ITEA (2001), Vol. 97V N.º 1, 5-17

EFICIENCIA TÉCNICA Y COSTES DE PRODUCCIÓN EN VITICULTURA

Belén Iráizoz, Manuel Rapún, Idoia Zabaleta

Departamento de Economía, Universidad Pública de Navarra, Campus de Arrosadía, s/n, Pamplona 31006, Navarra, España
e-mail: idoia@unavarra.es

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es estimar y analizar la eficiencia técnica de un conjunto de explotaciones vitícolas. Las unidades de producción incluidas en el estudio están localizadas en la zona central y Ribera de Navarra.

Para medir la eficiencia técnica vamos a estimar funciones de producción frontera paramétricas y no paramétricas. La utilización de estos dos métodos permitirá comparar los resultados obtenidos.

Asimismo, se analiza la relación existente entre la eficiencia y otras variables relevantes de las explotaciones como el tamaño, los rendimientos factoriales y los resultados económicos. Por último, se contrasta la relación entre eficiencia y costes unitarios.

Palabras clave: Vid, Eficiencia técnica, Funciones de producción frontera, Costes unitarios.

SUMMARY
TECHNICAL EFFICIENCY AND PRODUCTION COSTS IN VITICULTURE

The objective of this paper is to estimate and to analyse the technical efficiency of a set of viticultural farms. The production units included in the study are located in the central and southern regions of Navarra.

In order to measure the technical efficiency we are going to estimate frontier production functions, both parametric and non parametric. Using both methods will let us compare the obtained results.

Likewise, the existing relationship between the efficiency and other relevant variables of the productive units such as the size, the factorial returns and the economic results are analysed. Finally, the efficiency is contrasted with unit costs.

Key words: Vine growing, Technical efficiency, Production functions, Unit costs.

Introducción

Con la incorporación de España a la Comunidad Económica Europea y la implantación de la Política Agraria Común (PAC, en adelante), el sector agrario, en general, ha registrado una serie de importantes modificaciones para adaptarse a la nueva situación marcada por la PAC y su evolución durante los años ochenta y noventa.

En el caso concreto de la producción de vino, la regulación comunitaria es extraordinariamente compleja, ya que el Reglamento (CEE) n.º 822/87 ha sido modificado en numerosas ocasiones, siendo la última la recogida en el Reglamento (CE) n.º 1627/98. Durante este periodo se han producido cambios de gran importancia, tanto internos como externos. Con ello nos estamos refiriendo a la Reforma de la PAC de 1992 y a los acuerdos comerciales de la Ronda Uruguay de 1995. Frente a estas situaciones, la Organización Común de Mercado Vitivinícola ha tenido que esperar su reforma hasta 1999 con el Reglamento (CE) n.º 1493/99. Este reglamento recoge de forma conjunta toda la prolija regulación del mercado vitivinícola, cuyo problema más importante es la existencia de un excedente estructural en el conjunto de la Unión Europea.

En lo que se refiere a España y a Navarra, del citado reglamento se desprende la necesidad de contar con explotaciones competitivas capaces de enfrentarse a los procesos de liberalización comercial y a las reducciones del tradicional apoyo comunitario.

En este contexto, el trabajo que a continuación se presenta pretende evaluar y analizar la eficiencia técnica y los costes de producción de un conjunto de explotaciones vitícolas localizadas en la zona media y Ribera de Navarra. Esta Comunidad del norte de España tiene unas características orográficas y climáticas en las zonas señaladas, que favorecen el cultivo de la vid. En la medida que estas explotaciones sean eficientes y flexibles, estarán en disposición de enfrentarse a un entorno económico cada vez más difícil y competitivo.

La producción de uva creció el 42% entre 1990 y 1998, con una tasa de crecimiento acumulativa en el período del 4,5%. Además, en estos últimos años se están llevando a cabo inversiones que implican la modernización de los procesos de transformación, así como plantaciones de nuevas variedades.

La producción de vino en Navarra es una actividad agraria de cierta importancia. En el contexto regional y para el año 1994 representa el 8% de la Producción Final Agrícola, ocupando el 6% de las hectáreas cultivadas en la Comunidad. Aunque la aportación vitícola a la producción final agraria de Navarra no es muy elevada, el 5%, sus expectativas apuntan hacia un crecimiento.

En Navarra existen dos denominaciones de origen "Rioja" y "Navarra", constituidas en 1926 y 1936 respectivamente. En el año que nos ocupa, 1994, el 60% de las hectáreas cultivadas fueron de denominación de origen "Navarra".

En el trabajo se recoge en primer lugar la descripción de los métodos utilizados en la estimación de la eficiencia técnica, a continuación se describen los datos, se presentan los resultados de las estimaciones por los dos métodos utilizados, se analizan los elementos explicativos de la eficiencia, se contrasta la relación existente entre eficiencia y costes unitarios y por último se recogen las conclusiones más importantes.

Métodos

La eficiencia técnica de una unidad de producción se refiere al logro del máximo *output* posible dadas unas cantidades de *inputs*, o al uso mínimo de *inputs* dada una cantidad de *output*, teniendo en cuenta las relaciones físicas de producción.

La medida de la eficiencia técnica parte de la estimación de funciones de producción frontera, método propuesto inicialmente por FARRELL (1957). El método consiste en estimar una función de producción frontera que permite calcular el *output* máximo (y^*) que puede ser obtenido por cada unidad de producción, dada una combinación de *inputs*. El nivel de eficiencia técnica de cada unidad productiva se puede calcular como la relación entre el producto obtenido (y) y dicho máximo, es decir,

$$0 \leq ET < {}^{y}/_{y^*} \leq 1.$$

En la práctica, la función de producción frontera es desconocida, por lo que en la literatura se han desarrollado dos métodos principales para estimarla: paramétrico y no paramétrico. La principal diferencia radica en establecer o no, *a priori*, una forma funcional para la función de producción frontera. El principal inconveniente del paramétrico consiste en que la forma funcional utilizada es una hipótesis impuesta a los datos que no puede ser contrastada, pero tiene la ventaja de que se puede realizar inferencia estadística sobre los resultados obtenidos. El método no paramétrico tiene la ventaja de su flexibilidad, ya que se adapta a modelos multiproducto e impone condiciones menos restrictivas en cuanto a la tecnología de referencia. No obstante, su incapacidad para incluir perturbaciones aleatorias hace que sus resultados sean muy sensibles a errores de medida y de especificación del modelo.

Ambos métodos tienen como inconveniente que, dado que la frontera de producción es desconocida, los niveles de eficiencia calculados son relativos a los datos disponibles. Como señalan PEDRAJA y SALINAS (1995), "no obtendremos, por tanto, verdaderas eficiencias sino eficiencias calculadas a partir de las mejores prácticas observadas". Además, en general, no hay forma de saber si las medidas empíricas sobrestiman o subestiman la verdadera eficiencia técnica.

Existen numerosas aplicaciones[1] de la medida de la eficiencia técnica de explotaciones agrícolas y ganaderas. En la literatura española podemos encontrar, entre otros, estudios relativos a la producción lechera (ÁLVAREZ, BELKNAP y SAUPE, 1998; ARIAS y ÁLVAREZ, 1993), a la producción porcina (MURUA y ALBISU, 1993) y a la producción de maíz (COLOM, 1994).

Fronteras paramétricas estocásticas

El planteamiento de estos modelos procede de AIGNER, LOVELL y SCHMIDT (1977) y MEEUSEN y VAN DEN BROECK (1977). Determinada la forma funcional que adopta la función de producción, los autores plantean el modelo $y_i = f(x_i, \beta) + \varepsilon_i$, donde y_i es el *output* de la explotación i, x_i es el vector de *inputs*, β es un vector de parámetros y ε_i una perturbación compuesta por dos elementos, $\varepsilon_i = v_i + u_i$. El componente v_i es una perturbación simétrica que recoge las variaciones aleatorias en la producción debido a

1. Una recopilación de aplicaciones en el ámbito agrario se puede encontrar en Battese (1992).

factores que no están bajo el control de la unidad de producción y se supone que se distribuye idéntica e independientemente como una $N(0,\sigma_v^2)$. El componente u_i es un término asimétrico que recoge la ineficiencia técnica y se asume que se distribuye independientemente de v_i, y que satisface[2] que $u_i \leq 0$. El método de estimación utilizado es el de Máxima Verosimilitud.

Un problema que se plantea en estos modelos es que la perturbación u_i no es observable directamente, por lo que la ineficiencia de cada observación se estima, siguiendo a JONDROW *et al.* (1982), a partir de la distribución condicionada de u_i dada ε_i, es decir, $E(u_i|\varepsilon_i)$.

Fronteras no paramétricas

Estos modelos se conocen con el nombre de Análisis Envolvente de Datos (DEA). El modelo básico, propuesto por CHARNES, COOPER y RHODES (1978), asume que la tecnología de producción presenta rendimientos constantes a escala.

Supongamos una actividad productiva en la que hay n explotaciones, que utilizan m *inputs* $X_i = (x_{1i},.....x_{mi}) \in R_+^m$ para obtener s *outputs* $Y_i = (y_{1i},.....y_{si}) \in R_+^s$. Cada par de vectores (X_i, Y_i) constituye un proceso productivo. Si definimos Y como la matriz s*n de *outputs*, y X como la matriz m*n de *inputs* y λ como el vector intensidad (n,1) que pondera las actividades de cada explotación perteneciente al Grupo de Comparación Eficiente, el modelo se plantea del modo siguiente:

$$CRS(Y_i, X_i, u^i, v^i) = min\left[-(u^i s + v^i e)\right]$$

$$\text{sujeto a: } \begin{matrix} Y\lambda - s = Y_i \\ -X\lambda - e = -X_i \\ \lambda \geq 0, e \geq 0, s \geq 0 \end{matrix}$$

El índice de Eficiencia Técnica Global (ETG) θ_g^* es un escalar que representa la mínima proporción a la que se puede reducir el consumo de *inputs* sin alterar el nivel de *output*. Si el índice es igual a la unidad[3], la explotación es técnicamente eficiente. Si es menor que 1 existe ineficiencia técnica.

Esta medida de eficiencia puede ser el resultado de comparar unidades de gran escala con unidades hipotéticas de reducida escala y al contrario. Para solucionar este problema, BANKER, CHARNES y COOPER (1984) plantearon un modelo en el que se permite que los rendimientos a escala sean variables, en cuyo caso se debe añadir al problema anterior la restricción de que los λ_i sumen la unidad. A la medida resultante se le denomina Eficiencia Técnica Pura (ETP).

Dado que para hallar la ETP hemos restringido el Grupo de Comparación Eficiente, se cumple que $ETP_i \geq ETG_i$. Una vez conocida la ETG y la ETP, la relación entre ambas nos indica la eficiencia de escala (EE), que puede interpretarse como la reducción adicional en el consumo de *inputs* si la tecnología presentase rendimientos constantes a escala en el punto en

2. Aigner, Lovell y Schmidt analizan el caso de la seminormal y la exponencial. Meeusen y Van den Broeck estudian solamente este último caso. En nuestra aplicación también supondremos que la perturbación u_i se distribuye como una exponencial, porque se ajusta mejor a los datos disponibles.

3. Tener un índice $\theta_g^* = 1$ garantiza que no pueda reducirse el consumo de todos los *inputs* a la vez, aunque podemos variar el consumo de uno de ellos y alcanzar mayor eficiencia. A esta condición hay que añadirle además que las varibles de holgura sean cero para garantizar la eficiencia técnica.

el que se sitúa la unidad productiva evaluada, y viene dada por $EE_i = ETG_i / ETP_i$.

Datos utilizados

Los datos utilizados, referentes al año 1994, proceden del Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación del Gobierno de Navarra, y son los empleados para elaborar la Red Contable Agraria de Navarra (RICAN). Han sido escogidas todas las explotaciones que contenían más de un 10% de este producto agrario en el total del producto bruto final de la explotación.

En este análisis se ha utilizado información relativa a 51 explotaciones que tienen la vid como cultivo principal de secano extensivo. La vid de regadío no la hemos considerado en el análisis por ser su importancia mucho menor (en concreto, en el año 1994, representaba el 20% de las hectáreas cultivadas).

El *output* considerado ha sido la Producción Bruta[4] (en miles de pesetas). Los *inputs*[5] considerados, cuyas estadísticas básicas aparecen en el cuadro 1, son: el trabajo (HORAS) medido a través del número de horas trabajadas en un año; la tierra (SAU) medida por las hectáreas de Superficie Agrícola Útil; el capital (INVM) expresado como el inventario medio anual de maquinaria y edificios en miles de pesetas y los gastos de cultivo (GCULM) que incluyen los relativos a plantas, abonos y otros gastos específicos de cultivo en miles de pesetas.

Cuadro 1. Estadísticas básicas de las variables utilizadas
Table 1. Basic Statistics for the data used

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
Producción Bruta	265,34	6.300,19	2.108,74	1.582,55
HORAS	238,78	3.925,95	1.223,64	894,40
SAU	1,18	18,55	7,92	4,84
INVM	78,22	8.135,40	812,70	1.239,05
GCULM	29,78	1.171,66	382,26	246,99

Fuente: Elaboración propia con base en la RICAN. *Source: Authors' own.*

4. La Producción Bruta se calcula como las Ventas-Autoconsumo-Reempleo-Inventario de cierre+Inventario de apertura.

5. Dado que la información proviene de las contabilidades agrarias, los *inputs* hacen referencia al conjunto de la explotación (excepto la tierra), por lo tanto ha sido necesario asignarlos a cada uno de los procesos productivos presentes en cada explotación. Las horas trabajadas y los gastos de cultivo se han imputado en función del porcentaje del Producto Bruto correspondiente a cada proceso productivo, mientras que el capital se ha imputado en función de la superficie.

Resultados

Frontera paramétrica

En primer lugar se debe especificar una forma funcional para la función de producción frontera a estimar. En este trabajo, se ha asumido que adopta la forma de una función Cobb-Douglas, es decir,

$$y_i = A * \prod_{j=1}^{n} x_{ij}^{\beta_j} * e.$$

Una vez linealizada y teniendo en cuenta las variables consideradas en la aplicación, la función a estimar es:

$$\ln PBK_i = \alpha + \beta_1 \ln HORAS_i + \beta_2 \ln SAU_i + \\ + \beta_3 \ln INVM_i + \beta_4 \ln GCULM_i + \varepsilon_i$$

Los resultados de la estimación aparecen en el cuadro 2. Como se puede observar todos los coeficientes tienen el signo esperado y resultan estadísticamente significativos, a excepción del inventario medio, variable escogida como representativa del capital[6].

Una vez estimada la función de producción, para estimar la eficiencia técnica de cada explotación se debe calcular

$$\exp\left[-E\left(u_i|\varepsilon_i\right)\right].$$

La distribución de frecuencias y las estadísticas básicas del nivel de eficiencia técnica así calculado (ETPAR) aparecen en el cuadro 3. Los resultados nos indican que las explotaciones consideradas, dado el consumo de *inputs*, producen solamente el 85% del *output* máximo.

Frontera no paramétrica

Resolviendo los problemas de programación matemática para el modelo con

Cuadro 2. Frontera paramétrica estimada
Table 2. Estimated parametric frontier

Variable	Coeficiente	t-ratio
Constante	2,24	3,75*
LnHORAS	0,44	4,76*
LnSAU	0,36	3,54*
LnINVM	0,02	0,50
LnGCULM	0,25	4,44*
ϕ	5,98	2,42*
σ_v	0,18	3,85*
Log-Verosim.	0,44	

(*) Significativo al 1%. (*) *Significant at the 1% level.*

6. Se han estimado funciones de producción frontera utilizando diferentes variables para cuantificar el uso de capital en cada explotación (amortizaciones, maquinaria) y la que se presenta es la que ofrecía mejores resultados econométricos.

rendimientos constantes a escala y para el de rendimientos variables, se han obtenido los diferentes niveles de eficiencia técnica global (ETG) y de eficiencia técnica pura (ETP), para posteriormente, y relacionando las anteriores, calcular la eficiencia de escala (EE). Las estadísticas básicas de esos niveles de eficiencia para los dos cultivos considerados se recogen en el cuadro 3.

La producción de uva presenta una eficiencia global de 0,78. La ineficiencia se debe más a consideraciones técnicas que de escala, ya que la eficiencia técnica pura es de 0,85 y la de escala es de 0,91.

Comparación de los resultados obtenidos con ambas fronteras

Para contrastar los resultados obtenidos a partir de los dos métodos, hemos calculado los coeficientes de correlación de Pearson entre el nivel de eficiencia ETPAR y la ETG y la ETP, así como el coeficiente de correlación de Spearman entre las ordenaciones que se originan con cada medida de la eficiencia técnica, que se incluyen en el cuadro 4.

En todos los casos, los coeficientes son positivos y estadísticamente significativos al 1%. Por lo tanto, podemos concluir que los métodos utilizados producen resultados similares en cuanto a los niveles de eficiencia técnica y ordenaciones derivadas de los mismos. Por esta razón, el análisis posterior se realiza utilizando el nivel de eficiencia técnica calculado a partir de la frontera paramétrica estocástica.

Elementos explicativos de la eficiencia

En este apartado se pretende llevar a cabo una segunda etapa del análisis de la

Cuadro 3. Niveles de eficiencia técnica estimada
Table 3. Levels of technical efficiency estimated

	ETPAR		ETG		ETP		EE	
Eficiencia técnica	Nº Obs.	%	Nº Obs.	%	Nº Obs.	%	Nº Obs.	%
0,0-0,75	4	7,8	20	39,2	10	19,6	5	9,8
0,75-0,80	7	13,7	6	11,8	9	17,6	1	2,0
0,80-0,85	5	9,8	5	9,8	4	7,8	3	5,9
0,85-0,90	17	33,3	3	5,9	4	7,8	6	11,8
0,90-0,95	17	33,3	7	13,7	3	5,9	7	13,7
0,95-1	1	2,0	10	19,6	21	41,2	29	56,9
Media	0,85		0,79		0,85		0,92	
Desviación típica	0,92		0,17		0,15		0,11	
Mínimo	0,48		0,33		0,44		0,57	
Máximo	0,95		1		1		1	

Fuente: Elaboración propia. *Source: Authors' own.*

Cuadro 4. Coeficientes de correlación de Pearson y Spearman
Table 4. Pearson and Spearmen Correlation Coefficients

	PEARSON	SPEARMAN
ETPAR-ETG	0,83	0,86
ETPAR-ETP	0,70	0,81

Fuente: Elaboración propia. *Source: Authors' own.*

eficiencia técnica con la intención de explicar las características que comparten las unidades productivas más eficientes.

En la literatura existen numerosos[7] trabajos empíricos que realizan este tipo de análisis, que se puede llevar a cabo de dos formas. En primer lugar, existe la posibilidad de estimar la función de producción frontera incluyendo todas las variables que afectan a la producción, ya sea directamente como *inputs* productivos, o indirectamente a través de la eficiencia técnica. La otra alternativa consiste en el análisis en dos etapas. En la primera se estima una función de producción frontera y una vez obtenidos los niveles de eficiencia técnica, se estudia su relación con una serie de variables exógenas.

En este trabajo se utiliza el procedimiento en dos etapas, ya que facilita una evaluación más intuitiva de los resultados de las unidades productivas analizadas y resulta más atractivo para el análisis de políticas y toma de decisiones[8].

La relación entre la eficiencia y el conjunto de variables exógenas se puede establecer bien a través de un análisis de la varianza o bien a través de un análisis de regresión[9]. En nuestro caso se utilizan ambos con el fin de contrastar los resultados obtenidos.

En cuanto a las variables exógenas utilizadas para explicar el nivel de eficiencia, las más utilizadas en la literatura en el ámbito de las explotaciones agrarias han sido, además del tamaño, la edad, el nivel de estudios y la experiencia del agricultor, el uso de servicios de extensión agraria, el volumen de rentas obtenido fuera de la explotación, entre otras.

En nuestro caso, y dada la información disponible, se analiza la relación entre la eficiencia técnica y variables relativas al tamaño y a los resultados de las explotaciones[10].

7. Véanse por ejemplo, Timmer (1971), Phillips y Marble (1986), Kalirajan y Shand (1989), Parikh, Ali y Shah (1995), Tadesse y Krishnamoorthy (1997) y Seyoum, Battese y Fleming (1998).

8. Véase McCarty y Yaisawarng (1993) y Yu (1998).

9. Por ejemplo, Álvarez, Belknap y Saupe (1988) aplican ambos métodos, Bravo Ureta y Evenson (1994) el análisis de la varianza, y Mendez y Benoit-Cattin (1996) el análisis de regresión.

10. También se han realizado análisis similares para variables referentes a la combinación de *inputs*, pero dado que los resultados no eran estadísticamente significativos, se ha optado por no presentarlos.

Las variables referentes al tamaño son la producción medida en miles de pesetas de producto (PBm) o como kilogramos de uva obtenidos (PBk), la superficie (SAU) y el trabajo medido en Unidades de Trabajo Año empleadas por explotación (UTA). El resultado de las explotaciones se va a medir a través de las siguientes ratios: redimiendo de la tierra expresado en unidades físicas (RTO/SAUf), kilogramos por hectárea; la misma ratio expresada en unidades monetarias (RTO/SAUm), miles de pesetas por hectárea; el rendimiento esperado por unidad de trabajo año en unidades físicas (RTO/UTAf), kilogramos por Unidad de Trabajo Año; la misma ratio en unidades monetarias (RTO/UTAm), miles de pesetas por Unidad de Trabajo Año.

Para realizar el análisis de la varianza se han clasificado las explotaciones en tres grupos en función de su eficiencia técnica como explotaciones con eficiencia baja, media y alta. Los resultados de dicho análisis, para las variables que han resultado estadísticamente significativas, se recogen en el cuadro 5.

Del análisis se desprende que existe una relación positiva entre el tamaño y la eficiencia, ya que se observan diferencias estadísticamente significativas en los valores de la producción, tanto en términos físicos como monetarios, entre los tres grupos considerados, siendo las explotaciones más eficientes las que presentan mayor tamaño.

Las conclusiones obtenidas del análisis de las variables relativas a la explotación indican que las explotaciones más eficientes obtienen mayor cantidad de producción en unidades físicas y monetarias por hectárea de superficie cultivada. Sin embargo, la productividad del trabajo, tanto en términos físicos como monetarios, es mayor en el caso de las explotaciones con un nivel de eficiencia medio.

Para terminar el análisis hemos realizado un ajuste mínimo cuadrático ordinario entre el nivel de eficiencia y las variables anteriores. El procedimiento utilizado ha sido el *stepwise* que sigue un proceso de selección de variables "paso a paso". El proceso se inicia sin ninguna variable independiente

Cuadro 5. Resultados del análisis de la varianza (eficiencia)
Table 5. Results of the analysis of variance (efficiency)

	Eficiencia técnica			
	Baja	Media	Alta	Valor de F
Efic. técnica	0,75	0,88	0,92	36,37*
PBm	1.519,72	2.023,83	2.782,68	2,95***
PBk	28.117,64	36.547,05	47.311,76	2,42***
RTO/SAUf	3.772,55	4.743,29	5.612,53	13,73*
RTO/SAUm	196,28	255,89	333,52	23,69*
RTO/UTAf	77.491,23	150.859,33	110.182,33	3,40**
RTO/UTAm	3.894,96	7.399,28	6.577,22	4,84*

(*) Significativo al 1%; (**) Significativo al 5%; (***) Significativo al 10%.
(*) *Significant at the 1% level;* (**) *Significant at the 5% level:* (***) *Significant at the 10% level.*

en la ecuación de regresión. En cada paso se introduce o se elimina una variable. El proceso finaliza cuando no queda ninguna variable fuera de la ecuación que satisfaga el criterio de selección, ni tampoco queda ninguna variable que satisfaga el criterio de eliminación. Las variables seleccionadas al final de proceso se recogen en el cuadro 6.

El valor del estadístico de la F es de 21,33 por lo que se acepta la significación global del modelo. Además el ajuste presenta un R^2 corregido de 0,45. Por lo tanto, las variables incluidas en la regresión explican casi la mitad de la variación en la eficiencia.

La eficiencia se relaciona positivamente con la producción por hectárea y por Unidad de Trabajo Año en términos monetarios. Es decir, son más eficientes aquellas explotaciones que más rendimiento obtienen por hectárea y por trabajador. Este resultado coincide con el alcanzado en el análisis de la varianza.

Costes de producción

En este apartado se pretende analizar los costes de producción de un kilogramo de uva en estas explotaciones, y contrastar la posible relación entre los costes y el nivel de eficiencia de las mismas.

Los datos disponibles proceden de la misma fuente de información que los utilizados anteriormente. Dado que la RICAN presenta para cada explotación los costes totales, hubo que asignarlos entre los diferentes cultivos de cada explotación.

Los costes vienen divididos en seis grandes apartados, que son los siguientes: costes directos (semillas, plantas, fertilizantes, productos fitosanitarios y otros suministros), costes de maquinaria (trabajos contratados, carburantes, lubricantes, reparaciones y repuestos), costes de mano de obra (mano de obra asalariada y mano de obra familiar), costes indirectos pagados (gastos financieros, arrendamientos, impuestos, conservación y mejoras en edificios y otros gastos generales), amortización y otros costes indirectos (calculados en función de estimaciones realizadas sobre la renta de la tierra y los intereses de los capitales propios).

De acuerdo con el criterio seguido por la Red Contable Europea, la asignación de costes se ha realizado teniendo en cuenta si la explotación es agrícola o ganadera. En las explotaciones agrícolas el criterio seguido es imputar los costes de la siguiente manera:

Cuadro 6. Variables seleccionadas en el ajuste
Table 6. Variables selected in adjustment

Variable	Coeficiente	t-ratio
Constante	63,50	18,37*
RTO/UTAm	0,0006	2,42**
RTO/SAUm	0,06	5,63*

(*) Significativo al 1%; (**) Significativo al 5%.
(*) *Significant at the 1% level;* (**) *Significant at the 5% level.*

a) Se reparten proporcionalmente al producto bruto de cada cultivo los costes directos, los costes de mano de obra[11], costes indirectos pagados (a excepción del canon de arrendamiento) y los intereses de otros capitales propios.

b) Por otra parte, se reparten proporcionalmente a la superficie de cada cultivo los costes de maquinaria, canon de arrendamiento pagado y calculado (o renta de la tierra) y las amortizaciones.

Para contrastar la relación existente entre el coste unitario calculado, las ratios precedentes y la eficiencia, se ha realizado un análisis de la varianza. Para ello, se ha estratificado la muestra en función de la media del coste unitario de cada explotación, obteniéndose tres grupos de explotaciones con coste unitario bajo (38,59 ptas./kg), medio (53,36 ptas./kg) y alto (77,25 ptas./kg). Los resultados, para aquellas variables que resultan estadísticamente significativas, se recogen en el cuadro 7.

La relación que se establece entre eficiencia y coste unitario, nos dice que las explotaciones con costes unitarios más bajos son las más eficientes.

En cuanto al tamaño de la explotación, el análisis indica que las unidades productivas con costes unitarios menores utilizan un menor número de UTAs, aunque cada Unidad de Trabajo Año se encarga de un mayor número de hectáreas.

El mayor volumen de producción en términos físicos por hectárea de superficie cultivada lo obtienen las explotaciones que producen a un menor coste unitario. También se consiguen mayores niveles de producción física y monetaria por UTA en las explotaciones de menor coste.

Cuadro 7. Resultados del análisis de la varianza (coste unitario)
Table 7. Results of the analysis of variance (unit cost)

	Coste unitario			
	Bajo	Medio	Alto	Valor de F
Coste unitario	38,60	53,36	77,25	95,71*
Efic. técnica	0,90	0,88	0,78	12,70*
UTA	0,28	0,37	0,50	4,48**
SAU/UTA	33,09	24,17	16,07	5,10*
RTO/SAUf	5.258,92	4.782,49	4.086,97	4,21**
RTO/UTAf	174.153,78	99.507,40	64.871,72	9,66*
RTO/UTAm	8.268,01	5.835,50	3.767,93	8,16*

(*) Significativo al 1%; (**) Significativo al 5%.
(*) *Significant at the 1% level;* (**) *Significant at the 5% level.*

11. Una U.T.A. de mano de obra familiar se ha valorado en 1.250.000 ptas.

Conclusiones

De los resultados obtenidos en este trabajo merecen destacarse los siguientes aspectos:

1. Las explotaciones productoras de uva presentan unos valores de eficiencia técnica relativamente altos. Este resultado se confirma con independencia del método empleado en su estimación. Ambos métodos ofrecen resultados similares, tanto en lo que se refiere a los índices de eficiencia, como a la ordenación de las explotaciones vitícolas.

2. Respecto a los determinantes de la eficiencia, una de las variables que tiene efectos significativos es el tamaño de la explotación, tanto en términos físicos como monetarios. La evidencia obtenida concluye que existe una relación positiva entre tamaño y eficiencia, de forma que serían las explotaciones vitícolas más grandes las que producen una cantidad más próxima al máximo posible, es decir, las que se sitúan más cerca de la frontera de producción.

A este respecto, también merece destacarse que la eficiencia está positivamente relacionada con el rendimiento de la tierra, de forma que las explotaciones más eficientes son las que obtienen mayor cantidad de producción por hectárea de superficie. Sin embargo, las explotaciones pertenecientes al grupo de eficiencia media obtienen mayor producción por Unidad de Trabajo Año.

3. Los costes unitarios de producción muestran una relación negativa con la eficiencia técnica. Las explotaciones con costes más bajos obtienen mayores niveles de eficiencia. Esta relación se debe, sin duda, a que las explotaciones más eficientes para producir una unidad de producto utilizan menos *inputs*, y por lo tanto presentan un coste unitario inferior.

Por otra parte, las unidades con menores costes unitarios utilizan menos mano de obra, cada Unidad de Trabajo Año dispone de un mayor número de hectáreas, y sus rendimientos del trabajo y de la tierra son superiores.

Bibliografía

AIGNER D.J., LOVELL C.A.K., SCHMIDT P., 1977. Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. Journal of Econometrics, 5 (1), 21-38.

ÁLVAREZ A., BELKNAP J., SAUPE W., 1988. Eficiencia técnica de explotaciones lecheras. Revista de Estudios Agro-Sociales, 145, 143-156.

ARIAS C., ÁLVAREZ A., 1993. Estimación de eficiencia técnica en explotaciones lecheras con datos de panel. Investigación Agraria. Economía, 8 (1), 101-109.

BANKER R.D., CHARNES A., COOPER W.W., 1984. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. Management Science, 30 (9), 1078-1092.

BATTESE G.E., 1992. Frontier production function and technical efficiency: a survey of empirical applications in agricultural economics. Agricultural Economics, 7 (3/4), 185-208.

BRAVO URETA B.E., EVENSON R.E., 1994. Efficiency in agricultural production: the case of peasant farmers in eastern Paraguay. Agricultural Economics, 10 (1), 27-37.

CHARNES A., COOPER W.W., RHODES E., 1978. Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, 2 (6), 429-444.

COLOM A., 1994. Estimación paramétrica de fronteras de producción: eficiencia productiva en empresas productoras de maíz. Investigación Agraria. Economía, 9 (1), 5-32.

FARRELL M.J., 1957. The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Royal Statistical Society, ser. A, 120, part. III, 253-281.

JONDROW J., LOVELL C.A.K., MATEROV I.S., SCHMIDT P., 1982. On the Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model. Journal of Econometrics, 19, 269-294.

KALIRAJAN K.P., SHAN R.T., 1989. A generalized measure of technical efficiency. Applied Economics, 21, 25-34.

MCCARTY T.A., YAISAWARNG S., 1993. Technical efficiency in New Jersey school districts, pp. 271-287. En: The measurement of productive efficiency. Techniques and Applications. Fried, Lovell y Schmidt. Ed. Oxford University Press, New York (EEUU).

MEEUSEN W., VAN DEN BROECK J., 1977. Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Function with Composed Error. International Economic Review, 18 (2), 435-455.

MÉNDEZ J.C., BENOIT-CATTIN M., 1996. Determinación paramétrico-estocástica de la eficiencia técnica de la producción de café de los pequeños productores de Guatemala. Investigación Agraria. Economía, 11 (1), 117-137.

MURUA J.R., ALBISU L.M., 1993. Eficiencia técnica en la producción porcina de Aragón. Investigación Agraria. Economía, 8 (2), 239-251.

PARIKH A., ALI F., SHAH M.S., 1995. Measurement of Economic Efficiency in Pakistani Agriculture. American Journal of Agricultural Economics, 77, 675-685.

PEDRAJA F., SALINAS J., 1995. La eficiencia en la Administración de Justicia. Las salas de lo contencioso de los Tribunales Superiores de Justicia. Revista de Economía Aplicada, 8 (III), 163-195.

PHILLIPS J.M., MARBLE R.P., 1986. Farmer education and efficiency: a frontier production function approach. Economics of Education Review., 5 (3), 257-264.

SEYOUM E.T., BATESSE G.E., FLEMING E.M., 1998. Technical efficiency and productivity of maize producers in eastern Ethiopia: a study of farmers within and outside the Sasakawa-Global 2000 project. Agricultural Eonomics, 19, 341-348.

TADESSE B., KRISHNAMOORTHY S., 1997. Technical efficiency in paddy farms of Tamil Nadu: an analysis based on farm size and ecological zone. Agricultural Economics, 16, 185-192.

TIMMER C.P., 1971. Using a Probabilistic Frontier Function to Measure Technical Efficiency. Journal of Political Economic, 79, 179-194.

YU C., 1998. The effects of exogenous variables in efficiency measurement - A Monte Carlo study. European Journal of Operational Research, 105, 569-580.

(Aceptado para publicación el 19 de septiembre de 2000)

El presente trabajo forma parte de un proyecto de investigación titulado "Eficiencia técnica y costes de producción. El sector agrario de Navarra", con financiación recibida del Gobierno de Navarra.