

EFICIENCIA PRODUCTIVA AGRARIA EN LAS COMARCAS DE LA COMUNIDAD AUTONOMA DE CASTILLA Y LEON

Por

A. PRIETO GUIJARRO (*), J. F. REVUELTA (**)
y F. RODRIGUEZ TOCINO (*)

I. INTRODUCCION

AUNQUE el término eficiencia es de uso común en lenguaje científico, resulta difícil darle su significado concreto. En contextos de gestión, se encuentra sujeta a múltiples interpretaciones que intentan acotarse especificando «estructuras» de referencia. En este trabajo pretende analizarse la estructura de las relaciones productivas mediante modelos lineales no paramétricos y sus relaciones derivadas, con tecnologías ex-post y a corto plazo. Se encuadra dentro de una línea operacional, que trata de evaluar un conjunto de posibilidades de acción alternativas de una unidad de decisión y análisis, apoyadas en programación matemática, tal como se concibe en el trabajo pionero de C. Charnes y W. W. Cooper (1961) y posteriores desarrollos.

Las dificultades analíticas del concepto de eficiencia han sido planteadas por diversos autores, que han destacado también la escasa relevancia práctica que le confiere su utilización en evaluaciones «ex post facto» de planes de gestión. Sin embargo, el hecho de que, en gran medida, es un elemento personal e histórico de cada unidad de análisis, le concede una cierta importancia entre los problemas más

(*) Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca (C.S.I.C., Salamanca).

(**) Estación Agrícola Experimental (C.S.I.C.), Departamento de Producción Animal.

— Revista de Estudios Agro-Sociales. Núm. 151 (enero-marzo).

serios de la economía. A pesar de haber sufrido un considerable rechazo en la literatura económica debido al supuesto neoclásico de que el productor opera eficientemente, la exploración de las desviaciones de un índice de eficiencia general y de las relaciones estructurales entre los diferentes componentes de la ineficiencia, están recibiendo cada vez mayor atención, R. Färe, S. Grosskopf, C. A. Knox Lovell (1985); J. K. Sengupta (1989).

Ante esta problemática, brevemente expuesta y aún presente, la operativización de la eficiencia productiva ha tomado como base el índice de eficiencia técnica derivado de los coeficientes de utilización de recursos de G. Debreu y la utilización del análisis de actividad en la teoría de la firma, para evaluar las combinaciones eficientes de actividades o procesos productivos. Ambos aspectos han sido integrados por M. J. Farrel (1957), con el fin de obtener un índice de eficiencia productiva global, frente a la productividad parcial de los factores de producción.

I. ALGUNAS CUESTIONES SOBRE LA NATURALEZA DE LA EFICIENCIA

I.1. *Frontera de eficiencia*

En líneas generales, el artículo de M. J. Farrel plantea el concepto de eficiencia ligado a una frontera. Esto supone un cierto paralelismo con el concepto de límite del conjunto de producción posible (función de producción), aunque no resuelve los problemas de medida y agregación. Así, aunque la medida de la eficiencia depende de cómo se defina la frontera, su comprensión o las dificultades para alcanzarla está sujeta a múltiples interpretaciones. Estas se derivan de la imposibilidad de medir las motivaciones y, por consiguiente, de no poder discernir la eficiencia derivada de la tecnología subyacente en la producción, de la referida a la toma de decisiones. Por ello se han desarrollado métodos analíticos donde el propio dato constituye parte de los mismos, ante la dificultad de disponer del necesitado teóricamente.

Existen dos definiciones obvias de frontera, basadas en la distinción de tecnología «ex-ante» y «ex-post». La primera responde a una situación preproyecto, en la que las proporciones de factores y los procesos utilizados se establecen en el momento de la inversión; la segunda se refiere a la utilización de la «Mejor Práctica Técnica»

por unidades de decisión, ya establecidas, observadas y restringidas por decisiones pasadas. Aunque ambas definiciones pueden ser utilizadas en aplicaciones empíricas (puede consultarse la todavía válida perspectiva de A. A. Walters de 1963), la tecnología «ex-post» se orienta hacia la concepción determinista no paramétrica, en contraposición a la aproximación paramétrica (determinista o no), que impone a los datos una determinada forma funcional y fuertes supuestos sobre la tecnología subyacente.

La aproximación no paramétrica, se considera originaria de funciones a corto plazo, lo que puede ser una aceptable hipótesis de trabajo. Estas permiten representar las oportunidades de actuación una vez elegida la técnica y analizar el impacto que diversos supuestos hipotéticos tienen sobre referencias tecnologías-rendimientos constantes, crecientes o decrecientes a escala y fuerte o débil disponibilidad de *inputs*, W. Hildenbrand (1981), S. Grosskopf (1986).

I.2. Interpretación de las ineficiencias

A la diferencia en niveles de eficiencia entre distintas unidades observadas, se le ha dado habitualmente una interpretación basada en su propia naturaleza más que en la técnica para obtenerla. Se ha dado mayor relevancia a la eficiencia asignativa o precio (mecanismos de sustituibilidad de factores en la teoría económica convencional), que a aquellos fenómenos de complementariedad provocados por factores limitantes personales o ambientales.

Para H. Leibenstein (1966, 1977), las desviaciones de la frontera se originan en problemas de motivación y esfuerzo generados por el carácter dual de la personalidad (compromiso entre mentalidad calculadora y relajamiento en la toma de decisiones), y por factores ambientales (grado de competencia del mercado, tamaño de la firma, tipo de propiedad, etc.); lo que se conoce como «Ineficiencia-X». Este tipo de eficiencia es mayor que la asignativa provocada, por ejemplo, por monopolios o carteles.

Para G. J. Stigler (1976), las desviaciones son provocadas por ineficiencias asignativas, y la Ineficiencia-X sólo puede considerarse como un error de la teoría neoclásica de la producción, al no poder el observador captar todos los eventos que restringen el proceso productivo. Cada unidad productiva se situaría en «su» frontera, que podría estar por encima o por debajo de otras.

Gran parte de la atención sobre la Ineficiencia-X, se origina en la necesidad de considerar la existencia de comportamientos no maximizadores. Los estudios empíricos parecen mostrar la evidencia de amplias ineficiencias, pero son criticados por carecer de referencia a un contexto teórico bien delimitado. Una revisión de la literatura sobre la Ineficiencia-X, puede ser observada en Frantz (1984).

II. MODELIZACION DE LA EFICIENCIA

II.1. Frontera de un conjunto de posibilidades de producción

Una aproximación operativa a la medida de eficiencia puede basarse en el concepto de conjunto de producción. Este permite obtener una frontera de eficiencia en términos de la disponibilidad de recursos y de la escala en que opera cada unidad del conjunto.

La tecnología «ex-post», así definida, lleva incorporados dos conceptos de eficiencia simultáneos: una actividad no será eficiente si es posible el aumento de alguno de los outputs sin incrementar ningún factor ni disminuir otro *output*; o bien, si puede disminuirse algún factor sin que decrezca algún *output* o aumente otro factor.

Para medir el grado de eficiencia de cada observación, es preciso obtener una envolvente del conjunto o frontera. Esta, se constituye por sucesivos segmentos determinados por puntos del conjunto, de tal forma que, cada uno de ellos pertenecen a rectas que dejan el conjunto en un semiplano que no contiene el origen de coordenadas. Ello supone convexidad. La idea de M. J. Farrell consiste en comparar cada observación con otra real (o hipotética obtenida por combinación lineal), situada en la frontera.

II.2. Formulación lineal general

A efectos prácticos, lo importante del anterior planteamiento se cifra en la obtención de niveles de eficiencia utilizando modelos formulados en términos de programación lineal (PL). Este método supone la consideración de todos los *factores limitativos*, además de

un vector de recursos representativo de su disponibilidad (1). Su utilización permite conocer simultáneamente el grado de eficiencia de cada observación, la relación de precios implícitos (o sombra) de los recursos y la tensión que éstos ejercen sobre el sistema productivo considerado.

La obtención de un índice de eficiencia técnica a través de un problema ordinario PL se deriva de la definición de eficiencia formulada por A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes (1978). El objetivo consiste en minimizar el nivel de ineficiencia de la actividad a_e , de una unidad de decisión, o recíprocamente maximizar su nivel de eficiencia:

$$[1] \text{ Min } a_e = \frac{\sum_i W_i V_{ie}}{\sum_r U_r Y_{re}} \quad [1'] \text{ Max } a_e = \frac{\sum_r U_r Y_{re}}{\sum_i W_i V_{ie}}$$

Sujeto a

$$[2] \quad \frac{\sum_i W_i V_{ij}}{\sum_r U_r Y_{rj}} \leq 1 \quad [2'] \quad \frac{\sum_r U_r Y_{rj}}{\sum_i W_i V_{ij}} \leq 1$$

Las ecuaciones [1] y [2] significan hacer mínima la relación, ponderada, entre *inputs* y *outputs* de unidad de decisión a_e , sujeta a que esa misma relación sea mayor o igual a la unidad. Recíprocamente para las ecuaciones [1'] y [2'].

Los subíndices indican: i.- *inputs*; r.- *outputs*; j.- unidades de decisión. W, U ≤ 0 ; son ponderaciones de *inputs* y *outputs* Y, respectivamente.

(1) El fenómeno de la congestión de un recurso se encuentra generalmente ligado a factores socio-económicos, reflejados en su disponibilidad relativa, mientras que el concepto de limitacionalidad de su factor es una cuestión técnica perteneciente al campo «ingenieril»; si bien ambos se encuentran entremezclados. Un factor es «limitativo» si un incremento en su *input* es una condición necesaria y suficiente para un incremento en *output*. Un factor es «limitacional» si su incremento es condición precaria pero no suficiente. En términos de programación lineal, si un recurso se encuentra totalmente consumido en el óptimo, su disposición es total y por tanto ejerce tensión en el sistema productivo. Diversas aplicaciones y medidas pueden encontrarse en R. Färe, S. Grosskopf, C. A. Knox Lovell (1985) y en A. Prieto (1987). Agradecemos las sugerencias y matizaciones de los evaluadores anónimos sobre estos conceptos.

La traslación a un problema ordinario de PL es inmediata:

Función Objetivo:

$$[3] \text{ Min } a_e = \sum_i W_i V_{ie} \qquad [3'] \text{ Max } a_e = \sum_r U_r Y_{re}$$

Restricciones:

$$[4] \sum_i W_i V_{ij} - \sum_r U_r Y_{rj} \geq 0 \qquad [4'] \sum_r U_r Y_{rj} - \sum_i W_i V_{ij} \leq 0$$

$$[5] \sum_r U_r Y_{re} = 1 \qquad [5'] \sum_i W_i V_{ie} = 1$$

Ambas formulaciones obtienen el nivel de eficiencia técnica de cada observación a_e , respecto a la frontera del conjunto convexo de posibilidades de *outputs* e *inputs* asegurado por las ecuaciones [5] o [5']. Pero puesto que ambas son recíprocas, en el óptimo de cada problema de programación lineal el nivel de eficiencia técnica alcanzado \hat{a}_e cumple: $\max \hat{a}_e = 1/\min \hat{a}_e$; siendo menor o igual a la unidad.

En general, los programas computerizados de PL obtienen simultáneamente la solución de ambos problemas. La formulación dual de, por ejemplo, [3'], [4'], [5'], es la siguiente:

$$[6] \text{ Min } a_e \text{ (mínimo del nivel de utilización de } \textit{inputs} \text{ de la observación } e)$$

Restricciones:

$$[7] \sum_j a_j Y_{rj} - S_{re} = Y_{re}$$

$$[8] -\sum_j a_j V_{ij} + a_e V_{ie} - S_{ie} = 0$$

donde $a_e, a_j, S_{re}, S_{ie} \leq 0$

La ecuación [7] expresa que la suma ponderada de todas las observaciones para cada *output* ($\sum_j a_j Y_{rj}$), ha de ser como mínimo el nivel de *output* de la observación analizado (Y_{re}). La ecuación [8]

expresa que el nivel de actividad de un recurso (*input*), de la observación analizada ($a_e V_{ie}$), ha de ser como mínimo la suma ponderada del nivel de actividad de ese recurso en todas las observaciones ($\sum_j a_j V_{ij}$).

S_{re} , S_{ie} representan las variables de holgura de todo problema PL asociadas a sus inigualdades, para este caso, de *inputs* y *outputs* de la actividad analizada, respectivamente. Así, S_{re} , S_{ie} miden los posibles aumentos de *output* o reducciones de *inputs* sin que se modifique, en el óptimo, el nivel de actividad a_e ; a_j representa las ponderaciones de los niveles de actividad para llevar la observación analizada a la frontera. Los modelos PL presentados obtienen la información necesaria para hacer eficiente una observación. En el óptimo del problema PL, tenemos por [7]:

[9] $\hat{Y}_{re} = (Y_{re} + S_{re})/\hat{a}_e$; donde \hat{Y}_{re} , es el nivel de *output* r que hace eficiente a la observación e . Por [8]:

$$[10] \hat{V}_{ie} = (\hat{a}_e V_{ie} - S_{ie})/\hat{a}_e;$$

donde V_{ie} , es el nivel de *input* i que hace eficiente a la misma observación e .

Es posible obtener la tensión que ejercen los factores y productos en el sistema productivo de cada observación. Por [5] se obtiene el ejercido por los productos y por [5'] el ejercido por los factores. No obstante, puesto que ambas formulaciones son recíprocas, el grado de tensión de los productos también se obtiene en el óptimo por [3'] $\sum_r U_r Y_{re} = \hat{a}_e$. Así, si se desea obtener el grado de tensión conjunta de productos y factores, tenemos:

$$[11] \sum_i W_i V_{ie} + \sum_r U_r Y_{re} = 1 + \hat{a}_e.$$

No obstante, es preciso considerar el grado de estabilidad de los precios sombra. Aunque éstos permiten valorar la utilidad de un recurso totalmente utilizado, la modificación de los datos puede llevar a un total desorden en la jerarquía de tensiones. Explorar las condiciones de estabilidad puede constituir un objetivo en sí mismo, frente a la obtención de niveles de eficiencia y tensiones asociadas.

II.3. Grado de tensión de los recursos y variables de holgura

La formulación establecida en [3], [4], [5] o [3'], [4'], [5'], puede ser considerada como un problema «primal» de programación lineal y permite obtener el nivel de actividad de cada observación. Asociado a él, se encuentra su problema «dual» que obtiene, complementariamente, la valoración de los recursos en este nivel de actividad, es decir, el precio sombra o implícito, que mide la utilidad del recurso. Puede considerarse como el margen resultante de asignar su última unidad al sistema productivo. Será más elevado, cuanto mayor sea la utilidad del recurso, y, por tanto, nos permitirá medir la tensión que el recurso ejerce en el sistema.

III. APLICACION A LAS COMARCAS AGRARIAS DE LA COMUNIDAD AUTONOMA DE CASTILLA Y LEON

III.1. Los datos y fuentes estadísticas

Se utilizan datos correspondientes al año 1983 de las 59 comarcas agrarias de Castilla y León, delimitadas por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, M.A.P.A. (1978): «Comarcalización Agraria de España, Secretaría General Técnica».

Los datos de *outputs* se refieren al Margen Bruto Agrícola (M.B.A.) y al Margen Bruto Ganadero (M.B.G.), en pesetas de 1983. Estas variables representan la diferencia entre ingresos y gastos imputables a las actividades agrícolas y ganaderas en cada comarca. Han sido elaborados en el trabajo de L. Jiménez, A. Prieto y otros (1987); donde se expone la metodología y la clasificación de las comarcas según el tipo de agricultura que practican, siguiendo los criterios de la C.E.E. para establecer una tipología comunitaria de explotaciones agrícolas.

Los datos de factores son los siguientes:

- a) La Potencia Mecánica (H.P.). Esta variable ha sido elaborada con la información que aparece en el «Censo de maquinaria en uso el 1 de julio de 1983 M.A.P.A., S.G.T. Para cada Municipio de Castilla y León se utilizaron las siguientes máquinas y potencias:
 - Motores de riego y otros motores de uso agrícola. Se han considerado las siguientes potencias en H.P. para las comar-

cas de cada provincia: Avila, 11,3 H.P.; Burgos, 7,4 H.P.; León, 2,8 H.P.; Palencia, 7,6 H.P.; Salamanca, 8,8 H.P.; Segovia, 8 H.P.; Soria, 5,9 H.P.; Valladolid, 8,7 H.P.; Zamora, 7,4 H.P.

- Tractores de cadenas u orugas o de ruedas. Se han considerado 4 niveles de potencia mecánica: de menos de 25 H.P. (media, 20 H.P.); de 25 a 59 H.P. (media, 42 H.P.); de 60 a 79 H.P. (media, 70 H.P.) y de más de 80 H.P. (media, 95 H.P.).
- b) Unidades de Trabajo Anual (U.T.A.). La fuente ordinaria de estos datos es el «Censo Agrario de España 1982, I.N.E., T. IV: Resultados comarcales y municipales». Para la comarca El Bierzo (León), se han considerado 4.938 ocupados, en lugar de los 9.876 U.T.A. que estima la fuente citada (2).
- c) Superficie Agrícola Utilizada (S.A.U.). Se ha obtenido directamente del «Censo Agrario de España 1982, I.N.E., T. IV: Resultados comarcales y municipales». No obstante, se han explorado fronteras de eficiencia con dos especificaciones:
 - c.1. Superficie Agrícola Utilizada (S.A.U.), en hectáreas. Frontera F1.
 - c.2. Valor de la tierra en ptas. de 1983, Frontera F2. Para obtener esta estimación se han valorado las distintas superficies que componen la S.A.U., incluido el erial a pastos, según «Encuesta de precios de la tierra 1983, M.A.P.A., S.G.T., Boletín Mensual de Estadística n.º 7, julio 1984». Se supone que la situación real del mercado de precios de la tierra da una buena indicación de las diferencias cualitativas de la misma.

III.2. Relaciones técnicas y medidas de productividad

Una primera e interesante cuestión estriba en detectar la existencia de algún efecto de cambio técnico (corte transversal), según la dimensión y el tipo de agricultura. A fin de centrar la atención en

(2) Esta consideración se debe a que según los datos facilitados por el I.N.E. del Censo de población de 1981 existían en El Bierzo 4.938 ocupados en el sector agrario. Dado que las unidades del trabajo año U.T.A., según su definición, deben ser menores que los ocupados, hemos optado por corregir a la baja el dato. No obstante, ello no modifica la frontera de eficiencia.

este aspecto, consideremos las proporciones S.A.U./U.T.A. y H.P./U.T.A. En las tablas 1.a y 1.b podemos observar que existen considerables variaciones en las proporciones de factores en función de la dimensión y del tipo de agricultura, y bastante regularidad entre ambos: las relaciones S.A.U./U.T.A. y H.P./U.T.A. aumentan progresivamente con la dimensión y también a medida que las comarcas se tornan más agrícolas y menos ganaderas.

El comportamiento observado en las tablas 1.a y 1.b, podría ser explicado en base a dos hipótesis.

La primera, de tipo microeconómico, indica que la dimensión influye de forma distinta en los precios relativos de los factores. Según esta, si las comarcas, clasificadas según su dimensión, se enfrentaran a los mismos precios relativos, la proporción H.P./U.T.A., sería constante; es decir, la dimensión no influiría en la decisión sobre la selección de una combinación de potencia, mecánica y trabajo. En las tablas 1.a y 1.b se observa que la relación H.P./U.T.A. tiene la mayor variación y, por tanto, que H.P. y U.T.A. no son complementarios.

La segunda hipótesis, de tipo tecnológico, es la de «Cambio Técnico Inducido» (H. P. Binswanger, V. W. Ruttan, 1978). Dicha hipótesis se basa en los incrementos de superficie por trabajador (S.A.U./U.T.A.), motivados por avances en la tecnología mecánica en respuesta a cambios en el precio relativo del trabajo respecto al precio de la tierra y potencia mecánica, que permiten cultivar mayor superficie por trabajador. Esto implica un cierto grado de complementariedad técnica entre la tierra y la potencia mecánica, en contraposición a la complementariedad entre potencia mecánica y trabajo derivada de la primera hipótesis. Los datos presentados en las tablas 1.a y 1.b, parecen confirmar la hipótesis del «Cambio Técnico Inducido», ya que la proporción H.P./S.A.U. oscila en mucha menor proporción que la relación H.P./U.T.A.

Sin embargo, aún permanece la cuestión del impacto de los precios en las relaciones técnicas. Es preciso considerar que las proporciones se encuentran condicionada tanto por el conocimiento científico básico (p. ej. en la ganadería extensiva), como por las condiciones institucionales en el uso de la mano de obra. Ello necesariamente restringe el grado de elección tecnológica y provoca cierta dependencia entre la elección técnica y el sistema de precios.

Una segunda cuestión se centra en considerar la eficiencia alcanzada por los distintos tipos de agricultura, medida por los coeficien-

Tabla 1

COEFICIENTES *INPUT/OUTPUT* Y PROPORCIONES DE *INPUT*
DE LAS COMARCAS AGRICOLAS DE LA COMUNIDAD AUTONOMA
DE CASTILLA Y LEON (1983)

Tabla 1a

Proporciones promedio de inputs por tipos de tamaño

(n) Margen Bruto (E+6 ptas.)	(4) +6	(8) 5-6	(5) 4-5	(5) 3-4	(9) 2-3	(8) 1,5-2	(9) 1-1,5	(8) <1
<u>S.A.U.</u> <u>U.T.A.</u>	14,98	11,15	8,72	13,85	6,76	5,79	7,06	7,51
<u>H.P.</u> <u>U.T.A.</u>	61,19	52,19	38,19	56,11	20,66	15,51	15,64	13,37
<u>H.P.</u> E-6 <u>S.A.U.</u>	4,09	4,70	4,38	4,05	3,06	2,68	2,22	2,79

Tabla 1b

Proporciones promedio of inputs por tipo de agricultura

Tipo de agricultura (n)	Cultivo			Mixta cultivos ganados			Ganado	
	111 (4)	122 (4)	123 (13)	624 (8)	813 (6)	814 (3)	712 (10)	443 (7)
<u>S.A.U.</u> E+6 <u>U.T.A.</u>	15,77	13,62	10,45	8,33	6,45	6,05	6,85	6,85
<u>H.P.</u> <u>U.T.A.</u>	60,19	65,69	46,82	35,81	27,57	16,44	12,09	9,33
<u>H.P.</u> E-6 <u>S.A.U.</u>	3,82	4,82	4,49	4,30	4,27	2,72	1,76	1,36

n = Número de comarcas en la clase.

M.B. = Margen Bruto.

H.P. = Potencia mecánica.

U.T.A. = Unidad de Trabajo Anual.

S.A.U. = Superficie Agrícola Utilizada (la diferencia de calidad en la tierra se refleja por las diferencias del precio de venta, 1983).

Tipo de agricultura:

111. Cereales, excluyendo arroz.

122. Cereales y raíces.

123. Cultivos agrícolas diversos.

624. Cultivos agrícolas parcialmente dominantes.

813. Cultivos agrícolas con pastoreo de animales no de leche.

814. Pastoreo de animales no lecheros con cultivos agrícolas.

712. Pastoreo de animales no lecheros parcialmente dominante.

443. Pastoreo animal de herbívoros.

Tabla 1c
Coefficientes promedio input/output por tipo de agricultura

Tipo de agricultura (n)	Cultivo			Mixta cultivos ganados			Ganado	
	111 (4)	122 (4)	123 (13)	624 (8)	813 (6)	814 (3)	712 (10)	443 (7)
<u>U.T.A.</u> E-7 M.B.	0,51	0,43	0,68	0,97	1,51	1,90	1,95	1,86
<u>S.A.U.</u> E+3 M.B.	8,03	6,63	7,12	8,05	9,73	11,48	13,35	12,72
<u>H.P.</u> E-3 M.B.	30,64	31,93	31,90	34,58	41,59	31,19	23,57	17,37

n = Número de comarcas en la clase.

M.B. = Margen Bruto.

H.P. = Potencia mecánica.

U.T.A. = Unidad de Trabajo Anual.

S.A.U. = Superficie Agrícola Utilizada (la diferencia de calidad en la tierra se refleja por las diferencias del precio de venta, 1983).

Tipo de agricultura:

111. Cereales, excluyendo arroz.

122. Cereales y raíces.

123. Cultivos agrícolas diversos.

624. Cultivos agrícolas parcialmente dominantes.

813. Cultivos agrícolas con pastoreo de animales no de leche.

814. Pastoreo de animales no lecheros con cultivos agrícolas.

712. Pastoreo de animales no lecheros parcialmente dominante.

443. Pastoreo animal de herbívoros.

tes de productividad parcial (coeficientes *input-output*) reseñados en la tabla 1.c. Las comarcas de tipo agrícola tienen coeficientes de trabajo y superficie menores que las de tipo ganadero y mayores coeficientes de potencia mecánica, lo que constituye una primera indicación de que utilizan distinta técnica.

III.3. Índice global de eficiencia y estabilidad de las fronteras de eficiencia técnica

Los índices de productividad parcial no recogen adecuadamente las condiciones institucionales en el uso de la mano de obra, ni de la tecnología básica derivada de la vocación agrícola o ganadera de las comarcas, que provocan distintas técnicas. Con el fin de recoger y analizar estas cuestiones, se obtiene un índice global de eficiencia integrando las productividades parciales. El concepto de isocuanta se reemplaza aquí por el «posibilidades de producción».

La peculiaridad agrícola o ganadera de las comarcas se establece en base al Margen Bruto Agrícola y Margen Bruto Ganadero, respectivamente. Diversas especificaciones de la información origina tres fronteras de eficiencia técnica. La tabla 2 presenta las comarcas técnicamente eficientes derivadas de la formulación PL: [6], [7], [8].

Tabla 2

FRONTERAS DE EFICIENCIA TECNICA

Comarcas	Frontera	Fronteras			Tipo de Agricultura. O.T.E.
		F1	F2	F3	
53. Sureste (Va)		*	*	*	122 Cereales y Raíces
10. La Ribera (Bu)		*	*	*	123 Cultivos agrícolas diversos
22. El Páramo (Le)		*			123 Cultivos agrícolas diversos
48. Almazán (So)		*	*	*	123 Cultivos agrícolas diversos
51. Centro (Va)		*	*	*	123 Cultivos agrícolas diversos
8. Bureba Ebro (Bu)			*	*	111 Cereales, excluyendo arroz
4. Gredos (Av)		*	*	*	443 Pastoreo animal de herbívoros
5. Valle Bajo A. (Av)		*	*	*	443 Pastoreo animal de herbívoros
43. Pinares (so)		*	*	*	443 Pastoreo animal de herbívoros
20. Tierras de León (Le)		*			814 Pastoreo de animales no lecheros con cultivos agrícolas
15. El Bierzo (Le)				*	624 Cultivos agrícolas parcialmente dominantes
40. Cuéllar (Sg)		*	*		821 Cultivos agrícolas y granívoros
44. T. Altas y V. Tera (So)		*	*		821 Cultivos agrícolas y granívoros
36. F. de S. Esteban (Sa)				*	712 Pastoreo de animales no lecheros parcialmente dominante

F1: Frontera compuesta de dos *outputs*; Margen Bruto Agrícola (M.B.A.) y Margen Bruto Ganadero (M.B.G.) y tres *inputs*, superficie Agraria Útil en hectáreas (S.A.U.), Mano de obra en Unidades de trabajo Año (U.T.A.) y Potencia Mecánica (H.P.).

F2*-F1 y S.A.U. valorada en ptas. de 1983.

F3*-F2 y eliminadas las Comarcas frontera 40 y 44.

O.T.E.: Orientación Técnico-Económica.

*: Comarca perteneciente a la frontera.

Las fronteras F1 y F2 se diferencian en la especificación de la variable superficie. F1 considera la S.A.U. (Superficie Agrícola Utilizada) y F2 la S.A.U., valorada en pesetas de 1983. F1 y F2 son muy parecidas y los índices de eficiencia de ambas fronteras tienen escasas variaciones. La regresión lineal existente entre sus índices muestra un buen ajuste, con una pendiente muy próxima a la unidad.

$F1 = ,02442 + ,98148 F2$; $R^2 = ,922$; $F = 676,34$; $N = 59$

«t» (,82) (26,01)

En términos de elasticidad de F1 respecto a F2, el ajuste es:

$$\text{LnF1} = ,01081 + ,99093 \text{ LnF2}; R^2 = ,941; F = 909,16; N = 59$$

«t» (,86) (30,15)

Según este ajuste las variaciones porcentuales son prácticamente iguales, lo que constituye un resultado previsible dado que los tipos de agricultura de las comarcas de Castilla y León tiene una componente territorial muy fuerte.

Para tratar el problema de los errores espureos, diversos autores recomiendan la sugerencia de D. J. Aiguer y S. F. Chu (1968), que consiste en eliminar de la frontera algunas observaciones eficientes y observar las variaciones de los índices generados por nuevas aplicaciones de los modelos lineales.

Del conjunto de posibilidades de producción que originan F2 (59 comarcas), se han eliminado las comarcas frontera 40 (Cuéllar), 44 (Tierras Altas y Valle del Tera) y 42 (Segovia) por atípicas, ya que el ganado porcino aporta el 34% del Margen Bruto Total y también la comarca 18 (La Cabrera) por datos atípicos. El efecto de eliminación de estas observaciones se recoge en las siguientes regresiones:

$$F3 = ,14469 + ,88271 F2; R^2 = ,836; F = 270,37; N = 55$$

«t» (3,49) (16,44)

$$\text{LnF3} = ,01589 + ,87325 \text{ LnF2}; R^2 = ,869; F = 351,34; N = 55$$

«t» (2,15) (18,74)

La relación entre ambos conjuntos de índices es estadísticamente significativa. Los índices de eficiencia de las comarcas con tipo de agricultura menos diversificada [111, 122, 123 y 443] quedan prácticamente inalterados. F3 constituye una frontera de elevado grado de estabilidad.

IV. RESULTADOS Y CONCLUSIONES: INEFICIENCIA Y DESAJUSTE DE RECURSOS

El análisis de la ineficiencia técnica y de desajustes estructurales de recursos se realiza mediante índices globales de eficiencia y a través de relaciones de productividad:

«Disminución de Factor» e «Incremento de producto». Con ello se evalúan los reajustes que se deberían establecer para el traslado a

la frontera de cada comarca particular. Además, se indica el grado de tensión que ejerce cada recurso (producto o factor) sobre el sistema productivo, a fin de cuatificar la «limitacionalidad» del mismo. A mayor tensión ejercida, mayor será la valoración marginal del recurso y, por tanto, menores las posibles modificaciones del sistema productivo de cada comarca a través de ese factor. Para este análisis se utiliza como referencia la frontera F3.

Los resultados se presentan en la tabla 3, especificándose por tipos de agricultura: *a)* Eficiencia técnica; *b)* el incremento de producto; *c)* la disminución de factor; *d)* las tensiones conjuntas del sistema productivo referidas a *outputs* e *inputs*.

Las conclusiones obtenidas de la tabla 3, pueden sintetizarse en los siguientes aspectos:

a) Eficiencia técnica: Se observa que los tipos de agricultura menos diversificada tanto desde el punto de vista agrícola [122, 123, 111] como ganadero [443], tienen índices de eficiencia promedio superiores a las comarcas más diversificadas de tipo mixto agrícola-ganadero [813, 814, 624 y 712] (3). Por otra parte, la especificación de la variable superficie en F1 (S.A.U.) y F2 (valor de la S.A.U.) apenas modifica el nivel de eficiencia promedio. F3 respecto a F2 tiende a elevar el índice de eficiencia en las comarcas más diversificadas pero deja prácticamente inalteradas las de orientación exclusiva agrícola o ganadera.

b) y *c)* Incremento de producto y Disminución de factor: Los reajustes para llevar a una unidad de decisión a la frontera, se obtienen a través del incremento de producto y disminución de factor. Por ejemplo, la comarca 1 (Arévalo-Madrigal), para ser eficiente, debería incrementar un 16% su Margen Bruto Agrícola y Margen Bruto Ganadero y reducir un 82% su Potencia Mecánica. De una manera general, las comarcas de Castilla y León tienen la variable superficie como el factor más limitante en su sistema productivo, casi con independencia del Tipo de Agricultura de la comarca: en sólo 6 comarcas aparece un exceso de S.A.U. en su sistema productivo, lo que implica que el reajuste para acercarse a la frontera se centra básicamente en los otros dos factores: Potencia Mecánica (H.P.) y

(3) La mayor o menor diversificación agrícola o ganadera se encuentra asociada a los criterios de clasificación de las comarcas según su orientación técnico-económica O.T.E. La determinación de las clases de O.T.E. depende de dos elementos: la naturaleza de las producciones y los umbrales de las clases referidas al Margen Bruto Total de la Comarca. Puede verse la clasificación en L. Jiménez, A. Prieto y otros (1987).

Tabla 3 (Continuación)

INDICES DE EFICIENCIA Y RELACIONES DE PRODUCTIVIDAD

Tipo de agricultura y comarca	Fronteras de eficiencia (Indices)			Incremento de Producto (%)		Disminución de factor (%)				Tensiones (%)				
	F1	F2	F3	MBA	MBG	SAU	UTA	HP	MBA	MBG	SAU	UTA	HP	
<i>813. Cultivos con pastoreo de animales no de leche</i>														
7. Merindades (Bu)	,678	,178	,869	15	15	0	0	82	14	32	29	15	0	
19. Astorga (Le)	,564	,502	,573	75	75	0	92	0	17	19	28	0	36	
23. Esla-Campos (Le)	,561	,515	,571	76	76	0	0	94	13	23	51	13	0	
24. Sahagún (Le)	,383	,404	,424	136	136	0	98	0	17	13	37	0	33	
31. Aguilar (Pa)	,653	,685	,847	18	18	0	0	58	17	29	40	14	0	
37. Alba de Tormes	,719	,717	,827	21	21	0	0	0	9	36	16	19	20	
\bar{x}	,593	,585	,685											
s	(,121)	(,128)	(,187)											
<i>814. Pastoreo de animales no lecheros con cultivos</i>														
20. Tierras de León (Le)	1,000	,904	,993	1	1	0	94	81	4	46	50	0	0	
29. Guardo (Pa)	,467	,468	,513	95	95	0	0	0	9	25	19	20	27	
30. Cervera (Pa)	,436	,452	,495	102	102	0	0	0	7	26	19	23	25	
\bar{x}	,634	,608	,667											
s	(,317)	(,256)	(,282)											
<i>624. Cultivos agrícolas parcialmente dominantes</i>														
11. Arlanza (Bu)	,744	,745	,841	19	19	0	0	80	0	46	28	27	0	
15. El Bierzo (Le)	,915	,745	1,000	0	0	0	0	0	32	18	50	0	0	
41. Sepúlveda (So)	,729	,734	,969	3	3	0	0	73	0	49	22	29	0	
46. Soria (So)	,798	,799	,811	23	23	0	100	0	26	18	29	0	26	
49. Arco de Jalón (So)	,682	,634	,708	47	47	87	0	0	35	5	0	3	56	
55. Benavente y los valles (Za)	,763	,687	,793	26	26	0	0	93	16	29	40	16	0	
57. Campos-Pan (Za)	,628	,634	,708	41	41	0	0	90	15	26	50	9	0	
58. Duero Bajo (Za)	,606	,596	,604	66	66	0	62	0	28	10	36	0	27	
\bar{x}	,733	,706	,801											
s	(,099)	(,081)	(,137)											
<i>712. Pastoreo de animales no lecheros parcialmente dominante</i>														
6. Valle del Tiétar (Av)	,853	,855	,870	15	15	0	59	0	19	28	36	0	18	
9. Demandá (Bu)	,751	,732	,880	14	14	0	0	0	5	42	12	25	15	
32. Vitigudino (Sa)	,686	,689	,796	26	26	0	0	0	3	42	12	25	15	
33. Ledesma (Sa)	,712	,712	,856	17	17	0	0	0	6	40	19	21	14	
36. F. de San Esteban (Sa)	,802	,802	1,000	0	0	0	0	0	0	50	0	47	3	
38. Ciudad Rodrigo (Sa)	,592	,597	,733	36	36	0	0	0	5	39	16	26	15	
39. La Sierra (Sa)	,908	,923	,925	8	8	0	54	0	21	27	31	0	21	
54. Sanabria (La)	,673	,652	,729	37	37	0	40	0	9	33	40	0	0	
56. Aliste (Za)	,441	,449	,470	113	112	0	91	91	1	31	68	0	0	
58. Sayago (Za)	,586	,559	,691	45	45	0	0	0	4	36	16	26	17	
\bar{x}	,704	,705	,795											
s	(,139)	(,139)	(,149)											

M.B.A.: Margen Bruto Agrícola. M.B.G.: Margen Bruto Ganadero. S.A.U.: Superficie Agraria Util. U.T.A.: Unidad de Trabajo Año. H.P.: Potencia Mecánica. x: Media. s: Desviación estándar.

Trabajo (U.T.A.). Frente a estas sólo 6 comarcas donde la S.A.U. se manifiesta relativamente en exceso, existen 16 comarcas donde la S.A.U. se manifiesta relativamente en exceso, existen 16 Comarcas con exceso de mano de obra, de las cuales 7 pertenecen a la provincia de León (caracterizada por una fuerte agricultura a tiempo parcial) y el resto son comarcas de la periferia geográfica regional, donde la mecanización se encuentra dificultada por el Tipo de Agricultura y/o las condiciones naturales de explotación. 18 comarcas tienen excesiva Potencia Mecánica, de las que 12 son de tipo agrícola (Orientaciones Técnico-Económicas O.T.E. 111, 122, 123 y 624).

d) Tensiones del sistema productivo: En general, el trabajo agrícola (U.T.A.), provoca bajas tensiones en el sistema productivo frente a las que alcanza la variable superficie agrícola. La reorganización del sistema productivo, dada la tecnología derivada de la «Mejor Práctica Técnica», sería, en todo caso, más fácilmente abordable a través de la mano de obra en las comarcas ganaderas y la potencia mecánica en las comarcas agrícolas. En la tabla 3 se presenta la participación porcentual de los factores (S.A.U., U.T.A., H.P.) y de los productos (M.B.A., M.B.G.), en la tensión total del sistema productivo de cada comarca (100%). Si referimos el análisis a cada comarca, por ejemplo tendríamos para la comarca 1. Arévalo-Madrial (A.V.), la tensión de la S.A.U. cifrada en el 48%, frente al 6% de U.T.A. y nula tensión de H.P. Ello significa que la potencia mecánica es un factor redundante y S.A.U. y U.T.A. factores limitativos, si bien U.T.A. tan sólo a un nivel del 6%.

BIBLIOGRAFIA

- BINSWANGER, H.P., y RUTTAN, V. W. (1978): *Induced Innovation*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
- CHARNES, A., y COOPER, W. W. (1961): *Management models and industrial applications on linear programming*, John Wiley and Sons, New York.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W., y RHODES, E.: (1978): «Measuring the efficiency of decision making units», *European Journal of Operational Research*, 2, 429-44.
- FARE, R.; CROSSKOPF, S., y LOVEL, C. A. K. (1985): *The measurement of efficiency of production*, Kluwer-Nijhoff Publishing.
- FARRELL, M. J. (1957): «The measurement of productive efficiency», *Journal Royal Statistical Society*, 120, 253-89.

- FRANTZ, R. S. (1984): *X-Efficiency theory: A review of the literature, 1966-1983*, Center for Public Economic, San Diego State University.
- GROSSKOPF, S. (1986): «The role of the reference technology in measuring productive efficiency», *The Economic Journal*, 96, 499-513.
- HILDEMBRAND, W. (1981): «Short-Run productions based on microdata», *Econometrica*, 49 (5), 1.095-125.
- JIMÉNEZ, L.; PRIETO, A.; AREVALO, G., y ESCUDERO, F. (1987): «La orientación productiva agraria de Castilla y León ante la C.E.E.», *La integración de España en la C.E.E. y el Sector Agrario de Castilla y León*, Asociación Castellano-Leonesa de Ciencia Regional, 111-49.
- LEIBENSTEIN, H. (1966): «Allocative efficiency VS "X-Efficiency"», *American Economic Review*, 56 (2), 392-415.
- LEIBENSTEIN, H. (1977): "X-Efficiency, Technical efficiency and incomplete information use: a comment", *Economic Development and Cultural Change*, 25 (2), 311-16.
- SENGUPTA, J. K. (1989): «Efficiency analysis by production frontiers. The nonparametric approach», *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht (Netherlands).
- PRIETO GUIJARRO, A. (1987): «Disponibilidad de recursos y eficiencia productiva», *Estudios Agro-Sociales*, n.º 142; 47-82.
- STIGLER, G. J. (1976): «The Existence of X-Efficiency», *The American Economic Review*, 66, 213-16.
- WALTERS, A. A. (1963): «Production and cost functions: an econometric survey», *Econometrica*, 31, 1-66.

PALABRAS CLAVE

Economía Regional, Eficiencia, Producción Agraria, Castilla y León.

RESUMEN

En este trabajo se aplican algunos modelos para estimar ineficiencias técnicas derivadas de la «Mejor Práctica Técnica» de un conjunto de datos estructurales referidos a la Comunidad Autónoma de Castilla y León. Esta región, se considera dividida en 59 comarcas agrarias (M.A.P.A., 1978). Cada comarca constituye una unidad de decisión que gestiona un tipo determinado de agricultura. Se explora el grado de ineficiencia técnica derivado de los supuestos de rendimientos constantes a escala y fuerte disponibilidad de *inputs*. Los resultados muestran que las comarcas con un tipo de agricultura menos diversificada tienden hacia mayores índices de eficiencia. El factor superficie agraria, es el más limitante del sistema productivo, mientras la mano de obra y la potencia mecánica serían factores de ajuste para alcanzar mayores grados de eficiencia técnica: siendo el primero el que menos tensión ejerce en el sistema productivo y, por tanto, el menos limitante. Los reajustes productivos se centrarían sobre el trabajo humano y mecánico, dependiendo del tipo de agricultura practicada.

RESUME

Dans ce travail, il est appliqué certains modèles destinés à évaluer les inefficiences techniques résultant de la «meilleure pratique technique» d'un ensemble de données structurales en ce qui concerne la Communauté autonome de Castille et Léon. Cette contrée est considérée comme étant divisée en 59 régions agricoles (M.A.P.A., 1978). Chaque région constitue une unité de décision qui gère un type donné d'agriculture. Il est étudié le degré d'inefficience technique résultant des hypothèses de rendements constants à l'échelle et de forte disponibilité des inputs. Les résultats à l'échelle et de forte disponibilité des inputs. Les résultats montrent que les régions dont le type d'agriculture est moins diversifié tendent vers des taux d'efficience plus élevés. Le facteur superficie agricole est celui qui limite le plus le système productif, tandis que la main d'oeuvre et la puissance mécanique seraient des facteurs d'ajustement permettant d'atteindre de plus hauts degrés d'efficience technique, le premier étant celui qui exerce une tension moindre dans le moins. Les réajustements productifs se concentreraient dans le travail humain et mécanique, selon le type d'agriculture appliqué.

SUMMARY

This paper applies some models for estimating technical inefficiencies arising from «Best Technical Practice» of a set of structural data on the Castilla y Leon Autonomic Region (Spain). The region was divided into 59 agrarian areas delimited by M.A.P.A. (1978). Each area was considered to be a decision making unit DMU which manage a certain type of farming. The degree of technical inefficiency arising from constant returns to scale and strong disposability of inputs was investigated. The results demonstrate that the areas with a less diversified type of farming tend towards higher efficiency indices. Surface is the production process limiting factor, while labour and mechanical power are adjustment factors for reaching greater degrees of technical efficiency. Labour, in its turn, exerts low tension on the production system: it is the least limiting factor. Agricultural land is thus the most stable factor and outside the realm of managerial discretion. Production readjustments center on labour and mechanization, depending on the type of farming.
