

COSTO DE COSECHA: ¿La energía perdida?

NOTA TÉCNICA

Margarita Heinzen*

Los animales en pastoreo requieren más energía para mantener un equilibrio energético que la calculada para animales similares pero mantenidos en confinamiento. Este gasto energético adicional, dado por el trabajo de cosechar el alimento, ha sido definido como *costo de cosecha (CC)* y se agrega a la energía neta necesaria para mantenimiento por ser un gasto adicional que depende tanto de características del animal, de la pastura como del ambiente. Las estimaciones realizadas son escasas y varían en un amplio rango, desde 10 hasta más de 100%.

Las tablas para cálculos de requerimientos comúnmente utilizadas (NRC y AFRC) recomiendan realizar ciertos ajustes en la energía para mantenimiento en aquellas épocas en que los animales salen a pastorear. No se consideran en estas recomendaciones las diferentes condiciones de las pasturas (composición, disponibilidad, estado fisiológico, etc.) ni diferencias por manejo del pastoreo. El AFRC (1993) agrega costos adicionales por actividad, pero los factores de corrección en todos los casos son pequeños. Por ejemplo, la diferencia entre ovejas de 45 kg de peso vivo, estabuladas y en pastoreo en topografía llana, equivale a un aumento de los requerimientos de mantenimiento de 5% (1,40 a 1,48 Mcal/día). Pero en pastoreo el costo incremental de mantenimiento no se debe solamente a trabajo muscular, sino que se asocia con cambios de comportamiento en respuesta a condiciones de estrés ambiental, principalmente aquellas vinculadas con escasez de alimento.

En ovinos en pastoreo se han calculado (Osuji, 1974) aumentos del orden del 17% en el metabolismo de ayuno y de 18% debido a actividad física, llegando a un incremento total sobre los requerimientos de mantenimiento de 35%. Las características cambiantes de las pasturas (disponibilidad y digestibilidad del alimento) afectan el costo de cosecha al

variar la tasa y la cantidad consumida, así como el tiempo de pastoreo, asociado a la distancia caminada. A su vez la distribución de aguadas, clima y topografía generan interacciones entre estos factores. Por ejemplo, en una pastura con abundante forraje de buena calidad, un ovino empleará 6 h/día en pastorear, alrededor de 5 horas más que un animal similar estabulado, para consumir la misma cantidad de MS de igual calidad y además podría caminar 3 km/día. Según cálculos australianos (CSIRO, 1994), los costos de energía neta (EN) extras de estas actividades en pastoreo para un ovino representan un incremento de alrededor 20%. Bajo condiciones más extensivas, donde las actividades podrían exceder a las de animales estabulados en 8 h para comer, además de caminar 5 km/día en terreno inclinado, el costo en EN representa un incremento de 35-40% sobre mantenimiento. CSIRO (1994) sugiere, en sus estándares de alimentación del ganado, un incremento para animales no sometidos a estrés por frío en el rango de 10-20% en las mejores condiciones de pastoreo y alrededor de 50% para animales en condiciones extensivas en pastizales de topografía quebrada, donde caminan considerables distancias para pastorear en las áreas preferidas y tomar agua.

En condiciones de pastoreo, el animal ajusta su comportamiento a las variaciones en la condición de la pastura, aumentando la tasa de bocados cuando la disponibilidad se reduce. En Argentina, midieron el costo energético de pastorear sobre pasturas de 1480 kg MS/ha y 10.5 cm de altura contra pasturas de 2280 kg MS/ha y 27 cm de altura (Di Marco *et al*, 1996), y encontraron que el incremento sobre mantenimiento era de 20% cuando la tasa de bocados fue alta (menor disponibilidad y altura) y sólo 6% cuando la tasa de bocados era baja. Si bien la tendencia es clara, estos autores sostienen que existe una tendencia a sobreestimar los costos energéticos por pastoreo, dada la magnitud de los valores hallados.

¿CÓMO ESTIMAR EL COSTO DE COSECHA?

Las tablas australianas de cálculo de requerimientos (CSIRO, 1994), estiman el costo de cosecha a través de una ecuación que integra un costo de alimentación y un costo de rumia, la calidad de la dieta (digestibilidad) y el consumo de MS. En un segundo término, agrega el gasto de EN en caminar (Mcal/kg PV), el cual aumenta a medida que la cantidad de forraje verde disminuye y los animales caminan distancias más largas para proveerse de alimento. A su vez, pondera de forma diferente si la actividad física se realiza en topografía llana, ondulada o quebrada.

$$CC \text{ (Mcal EN/d)} = \{[C * CMS(0.9 - D)]\} + [0.01195T / (FV + 3)]PV$$

donde:

C: 0.0119 (ovinos y cabras) y 0.0014 (vacunos). Corresponde a alimentación + rumia.

CMS: consumo de materia seca de la pastura, kg/día, excluyendo alimento suplementario.

D: digestibilidad de MS (decimal)

T: 1.0; 1.5 ó 2.0 para topografías llanas, onduladas o quebradas, respectivamente.

FV: disponibilidad de materia verde, t MS/ha, (cantidad cortada a nivel del suelo). Si FV es muy bajo se sugiere incluir el forraje total (t MS/ha).

PV: peso vivo

Cañas y Aguilar (1992) relacionan el CC a la concentración calórica en la pastura, entendiendo por tal a la concentración energética que existe en determinada masa de forraje por unidad de superficie. Cuanto más disponibilidad calórica exista, menor es el costo asociado para cosecharla. Conociendo la disponibilidad calórica del material cosechado y las características del animal, el CC para ovinos puede calcularse de la siguiente forma:

*Ing. Agr., Depto. Producción Animal y Pasturas, EEMAC.

$$CC = 548.53 * (DISCAL - 922.66)^{-0.400617}$$

donde:

CC= costo de cosecha (kcal/unidad de PV/día)

DISCAL= disponibilidad calórica de la pradera (Mcal/ha)

Estas dos ecuaciones permiten vincular las características de la pastura con el incremento energético derivado de la actividad de pastoreo. Ambas funciones incluyen variables de disponibilidad y calidad de la pastura, lo que permite su aplicación a un rango importante de situaciones. En términos generales, la relación propuesta por ambas indica que el CC disminuye cuando la calidad o la cantidad de forraje aumenta. La función propuesta por el CSIRO (1994) presenta mayor sensibilidad a cambios en la digestibilidad de la pastura que en la cantidad (Figuras 1 y 2) y el rango de incremento respecto a mantenimiento se sitúa entre 30-40%.

La segunda ecuación presenta un buen ajuste para las disponibilidades altas, pero cuando las disponibilidades se acercan a 922,66 Mcal EM/ha, el costo de cosecha se hace infinito y matemáticamente la curva deja de existir. La hipótesis es que en este punto el animal decide dejar de cosechar de forma de optimizar su balance energético. El animal invertiría energía en pastoreo hasta aquel punto en que la relación costo de cosecha/energía cosechada, le permita cubrir los requerimientos de mantenimiento más el incremento calórico de producción más el costo de regulación térmica. Si el consumo de energía no es suficiente, se genera un balance negativo y el animal pierde peso.

En condiciones de pastoreo con escasez de forraje, el costo adicional de mantenimiento no puede ser explicado solamente por la actividad muscular, ya que los animales estarían sometidos a factores sociales y de comportamiento relacionados con una situación de estrés por competencia, lo que podría estimular el metabolismo del animal e incrementar sustancialmente el gasto energético. Se han definido dos mecanismos de respuesta al estrés. Uno, mediante el cual se produce una respuesta rápida frente a un estímulo hostil (Síndrome de Emergencia) y otro que ocurre cuando el animal se enfrenta gradual o prolongadamente a un estímulo causante de estrés (Síndrome General de Adaptación).

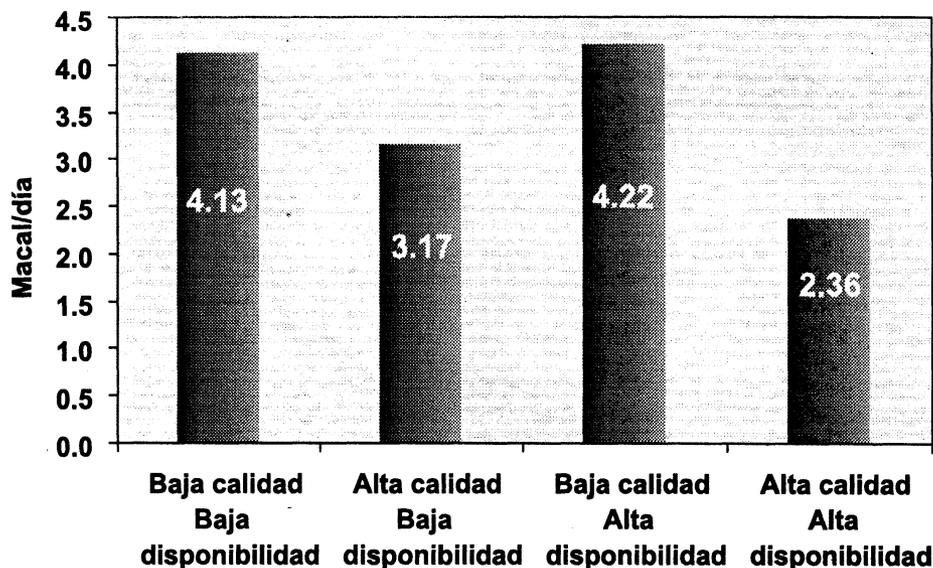


Figura 1 - Variación del CC ante cambios en la pastura según CSIRO (1994)

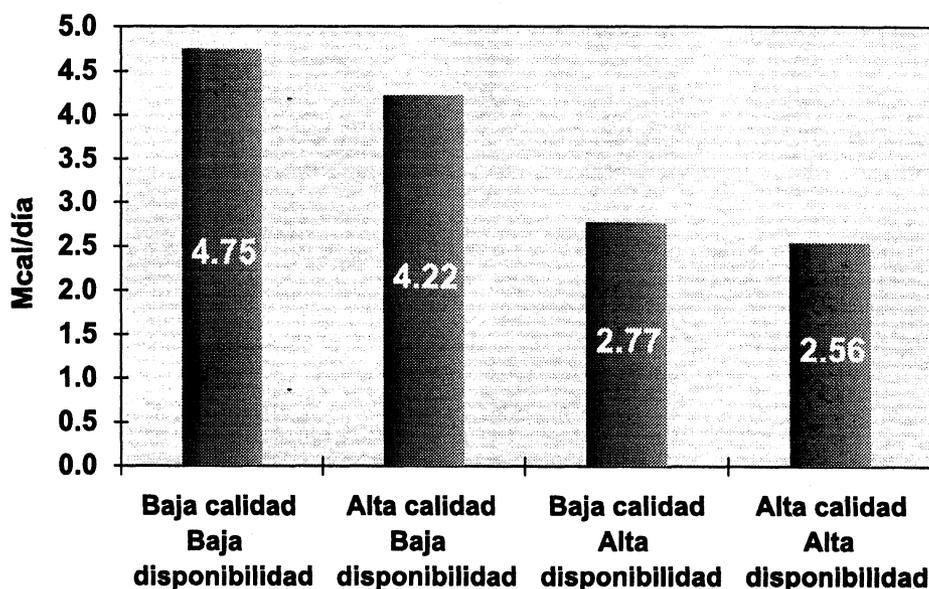


Figura 2 - Variación del CC ante cambios en la pastura según Cañas y Aguilar (1992)

En una serie de investigaciones en ratas se generaron situaciones de estrés mediante competencia por acceso al alimento y se estimó la secreción adrenal indirectamente por determinación de la glucosa en sangre. El cambio de peso vivo también se consideró como indicativo de estrés, bajo el supuesto de que éste es respuesta al gasto adicional de energía. Los animales sometidos a competencia por acceso al alimento presentaron un patrón similar a la glucemia en alimentación normal, pero a niveles significativamente superiores en los 10 y 60 minutos posteriores.

Adicionalmente, la competencia por acceso al alimento ocasionó un mayor esfuerzo físico, que redujo aún más la energía disponible para ganancia de peso. La competencia por acceso al alimento y por la cantidad de alimento son aditivos en el efecto de estrés.

Orcasberro *et al* (1990) trabajando con ovinos en crecimiento en pastoreo continuo sobre campo natural sobre suelos de la Formación Fraile Muerto no encontraron diferencias en consumo en tres asignaciones de forraje (disponible: 1789; 1092 y 794 kg MS/ha; altura del estrato pastoreado: 5,4:

2,7 y 1,7 cm) pero sí en ganancia de peso (72; 44 y 38 g/día, respectivamente; $P < 0.05$), sugiriendo que los animales sometidos a estrés nutricional severo en la asignación baja, destinaron mayor proporción de la energía consumida a cosechar el alimento y menos a ganancia de peso. Estos autores sugieren que los mecanismos de compensación del comportamiento ingestivo (aumento en la tasa de bocados y tiempo de pastoreo) permitieron a los animales lograr un consumo aceptable, pero a costa de una mayor actividad de pastoreo que aumentó sus requerimientos de mantenimiento y redujo su ganancia de peso.

MÉTODO DE PASTOREO Y COSTO DE COSECHA

Existirían evidencias de que los animales en pastoreo rotativo tienen ajustes en el comportamiento y serían capaces de recordar cuándo les corresponde un cambio de potrero. Se ha observado que los animales en su último día de pastoreo, cuando se ven enfrentados a una baja disponibilidad, presentan consumos casi nulos y permanecen echados gran parte del día esperando el ciclo siguiente. Para vacas lecheras se encontró que al pastorear en franjas diarias los requerimientos de mantenimiento eran iguales a los de vacas estabuladas. Estas observaciones llevaron

a plantear la hipótesis de que los animales en pastoreo rotativo reducirían el estrés por competencia cuando el forraje escasea, debido a la capacidad de anticipación respecto al movimiento hacia un nuevo potrero con mejor disponibilidad de forraje. Por el contrario, los animales en pastoreo continuo se verían enfrentados permanentemente a estrés a medida que el forraje escasea. Dicha hipótesis se probó en un experimento (Cañas y Aguilar, 1992) en el que se comparó el costo de cosecha de animales en pastoreo continuo o rotativo con baja (884 kg MS/ha) y alta (5000 kg MS/ha) disponibilidad de forraje, cuyos resultados se observan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Incremento porcentual en los requerimientos de mantenimiento a dos disponibilidades bajo diferentes métodos de pastoreo.

	Disponibilidad (kg MS/ha)	
	5000	884
Pastoreo continuo	39.02 %	176.07 %
Pastoreo rotativo	25.35 %	84.64 %

Los animales con alta disponibilidad de forraje presentaron un costo de cosecha menor que el que presentaron aquellos con baja disponibilidad, pero la magnitud del incremento fue diferente según el método de pastoreo. Además se concluyó que en condiciones de alta disponibilidad de forraje, tanto en sistema continuo como rotativo, la mayor parte del costo de cosecha puede explicarse por la actividad física del pastoreo. En cambio en condiciones de escasez, el trabajo muscular no es explicación suficiente, encontrándose hipertrofia de las glándulas suprarrenales,

aumento en la proporción de corteza suprarrenal y lisis del timo, lo que indicaría claramente situaciones de estrés en estos animales.

Cuando la presión de pastoreo es alta, el método de pastoreo podría afectar la eficiencia con que se utiliza la energía consumida, debido a diferentes condiciones generadoras de estrés bajo uno u otro método. En cambio, a igual disponibilidad de forraje, el tamaño del potrero más que el sistema de pastoreo afectaría el costo energético a través de cambios en los patrones de actividad de los animales. En

el Cuadro 2 se observan los resultados de la comparación de dos sistemas de pastoreo (continuo y rotativo) en dos tamaños de potrero. A igual tamaño de potrero, no existieron diferencias en comportamiento o producción de los animales debido al método de pastoreo, en tanto que el tamaño del potrero en pastoreo continuo y principalmente la distancia al agua determinaron mayores distancias caminadas, menor utilización de la pastura y mayor tiempo de pastoreo en los animales en pastoreo continuo en extensiones grandes.

Cuadro 2. Cambios en los patrones de actividad y ganancia diaria de vacas y vaquillonas en pastoreo rotativo y continuo, en diferentes tamaños de potrero.

	Pastoreo	Continuo	Pastoreo Rotativo
	207 ha	24 ha	24 ha
Disponible (kg MS/ha)	1322,2	1225	1100
% Utilización	41,4	39,7	53,0
Distancia caminada (km)	6,1	3,2	4,2
Tiempos (h/d)			
Pastoreo otoño	8,4	7,14	7,98
Pastoreo verano	9,6	8,16	9,12
Descanso	4,5	6,45	5,55
Traslado	0,9	0,45	0,45
GD vacas (g/día)	0,24	0,41	0,42
GD vaq. (g/día)	0,77	0,92	0,86

SUPLEMENTACIÓN Y COSTO DE COSECHA

El suministro de suplemento en un sistema pastoril puede realizarse con diferentes objetivos: minimizar pérdidas, maximizar performance o mejorar la utilización del forraje. Dependiendo del objetivo que se persiga variará la estrategia de manejo, el tipo y cantidad de suplemento a suministrar. En todos los casos la suplementación tiene efectos sobre el animal y sobre el pastizal, si bien estos efectos son diferentes. La suplementación energética es necesaria cuando la limitante principal es la cantidad de forraje disponible para el animal y su efecto es a través de una mejora del status nutricional neto, vía suplemento, disminuyendo generalmente, el consumo de forraje. Esta sustitución del forraje por suplemento puede ser beneficiosa (y necesaria) para el pastizal al disminuir la presión de pastoreo que se ejerce sobre la vegetación. Por otro lado la suplementación con compuestos nitrogenados (nitrógeno no proteico o proteína verdadera) se sugiere cuando la cantidad es abundante pero la calidad del forraje es baja, lo que impone restricciones al consumo disminuyendo la utilización del pastizal y favoreciendo su endurecimiento. El efecto principal de este tipo de suplementación es permitir una mejor digestión de la fibra en rumen a través de un aporte de nitrógeno y energía rápidamente disponible para la población microbiana, lo que produciría aumentos en el consumo.

Cuando se realiza suplementación se registran cambios en el comportamiento de los animales suplementados, los que generalmente reducen su tiempo de pastoreo y cambian sus patrones de selectividad, lo

que explicaría las variaciones en consumo. En invierno, en condiciones limitantes de forraje, se ha encontrado disminución del tiempo de pastoreo diario en los animales suplementados, en tanto este ajuste no se produjo en primavera. Sin embargo, en primavera, se registró un mayor tiempo de traslado en los animales suplementados. Dado que el tiempo de traslado se relaciona con la elección del sitio de pastoreo, estos animales habrían tenido una mayor selectividad, lo que resultó en una dieta de mejor calidad que tuvo efectos positivos sobre el consumo de nutrientes.

En nuestro país, Bianchi *et al* (1995) suplementando ovejas en el último tercio de gestación en campo natural sobre suelos de Fray Bentos durante el invierno, encontraron altas tasas de sustitución de forraje por concentrado, las que no produjeron diferencias en el consumo total de materia seca entre animales suplementados y no suplementados en igual condición corporal. Sin embargo, la performance animal en términos de sobrevivencia de ovejas y corderos nacidos mellizos fue 57% superior en el grupo suplementado, sugiriendo que existieron ajustes en el comportamiento animal con el objetivo de optimizar su balance de energía. Posiblemente estos ajustes se relacionen con disminuciones en el tiempo de pastoreo con el fin de reducir los costos energéticos de cosechar el alimento en condiciones adversas (disponible: 625 ± 360 kg MS/ha; altura promedio del tapiz: $1,71 \pm 0,59$ cm).

POSIBILIDADES DE MANEJO DEL COSTO DE COSECHA

Existen posibilidades de disminuir el costo de cosecha a través de estrategias de

pastoreo que utilicen los conceptos vertidos anteriormente y que se apoyen en el conocimiento básico del proceso. Se ha cuantificado por simulación el impacto que tendría controlar el costo de cosecha en condiciones de invierno sobre la performance de ovinos pastoreando campo natural de distribución primavera-estival y se encontró que la relación energía consumida: energía destinada a producción aumentaba entre 10-15%, cuando el costo de cosecha disminuía por implementación de un pastoreo rotativo con descansos prolongados de la pastura o se suministraba estratégicamente suplemento en condiciones de estrés nutricional. Este tipo de medidas permitirían no sólo mejorar la productividad animal al reducir las ineficiencias del proceso de pastoreo, sino que también favorecerían la producción de forraje al proveer adecuados periodos de descansos a las especies más valiosas del tapiz o por alivio de la presión de pastoreo que generan los animales al sustituir forraje por suplemento.

Otras alternativas tales como el acceso restringido a una pastura de mejor calidad en tiempos de restricción alimenticia o la división del período de pastoreo en "sesiones", así como la subdivisión de potreros grandes o la implementación de medidas que mejoren la distribución de los animales en condiciones extensivas (bloques, aguadas, suplementos), deberían considerarse como importantes herramientas destinadas a mejorar la performance animal por reducción del costo de cosecha, que es la porción de los requerimientos de mantenimiento posible de ser manipulada.■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRC. 1993.** Energy and protein requirements of ruminants. Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB International. Wallingford, UK. 159p.
- BIANCHI, G.; BRUNI, M.; SOCA, P.; HEINZEN, M.; BENTANCUR, O.; CRISTALDO, J.; FAGUAGA, P. y PISCIOTTANO, R. 1995.** Suplementación preparto y desempeño de ovejas Corriedale en pastizal nativo. II. Efecto de la suplementación y del estado corporal sobre el consumo de ovejas gestando mellizos. XIV Reunión Latinoamericana de Prod. Anim. 19. Congreso Argentino de Prod. Anim. Mar del Plata, Argentina. Revista AAPA 15(2):535-537.
- CAÑAS, R. y AGUILAR, C. 1992.** Requerimientos de energía para costo de cosecha. In: Simulación de sistemas pecuarios. Ruiz, M. Ed. RISPAL. IICA. San José. Costa Rica. 72-81.
- CSIRO. 1994.** Feeding standards for australian livestock. Ruminants. Standing Committee on Agriculture and Resource Management. Ruminants Subcommittee. Victoria. Australia.
- DI MARCO, O.N.; AELLO, M.S. and MÉNDEZ, D.G. 1996.** Energy expenditure of cattle grazing on pastures of low and high availability. Anim. Sci. 63:45-50.
- ORCASBERRO, R.; CHAGAS, I.; BENTANCUR, O. y DE SOUZA, D. 1990.** Efecto de la asignación de forraje sobre la performance de borregos Corriedale en campo natural. In: II Seminario Nacional de Campo Natural. INIA. Soc. Uruguaya de Pasturas Naturales. Facultad de Agronomía. Plan Agropecuario. 15-16 Noviembre 1990. Tacuarembó. Uruguay. Hemisferio Sur Ed. 33-340.
- OSUJI, P.O. 1974.** The physiology of eating and the energy expenditure of the ruminant at pasture. J. Range Management. 27(6):437-443.