potreros de mediana extensión (320 ha) se han registrado valores promedios de 4.7 km/día (Lahtrop y otros, 1988). En extensiones de 1464 ha, con distancias a la bebida de 5.6 km, se ha observado que las vacas Hereford caminaron 7.9 km y las Santa Gertrudis 12.6 km (Herbel y Nelson, 1966). Utilizando en el primer caso 1.5 h y en el segundo casi 3 h. Para el caso de pastoreo intensivo con vacas lecheras en potreros de 0.1 ha se han registrado valores de 0.9 km/día (Arnold y Dudzinski, 1978).

En pastoreo continuo intensivo se encontró que los animales caminaban 5.8 km/día y en rotativo entre 6 a 8 km/día (Walker y Heitschmidt, 1989). En cambio Hepworth y otros (1991) encontraron valores entre 2 a 3 km a cargas de 4 novillos entre 9 y 12 ha, para pastoreo rotativo y continuo. Por su parte Quinn y Harvey (1970) determinaron distancias de 3.2 y 4.3 km/día para novillos en cargas bajas y altas respectivamente.

Thomson y Barnes (1993) indica que las distancias recorridas por vacas lecheras en Nueva Zelanda varían entre 2 a 7 km/ ordeño, a un paso entre 2 a 3 km/h, con grandes variaciones entre tambos y entre días en un mismo tambo.

Para la mayoría de los sistemas de producción, intensivos y semi-intensivos, se puede esperar que los vacunos caminen entre 3 a 5 horas y recorran un distancia entre 2 a 8 km.

TIEMPO DE PASTOREO

Se estiman tiempos de pastoreo diarios de 7 horas, con diferencias entre vacunos de distinto tamaño adulto. Los animales de mayor frame tienden a pastorear hasta 70 minutos más por día. El tiempo de pastoreo máximo no supera las 10 horas/día (Erlinger y otros, 1990).

El tiempo total de pastoreo oscila entre 9 a 10 hora/día en las distintas estaciones del año, con variaciones entre tiempo de pastoreo diurno y nocturno según la época del año. En general el pastoreo nocturno aumenta en la medida que disminuye el foto período (Aello y Gómez, 1984).

CONCEPTO DE GASTO DE ENERGÍA

La energía metabolizable del alimento (EM) consumida por el animal, en parte se pierde como calor (C) y el resto se retiene (o excreta) como producto (energía retenida, ER), de acuerdo a la siguiente relación:

$$EM = \text{Calor} + ER$$

El calor es el resultado de todos los procesos fisiológicos y metabólicos que demandan ATP, en el cual se incluye la contracción muscular. La retención (ER) representa la energía almacenada como grasa, proteínas y además lactosa, en el caso de la leche. El costo energético de las acciones de caminar y cosechar el forraje, es en última instancia la demanda de ATP requeridos para las respectivas contracciones musculares de caminar y cosechar el forraje. Según la ecuación, una producción extra de calor por actividad tiene que afectar en la misma proporción la ER, a menos que se compense por un incremento proporcional del consumo de EM.

TRABAJO MUSCULAR Y DEMANDA ENERGÉTICA

La unidad estructural del músculo es la fibra muscular, que está formada por miofibrillas embebidas en un medio semilíquido. El contenido celular tiene un 65 % de la proteína muscular en forma fibrilar y otro 35 % en una fracción amorfa en estado acuoso en el retículo sarcoplásmico. Las miofibrillas están formadas por 55 % de miosina, 20 % de actina, 7 % de tropomiosina, 3 % de troponina y 15 % de otras. La miosina se distribuye en capas externas y la actina en el medio, pudiendo ambas deslizarse unas sobre otras durante la contracción y relajación muscular.

Para que la contracción ocurra es necesario que se libere Ca del retículo sarcoplásmico y forme un complejo con la troponina, permitiendo que la miosina y la actina se deslicen una sobre otra y el músculo se contraiga. Posteriormente el Ca tiene que ser bombeado de vuelta al retículo sarcoplásmico con gasto de ATP, para que la tropomiosina inhiba la troponina y ambas proteínas vuelvan a su estado inicial o de relajamiento muscular.

La demanda ATP está estequiométricamente relacionada con el desprendimiento de calor, con el consumo de oxígeno y con la producción de CO₂. Esto es debido a que cada mol de ATP utilizado tiene que ser generado por la oxidación de glucosa, AGVs, grasas o proteínas. Cuando se oxidan AGVs se desprenden 20 Kcal por mol de ATP (Blaxter, 1971). A su vez, se requiere consumir 1 litro de oxígeno durante dicha oxidación cada 5 kcal y se produce 1 litro de CO₂ cada 5.26 Kcal (Elia y otros, 1988).

El gasto energético de la contracción muscular, como el de otras funciones, puede medirse en kilocalorías (kcal) o megacalorías (Mcal), o en términos de los mililitros de O₂ consumido o de CO₂ producidos durante la actividad.

METODOLOGÍAS DISPONIBLES PARA ESTUDIAR EL GASTO ENERGÉTICO DE LA ACTIVIDAD

El gasto energético se puede estimar por medio de calorimetría directa, o midiendo el consumo de oxígeno y producción de dióxido de carbono, que se conoce como calorimetría indirecta. También se utiliza la medición de parámetros fisiológicos correlacionados con la producción de calor, y por la reducción de la producción de carne o leche.

1. Calorimetría directa o indirecta, lo cual requiere confinar el animal por un corto tiempo en calorímetros o cámaras de respiración (Clapperton, 1964; McC Graham, 1964, Holmes y otros, 1978). La limitante principal es que el animal está restringido de movimiento y en un medio artificial, donde solamente se pueden realizar estudios de corta duración.
2. Estimación de parámetros fisiológicos. Tasa cardíaca (Chabot, 1992, citado por White, 1993), o intercambio gaseoso en ovinos traqueomizados (Young y Webster, 1963) y tasa de dilución del radiocarbono (Di Marco y otros, 1994), son los métodos más utilizados en ovinos y vacunos.
3. Variaciones de parámetros productivos. Algunos autores como Lamb y otros (1979), Nicholson (1987) y Thomson y Barnes (1993), han evaluado el efecto de la actividad sobre la ganancia de peso, producción de leche, porcentaje de pariciones u otros parámetros productivos. Es importante recalcar que este enfoque mide si la actividad afecta la producción y no el costo de la actividad.

COSTO DE LA ACTIVIDAD SEGÚN CALORIMETRÍA

Ribeiro y otros (1977) concluyen que el costo de mover 1 kg de peso es relativamente constante entre especies, con un valor de 0.49 kcal/kg/km. Este valor promedio ha sido utilizado como base de los cálculos para tablas de

alimentación y coincide con trabajos previos de Brody (1945, citado por Osuji, 1974) que estimaron 0.45 kcal/kg/km. El costo de comer ha sido estimado por Osuji (1974) en 0.62 y 0.45 Kcal/kg/h de consumo de heno cortado y en pastoreo, respectivamente.

Los datos citados indican que el costo energético de caminar 1 km y de pastorear 1 hora son similares, con un valor promedio cercano a 0.5 kcal/ kg de peso del animal. Utilizando este valor de gasto energético se puede estimar que el costo extra de un vacuno que camina 6 km y pastorea 10 horas, es del orden del 30 a 40 %, con respecto al de un animal en corral.

McC Graham (1964) estima, que el gasto energético por actividad en ovinos incrementa la producción de calor un 34 a 72 %, según la disponibilidad de la pastura. Ribeiro y otros (1977) concluye que el gasto de energía de vacunos que caminan 6 km/día aumenta un 24 %.

Havstad y Malechek (1982) estimaron la tasa de producción de CO₂ en vaquillonas en pastoreo y en jaulas consumiendo el mismo forraje, y concluyeron que las primeras tenían un gasto de energía 46 % más alto. Holmes y otros (1978) midieron la producción de oxígeno de novillos en pastoreo antes, durante y después del consumo, llegando a concluir que la acción de cosechar el forraje podría aumentar el gasto de energía entre 0.1 al 8 % en una buena pastura y entre 1.3 a 15.7 en una de baja calidad.

EFFECTO DE LA ACTIVIDAD EN LA PRODUCCIÓN

Lamb y otros (1979) compararon el efecto de caminar 1.6 km día en vaquillonas lecheras de 2 años. La caminata se realizó a 5.5 km/h, durante 40 días preparto y/o durante 10 días postparto. El efecto de caminar 50 días incrementó el consumo de energía de 41.6 a 43.6 Mcal/día (2 Mcal/d) y la producción de leche aumentó de 19.9 a 22.8 kg/día sin cambios en la composición de la misma. En 285 días de lactancia los animales que caminaron produjeron 184 kg de grasa y los que permanecieron estabulados 176 kg. Es decir, produjeron 8 kg más de grasa con un consumo adicional de 75 Mcal que equivalen a una suplementación de 24 kg de concentrados. Las vacas que caminaron requirieron menos servicios por concepción, mejoraron la facilidad de parto y aumentaron la eficiencia del uso del alimento.

El experimento no comprobó la hipótesis anticipada de que "el ejercicio aumentaría el consumo o reduciría el peso corporal". Sin embargo, los resultados de otro experimento del mismo autor no mostraron ventajas del ejercicio en vacas adultas. Por lo tanto hay una interacción entre la velocidad, distancia, duración y edad de la vaca que aún no ha sido elucidada.

Nicholson (1987) hizo caminar hasta una aguada situada a 40 km, cada 3 días durante 8 meses vacas zebú (borana) secas, lactantes, terneros de 1 año y de 2 años. De forma tal que caminaron en el período mencionado 3000 km más que los animales que permanecieron en la pastura. Midió los cambios de peso, el crecimiento de los terneros, el porcentaje de pariciones y el peso al nacer. No observó diferencias significativas entre los que caminaron y permanecieron en la pastura. Por ejemplo los novillitos de 1 año llegaron al final del experimento (20 a 21 meses) con 213 kg y los que no caminaron con 235 kg. Concluyó que, al igual que los resultados de Payne (1965, citados en el trabajo), las diferencias en cambio de peso debido a la caminata son pequeñas en comparación a la influencia de las variaciones estacionales en calidad y cantidad del forraje.

Thomson y Barnes (1993) compararon la producción de vacas lecheras que caminaban al ordeño 0.4 km/día que consideró como testigo, con dos grupos experimentales. Uno caminaba 4 km/d ascendiendo una loma de 11 m de elevación y el otro recorría 8 km/d ascendiendo entre 34 a 40 m. Los resultados que se resumen a continuación, indican que la caminata no afectó la producción.

Cuadro 1. Producción diaria de grasa, proteínas y sólidos totales (kg) de vacas lecheras en diferentes niveles de actividad

Tratamiento	Grasa	Proteínas	Sólidos
Testigo	0.68	0.45	1.05
4 km/d	0.72	0.47	1.05
8 km/d	0.69	0.45	1.00

INFORMACIÓN OBTENIDA EN BALCARCE

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

La técnica del radiocarbono se considera la metodología más apropiada para estudios con animales en libre actividad (Whitelaw, 1974; Sahlu y otros, 1988; White, 1993), ya que las mediciones se pueden realizar sin interferencias cuando los mismos caminan o pastorean en el potrero.

La metodología consiste en infundir en forma continua intraperitonealmente una solución de C₁₄ y determinar la radioactividad del C₁₄ en el CO₂ de muestras de saliva

El C_{14} marca el CO_2 de todo el organismo y como la infusión es constante la radioactividad por unidad de CO_2 de la saliva (actividad específica) disminuye al aumentar la producción de CO_2 , y viceversa. Del cociente entre la tasa de infusión y la actividad específica se calcula la producción de CO_2 . Para utilizar esta metodología se requieren animales con catéteres en el peritoneo y en glándula parótida para la colección de saliva.

En el primero se infunde la solución marcadora con bombas peristálticas portátiles, y el segundo se utiliza para coleccionar muestras de saliva. En éstas se determina por un lado la cantidad de CO_2 , y por otro la radioactividad en un contador de centelleos.

PRODUCCIÓN DE CO_2 Y COSTO ENERGÉTICO DEL PASTOREO

En el Cuadro 2 se muestra que durante el pastoreo a alta tasa de bocados la producción de CO_2 ($ml\ CO_2/h.kg^{0.75}$) aumentó con respecto al reposo un 52%, y en un 16% cuando la misma fue moderada. El incremento equivale a un costo energético por hora de pastoreo de 0.46 y 0.14 kcal/kg de peso, para la alta y moderada tasa de bocados, respectivamente. El costo de cosecha de forraje de 0.14 kcal/h/kg estimado en la pastura de alta disponibilidad, es menor que la estimación de Osuji (1974) de 0.45 Kcal/kg/h de pastoreo, en tanto que la obtenida cuando los animales pastorearon a la máxima tasa de bocado coincide con el autor mencionado.

Los incrementos del 16 y 52% obtenidos en ambas pasturas están en concordancia con datos de la literatura, donde se citan valores del 14 al 50%. Por ejemplo Osuji (1974) predice a través de modelos de simulación incrementos del 25 al 50%. Havstad y Malechek (1982) encuentran aumentos en el gasto de energía atribuibles al acto de comer del 23% en vaquillonas pastoreando agropiro crestado en disponibilidades decrecientes. En cambio Holmes y otros (1978) observaron valores menores, comprendidas en el rango entre el 14 al 18%, en base al consumo de oxígeno medido con una cámara de respiración móvil durante el pastoreo de vacunos.

Cuadro 2: Producción de CO_2 y costo energético de novillos en reposo o pastoreando a alta y moderada tasas de bocado.

Parámetro	Raigrás (1994) Alta tasa bocados	Avena (1995) Moderada tasa bocados
Prod. CO_2 observada ($ml\ CO_2/h.kg^{0.75}$)		
Reposo (corral)	677a \pm 25	650c \pm 27
Pastoreo	1029b \pm 39 (*)	754d \pm 40
Incremento relativo (%)	52	16
Costo energético estimado		
Reposo en kcal/ $Kg^{0.75}/día$	85.46	82.06
Costo extra por pastoreo		
kcal/kg peso/h	0.46	0.14
Media \pm error standard a, b, diferencias significativas ($p < 0,05$); c, d, diferencias significativas ($p < 0,06$) (*) promedio de los pastoreos de la mañana y la tarde		

PRODUCCIÓN DE CO_2 Y COSTO ENERGÉTICO DE LA CAMINATA

Al aumentar la velocidad de la caminata entre 1 y 4 km/h hubo un incremento del gasto de energía entre un 15 a 41%. El costo de caminar una hora a alta velocidad (4 km/h) en terreno plano, resultó similar al de caminar en un terreno con 6% de pendiente a la mitad de velocidad (2 km/h). En el Cuadro 3 se muestra cómo velocidad de la caminata y topografía incrementan el gasto energético relativo al reposo, expresado por hora de actividad o por kilómetro de distancia recorrida.

Cuadro 3: Incrementos en el costo energético de novillos caminando en terreno plano a distintas velocidades, o en terreno con pendiente, expresado por hora de caminata y por kilómetro recorrido.

Velocidad (km/h)	Tipo de Terreno	Incremento en el costo energético*	
		kcal/kg/h	kcal/kg/km
1	plano	0.51	0.13
2	plano	0.98	0.12
2	pendiente	1.36	0.17
*Incremento por encima del costo estimado en corral ($82.6\ kcal/d.kg^{0.75}$)			

La caminata en el plano tuvo un costo de 0.12 a 0.13 Kcal/km por kg de peso vivo, inferior al valor convencionalmente utilizado de 0.49 derivado del experimento de Ribeiro y otros (1977). Es importante destacar que los

autores citados midieron el consumo de oxígeno de cuatro novillos caminando sobre una cinta transportadora a velocidades comprendidas entre los 2 y 5 km/h, y que posiblemente en tales condiciones se haya sobreestimado el costo energético de la caminata al aire libre (Mc Graham, 1964b).

EFEECTO ACUMULATIVO Y RESIDUAL DE LA CAMINATA

No hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) en producción de CO_2 entre muestras obtenidas en los 30 minutos iniciales o finales de cada hora de caminata, en terreno plano o en la pendiente. La tasa de producción de CO_2 decayó rápidamente luego de concluida la actividad, siendo el patrón de caída similar en los dos días en que se realizaron los ejercicios. Dos horas después de terminada la caminata dicha tasa fue un 13% superior a la del animal en reposo en corral, y sólo un 7% superior cuando el descanso fue de 4 horas. Los datos indican que la caminata no tiene un afecto acumulativo durante el desarrollo del ejercicio, ni residual de larga duración durante el descanso. La recuperación postactividad observada en este estudio es coincidente con resultados obtenidos por Corbett y otros (1971) y Méndez (1994).

EFEECTO DE LA ACTIVIDAD EN EL COSTO DE MANTENIMIENTO DEL ANIMAL

Dentro del rubro actividad se agrupan ejercicios que pueden tener costos energéticos diferentes según las condiciones en que se llevan a cabo, como por ejemplo ocurre con el pastoreo a moderada y alta frecuencia, y con las caminatas a distintas velocidades o en diferentes topografías. El efecto proporcional que éstas pueden tener en el costo energético de mantenimiento del animal, que se calcula para un promedio de 24 h, depende tanto de sus respectivos costos energéticos como del tiempo relativo que duran con respecto al reposo. Por lo tanto hay que diferenciar el costo energético de una actividad en particular de su efecto proporcional en el costo de mantenimiento, ya que una actividad relativamente costosa en términos energéticos, no necesariamente afecta al mantenimiento en gran medida si se realiza en un tiempo corto.

En una pastura de buena disponibilidad, calidad y estructura se estima que los animales pastoreen entre 8 a 10 horas/día a moderada tasa de bocados, y caminen no más de 5 km por día, para lo cual si se desplazan a una velocidad de 1 a 2 km/h insumen entre 2.5 a 5 h/d. Al disminuir la disponibilidad aumenta el tiempo de pastoreo y la frecuencia de bocado, y si los potreros o la distancia a la aguadas son grandes, las distancias que recorren son mayores. El efecto en el costo de mantenimiento de la distancia recorrida y del tiempo y frecuencia de bocado se resume en el cuadro 4.

La actividad energéticamente más costosa resultó el pastoreo a alta tasa de bocado, le sigue la caminata en pendiente o en el llano a paso rápido (3 a 4 km/h). La caminata a una velocidad de 2 km/h tuvo un costo moderado, y el pastoreo a baja tasa de bocado conjuntamente con la caminata a baja velocidad (1 a 2 Km/h) fueron de bajo costo energético.

Cuadro 4. Efecto de la actividad en el costo de mantenimiento del animal

Pastoreo		Distancia (km)	Velocidad (km/h)	Topografía	Mantenimiento (% de aumento)
Horas	Frec. bocado				
8	Moderada	5	1-2	Llano	8
8	Moderada	5	2	Pendiente	10
10	Moderada	8	2	Llano	12
8	Alta	5	2	Llano	18
10	Alta	8	2	Llano	27

Como se puede observar el principal efecto de la actividad es debido al costo energético del pastoreo a altas tasas de bocados. La velocidad, distancia recorrida y pendiente, así como el pastoreo a moderadas tasas de bocado tienen una baja incidencia en el costo de mantenimiento de los animales en pastoreo. Obsérvese que al aumentar el tiempo de pastoreo de 8 a 10 h y la distancia recorrida de 5 a 8 km, el costo de mantenimiento aumenta del 8 al 12 % cuando la tasa de pastoreo es moderada. En cambio, para 8 h de pastoreo y una distancia recorrida de 5 km, el aumento de la tasa de bocado aumenta el costo de mantenimiento de 8 a 18 %. Por otro lado, el caminar en pendiente solamente aumenta el costo de mantenimiento de 8 a 10 %.

Es decir que el aumento del costo energético de mantenimiento depende más de las condiciones en que se realiza el pastoreo que de la caminata *per se*. En consecuencia depende fundamentalmente de la condición de la pastura, ya que ésta determina la frecuencia de bocado y el tiempo de pastoreo. La caminata en sí incide muy poco (menos del 5%) porque es una actividad de corta duración y tiene un costo energético moderado o bajo cuando se realizada a baja velocidad. Además de ello su efecto residual es de baja magnitud.

EFECTO DEL AUMENTO DEL COSTO DE MANTENIMIENTO EN LA PRODUCCIÓN

En pasturas de buena disponibilidad el gasto extra de energía por actividad es bajo, variando entre el 8 a 12 % como se mostró en los cálculos anteriores. Dicho costo puede ser fácilmente compensado por un ligero aumento en el consumo, que estaría en el orden de los 150-250 gMS (para animales de 300-400 kg de peso corporal). Por lo tanto no es de esperar que la actividad tenga un efecto detectable en la producción. Ello explicaría por qué Nicholson (1987) y Thomson y Barnes (1993) no encontraron que la caminata haya producido mermas cuantificables en la producción de carne o leche.

En pasturas de baja disponibilidad (y altura o estructura) donde hay severas limitantes al consumo de forraje, el costo extra de mantenimiento puede ser del 25 a 30 %, principalmente debido al costo de pastorear. En este caso si los animales no pueden compensar con un mayor consumo, que se estima en 700 y 1200 g MS/día, según la calidad de las pasturas y peso de los animales, el gasto energético extra afectaría considerablemente la producción. Por lo tanto, las prácticas de manejo que posibiliten un mejor control de la altura, disponibilidad y/o estructura de la pastura reducirían el tiempo de pastoreo y la frecuencia de bocados, y en consecuencia disminuirían apreciablemente el costo extra de mantenimiento de los animales.

En condiciones de pastoreo donde los animales caminan menos de 8 km/d a baja o moderada velocidad, las prácticas de manejo destinadas a reducir la caminata no producirían un ahorro de energía suficiente para mejorar la producción.

CONCLUSIONES

Con la técnica del radiocarbono se determinó que el pastoreo a moderada tasa de bocado y la caminata tienen un costo energético de aproximadamente la cuarta parte del valor convencionalmente utilizado como costo de actividad, que representa 0.5 Kcal/kg de peso por hora de pastoreo o por km recorrido. El pastoreo a máxima tasa de bocado, donde se observó el mayor gasto de energía, fue similar al valor mencionado. El costo energético extra por actividad puede afectar el mantenimiento en un 10 a 15 %, y salvo en condiciones extremas de pastoreo a alta tasa de bocado y recorriendo grandes distancias dicho valor puede alcanzar el 25 a 30 %.

En condiciones normales de producción la caminata *per se* no puede afectar la producción del animal, ya que el costo energético de dicha actividad es muy bajo y puede ser compensado por un leve aumento del consumo de alimento.

BIBLIOGRAFÍA

- AELLO, M.S. y GOMEZ, P.O. 1984. Rev. Arg. Prod. Anim. 4: 533-546.
- ARNOLD, G.W. and DUDZINSKI, M.L. 1978. Ethology of free-ranging domestic animals. Elsevier Sci. Publ. Co. New York. 198 p.
- BLAXTER, K.L. 1971. Fed. Proc. 30: 1436-1443.
- CLAPPERTON, J.L. 1964. Br. J. Nutr. 18: 47-54.
- COCIMANO, M., LANGE, A. y MENVIELLE, E. 1975. Prod. Anim. 4: 161-190.
- DI MARCO, O.N.; MENDEZ, D.; CORVA, P.M. 1994. Rev. Arg. Prod. Anim. 13:117.
- DI MARCO, O.N; M. AELLO, D. MENDEZ. 1996. Anim. Sci.,63:45-50.
- DI MARCO, O.N; M. AELLO. 1998. J. Rang. Manage. 51:9-13. http://jrm.library.arizona.edu/data/1998/511/009-013_di_marco.pdf
- DI MARCO, O.N; M. AELLO.2001. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 53:105-110.
- ERLINGER, L.L. D. R. TOLLESON and C. J. BROWN. 1990. J. Anim. Sci. 68:3578.
- HAVSTAD, M. and MALECHEK, J.C. 1982. J. Range. Manage. 35: 447-450.
- HEPWORTH, K.W., et al. 1991. J. Range Manng. 44 (3): 259-262.
- HERBEL, C. H. and NELSON, A. B. 1966. J. R. Manag. 19:173.
- HOLMES, C.W., McLEAN, N.A. and LOCKYER, K.J. 1978. N.Z. J. Agric. Res. 21: 107-112.
- LAMB. R.C et. al. 1979. J. Dairy Sci. 62:1791.
- LATHROP, L. J et al. 1988. App. Anim. Behav. Sci. 21:1383.
- McC GRAHAM, N. 1964a. Aust. J. Agric. Res. 15: 969-973.
- MENDEZ, D. 1994. Mag. Tesis. Balcarce. Argentina. p.89.
- NICHOLSON, M.J. 1987. J. Agric. Sci. Camb. 109: 445-452.
- OSUJI, P.O. 1974. J. Range Manage. 27: 437-443.
- QUINN, J. A. and HARVEY, D. F. 1970. J. Range Manag. 23:50.
- RIBEIRO, J.M. de C.R., BROCKWAY, J.M. and WEBSTER, A.J.F. 1977. Anim. Prod. 25: 107-110.
- SAHLU, T. et al. 1988. J. Anim. Sci. 66: 2036-2043.
- SANCHEZ, M.D. and MORRIS, J.G. 1984. Can. J. Anim. Sci. 64 (Suppl.): 332-334.
- THOMSON, N.A. and BARNES, M.L. 1993. The Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 53:69-72.
- WALKER, J. W. and HEITSCHMIDT, R. K. 1989. J. Range Manage. 42:337.
- WHITE, R. 1993. Wordl Conference on Animal Production. Edmonton, Canada. pp 475-498.