

La eficacia biológica de la explotación pascícola

C.R.W. SPEDDING y ANGELA M. HOXEY

Grassland Research Institute, Hurley, and Department of Agriculture
& Horticulture. University of Reading, UK.

RESUMEN

La eficacia biológica de la explotación de los pastos puede ser expresadas en cantidad de producto (s) obtenido por unidad de cualquiera de los recursos utilizados. Estas relaciones se pueden utilizar para elegir las mejoras técnicas que se han de llevar a cabo dentro de un contexto económico.

La contribución más eficiente de los pastos para la producción de alimentos para el hombre es probable que esté ligada a los sistemas que suponen el consumo directo de la hierba por el ganado en lugar de la conservación y el procesado, la explotación de leguminosas en lugar de la aportación de fertilizantes y la utilización de las tierras en las que los cultivos arables no son aconsejables.

La eficiencia biológica y los fines de la explotación pascícola

Los distintos enfoques del término eficacia han sido recientemente discutidos por BLAXTER (1968) y SPEDDING (1973a).

Se ha sugerido (SPEDDING, 1971) que la definición más útil de la eficacia viene dada por la relación O/I de *output* (s) (O) por unidad de *input* (s) (I), para un período de tiempo dado y condiciones ambientales definidas y que la eficacia biológica es aquella que define un proceso biológico. Tanto el *output* como el *input* pueden no ser biológicos: un caballo arando es un proceso biológico, pero su eficacia puede ser estimada, por ejemplo, en hectáreas aradas por día o por hora de trabajo humano.

La eficacia biológica de la explotación pascícola se considerará, por tanto, en el sentido de que el proceso biológico característico de la misma puede ser definido como la producción de unos *outputs* a partir de unos recursos y que la eficacia con que tiene lugar el proceso es de considerable interés e importancia.

Existen, sin embargo, diferentes variables para expresar la relación *input-output*: *a priori*, ninguna de ellas puede decirse que sea correcta o incorrecta, aunque sí más o menos apropiada para el proceso que pretendemos evaluar.

Así, no es posible calcular la eficacia biológica de un sistema pascícola sin especificar el fin que se persigue, ya que éste es el que define el criterio para evaluar aquélla.

Si no fuera posible, o deseable, seleccionar un *output* o un *input*, debemos encontrar un método para unificar ambas variables, y esto implica expresarlas en una unidad común tal como energía o dinero. Los economistas han preferido este último, y los biólogos, el primero, pero esto no implica que ambas variables (*output* e *input*) deban ser expresadas en los mismos términos, sino que deben ser tratadas bajo una concepción común.

A menudo, la relación más precisa es aquella que expresa las cantidades producidas (v. g., leche) por unidad de factor limitante (v. g., fertilizante nitrogenado), en cuyo caso dicha relación sería:

litro de leche

Kg. de N

Una expresión como ésta no podría ser utilizada para comparar, por ejemplo, la producción de leche con la de carne. En este caso, el grado de precisión con que se desee efectuar la comparación nos definirá las soluciones más apropiadas. Las producciones de carne y leche sólo podrían ser comparadas si se evaluaran mediante alguna variable común (tal como energía, proteína, metionina, calcio) o algún factor derivado de ambas producciones (tal como número de personas alimentadas por Ha.). En cada uno de estos casos el propósito de la comparación queda especificado. Merece la pena recordar que la explotación pascícola se lleva a cabo con muy diferentes fines.

Estos se pueden enfocar como dirigidos a la obtención de algún producto o al uso de un factor de producción (tabla I).

Es cierto que ninguno de estos fines puede prescindir de todas las relaciones de eficacia y que cualquiera que sea la finalidad de un proceso de producción siempre hay condiciones que deben satisfacerse. A menudo, las explotaciones agropecuarias se llevan a cabo con más de una finalidad y, por eso, con una sola medida de la eficacia, la información obtenida puede resultar insuficiente.

Sin embargo, es importante recordar que las razones para calcular la eficacia son tanto la selección del proceso o sistema más eficiente como la evaluación de la eficacia de cualquiera de ambos procesos. Si alguno de ellos no resultara eficiente, sería preciso estudiar los cambios a introducir para mejorarlo. El dato que nos puede aportar una simple relación puede no ser suficiente para saber qué modificaciones hemos de adoptar, pero si está ligada con la eficiencia técnica del proceso, será un dato más útil que una expresión simplemente económica.

Es evidente que las relaciones de eficacia deben ampliarse, a fin de ser utilizadas como base para efectuar un cambio, más bien que una elección, y este proceso de expansión debe representarse mediante un modelo sencillo (figura 1).

TABLA NUM. I

PRINCIPALES FINES DE LA AGRICULTURA (SPEDDING, 1973b)
OBTENCION DE UN PRODUCTO

<i>Productos principales</i>	<i>Finalidades</i>
Alimento para el hombre: De origen animal. De origen vegetal.	Alimentación de la población local. Exportación y sustitución de importaciones.
Alimento para el animal: De origen vegetal. De origen animal.	Alimentación de los animales de las explotaciones locales. Exportación para animales de granja o de compañía.
Materias primas para la industria: De origen vegetal. De origen animal.	Procesado y fabricación de tejidos y muebles. Producción industrial de alimentos.
Posibilidades recreativas.	Zoológicos y otros lugares de recreo.
Dinero.	Beneficio, amortización de inversiones.

UTILIZACION DE UN RECURSO

<i>Recursos principales</i>	<i>Finalidades</i>
Tierra.	(Además de la producción.) Dedicación al recreo.
Trabajo.	Puestos de trabajo. Obtención de un nivel de vida.
Dinero.	Inversiones (incluyendo el ingreso de divisas).
Recursos físicos.	Uso de <i>input</i> producidos o importados para otros fines.

El *output* en este ejemplo (eficacia energética de la producción de leche por unidad de superficie y de tiempo) es, en primer lugar, la leche, y se determina por la producción total de la misma: los terneros se pueden incluir como un subproducto. Como *input* se considera el aporte total de energía solar o de otro orden. Si todas las variables se incluyen en un diagrama, se obtiene una figura circular que muestra los distintos componentes y sus interacciones. A pesar de la simplicidad del modelo, éste resulta, sin embargo, bastante ajustado, ya que lleva implícita la existencia de interacciones entre los factores que influyen tanto sobre el numerador como sobre el denominador de la relación: en algunos casos, el mismo factor puede influir en ambos. El siguiente paso debe ser el estudio de la sensibilidad de la relación de eficacia cuando varía alguno de los factores de producción impor-

$$\frac{\text{Output}^*}{\text{Input}^*} \longrightarrow \frac{\text{Milk} + \text{Calves}}{\text{Solar Energy} + \text{"Support" Energy}}$$

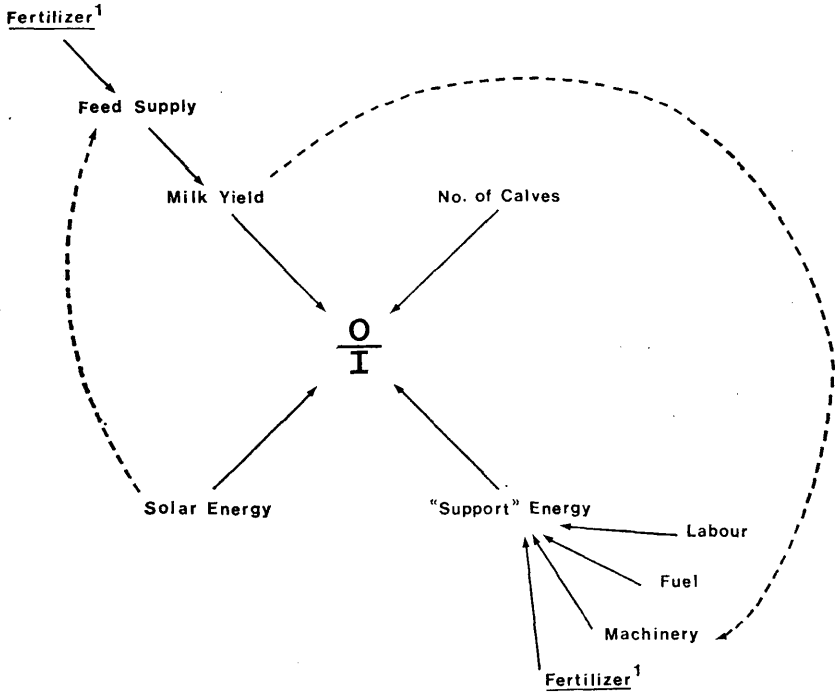


FIG. 1.— Eficacia energética de la producción de leche por unidad de superficie y de tiempo

(*) Tanto si se expresa en términos físicos como monetarios, los pasos posteriores en la expansión de la relación son los mismos.

(1) Es de hacer notar que el mismo recurso puede afectar tanto al *output* como al *input*. Se indica en las líneas discontinuas.

tantes y calcular las variaciones de la misma dentro de un rango considerable de los principales factores para los que el modelo ha demostrado sensibilidad. Esta podría ser una tarea sustancial aun para un sistema pascícola, y en este trabajo sólo es posible ilustrar el enfoque y establecer algunas de las comparaciones más evidentes.

La eficacia relativa de los principales sistemas pascícolas

Existen diferentes criterios para describir y clasificar los sistemas agrícolas (SPEDDING, 1975) y ninguno de ellos es correcto, ya que el criterio elegido debe estar en función del fin que se persigue.

En el caso de la explotación de los pastos, lo más satisfactorio es relacionar los distintos sistemas con los productos obtenidos (tales como leche, carne de vacuno o de ovino) y comparar la eficacia con la que los diferentes sistemas producen cada uno de ellos. Sin embargo, es también útil comparar los sistemas pascícolas con no pascícolas, que dan lugar al mismo producto y repetir todas las comparaciones en términos de energía o proteína alimentarias, al objeto de comparar la eficacia con que cada uno de los sistemas agropecuarios provee alimentos para el hombre.

Los cálculos de la eficacia requieren también una especificación de los *inputs*; existen muchos de ellos de considerable importancia, entre los que hemos seleccionado varios por su amplia representatividad: tierra, energía solar, "energía suplementaria" y fertilizantes nitrogenados. En muchos casos los factores tierra y energía solar están estrechamente relacionados y las eficacias relativas pueden ser las mismas para ambos. No obstante, se expresa a menudo la eficacia en función de los dos factores al objeto de poder comparar la eficacia con que se utiliza la energía solar en relación con la energía suplementaria, para contrastar los órdenes de magnitud implicados: al mismo tiempo, la eficacia del uso del terreno constituye, por sí misma, una evaluación que refleja muy bien su utilización práctica.

La eficacia relativa de los sistemas de producción pascícola

Los datos aportados por la bibliografía para las tres producciones animales más importantes y los cuatro recursos seleccionados se resumen en la tabla II. En la tabla III se exponen datos semejantes, en el caso de la eficacia de la producción de proteína.

Naturalmente, un valor único tal como se expresa en las tablas II y III, implica que un dato singular podría ser representativo de la eficacia de un determinado proceso de producción animal, lo cual, evidentemente, no es cierto. Cualquiera de esas relaciones de eficacia ha de variar con el tamaño del animal, su ritmo de crecimiento o rendimiento, la relación entre machos y hembras y muchos otros factores de producción, incluyendo su naturaleza.

Para calcular las curvas de respuesta de la eficacia cuando varía alguno de los probablemente principales *inputs*, es preciso decidir cuáles de ellos van a ser considerados como tales, de entre los recursos aquí considerados.

Una primera aproximación se puede deducir de un cálculo similar al que se muestra en la figura 1 para la eficacia energética de la producción de leche.

De este modo se han seleccionado los siguientes factores, como los determinantes más importantes de la eficacia.

Incluso con este escaso número de factores, el problema es de gran magnitud, por lo que se ha efectuado una posterior selección (factores subrayados) para el cálculo de las curvas de respuesta que se exponen en las figuras 2 y 3.

Parece evidente que la representación de la eficacia biológica de cualquier sistema pascícola, por un simple dato, presenta bastantes dificultades.

Cuando se considera la eficacia como función de dos factores, se obtiene una superficie de respuesta que, en algunas circunstancias, podría ser de más

TABLA NUM. II

EFICACIA RELATIVA DE LA PRODUCCION DE ENERGIA EN SISTEMAS PASCICOLAS
(SPEDDING Y WALSINGHAM, 1975)

SISTEMA DE PRODUCCION	E (1) PARA EL USO DE			
	Tierra (5) (Ha.)	Radiación solar (6) (M.J.)	Energía "suplemen- taria" (7) (M.J.)	Fertilizante Kg. de N
Leche (2)	15.576	0,00047	0,54	129
Carne (3)	5.772	0,00017	0,11	22
Carne de cordero (4)	4.929	0,00015	0,23	38

- (1) E se expresa como *output* (M.J.) de leche o canales por unidad de recurso utilizado y año.
- (2) Explotación de vacas lecheras en pastos permanentes. 76 Ha. y 100 vacas con producción media de 900 gal. (4.217 Kg.).
- (3) Rebaño de vacas madres en un sistema pascícola intensivo.
- (4) Cebo de corderos en tierras bajas.
- (5) Se supone una fertilización nitrogenada anual en dosis de: a) 121 Kg./Ha. en el sistema de producción de leche; b) 265 Kg./Ha. en producción de carne de vacuno, y c) 131 Kg./Ha. para la producción de carne de ovino.
- (6) Sobre la base de una incidencia de radiación anual de 33×10^6 M.J./Ha./año.
- (7) La energía "suplementaria" se define aquí como la energía adicional (mano de obra, combustible y energía eléctrica) utilizada en la explotación más los costes energéticos que supone la fabricación de los principales *inputs* (fertilizantes, maquinaria, herbicidas, etc.) y el procesado y distribución de los productos obtenidos.

TABLA NUM. III

EFICACIA RELATIVA (E) DE LA PRODUCCION DE PROTEINA EN SISTEMAS
PASCICOLAS (SEGUN SPEDDING Y WALSINGHAM, 1975)

SISTEMA DE PRODUCCION	E (1) PARA EL USO DE			
	Tierra (5) (Ha.)	Radiación solar (6) (M.J.)	Energía "suplemen- taria" (M.J.)	Fertilizante Kg. de N
Leche (2)	210×10^3	0,0064	7,30	1.736
Carne (3)	90×10^3	0,0027	1,66	339
Carne de cordero (4)	53×10^3	0,0016	2,50	404

- (1) E se expresa como *output* de proteína (g.) de la leche o de la canal por unidad de recurso utilizado y por año.
- (2) Como en la tabla núm. II.
- (3) Como en la tabla núm. II.
- (4) Como en la tabla núm. II.
- (5) Como en la tabla núm. II.
- (6) Como en la tabla núm. II.

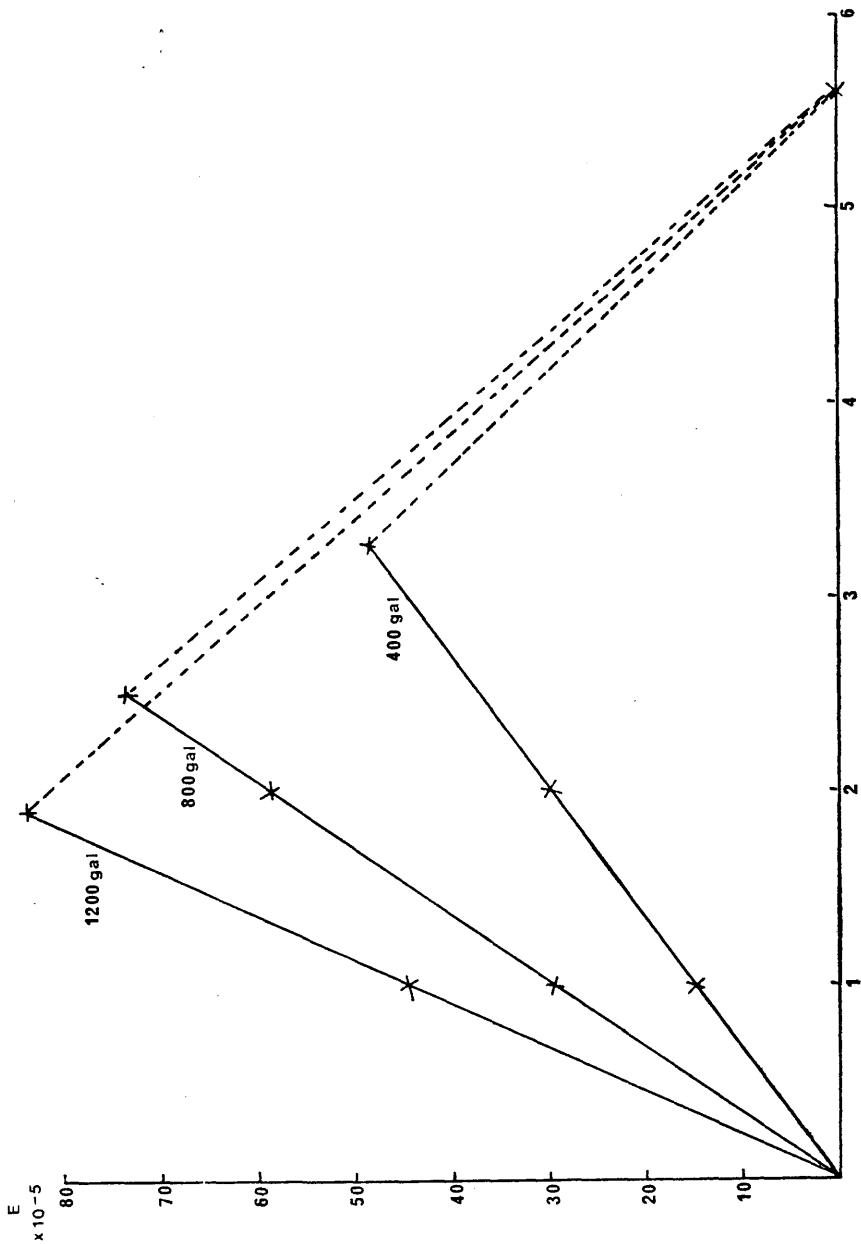


FIG. 2.—Eficacia energética de la producción de leche

utilidad que las simples curvas de respuesta expuestas aquí y, asimismo, se podrían repetir esas relaciones para diferentes estructuras de población. Las respuestas que hemos incluido aquí son las más simples, y se refieren a vacas lecheras, terneros de engorde, ovejas y corderos. No se han incluido los machos; tampoco se han considerado la reposición, la mortalidad y, en el caso de los terneros, las vacas madres de que proceden.

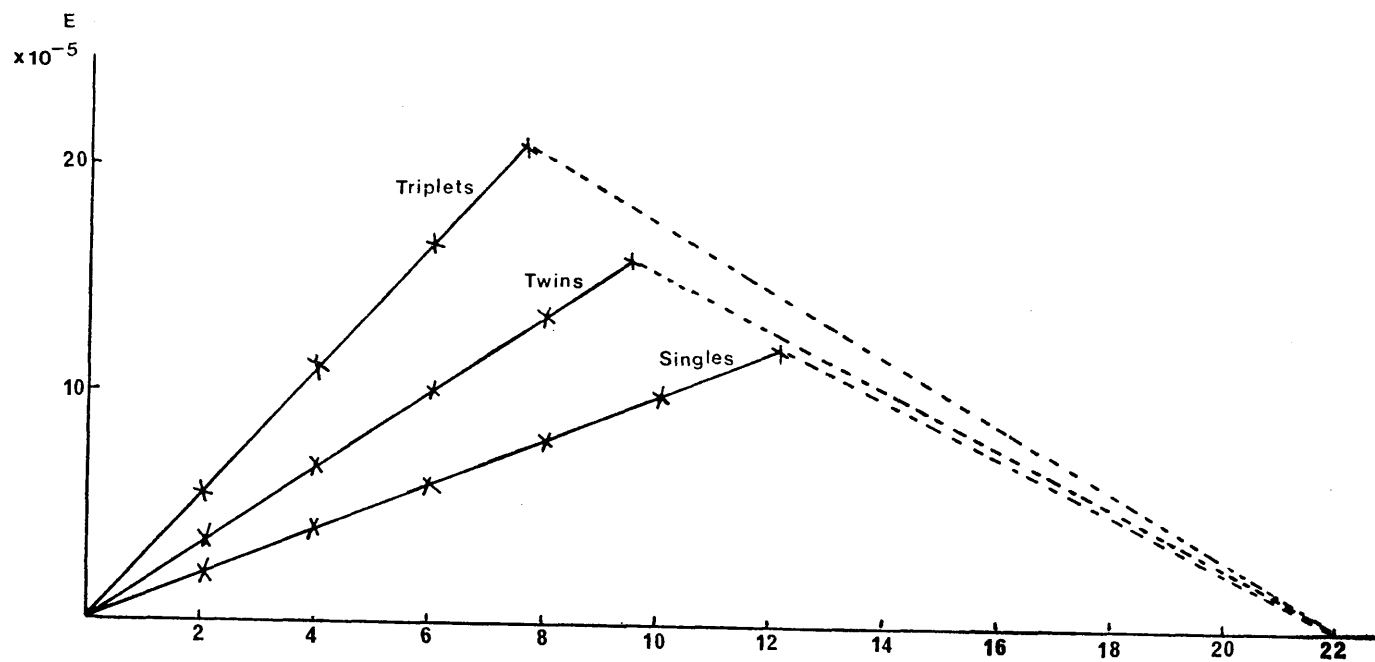


FIG. 3.—Eficacia energética de la producción ovina

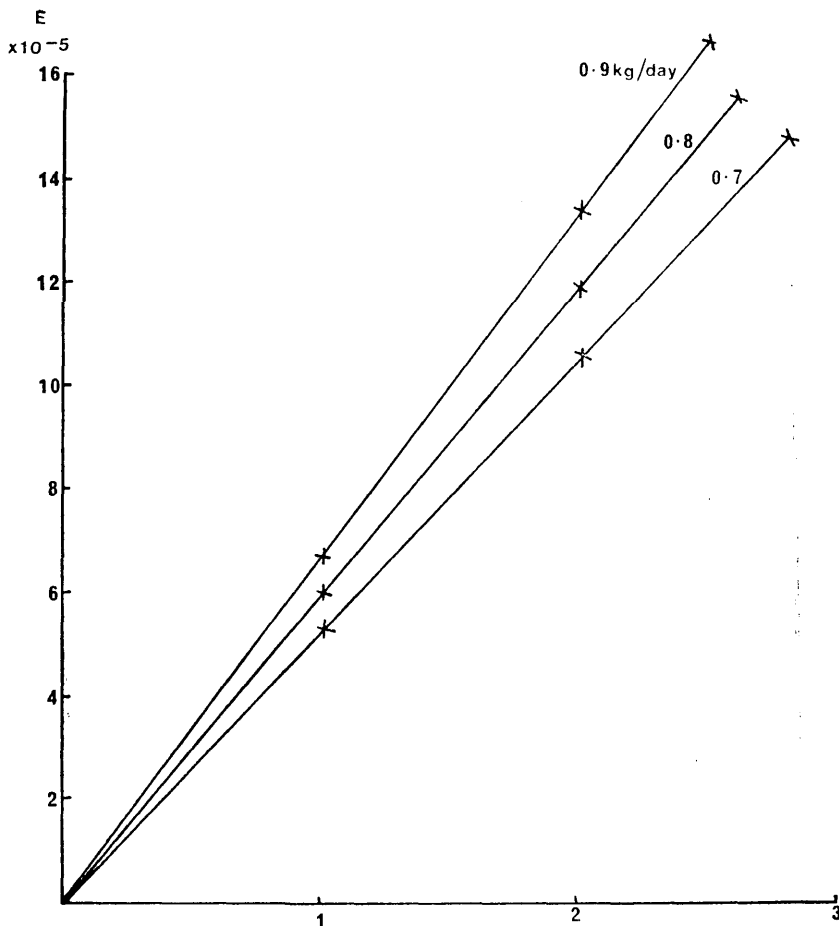


FIG. 4.—Eficacia energética de la producción de carne de vacuno

Si tales factores se consideran en conjunto, a niveles normales de rendimiento, es posible comparar la eficacia con que las distintas poblaciones animales utilizan su alimento (figura 5) y observar cómo varía dicha eficacia cuando se modifica el factor que tiene más incidencia sobre ella.

Eficacia relativa de la utilización del terreno

Es evidente que los rumiantes se muestran relativamente ineficaces en relación con otras especies cuando se comparan cada una de ellas con su ración apropiada. Igualmente, los rumiantes son los más eficaces transformadores de alimentos fibrosos en ciertos ambientes.

En términos de utilización del terreno hay pruebas de que se produce más energía o proteína por Ha., como carne, cuando se alimentan animales

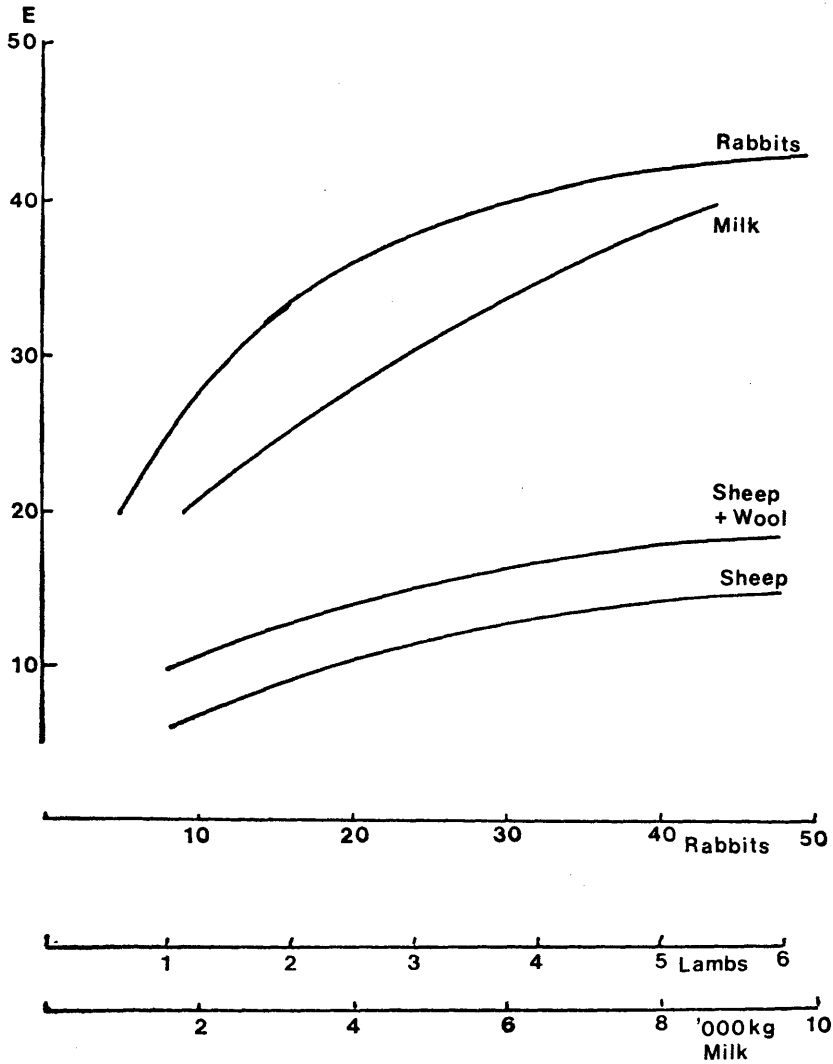


FIG. 5.—Eficacia de la densidad de población en distintas especies. (Según LARGE, 1973.)

monogástricos que rumiantes (tabla V) en terrenos aptos para prados o cultivos arables.

Además, en esas mismas tierras de labor la producción directa de alimentos para el consumo humano es más elevada que la de cualquier sistema de producción animal (tabla VI).

Esto implica que, desde el punto de vista de la eficacia biológica, se puede alimentar una población más numerosa con cultivos arables que con productos animales, por lo que, cuando el terreno sea apropiado, se debe destinar a cultivos para consumo directo. El juicio puede ser distinto cuando la evaluación

TABLA NUM. IV

PRINCIPALES DETERMINANTES DE LA EFICACIA PARA LA PRODUCCION DE ENERGIA

(POR HA. Y AÑO)

<i>Componentes de la relación</i>	<i>Principales determinantes</i>
<i>Producto</i>	
Leche.	Rendimiento lechero por vaca. Carga de ganado. Contenido energético de la leche. Rendimiento de los pastos.
Carne de vacuno.	Rendimiento de la canal. Carga de ganado. Contenido energético de la canal. Rendimiento de los pastos.
Carne de ovino.	Peso unitario de la canal. Nivel de fertilidad. Carga de ganado. Peso total por año de las canales de las ovejas del desvieje. Contenido energético de la canal. Rendimiento de los pastos.
<i>Recurso</i>	
Tierra.	Naturaleza del terreno.
Energía solar.	Radiación solar recibida. Distribución de la intensidad de la luz.
Energía "suplementaria".	Fertilizantes utilizados. Input de maquinaria. Combustible y electricidad en la explotación.
Fertilizantes.	Cantidad de fertilizantes utilizados.

se efectúa desde el punto de vista de la eficacia económica, considerando precios y costes normales, pero debemos considerar la posibilidad de que éstos reflejen eventualmente la realidad biológica existente. Actualmente, esto no ocurre donde la población disponga de suficientes ingresos para adquirir su alimento preferido.

En términos biológicos, la explotación pascícola tiene su máximo sentido en aquellas tierras donde sólo es posible el crecimiento de la hierba, ya que los cultivos para consumo directo no serían económicamente rentables. Estos terrenos ocupan aún una extensión muy amplia por todo el mundo, independiente de la aportación de los pastos en explotaciones mixtas o sistemas rotacionales.

Es preciso hacer notar que el futuro de la explotación de los rumiantes puede no coincidir necesariamente con la de los pastos, ya que es probable que representen un papel cada vez más importante en la utilización de sub-

TABLA NUM. V

EFICIENCIA RELATIVA DE LOS DISTINTOS ANIMALES POR UNIDAD DE SUPERFICIE (SEGUN SPEDDING, 1973)

(Los datos que se exponen indican un orden de magnitud: los métodos de cálculo son distintos, por lo que se deben consultar las distintas fuentes bibliográficas antes de realizar cualquier comparación detallada)

PRODUCTO	Proteína (Kg./Ha./año)	Energía (MJ/Ha./año)	Fuente
Canal de conejo	180	7.400	7
Leche	115	10.500	3
Pollos (broiler)	92	4.600	3
Huevos (sin cáscara)	80	4.800	3
Corderos (porciones comestibles)	62	7.500	8
Vacuno de carne (porciones comestibles. Alimentación a base de cebada)	57	4.600	9
Porcino (porciones comestibles)	50	7.900	3
Corderos (porciones comestibles)	23-43	2.100-5.400	3; 10
Vacuno de carne (porciones comestibles) ...	27	3.100	3

Fuentes de las tablas V y VI: 1, CASTLE y HOLMES (1960); 2, PIRIE (1971); 3, HOLMES (1970); 4, F.A.O. (1970a); 5, F.A.O. (1970b); 6, PYNABERT (1961); 7, WALSHINGHAM (1972); 8, CAMPBELL (1968); 9, DUCKHAM AND LLOYD (1966); 10, CONWAY (1968).

TABLA NUM. VI

EFICACIA RELATIVA DE LA PRODUCCION VEGETAL POR UNIDAD DE SUPERFICIE (SEGUN SPEDDING, 1973)

(Los datos que se exponen indican un orden de magnitud: los métodos de cálculo son distintos, por lo que se deben consultar las distintas fuentes bibliográficas antes de realizar cualquier comparación detallada)

PRODUCTO COSECHADO	Proteína (Kg./Ha./año)	Energía (MJ/Ha./año)	Fuente
Hierba seca	700-2.200	92.000-218.000	1
Proteína foliar	2.000	—	2
Coles	1.100	33.500	3
Maíz grano	430	83.700	4, 5
Patatas (tubérculo)	420	100.400	3
Cebada (grano)	370	62.800	4, 5
Trigo (grano)	350	58.600	3
Arroz (grano)	320	87.900	4, 5
Mandioca (raíces)	246 (*)	133.800	4, 6

(*) Kg./Ha./cultivo (no anual).

productos agrícolas o industriales. Es probable que, a corto plazo, la producción animal se complemente más con la producción de cultivos arables.

Esta parte de la discusión se ha basado en el criterio de la utilización del terreno, pero, además de éste, existen otros recursos importantes, y será preciso tener en cuenta la eficacia relativa con la que los sistemas agrícolas utilizan el trabajo, el capital y otros recursos escasos y caros, tales como la energía "suplementaria".

Este último término se aplica a los aportes energéticos que se suman a la energía solar. Incluye los combustibles fósiles (carbón, aceite, gas), mano de obra y electricidad, y a su vez se suele dividir en tres apartados: energía consumida en la fabricación de los recursos, energía consumida en la explotación (generalmente fuel y electricidad) y energía consumida en el procesado y distribución de los productos.

Su importancia surge de su escasez y de su alto precio. Los combustibles fósiles desaparecerán algún día, e incluso, si se desarrollan a tiempo otras fuentes alternativas de energía, es probable que el precio siga siendo alto. A no ser que la agricultura esté subvencionada o que el precio de los productos agrícolas esté acorde con los costes de producción, será necesario reducir la cantidad de recursos utilizada o, al menos, mejorar su eficacia de utilización.

La utilización de la energía "suplementaria" en la explotación pascícola

Los sistemas agrícolas en los países desarrollados están ligados al uso de grandes cantidades de combustibles fósiles empleados directamente en la explotación o indirectamente en la fabricación de maquinaria y otros recursos (PIMENTAL y col., 1973; LEACH, 1973). La mano de obra ha disminuido progresivamente en las explotaciones a medida que aumentaba la utilización de maquinaria y, a la vez, los rendimientos de los cultivos han aumentado considerablemente, debido a la aplicación de fuertes dosis de fertilizantes.

En este caso, al igual que con otros recursos, la producción animal es menos eficiente que la de los cultivos (tabla VII), pero los sistemas de producción pascícola son generalmente más eficaces que los de producción de cerdos o aves.

Así como no existe ningún valor que nos defina la eficacia para la conversión de alimentos de los distintos sistemas de producción animal, la eficacia con que se utiliza la energía "suplementaria" varía con la población animal, sus niveles de producción o rendimiento, tasas reproductivas, proporción de machos y hembras y el medio ambiente. Pero la eficacia de la energía "suplementaria" en los sistemas de explotación de los pastos tiende a ser dominada por los aportes de maquinaria y fertilizantes durante la fase de producción de hierba y por los procesos posteriores, tales como la desecación (tabla VIII).

En este contexto, la eficacia aumenta cuando se utilizan leguminosas y disminuye con el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados. Es éste un motivo importante para fomentar la explotación de las leguminosas, cuando sea posible, y reducir así las pérdidas y gastos en el uso de toda clase de fertilizantes.

La eficacia disminuye en gran medida con el uso de maquinaria, por lo que la posibilidad de una explotación basada en el pastoreo se presenta más aconsejable especialmente en aquellas tierras que, en el futuro, queden como pastizales permanentes.

Los procesos posteriores, especialmente la desecación, presentan un efecto considerable sobre la eficacia, y así, por ejemplo, en el caso del ballico perenne la rebajan cerca del 80 %

Implicaciones de la explotación pascícola en el futuro

Si las futuras presiones de índole económica se basaran en supuestos de eficacias biológicas, la evolución parecería bastante clara. La explotación de los pastos aparece como un modo eficiente de utilizar los terrenos donde no es aconsejable la explotación de cultivos arables para consumo humano directo, siempre que el animal aproveche la hierba en pastoreo, que los procesos de conservación no requieran gran cantidad de energía "suplementaria" y que el necesario aporte de nitrógeno se obtenga de las leguminosas.

TABLA NUM. VII

EFICACIA DE LA ENERGIA SUPLEMENTARIA EN LOS SISTEMAS AGRICOLAS
(SEGUN SPEDDING Y WALSINGHAM, 1975)

	E
Trigo	4,6
Guisantes	3,2
Patatas	3,5
Leche	0,54
Carne de ovino	0,23
Carne de vacuno	0,11

Energía bruta en productos comestibles

$$E = \frac{\text{Energía bruta en productos comestibles}}{\text{Input de energía suplementaria}}$$

TABLA NUM. VIII

EFEECTO DE LA UTILIZACION DE FERTILIZANTES NITROGENADOS Y DEL SECADO DE LA HIERBA SOBRE LA EFICACIA DE LA ENERGIA SUPLEMENTARIA
(SEGUN WALSINGHAM, 1975)

CULTIVO	Fertilizante nitrogenado Kg./Ha./año	E (*)	
Ballico perenne	217	fresco	5,5
		seco	0,98
Ballico perenne	417	fresco	4,9
		seco	0,95
Alfalfa	—	fresco	38,0
		seco	1,15

(*) Como en la tabla VII.

Las ineficiencias fundamentales de la producción animal no se pueden solucionar fácilmente en los sistemas de explotación de pastos que no utilizan gran cantidad de energía "suplementaria" porque las poblaciones animales más eficaces requieren a su vez una demanda de recursos mayor, incluido el aporte de nutrientes. Este hecho sugiere que los rumiantes pueden tener que bajar sus niveles de rendimiento, incluso por debajo de su potencial, para poder operar con alimentos relativamente baratos.

La ineficiencia básica de la explotación de los pastos estriba en su incapacidad para suministrar alimentos que se ajusten a las necesidades de los animales. El mejor ajuste se obtiene en el caso de la producción ovina, pero, generalmente, la conservación de la hierba es necesaria en todos los sistemas, excepto en los de tipo más extensivo. Merece la pena considerar si los procesos de conservación, consumidores de energía, se podrían sustituir por el uso de subproductos, tales como paja o periódicos y fuentes de nitrógeno no proteico.

Si fuera posible transportar estos alimentos a su lugar de consumo, la explotación de los pastos se convertiría totalmente en una operación de pastoreo. Esto representaría una inversión de las tendencias más recientes y requeriría el desarrollo de sistemas bastante diferentes.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BLAXTER, K.L., 1968: *Relative Efficiencies of farm animals in using crops and by-products in production of foods*. Proc. 2nd World Conf. on Anim. Prod., Maryland, 31-40.
- (2) CAMPBELL, A.G., 1968: *Span*, 11 (1), 50-53.
- (3) CASTLE, M.E., y HOLMES, W., 1960: *J. Agric. Sci., Camb.*, 55 (2), 251-260.
- (4) CONWAY, A., 1968: *Span*, 11 (1), 47-49.
- (5) DUCKHAM, A.N., y LLOYD, D.H., 1966: *Farm. Economist*, 11 (2), 95-97.
- (6) F.A.O., 1970a: *Production Yearbook*, 24.
- (7) F.A.O., 1970b: *Nutr. Stud.* No. 24.
- (8) HOLMES, W., 1970: *Proc. Nutr. Soc.*, 29 (2), 237-243.
- (9) LARGE, R.V., 1973: *Factors affecting the efficiency of protein production by populations of animals*. In "The Biological Efficiency of Protein Production". Ed. J.G.W. Jones. C.U.P.
- (10) LEACH, G., 1973: *The energy costs of food production*. In "The Man-Food Equation". Ed. A. Bourne. Academic Press.
- (11) PIMENTAL, D.; HURD, L.E.; BELLOTTI, A.C.; FORSTER, M.J.; OKA, I.N.; SHOLES, O.D., y WHITMAN, R.J., 1973: *Food production and the energy crisis*. *Amer. Ass. Adv. Sci.*, 182, 443-449.
- (12) PIRIE, N.W., 1971: *Leaf Protein*. IBP Handbook No. 20. Blackwells.
- (13) PYNAERT, L., 1951: *Le Manioc*. 2nd ed. La direction de l'agriculture, Ministère des Colonies, Belgique.
- (14) SLESSER, M., 1973: *Energy subsidy as a criterion in food policy planning*. *J. Sci. Fd. Agric.*, 24, 1193-1207.
- (15) SPEDDING, C.R.W., 1971: *Grassland Ecology*. O.U.P.
- (16) SPEDDING, C.R.W., 1973a: *The meaning of biological efficiency*. In "The Biological Efficiency of Protein Production". Ed. J.G.W. Jones. C.U.P.
- (17) SPEDDING, C.R.W., 1973b: *The Future Development of Agriculture*. *Agric. Prog.*, 48, 48-58.
- (18) SPEDDING, C.R.W., 1975: *The Biology of Agricultural Systems*. Academic Press.
- (19) SPEDDING, C.R.W., y WALSHINGHAM, J.M., 1975: *Energy Use in Agricultural Systems*. *Span*. (In Press).
- (20) WALSHINGHAM, J.M., 1972: Unpublished data.

THE BIOLOGICAL EFFICIENCY OF GRASSLAND FARMING

SUMMARY

The biological efficiency of grassland farming can be expressed in terms of the output of product(s) per unit of any of the important resources. These ratios may be used to indicate the ways in which technical improvements can be achieved, within given economic constraints.

The most efficient contribution of grassland to human food production is likely to involve an emphasis on grazing, rather than conservation and processing, on legumes rather than fertilizers, and on land that cannot grow crops.