

III Workshop sobre mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el sector Agroforestal organizado por la Red científica de Mitigación de Emisión de Gases de Efecto Invernadero en el sector Agroforestal (REMEDIA), celebrado en Valencia (España) el 10 y 11 de Abril de 2014

PROPUESTA METODOLOGICA PARA EL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE LOS SISTEMAS CAPRINOS

Gutiérrez-Peña R.^a, Pérez-Neira D.^b, Mena Y.^a, Soler Montiel M.^a

^a Universidad de Sevilla. Ctra. de Utrera, km. 1 41013, Sevilla

^b Universidad Pablo de Olavide. Ctra. de Utrera, km. 1 41013, Sevilla.

1. Introducción

En el contexto actual de cambio climático y escasez energética, los estudios energéticos toman gran importancia en la toma de decisiones en agricultura y ganadería, como indicadores de sostenibilidad ambiental, eficiencia y viabilidad técnico-productiva. Estos análisis energéticos (AE) se han centrado en el estudio del comportamiento de la agricultura y en escasa medida de la ganadería. Sin embargo, los indicadores energéticos derivados del análisis de la agricultura esconden la complejidad del comportamiento energético de la ganadería pastoral entendida como una actividad integrada en los espacios naturales y en coexistencia con la agricultura. Además, la metodológica utilizada puede hacer variar enormemente los resultados, especialmente aquellos que están relacionados con la alimentación animal y la producción de estiércol. Por tanto, es necesario un enfoque multidisciplinar capaz de adaptar indicadores específicos que den cuenta de la complejidad energética de la ganadería, y particularmente, de los sistemas pastorales.

2. Materiales y Métodos

La propuesta metodológica presentada en este trabajo tiene carácter general para el estudio y análisis del comportamiento energético de los sistemas ganaderos. Con el objetivo de ilustrar los resultados obtenidos, se realizó un estudio de caso una explotación caprina pastoral.

Los límites del sistema fueron definidos mediante cinco niveles analíticos: el nivel 0 se correspondió al output energético medido por la producción bruta ganadera; el nivel 1 cuantificó el consumo de Energía Directa dentro de la explotación; el nivel 2 el consumo de Energía Indirecta, es decir, el coste energético de producir los inputs empleados durante el proceso productivo; en los niveles 3 y 4 se cuantificó la Energía proporcional consumida por el Capital Fijo, en concreto, el consumo de energía asociado a la amortización de la maquinaria (nivel 3) y el mantenimiento y reparaciones del capital fijo (nivel 4).

Para representar el output energético (EO) de la ganadería caprina, se seleccionaron tres indicadores: 1) EO_a = leche+ carne; 2) EO_b = EO_a + Reempleo de Estiércol y 3) EO_c = EO_a + Estiércol total. En el primero se contabilizó solamente el output energético comestible en forma de leche y carne, en el segundo se tuvo en cuenta además la energía del estiércol que puede ser recolectado y reutilizado en la propia explotación o fuera y en el tercero se recogió la producción energética ganadera en su totalidad.

Se han propuesto una serie de indicadores relacionados con la alimentación animal, adicionales a los utilizados convencionalmente en agricultura (Daalgard, 2001; Pimentel, 2006): **1)** Eficiencia Energética de la Alimentación (EEA) = Output /Energía Bruta de la Alimentación con Coste de Oportunidad; **2)** Dependencia Energética de la Alimentación (DEA) = EB Alimento/Necesidades de EB del rebaño x 100; **3)** Aporte Energético del Pastoreo (AEP) = (Necesidades – EB alimento)/Necesidades)*100; **4)** Coste Energético Evitado Pastoreo (CEE_p) = AEP + Energía Indirecta del AEP. El indicador EEA se calculó en base a las tres definiciones de output energético: EEA_a, mide la eficiencia de transformación en carne y leche; EEA_b mide la eficiencia de transformación en energía utilizada directamente; y EEA_c mide la eficiencia en términos de energía potencialmente utilizable. El indicador DEA mide la dependencia energética causada por la compra de alimentos

para el ganado en relación con las necesidades de energía de los animales. El indicador AEP permite estimar las necesidades energéticas de la ganadería que han sido cubiertas por el pastoreo. Esto resulta de gran interés para el análisis de la sostenibilidad de la ganadería con diferentes grados de intensificación ya que, en ausencia del pastoreo, el aporte energético de este debe ser cubierto en base a aportes externos a la explotación dando, por tanto, un coste energético “evitado” (CEEP) que estará constituido tanto por la energía directa (ED) que habría que aportar en el alimento, como por la energía indirecta (EI) necesaria para generar dicho alimento. Para poder estimar esta EI es necesario establecer ciertos supuestos de sustitución, es decir, lo que implica que la estimación de este coste energético evitado será específica en función del contexto y el grado de intensificación de la explotación. En el caso de estudio, gracias a estudios previos en la zona, se sabe que los ganaderos menos pastorales aportan la misma cantidad de concentrado y más forraje, por lo que la sustitución se ha realizado en base a forraje de acuerdo a las frecuencias obtenidas en la zona (35% heno, 15% paja, 40% alfalfa deshidratada y 9% otros subproductos) obteniéndose que por cada MJ de ED son necesarios 0,5 MJ de EI.

3. Resultados y Discusión

Podemos observar (Tabla 1) cómo la eficiencia energética de la alimentación animal con coste de oportunidad para la alimentación humana, es de 0,23, es decir, por cada MJ de alimentación que entra en el sistema, éste produce 0,23 MJ de producto animal. Sin embargo, al tener en cuenta el estiércol este ratio se incrementa hasta alcanzar 0,76.

Tabla 1. Principales indicadores de eficiencia y productividad energética

Indicadores	Unidad	Resultados
Total Inputs*	MJ UGM ⁻¹	55.561
OEa	MJ UGM ⁻¹	7.658
OEb	MJ UGM ⁻¹	10.385
OEc	MJ UGM ⁻¹	25.362
EEAa	-	0,23
EEAb	-	0,31
EEAc	-	0,76
DEA	%	56,6
AEP	MJ UGM ⁻¹	25.628
	MJ litro ⁻¹	10,7
CEEp	MJ UGM ⁻¹	38.555
	MJ litro ⁻¹	16,1

*Principales inputs (%): ED Alimentación Animal, 60,1; EI Alimentación Animal, 19,7; Maquinaria, 12,9.

El DEA mide el grado de autonomía alimentaria del ganadero expresando el % de necesidades de las cabras que son cubiertas con recursos externos a la explotación y con un coste económico alto y de escasa estabilidad, disminuyendo la capacidad de resiliencia de la explotación conforme este indicador aumenta. El 43% de estas necesidades son cubiertas por el pastoreo e implican un total de 38,5 GJ/UGM lo que, en esta explotación, equivale al 70% del total de la energía consumida.

4. Conclusión

La ganadería basada en pastoreo implica un importante ahorro energético asociado a la alimentación, suponiendo el pastoreo, en el caso de estudio, un coste energético evitado equivalente al 70% de la energía total consumida. Para poder realizar un análisis energético completo de la ganadería pastoral hay que optar por metodologías permitan captar las especificidades ambientales y económicas derivadas de este pastoreo. Para ello, es necesario disponer de indicadores adecuados en los que tome importancia el modo de alimentación animal, así como la producción de estiércol como output energético.

5. Referencias

Dalgaard T., Halberg N. and Porter J. 2001. A model for fossil energy use in Danish agriculture used to compare organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 87, 51-65.

Pimentel D. 2006. Impacts of Organic Farming on the Efficiency of Energy Use in Agriculture. In: *Efficiency of Energy Use SSR, The Organic Center State of Science Review*.