

NATALIA ALDAZ (*)

JOAQUÍN A. MILLÁN (*)

Comparación de medidas de productividad total de los factores en las agriculturas de las comunidades autónomas españolas ()**

1. INTRODUCCIÓN

El estudio del crecimiento de los sectores económicos es un asunto de renovado interés. Los avances en productividad, tanto de determinados procesos como de la actividad agregada de los sectores, conducen al crecimiento económico, con repercusiones en la sociedad en su conjunto. No se descubre aquí, es obvio, la importancia del conocimiento y del cálculo de la productividad, aunque, debido principalmente a las distintas formas de medida, pueden existir diferencias en cuanto a su magnitud o a sus causas. Así por ejemplo la falta de ajuste por la calidad de los factores o determinados criterios de agregación en el cálculo de la productividad total de los factores (PTF) pueden conducir a resultados que infravaloren o sobrevaloren la correcta medida del crecimiento. Además en el sector agrario, existen ciertos aspectos específicos que se suman a los anteriores y que también pueden dificultar o distorsionar la medida correcta del crecimiento. Estos son fundamentalmente los debidos a las diferentes regulaciones, tales como las ayudas, subvenciones y cuotas, de las que son objeto los productores agrarios, y a la existencia de factores de producción cuasi-fijos, como la mano de obra familiar o la tierra.

La medida tradicional de la productividad se ha basado en identificar como cambio técnico el aumento del producto que

(*) Dpto. Administració d'Empreses i Gestió Econòmica dels Recursos Naturals, ETSEA. Universitat de Lleida.

(**) Este trabajo ha sido financiado en parte por una ayuda de la UdL. Projecte 0812.

no puede ser atribuido a cambios en el empleo de los factores, bajo supuestos de eficiencia en competencia perfecta. La Teoría Económica desarrolla modelos que reflejan el comportamiento de un productor eficiente suponiendo que éste tiene un comportamiento optimizador, tanto al producir sobre la función de producción como al asignar sus recursos de forma óptima. Así, en este marco teórico, la determinación de la PTF se realiza por la estimación de la función de producción (o en el dual, la función de coste) o bien mediante la construcción de números índices de inputs y outputs. La conexión entre ambos enfoques está bien establecida en Diewert (1976), que demuestra cómo las diferentes fórmulas de números índices se deducen de las diversas especificaciones de formas de función de producción. El estudio de la PTF así fundamentado implica que cualquier cambio en la productividad observada se debe única y exclusivamente a cambio técnico, además de asumir las restricciones asociadas a las formas funcionales, y generalmente rendimientos de escala constantes.

La medida de la PTF tradicional (mediante números índices o mediante la estimación de una función de producción o coste) requiere de los precios para resolver la agregación de productos y factores. Como ya se ha expuesto en el sector agrario existen aspectos como la presencia de factores de producción cuasi-fijos o la existencia de regulaciones que pueden determinar equilibrios parciales, por lo que los precios pueden no conducir a una fórmula de agregación correcta. Por ello vale la pena considerar procedimientos que utilicen exclusivamente información sobre cantidades.

Nishimizu y Page (1982) (en adelante NP) presentan una técnica de estimación de funciones de producción que permite una alternativa a la medida tradicional de la PTF que no requiere de los precios para su construcción. Esta medida se obtiene de la composición del progreso técnico y de la mejora/retroceso en la eficiencia productiva. NP estiman mediante programación lineal una frontera de producción determinística, en concreto estiman una función de producción del tipo translog, identificando el progreso técnico como el cambio de producto no directamente atribuido al cambio en el empleo de los factores, siendo la ineficiencia medida como la diferencia entre la producción potencial y la real obtenida.

Englobada en las técnicas de medida de la productividad total de los factores no paramétricas (por programación lineal) se ha adaptado la técnica de medida de la eficiencia productiva, *Técnica de Envolvimiento de Datos* (DEA, Charnes *et al.* 1978) al análisis de la Productividad Total de los Factores. Basada en la función de distancia. DEA permite comparar tecnologías sin una especificación de la función de producción, por lo que no son necesarias las asunciones restrictivas de las técnicas tradicionales y que brevemente se han apuntado. El DEA, que se desarrolló de forma teórica y práctica en el seno de la Investigación Operativa, proporciona, en el marco de la teoría de la producción, las herramientas para la estimación de fronteras de producción como envolvente de las observaciones. El análisis la productividad que así se propone se centra en relaciones tecnológicas y no en las relaciones externas que han conducido a la formación de los precios. La medida de la PTF mediante el índice de Malmquist permite descomponer la productividad en dos componentes exhaustivos y excluyentes: cambio técnico y cambio en la eficiencia.

Este trabajo se enmarca en la escasa literatura existente en nuestro país referente a la medida de la productividad agraria, Garrido (1983), San Juan (1986), Colino *et al.* (1990), Millán (1993), Fernández (1995), Alfranca (1995) y Aldaz (1995). De los anteriores, sólo Colino *et al.* (1990), Fernández (1995) y Aldaz (1995), abordan el tema desde una perspectiva regional.

En este trabajo se plantea el análisis de la productividad agraria de las CC.AA. españolas en el período 1977-1987, comparando los resultados obtenidos mediante los diferentes enfoques de la medida de PTF que brevemente se han avanzado:

1. Metodología tradicional de cálculo de números índices. En concreto la medida de la PTF por medio de un índice de cantidades de Fisher en cadena, con ajuste de las rentas de los factores cuasi-fijos a condiciones de equilibrio, siguiendo a Hulten (1986) y Berndt y Fuss (1986).
2. Metodología propuesta por Nishimizu y Page (1982) se basa en la estimación determinística, mediante programación lineal de una función de producción translog.
3. Estimación no paramétrica del Índice de Malmquist, basado en funciones de distancia, obtenidas mediante programación lineal.

Partiendo de los datos desagregados de producción de los tres subsectores que componen el sector agrario en España, el subsector agrícola, el subsector ganadero y el subsector forestal así como de los valores de los inputs considerados trabajo, amortizaciones, consumos intermedios, tierra agrícola y tierra forestal, se ha planteado el cálculo de la PTF según las técnicas que se han presentado. Se puede destacar que Bureau *et al.* (1995) presentan uno de los trabajos más recientes sobre productividad agraria, comparando tres medidas de PTF no paramétricas, sobre los sectores agrarios de 9 países de la Unión Europea y de EE.UU.

Las diferentes metodologías han requerido la agregación de los datos de forma específica, cuestión que se detalla en la sección 3, Los *datos* del presente artículo. El trabajo se desarrolla de la siguiente forma, En la sección 2, *Metodología*, se presentan brevemente los aspectos teóricos de los índices de PTF que se abordan en este trabajo, incidiendo especialmente en aquellos aspectos que conciernen a la obtención de los índices. En la sección 3, *Datos* se detalla cuáles han sido las fuentes de los datos empleados y en el caso de necesidad de agregación cómo se ha resuelto. En esta sección también se incluye la evolución de inputs y outputs en el período estudiado. En la Sección 4, *Resultados*, se presentan los resultados obtenidos de Productividad Total de los Factores para cada técnica y para cada CC.AA. La Sección 5, *Conclusiones*, recoge las principales conclusiones haciendo especial énfasis en las divergencias entre resultados que se obtienen a través de las distintas metodologías.

2. METODOLOGÍA

En el contexto de la teoría económica la eficiencia productiva se refiere a que la unidad opera «sobre» la función de producción, (frontera de producción), una combinación ineficiente no alcanza el máximo del producto posible, dada una tecnología. El crecimiento de la productividad implica distintos períodos de tiempo y, normalmente, distintas tecnologías que permiten, si existe mejora, alcanzar mayores cantidades de output con idéntico empleo de factores. Como se ha mencionado la construcción un índice de PTF, como el cociente

entre un índice de output y un índice de input asume la eficiencia de todas las observaciones. Por contra el índice de Malmquist y el índice derivado de la metodología propuesta por Nishimizu y Page distinguen progreso técnico y variaciones en la eficiencia en la PTF. En este último enfoque (NP) no se contempla la posibilidad de retroceso técnico.

2.1. Medidas basadas en la construcción de números índices

La productividad total de los factores, medida desde el enfoque de la construcción de agregados de input respecto a agregados de producto, se define como cociente entre índice de output e índice de input. Sean,

p el precio de los outputs, $\mathbf{p} = (p_1, p_2, \dots, p_M)$.
y las cantidades de los m outputs a agregar, $\mathbf{y} = (y_1, y_2, \dots, y_M)$.
w el precio de cada input, $\mathbf{w} = (w_1, w_2, \dots, w_N)$.
x las cantidades de cada uno de los n inputs, $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_N)$.

Se obtiene un índice de PTF entre el período 0 y el período t (calculado según un índice Fisher) como cociente del índice de cantidades de output (O_F) entre el índice de cantidades de input (I_F).

$$I_F(\mathbf{x}^0, \mathbf{x}^t, \mathbf{w}^0, \mathbf{w}^t) = \sqrt{\frac{\mathbf{w}^0 \cdot \mathbf{x}^t \mathbf{w}^t \cdot \mathbf{x}^0}{\mathbf{w}^0 \cdot \mathbf{x}^0 \mathbf{w}^t \cdot \mathbf{x}^t}}$$

$$O_F(\mathbf{y}^0, \mathbf{y}^t, \mathbf{p}^0, \mathbf{p}^t) = \sqrt{\frac{\mathbf{p}^0 \cdot \mathbf{y}^t \mathbf{p}^t \cdot \mathbf{y}^0}{\mathbf{p}^0 \cdot \mathbf{y}^0 \mathbf{p}^t \cdot \mathbf{y}^t}}$$

Esta construcción, media geométrica de un índice de Laspeyres y Paasche, evita la conocida arbitrariedad de que las cantidades o los precios de referencia sean los del año que se evalúa o los del año base como ocurre con los mencionados índices de Laspeyres y de Paasche. Si $PTF = O_F/I_F$ tomando logaritmo neperiano y derivando respecto al tiempo, se obtiene la tasa de progreso técnico. Se construye así una medida del

cambio técnico análoga a la obtenida por el enfoque económico bajo los supuestos de maximización del beneficio y rendimientos de escala constantes. La Teoría Económica de los números índices desarrollada por Diewert (1976), posibilita identificar las asunciones económicas (acerca de las funciones subyacentes de agregación) que se encuentran tras la elección de un determinado índice. La elección del índice de Fisher en este trabajo se justifica por las razones teóricas en Diewert (1992) y por la simetría en su elaboración con la construcción no paramétrica del Índice de Malmquist.

2.2. Metodología de Nishimizu y Page (NP)

A diferencia de las medidas tradicionales de PTF, esta metodología obtiene la tasa de variación de la PTF como una composición entre cambio técnico y cambio en la eficiencia técnica. La metodología de NP se basa en la estimación de una función de producción frontera translogarítmica. En esta metodología se estiman por programación lineal los parámetros minimizando la suma de las desviaciones de la frontera sujeta a la restricción ya comentada de que todas las observaciones se encuentren en la frontera o por debajo de la misma, como en Timmer (1970). Se completa el programa con las restricciones teóricas de monotonicidad, rendimientos constantes de escala, concavidad en el punto de normalización (la media geométrica de las observaciones).

Así se especifica una metafunción de producción $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n, t)$, con forma funcional translog, que se estima a partir de las K observaciones correspondientes a S regiones y T períodos de tiempo ($K = T \times S$; $k = \{t, s\}$).

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_k (\hat{A}_0 + \hat{A}_T + \frac{1}{2} \hat{A}_{TT} T_k^2 + \\ & + \sum_m (\hat{A}_m + \hat{B}_{mT} T_k) \ln x_{mk} + \\ & + \frac{1}{2} \sum_m \sum_n \hat{B}_{mn} \ln x_{mk} \ln x_{nk} \end{aligned}$$

sujeto a

$$\hat{A}_0 + \hat{A}_T + \frac{1}{2} \hat{A}_{TT} T_k^2 + \sum_m (\hat{A}_m + \hat{B}_{mT} T_k) \ln x_{mk} + \frac{1}{2} \sum_m \sum_n \hat{B}_{mn} \ln x_{mk} \ln x_{mk} \geq \ln y_k \quad \forall k \quad (1)$$

$$\sum_m \hat{A}_m = 1 \quad (2)$$

$$\sum_m \hat{B}_{mn} = 0 \quad (3)$$

$$\sum_m \hat{B}_{mT} = 0 \quad (4)$$

$$\hat{A}_m + \hat{B}_{mT} T_k + \sum_n \hat{B}_{mn} \ln x_{nk} \geq 0 \quad \forall k \quad (5)$$

$$\hat{B}_{mn} \leq 0 \quad (6)$$

Las restricciones (2), (3), (4) se incluyen en el programa al asumir el modelo que la función de producción translog está caracterizada por rendimientos constantes de escala. La restricción (5) impone la no negatividad de la elasticidad de cada factor (monotonidad). Por último la restricción (6) impone una condición necesaria de concavidad en el punto de aproximación elegido. Para la determinación del punto de aproximación frecuentemente, y así se hace en este trabajo, se normaliza cada input x_n dividiendo todos los elementos por la media geométrica del mismo. En este punto de aproximación todos los inputs toman el valor 1, que se anula al tomar logaritmos, permitiendo interpretar en la media geométrica de la muestra los parámetros de la función de producción.

La tasa de crecimiento del progreso técnico se corresponde a la variación de output, respecto al tiempo, manteniendo constante el empleo de los factores:

$$\frac{\partial \ln y}{\partial t} = \hat{A}_T + \hat{B}_{TT} T + \sum_m \hat{B}_{mT} \ln x_m$$

En la forma discreta, la tasa de crecimiento de progreso técnico se obtiene combinando el empleo observado de los inputs y los parámetros estimados en la función translog, tomando para cada año la media aritmética de dos años consecutivos.

El nivel de eficiencia para cada observación, se obtiene a través de la diferencia entre el valor de output obtenido mediante la frontera de producción estimada y el valor real de output obtenido. En el programa lineal anterior existe una restricción para cada observación (grupo de restricciones 1), que compara el output real con el que se obtiene tras la estimación de la frontera de producción. El antilogaritmo de la holgura de esta restricción es el nivel de eficiencia de la correspondiente observación. La tasa de variación de eficiencia es la diferencia en logaritmo de dos períodos consecutivos, de los correspondientes nivel de eficiencia. La tasa de variación de la PTF se obtiene combinando los dos componentes básicos ya calculados, progreso técnico y eficiencia técnica.

2.3. Medida basadas en la función de distancia (Índice de Malmquist)

El Índice de Malmquist fue introducido por Caves *et al.* (1982b), como un índice de productividad, basado en la función de distancia y que se define en términos de información en el primal de la tecnología, es decir en cantidades de input y output (1). Los anteriores autores proponen la denominación de Malmquist para su índice de productividad, ya que, aunque Malmquist no analizó directamente cambios en la productividad sí desarrolló, por primera vez, la construcción de un índice de cantidades como cociente de funciones de distancia.

El que no se llegue a estimar la función de producción no significa que no se pueda determinar si una observación es o no eficiente, si no existe una tecnología o combinación lineal de las existentes que mantenga el nivel de output con menor empleo de factores, se puede afirmar que esa unidad productiva es eficiente. El índice de productividad calculado se basa en la información de cantidades de inputs y outputs, por lo que no se necesita información de precios en el modelo.

(1) Caves *et al.* (1982a, b) presentan cuatro formas de índices de productividad de Malmquist, dos directas basadas en input y output respectivamente, y dos indirectas que basaban en el cálculo de la productividad en beneficio o coste.

Tal y como plantean Fare y Grosskopf (1992), y a diferencia de Caves *et al.*, la obtención del índice de Malmquist se realiza partiendo de que la función de distancia, puede calcularse a partir de las medidas de eficiencia técnica introducidas por Farrell (1957).

Sea S^t la tecnología de producción, que transforma el vector de inputs en el vector de outputs ($\mathbf{x}^t \in \mathbf{R}_+^N$ en $\mathbf{y}^t \in \mathbf{R}_+^M$). $S^t = \{(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t) : \mathbf{x}^t \text{ puede producir } \mathbf{y}^t\}$, es el espacio de posibilidades de producción. Siguiendo el esquema de exposición de Shepard (1970), y Färe *et al.* (1994a, b) la función de distancia de input se define como la reducción máxima de los inputs manteniendo constante el nivel de output, cuya expresión matemática es:

$$D_i^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t) = (\inf \{\delta : (\delta \mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t) \in S^t\})^{-1} = \sup \{(\delta : (\mathbf{x}^t / \delta, \mathbf{y}^t) \in S^t)\}^{-1}$$

La medida de eficiencia definida por Farrell (1957) coincide con la inversa de la función de distancia. Si la función de distancia es mayor que 1, la observación se encuentra por debajo de la función de producción, es por lo tanto técnicamente ineficiente.

Si $D_i^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t) = 1$ pertenece a la frontera,
si $D_i^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t) > 1$ si $(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t)$ es técnicamente ineficiente.

Análogamente, se consideran dos períodos t y $t+1$, caracterizados por las tecnologías S^t y S^{t+1} respectivamente, se puede definir asimismo la distancia:

$$D_i^{t+1}(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1}) = (\inf \{\delta : (\delta \mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1}) \in S^{t+1}\})^{-1},$$

caracterizándose las observaciones técnicamente ineficientes por valores mayores que uno.

El valor de la función de distancia $D_i^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t)$ referida a la observación i del período t se obtiene con la resolución del siguiente programa lineal (de forma análoga se obtendrá $D_i^{t+1}(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1})$), donde \mathbf{z} es el vector de intensidades o la participación de cada observación en la base de la solución que determina la envolvente de las posibilidades de producción:

$$\begin{aligned}
 [D_i^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t)]^{-1} &= \min \delta_i \\
 \text{sujeto a} \\
 y_{li}^t &\leq \sum_K z_K y_{lK}^t \\
 &\dots \\
 y_{Mi}^t &\leq \sum_K z_K y_{MK}^t \\
 \sum_K z_K x_{iK}^t &\leq \delta_i x_{li}^t \\
 &\dots \\
 \sum_K z_K x_{NK}^t &\leq \delta_i x_{Ni}^t
 \end{aligned}$$

La construcción del índice de Malmquist, implica el definir la función de distancia respecto a dos períodos diferentes de tiempo, (en los cuales se mide el avance en productividad), uno definida por la observación, y otro que se define por el período de referencia de la tecnología, así:

$$D_i^t(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1}) = (\inf \{\delta: (\delta \mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1}) \in S^t\})^{-1}$$

La función de distancia $D_i^t(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1})$ mide la reducción máxima de los inputs para hacer posible $(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1})$ en el período de tecnología t . De forma similar se puede definir la función distancia de la observación $(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t)$ en el período $(t+1)$:

$$D_i^{t+1}(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t) = (\inf \{\delta: (\delta \mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t) \in S^{t+1}\})^{-1}$$

En este programa lineal, necesario para la obtención de estas distancias en las que se implican observaciones de dos períodos diferentes, la tecnología de referencia se construye a partir de las observaciones del período t , y la reducción en los inputs se produce del período $t+1$, resolviéndose para cada observación un programa lineal similar al anterior, que aquí se expone de forma más compacta.

$$[D_i^{t+1}(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t)]^{-1} = \min \delta_i$$

sujeto a

$$y_{mi}^t \leq z y_m^{t+1} \quad m = 1, 2, \dots, M$$

$$z x_n^{t+1} \leq \delta_i x_{ni}^t \quad n = 1, 2, \dots, N$$

Para la determinación de $D_i^t(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1})$, en el siguiente programa lineal se invierte la situación anterior. La tecnología la definen las observaciones del período $t+1$, mientras que la reducción proporcional de los inputs se plantea en los inputs del período t . El programa lineal correspondiente es:

$$[D_i^t(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1})]^{-1} = \min \delta_i$$

sujeto a

$$y_{mi}^{t+1} \leq z y_m^t \quad m = 1, 2, \dots, M$$

$$z x_n^t \leq \delta_i x_{ni}^{t+1} \quad n = 1, 2, \dots, N$$

Caves *et al.* (1982a, b) definen el índice de productividad de Malmquist:

$$M_i^t = \frac{D_i^t(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1})}{D_i^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t)}$$

donde el período t de tecnología S^t es el de referencia. Podría definirse el índice de forma análoga, tomando como período de referencia el período $t+1$, sin que existan razones en favor de una u otra tecnología de referencia.

Una alternativa más satisfactoria es definir la tecnología de referencia en la media geométrica de ambos períodos, de forma análoga a un índice de Fisher.

$$M_i(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1}, \mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t) = \left[\frac{D_i^t(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1}) D_i^{t+1}(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1})}{D_i^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t) D_i^{t+1}(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Como ha quedado patente, el índice de Malmquist no impone condiciones en cuanto a la tecnología o a la necesidad de suponer eficiencia técnica o asignativa.

La consideración de que la tecnología se caracterice por rendimientos de escala crecientes o decrecientes, para la cons-

trucción del índice de Malmquist, ha sido objeto de estudio. En Grifell y Lovell (1995) se afirma que cuando los rendimientos de escala no son constantes, el índice de Malmquist tiene un sesgo y que depende de la magnitud de los rendimientos. En el caso de un aumento de input, se infravalora la PTF en presencia de rendimientos de escala crecientes y se sobrevalora la PTF en presencia de rendimientos de escala decrecientes. La medida de la PTF basada en el índice de Malmquist que se realiza en este trabajo asume rendimientos de escala constantes, sin que se pierda generalidad. De hecho no existe evidencia ni microeconómica ni macroeconómica de rendimientos no constantes en el sector agrario.

Las condiciones que deben cumplirse para que el índice de Malmquist sea equivalente al índice ideal de Fisher se describen en Balk (1993), generalizando las primeras conclusiones desarrolladas por Fare y Grosskopf (1992). A partir de la dualidad entre las funciones de distancia y de coste, y apoyados en el coeficiente de utilización del recurso de Debreu, el índice ideal de Fisher y el índice de Malmquist son iguales bajo ciertas condiciones (convexidad, eficiencia asignativa, rendimientos constantes de escala y maximización de los beneficios). En síntesis, Balk (1993) demuestra que asumiendo rendimientos constantes de escala, maximización del beneficio y eficiencia asignativa, en ambos períodos, el índice de productividad de Malmquist es aproximadamente igual al cociente entre un índice de Fisher de input y un índice de Fisher de output.

3. LOS DATOS

Los datos básicos que se han obtenido en el período 1977-1987 para cada CC.AA. son respecto a outputs la producción agraria desagregada en producción agrícola, producción ganadera y producción forestal. El Producto Final (PF) considerado para cada uno de los subsectores es el que surge al descontar el reemplazo. Los inputs considerados son trabajo, amortizaciones (como medida del capital), consumos intermedios, tierra agrícola y tierra forestal. Para aquellas magnitudes medidas en valor (producciones, amortizaciones y consumos intermedios), el análisis transversal se realiza en pesetas

constantes de 1977, deflactando adecuadamente para cada CC.AA. y cada año. La necesidad de construir deflatores específicos para las producciones agrícola, ganadera y forestal, para cada CC.AA., ha determinado el período en el que se ha realizado el análisis, 1977-1987, al disponer de los datos previos aportados por Colino *et al.* (1990). A continuación se reseñan de forma más detallada las fuentes utilizadas en la construcción de la base de datos.

3.1. Producción agrícola

Magnitud: Producto Final del subsector agrícola. Precios corrientes.

Fuente bibliográfica: Anuarios de Estadística Agraria (1978-1988). MAPA.

Deflatores del Producto final del subsector agrícola: obtenidos anualmente para cada CC.AA., para el período 1977-87, a partir de la agrupación de las especificaciones agrícolas en Colino *et al.* (1990).

3.2. Producción ganadera

Magnitud: Producto Final del subsector ganadero. Precios corrientes.

Fuente bibliográfica: Anuarios de Estadística Agraria (1978-1988). MAPA.

Deflatores del Producto Final del subsector ganadero: obtenidos anualmente para cada CC.AA., para el período 1977-87, a partir de la agrupación de las especificaciones ganaderas en Colino *et al.* (1990).

3.3. Producción forestal

Magnitud: Producto Final del subsector forestal. Precios corrientes.

Fuente bibliográfica: Anuarios de Estadística Agraria (1978-1988). MAPA.

Deflatores del Producto Final del subsector forestal: obtenidos anualmente para cada CC.AA., para el período 1977-87, a partir de la agrupación de las especificaciones forestales en Colino *et al.* (1990). Para las CC.AA. en las que Colino no detalla índices de precios de productos forestales, se ha tomado el valor del índice de precios nacional de los productos forestales. Las CC.AA. en las que la producción forestal ha sido deflactada por el mismo valor nacional son: Baleares, Canarias, Madrid, Murcia, Navarra, La Rioja y La Comunidad Valenciana.

3.4. Trabajo

Magnitud: Empleo agrario por CC.AA. Miles de personas.

Fuente bibliográfica: Encuesta de Población Activa (EPA), Población Ocupada por CC.AA. y Sectores Económicos. Instituto Nacional de Estadística (INE). Series revisadas y «La renta Nacional y su distribución provincial» (publicación bianual del Banco Bilbao-Vizcaya) de los años 1977, 79, 81, 83, 85, 87.

Los datos de empleo (número de personas) proceden de la EPA (Población ocupada por CC.AA. y sectores económicos. INE. Series revisadas, 1989). Las cifras que proporciona el INE engloban el número de personas ocupadas en el sector primario. Para la obtención de la relación empleo agrario/empleo primario por CC.AA. se ha acudido, siguiendo a Colino *et al.* (1990), a «La renta nacional y su distribución provincial» de los años 1977, 79, 81, 83, 85, 87. La elaboración de la relación anteriormente citada en los años pares se ha realizado la media aritmética de los cinco primeros años.

3.5. Amortizaciones

Magnitud: amortización de la maquinaria. Precios corrientes.

Fuente bibliográfica: Anuarios de Estadística Agraria (1978-1988). MAPA.

Deflatores: relación entre amortizaciones a precios corrientes y a precios constantes, globales nacionales. Anuarios de Estadística Agraria (1978-1988). MAPA.

Es una práctica habitual considerar las amortizaciones como medida de los servicios del capital empleado en la producción. Así pues se han obtenido las amortizaciones a precios corrientes, siendo deflactadas a precios constantes de 1977 por los índices de precios de la maquinaria agrícola del INE, que son los que utiliza el MAPA

3.6. Consumos intermedios

Magnitud: gastos fuera del sector. Precios corrientes.

Fuente bibliográfica: Anuarios de Estadística Agraria (1978-1988). MAPA.

Deflactores: índice de gastos fuera del sector, por CC.AA., para cada uno de los años del análisis, tomados de Colino *et al.* (1990).

3.7. Tierra forestal

Magnitud: superficie forestal. Has.

Fuente bibliográfica: Anuarios de Estadística Agraria (1978-1988). MAPA.

3.8. Tierra agrícola

Magnitud: superficie agrícola, incluyendo pastos. Has.

Fuente bibliográfica: Anuarios de Estadística Agraria (1978-1988). MAPA.

Factor de ajuste por calidad: precio medio de la tierra en el período 1981 -83. Encuesta sobre el precio de la tierra, Boletín mensual de Estadística Agraria. INE.

La superficie agrícola, se ha tomado de los Anuarios de Estadística Agraria, incluyendo la superficie dedicada a pastos. Se han ajustado las superficies agrícolas de cada CC.AA. por calidad, utilizando como proxy la media, de los tres años centrales del análisis, del precio de la tierra, obtenido en la Encuesta sobre el precio de la tierra. En la literatura se ha considerado que el valor de la tierra recoge aceptablemente las diferencias en calidad de la misma [Griliches (1963), Timmer

(1970)]. La utilización de un promedio pretende eliminar la influencia que otros factores no considerados pueden tener sobre el precio de la tierra.

3.9. Evolución de inputs y outputs

En el cuadro 1 se detallan las producciones medias y el empleo medio de factores en el período 1977-1987, por Comunidades Autónomas. Las participaciones en la producción agraria de la producción agrícola, de la producción ganadera y de la producción forestal son respectivamente 58 por ciento, 39 por ciento y 3 por ciento. Como se ha detallado anteriormente la superficie de tierra agrícola se ha corregido con un factor de calidad.

En el cuadro 2 se encuentran las tasas de crecimiento medio de la producción y del empleo de factores. La tasa de crecimiento media anual (media de las tasas de las CC.AA.) calculada para cada uno de los tres subsectores productivos indica que el aumento mayor se produce en el subsector forestal con un 3,5 por ciento anual frente a las tasas menores del subsector agrícola 2,7 por ciento y del subsector ganadero 1,4 por ciento.

Las tasas medias de crecimiento los inputs apuntan una disminución en el empleo de trabajo (-4,5 por ciento anual), capital (-0,3 por ciento anual) y tierra agrícola (-0,1 por ciento anual), mientras que el consumo fuera del sector aumenta considerablemente (2,4 por ciento anual) y la tierra forestal aumenta ligeramente (0,3 por ciento anual).

En el cuadro 2 puede observarse que la producción agrícola aumenta en todas las CC.AA., excepto en Madrid (-1,3 por ciento anual), con tasas medias anuales que oscilan entre 0,3 por ciento en Galicia y un 9 por ciento en Murcia. La producción ganadera presenta tasas de crecimiento medias negativas en tres regiones, Baleares (-2 por ciento), Principado de Asturias (-1,4 por ciento) y País Vasco (-0,9 por ciento), destacando que las dos últimas CC.AA. son tradicionalmente ganaderas, y donde la producción ganadera representa más de la mitad de su producción total agraria. Cataluña es la frontera entre las tres últimas CC.AA. y el resto, sin crecimiento ni decrecimiento en la producción ganadera. Las tasas de creci-

Cuadro 1

PRODUCCIÓN MEDIA Y EMPLEO MEDIO DE FACTORES

	Producción (1)			Empleo de Factores				
	Agrícola	Ganadera	Forestal	Trabajo (2)	Capital (1)	C.I. (1)	Sup. Agric. corregida (3)	Sup. Forest. (4)
Andalucía	174.541	37.481	4.585	336.541	11.291	48.435	1.406	2.626
Aragón	43.835	34.742	1.138	79.431	6.101	32.413	0.570	1.285
Baleares	6.770	6.051	0.334	24.545	1.099	5.455	0.190	0.154
Com. Valenciana	78.866	17.802	0.556	156.976	3.635	27.952	0.793	0.925
Canarias	22.226	5.896	0.075	59.900	0.449	10.482	0.050	0.100
Cantabria	0.904	12.691	0.801	39.441	0.484	3.580	0.140	0.279
Castilla La Mancha	76.446	35.175	3.835	141.350	10.842	33.252	0.763	1.837
Castilla León	73.578	73.748	4.403	251.106	13.981	54.297	1.129	2.198
Cataluña	60.652	62.960	2.116	115.998	7.850	73.229	0.515	1.316
Extremadura	31.779	20.280	1.876	100.392	4.320	15.604	0.327	1.232
Galicia	20.527	57.079	5.835	434.754	5.321	27.126	0.662	1.852
La Rioja	12.019	4.460	0.463	16.973	1.005	4.612	0.196	0.111
Madrid	6.117	9.472	0.427	20.978	1.669	7.295	0.129	0.165
Navarra	14.872	10.432	1.122	24.344	1.645	8.409	0.247	0.302
P. Asturias	3.216	18.643	1.203	87.470	1.326	7.709	0.199	0.453
País Vasco	7.024	12.248	2.434	31.875	0.864	6.553	0.220	0.394
R. Murcia	27.068	15.791	0.241	61.477	1.767	14.239	0.202	0.309

(1) Miles de millones de ptas. (constante de 1977).

(2) Miles de personas.

(3) Millones de ha corregidas por un índice de calidad.

(4) Millones de ha.

Cuadro 2

TASAS MEDIAS DE CRECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN Y DEL EMPLEO DE FACTORES

	Producción			Índice de output	Trabajo	Capital	C.I.	Superficie		Índice de input
	Agrícola	Ganadera	Forestal					Agrícola	Forestal	
Andalucía	0.032	0.002	0.056	0.027	-0.042	-0.017	0.025	-0.002	0.004	-0.019
Aragón	0.023	0.041	0.077	0.033	-0.047	0.011	0.037	-0.007	0.000	0.016
Baleares	0.015	-0.020	0.081	0.001	-0.084	-0.031	-0.019	-0.002	-0.004	-0.020
Com. Valenciana	0.034	0.048	-0.004	0.036	-0.034	-0.078	0.018	-0.010	0.007	-0.009
Canarias	0.005	0.022	0.009	0.010	-0.064	-0.008	-0.003	-0.005	0.000	-0.033
Cantabria	0.013	0.003	0.029	0.003	-0.045	0.053	0.057	-0.002	-0.007	0.000
Castilla										
La Mancha	0.045	0.007	0.068	0.032	-0.034	0.033	0.019	-0.001	0.004	0.003
Castilla										
León	0.044	0.035	0.040	0.042	-0.044	0.016	0.010	0.000	0.002	0.000
Cataluña	0.043	0.000	0.027	0.017	-0.032	0.005	0.026	-0.001	-0.001	0.008
Extremadura	0.039	0.017	0.050	0.030	-0.053	-0.014	0.001	-0.004	0.007	-0.015
Galicia	0.003	0.014	-0.040	0.009	-0.032	0.036	0.045	-0.001	0.000	0.009
La Rioja	0.033	0.018	-0.068	0.028	-0.056	-0.018	0.006	0.024	0.013	-0.007
Madrid	-0.013	0.008	0.066	0.001	0.010	0.019	0.038	0.001	0.004	0.010
Navarra	0.018	0.044	0.042	0.054	-0.048	-0.041	0.045	-0.002	0.004	-0.004
P. Asturias	0.017	-0.014	0.030	-0.009	-0.043	0.004	0.022	-0.012	0.003	-0.008
País Vasco	0.017	-0.009	0.109	0.009	-0.069	0.014	0.036	-0.007	0.013	0.009
R. Murcia	0.090	0.012	0.034	0.063	-0.048	-0.038	0.053	0.007	-0.005	-0.001
Media	0.027	0.014	0.035	0.045	-0.045	-0.003	0.024	-0.001	0.003	0.000

miento positivas en este subsector oscilan entre 0,2 por ciento en Andalucía hasta 4,8 por ciento en la Comunidad Valenciana.

Como ya se ha indicado la tasa de crecimiento global media del subsector forestal es la mayor de los tres subsectores considerados, aunque en tres comunidades se presentan tasas negativas: Comunidad Valenciana (-0,4 por ciento anual), Galicia (-4,0 por ciento anual) y La Rioja (-6,8 por ciento anual). Estas cifras contrastan con otras que reflejan un aumento importante en la producción forestal: en el Principado de Asturias se produce el mayor aumento porcentual de 10,9 por ciento anual, seguido de un 9,7 por ciento anual en el País Vasco.

El trabajo disminuye en todas las comunidades excepto en Madrid, donde aumenta un 1 por ciento anual. Esta disminución es importante en todas las regiones, destacando las tasas medias anuales de Baleares (-8,4 por ciento), del País Vasco (-6,9 por ciento) y de Canarias (-6,4 por ciento).

La disminución de las amortizaciones es menos acusada en media y menos homogénea entre las regiones. Así, en ocho de las diecisiete CC.AA. los valores que oscilan entre -0,4 por ciento anual en el Principado de Asturias y -7,8 por ciento anual en Valencia. El resto de las CC.AA. que disminuyen las amortizaciones son, Andalucía (-1,7 por ciento anual), Baleares (-3,1 por ciento anual), Canarias (-0,8 por ciento anual), Extremadura (-1,4 por ciento anual), La Rioja (-1,8 por ciento anual), Navarra (-4,1 por ciento anual) y Murcia (-3,8 por ciento anual). El mayor incremento en las amortizaciones se produce en Cantabria con 5,3 por ciento anual seguida de Galicia con 3,6 por ciento anual.

En el período del análisis se ha producido un aumento en el empleo de los consumos intermedios a una tasa media de 2,4 por ciento anual. Todas las CC.AA. presentan tasas positivas excepto los dos archipiélagos, donde se produce un decrecimiento en los gastos fuera del sector es -1,9 por ciento anual en Baleares y -0,3 por ciento anual en Canarias. El resto de las tasas medias anuales oscilan entre 0,1 por ciento en Extremadura y 5,7 por ciento en Cantabria.

El empleo de la tierra presenta tendencias diferentes, la tierra agrícola ha disminuido muy ligeramente (-0,1 por cien-

to anual). La tasa de crecimiento media es negativa en la mayoría de las CC.AA., excepto en La Rioja (2,4 por ciento anual), Madrid (0,1 por ciento anual) y Murcia (0,7 por ciento anual). La mayor tasa de abandono de tierra agrícola se produce en el Principado de Asturias con -1,2 por ciento anual. En el empleo de la tierra forestal durante este período se observa un aumento ligero a razón de un 0,3 por ciento anual, siendo La Rioja y el País Vasco las CC.AA. que tienen mayores tasas de crecimiento con un aumento en ambas de 1,3 por ciento anual.

Para el análisis de la PTF por números índices (*Índice de Fisher*) se asumen como «quasi-renta» el trabajo familiar y la tierra, descomponiendo la retribución proporcionalmente al valor estimado «ex-ante». Este planteamiento difiere del de Bureau *et al.* (1995), en el que se considera únicamente el trabajo familiar como residuo. Este hecho se justifica al no ser en España muy representativo el arrendar la tierra, y variar además de forma considerable entre CC.AA. La quasi-renta aquí calculada se aproxima al concepto de excedente neto de explotación.

El Índice de Malmquist, al no requerir los precios para su agregación, se construye a partir de los valores deflactados de producción agrícola, ganadera y forestal, amortizaciones y consumos intermedios. La tierra agrícola y la tierra forestal se incluyen en el análisis en ha. y finalmente el trabajo en número de personas empleadas en el sector.

El Índice de Nishimizu y Page requiere de la agregación de los outputs, que se ha realizado a partir del índice de output calculado como índice de Fisher en cadena, y desplazando la base de forma que en 1977 tome el valor corriente de la producción final agraria en dicho año.

4. RESULTADOS

Para la obtención de la PTF por números índices ha sido necesaria la construcción del agregado de output y de input, índices que aparecen en el cuadro 2. La única CC.AA. con un índice de output negativo, durante el período estudiado es Asturias. Se puede observar también en el cuadro 2 el índice de input. Doce de las diecisiete CC.AA. presentan un índice de

input tanto positivo como negativo muy pequeño (en valor absoluto menor de un 1 por ciento). Canarias (-0,033), Baleares (-0,02) y Andalucía (-0,019) son las CC.AA. con mayor decrecimiento en este índice.

En el cuadro 3 se presentan los parámetros de la función translog, estimados por programación lineal, base de la metodología de NP. Como puede observarse en el cuadro no aparecen los parámetros que recogen el efecto de la tierra forestal (input 5) al ser éstos cero. Puede concluirse entonces que la consideración de la tierra forestal como input no condiciona los parámetros de la frontera de producción estimada, y la escasa importancia que la tierra forestal tiene en la producción final agraria, en el período analizado.

En el cuadro 4 se recogen las tasas de crecimiento de la PTF obtenidas mediante Fisher. La tasa de crecimiento media ponderada se ha obtenido tomando como peso para cada CC.AA. su participación en la producción agraria en el período objeto de estudio. El cuadro 5 y el cuadro 6 son análogos, siendo las tasas de crecimiento anuales y la tasa media de crecimiento de la PTF para todo el período calculadas por la metodología de Nishimizu y Page, y por el Índice de Malmquist respectivamente.

Si nos centramos en la comparación entre las tasas de crecimiento medias obtenidas mediante las tres diferentes metodologías se observa que las tres sitúan el crecimiento de la PTF anual medio por encima del 3 por ciento. Concretamente 3,1 por ciento anual mediante Fisher, 3,4 por ciento anual mediante NP y 3,6 por ciento anual si empleamos el índice de

Cuadro 3

METODOLOGÍA NISHIMIZU Y PAGE: PARÁMETROS FRONTERA TRANSLOG

A_0 4.098088	A_T 0.02894	A_{TT} 0.0025			
A_1 0.31317	A_{1T} -0.001855	B_{11} -0.188405	B_{12} -0.015273	B_{13} 0.223285	B_{14} -0.019606
A_2 0.090578	A_{2T} -0.00138		B_{22} -0.108145	B_{23} 0.001884	B_{24} -0.12153
A_3 0.342683	A_{3T} -0.015395			B_{33} -0.123245	B_{34} -0.101924
A_4 0.253569	A_{4T} -0.01216				B_{44} 0
1. Trabajo 2. Amortizaciones 3. Consumos intermedios 4. Tierra agrícola 5. Tierra forestal					

Cuadro 4

TASA DE CRECIMIENTO DE LA PTF. ÍNDICE DE FISHER

	1977-78	1978-79	1979-80	1980-81	1981-82	1982-83	1983-84	1984-85	1985-86	1986-87	Media
Andalucía	0.108	0.041	0.127	-0.068	0.076	0.036	0.097	0.147	-0.109	0.009	0.046
Aragón	0.121	0.008	0.112	-0.181	0.044	0.005	0.098	0.015	-0.103	0.051	0.017
Balears	0.108	-0.069	0.098	0.024	0.007	-0.061	-0.014	0.045	-0.030	0.100	0.021
Com. Valenciana	0.139	0.047	0.148	0.067	-0.064	-0.005	0.097	-0.046	0.047	0.024	0.045
Canarias	-0.172	0.069	0.043	0.075	-0.023	0.145	0.158	-0.081	0.263	-0.043	0.044
Cantabria	-0.072	-0.136	0.128	0.094	-0.016	0.096	-0.004	-0.081	-0.053	0.078	0.003
Castilla La Mancha	0.132	0.037	0.210	-0.133	0.053	0.057	0.025	0.030	-0.173	0.051	0.029
Castilla León	0.017	-0.131	0.235	-0.180	0.043	0.227	0.048	0.016	-0.185	0.339	0.043
Cataluña	-0.108	0.056	0.144	-0.034	0.033	-0.004	0.002	-0.007	-0.078	0.085	0.009
Extremadura	0.152	0.037	0.174	-0.023	0.038	-0.113	0.267	0.062	-0.218	0.076	0.045
Galicia	0.052	0.055	0.090	-0.066	0.013	-0.012	0.020	-0.092	-0.034	-0.033	-0.001
La Rioja	-0.091	-0.023	0.139	0.230	-0.076	0.200	-0.031	0.106	-0.092	-0.013	0.035
Madrid	-0.269	0.290	0.036	-0.092	0.078	0.086	-0.039	-0.044	-0.127	-0.004	-0.009
Navarra	0.130	0.166	0.165	-0.037	0.026	0.135	-0.040	0.049	-0.034	0.021	0.058
P. Asturias	-0.062	-0.076	0.094	0.075	-0.033	0.075	-0.055	-0.065	-0.025	0.061	-0.001
País Vasco	-0.089	0.087	0.039	0.112	0.062	0.021	-0.022	-0.118	-0.060	-0.032	0.000
R. Murcia	0.151	0.064	0.006	0.110	0.050	-0.073	0.147	-0.037	0.132	0.086	0.064
										Media ponderada	0.031

Cuadro 5

TASA DE CRECIMIENTO DE LA PTF, NISHIMIZU Y PAGE

	1977-78	1978-79	1979-80	1980-81	1981-82	1982-83	1983-84	1984-85	1985-86	1986-87	Media
Andalucía	0.133	0.049	0.104	-0.098	0.029	0.005	0.102	0.083	-0.102	-0.019	0.029
Aragón	0.170	0.071	0.071	-0.175	0.050	0.051	0.153	0.032	-0.056	0.108	0.047
Baleares	0.161	-0.059	0.124	0.038	-0.004	-0.081	-0.012	0.108	0.108	-0.004	0.038
Com. Valenciana	0.213	0.086	0.144	0.040	-0.041	-0.016	0.076	-0.034	0.023	0.011	0.050
Canarias	-0.116	0.112	0.022	0.128	-0.082	0.163	0.110	-0.113	0.213	-0.085	0.035
Cantabria	-0.115	-0.245	0.101	0.052	-0.035	0.078	0.011	-0.092	-0.047	0.060	-0.023
Castilla La Mancha	0.126	0.048	0.205	-0.120	0.043	0.043	0.053	0.052	-0.154	0.074	0.037
Castilla León	0.032	-0.084	0.238	-0.181	0.060	0.206	0.067	0.038	-0.169	0.317	0.053
Cataluña	-0.057	0.104	0.085	-0.019	0.051	-0.025	0.095	-0.028	-0.032	0.131	0.031
Extremadura	0.149	0.043	0.178	-0.017	0.023	-0.120	0.259	0.059	-0.172	0.035	0.044
Galicia	0.005	0.025	0.087	-0.091	0.000	-0.015	0.017	-0.099	-0.043	-0.051	-0.016
La Rioja	-0.036	0.043	0.086	0.222	-0.047	0.229	-0.085	0.125	-0.104	-0.006	0.043
Madrid	-0.116	0.294	-0.063	-0.094	0.002	0.072	0.103	-0.166	0.046	-0.182	-0.010
Navarra	0.128	0.225	0.215	-0.072	0.041	0.102	-0.015	0.049	-0.018	0.037	0.069
P. Asturias	-0.070	-0.123	0.085	0.068	-0.017	0.042	-0.059	-0.079	-0.015	0.056	-0.011
País Vasco	0.016	0.103	0.009	0.089	0.051	0.006	-0.030	-0.066	0.007	0.028	0.021
R. Murcia	0.137	0.110	-0.013	0.097	0.027	-0.070	0.133	0.013	0.134	0.050	0.062
											Media ponderada
											0.034

Cuadro 6

TASA DE CRECIMIENTO DE LA PTF. ÍNDICE DE MALMQUIST

	1977-78	1978-79	1979-80	1980-81	1981-82	1982-83	1983-84	1984-85	1985-86	1986-87	Media
Andalucía	0.133	0.083	0.088	-0.099	0.005	0.019	0.091	0.090	-0.094	-0.012	0.030
Aragón	0.165	0.040	0.086	-0.098	0.075	0.034	0.083	0.032	0.051	0.107	0.057
Baleares	0.042	-0.041	0.109	-0.011	-0.084	-0.034	-0.003	-0.015	0.031	0.067	0.006
Com. Valenciana	0.116	0.069	0.108	0.051	-0.043	-0.010	0.097	-0.026	-0.015	0.016	0.036
Canarias	0.231	0.017	0.028	0.277	-0.285	0.071	0.052	-0.247	0.176	-0.099	0.022
Cantabria	0.112	-0.286	-0.005	0.084	-0.001	0.130	0.021	-0.106	-0.044	0.050	-0.005
Castilla La Mancha	0.191	-0.032	0.240	-0.115	0.001	0.065	0.071	0.067	-0.126	0.068	0.043
Castilla León	0.038	-0.067	0.204	-0.097	0.081	0.123	0.059	0.032	-0.042	0.169	0.050
Cataluña	-0.045	0.199	0.082	-0.019	0.028	-0.018	0.137	-0.047	0.017	0.111	0.036
Extremadura	0.120	0.038	0.108	-0.045	0.010	-0.103	0.231	0.054	-0.155	0.029	0.029
Galicia	0.035	-0.062	0.058	0.042	0.148	0.038	0.013	0.115	0.002	-0.129	0.003
La Rioja	-0.033	0.031	0.037	0.125	-0.024	0.228	-0.079	0.130	-0.075	0.015	0.035
Madrid	-0.098	0.226	-0.057	0.037	0.113	-0.022	0.046	-0.125	0.060	-0.090	0.009
Navarra	0.139	0.041	0.131	-0.094	0.162	0.091	-0.003	0.021	0.086	0.046	0.063
P. Asturias	-0.086	-0.073	0.053	0.040	0.039	0.018	-0.038	-0.132	0.095	-0.021	-0.010
Pais Vasco	-0.052	0.349	0.082	-0.014	0.240	0.245	0.108	-0.287	0.249	-0.170	0.075
R. Murcia	0.064	0.101	-0.028	0.070	0.019	-0.029	0.073	0.018	0.102	0.056	0.045
										Media ponderada	0.036

Malmquist. Respecto a los resultados medios de cada CC.AA. se observan similitudes y diferencias. Asturias es la única CC.AA. con una tasa de crecimiento de la PTF negativa en las tres metodologías empleadas. Cantabria, Galicia y Madrid presentan tasas negativas en dos de las tres técnicas consideradas. La mayor tasa de crecimiento de la PTF oscila en Malmquist y NP en torno al 7 por ciento (Navarra y País Vasco), mientras que en Fisher la CC.AA. con mayor crecimiento es Murcia con un 6,4 por ciento anual.

En los gráficos 1 y siguientes se refleja la PTF para cada CC.AA. durante el período 1977-1987, se puede observar que no existe un patrón evidente entre los tres índices que se comparan. Es decir ninguno de los índices calculados se encuentra sistemáticamente por encima o por debajo de los otros dos índices. Para el mejor análisis de estos valores de la PTF acumulada, establecemos dos grupos de CC.AA., aquellas que en los tres índices se observen gráficas con evolución similar. Se encuentra correlación positiva significativa (cuadro 7) entre los tres índices en ocho CC.AA. Andalucía, Aragón, Comuni-

Gráfico 1

PTF Andalucía

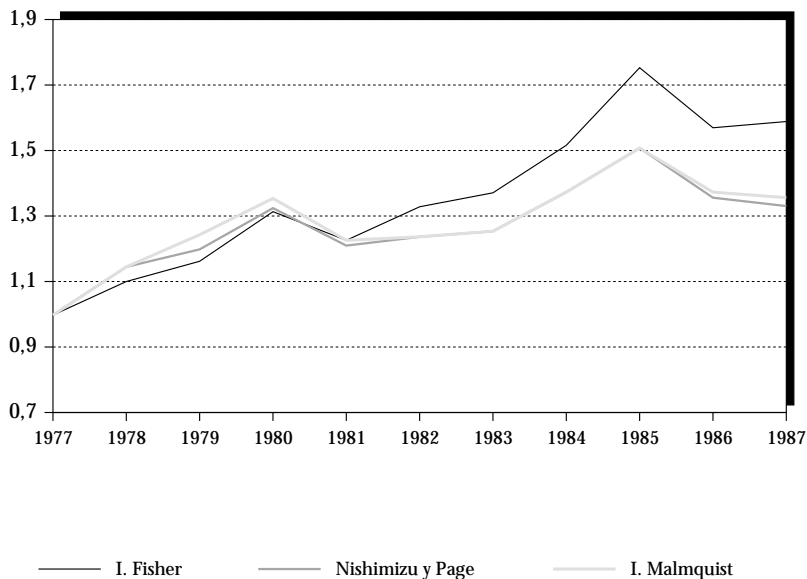
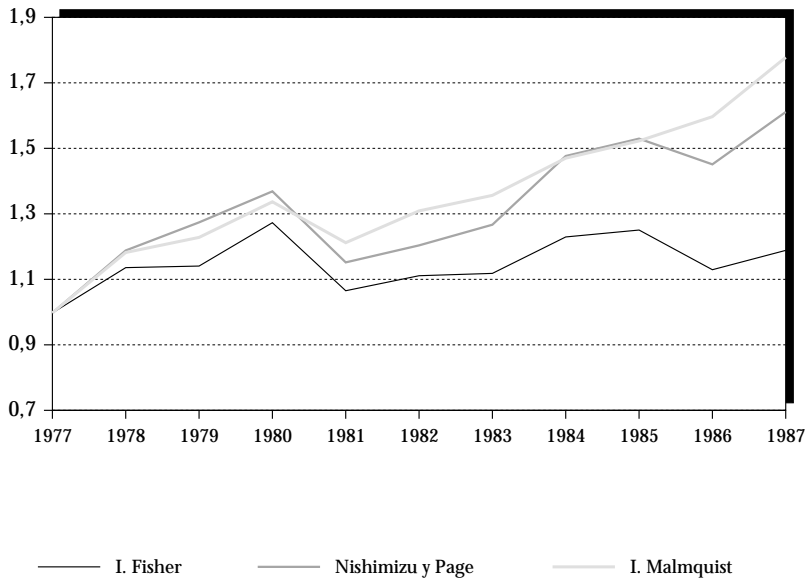


Gráfico 2

PTF Aragón



Cuadro 7

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DE PTF ENTRE METODOLOGÍAS

	N. Índices I. de Malmquist	N. Índices Índice NP	I. de Malmquist Índice NP
Andalucía	0.905	0.948	0.976
Aragón	0.860	0.939	0.888
Baleares	0.688	0.663	0.600
C. Valenciana	0.928	0.924	0.909
Canarias	0.321	0.935	0.561
Cantabria	0.657	0.957	0.710
Castilla La Mancha	0.933	0.984	0.939
Castilla León	0.954	0.996	0.961
Cataluña	0.639	0.769	0.905
Extremadura	0.984	0.989	0.991
Galicia	0.400	0.967	0.420
La Rioja	0.862	0.944	0.963
Madrid	0.621	0.660	0.850
Navarra	0.517	0.948	0.554
P. Asturias	0.584	0.954	0.969
País Vasco	0.556	0.766	0.742
R. Murcia	0.802	0.929	0.932

Gráfico 3

PTF Baleares

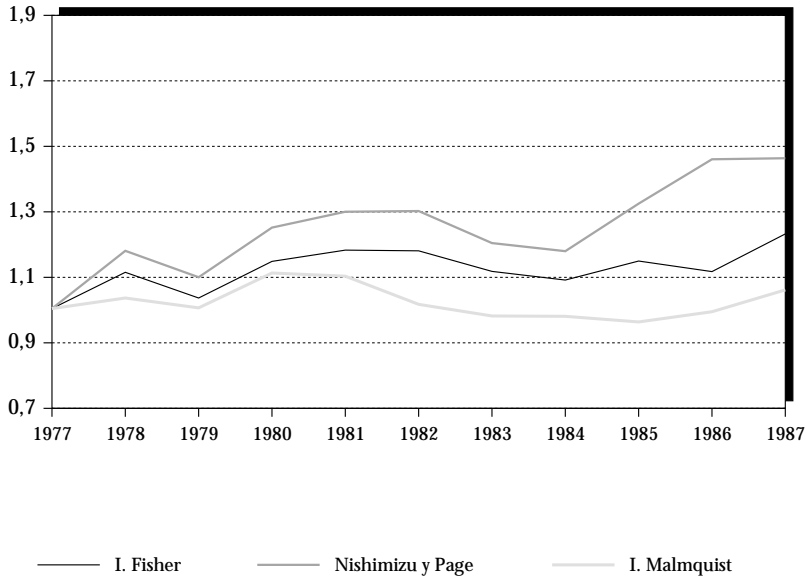


Gráfico 4

PTF Valencia

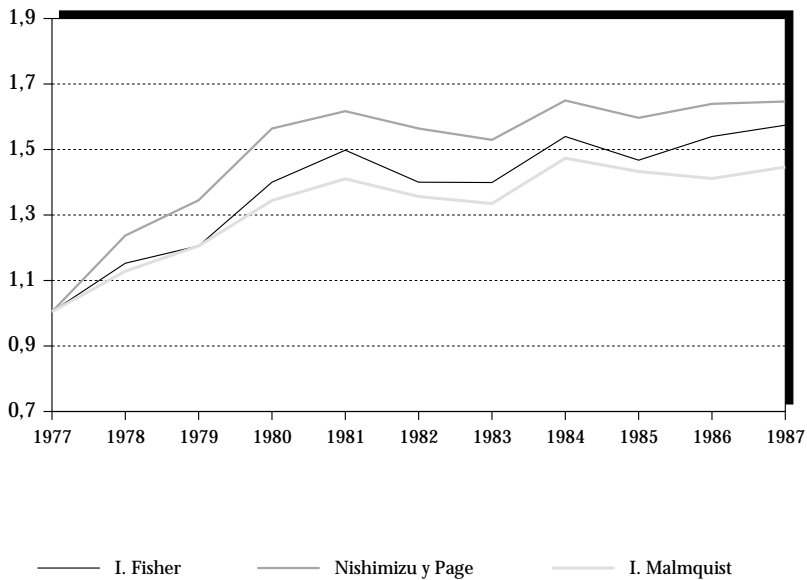
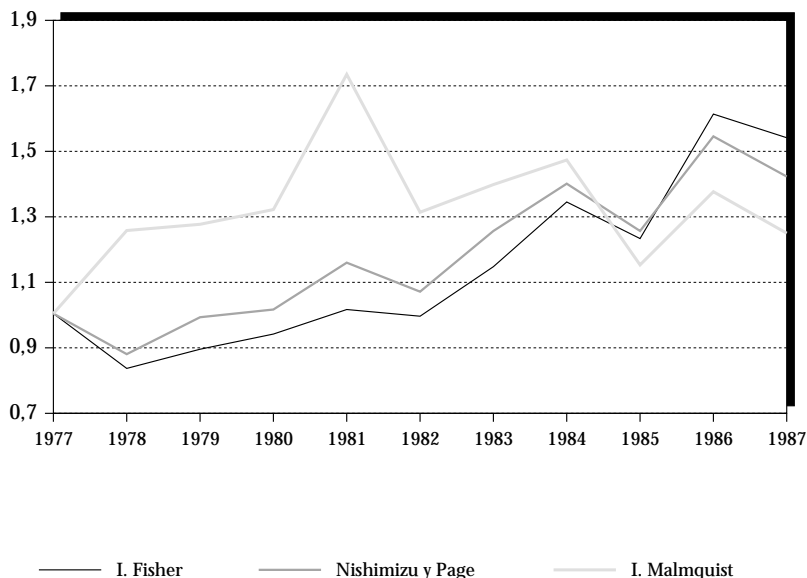


Gráfico 5

PTF Canarias



dad Valenciana, Castilla La Mancha, Castilla León, Extremadura, La Rioja, y Murcia. Estas 8 comunidades suman el 68,8 por ciento de la producción total agraria entre 1977 y 1987. Tienen en común la estructura en su producción agraria, respecto a los diferentes subsectores, es decir un porcentaje elevado (alrededor de un 60 por ciento) de la producción es agrícola (excepto Castilla-León en el que la producción agrícola y ganadera son aproximadamente iguales, 49 por ciento). Aunque estas comunidades presenten altas correlaciones entre la PTF, los valores medios en el período estudiado, 1977-1987, no son iguales, aunque gran parte de ellas se encuentren por encima de la media de crecimiento de la PTF.

El segundo grupo de CC.AA. en las que alguno de los tres coeficientes de correlación no es significativo lo componen los dos archipiélagos, Baleares y Canarias, Cantabria, Cataluña, Galicia, Madrid, Navarra, Principado de Asturias y País Vasco. Como dato común respecto a su estructura productiva, todas ellas exceptuando los dos archipiélagos presentan un mayor porcentaje de la producción ganadera frente a la

Gráfico 6

PTF Cantabria

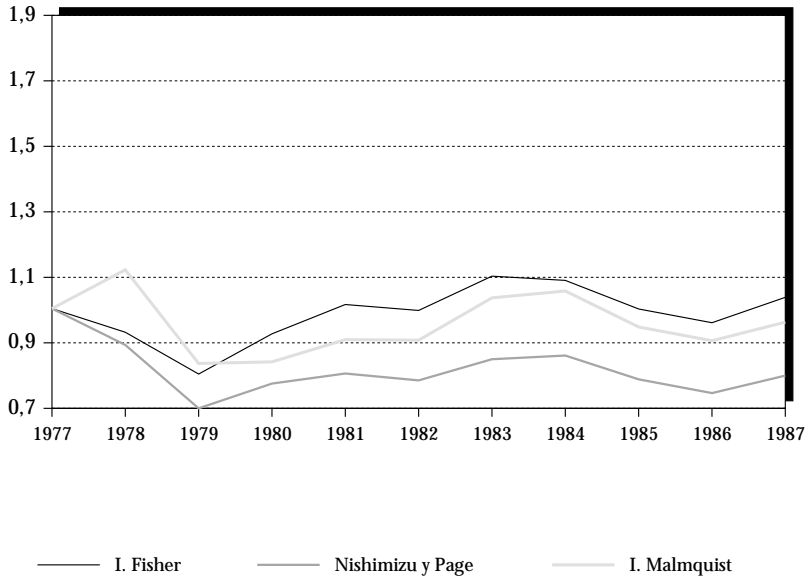


Gráfico 7

PTF Castilla-La Mancha

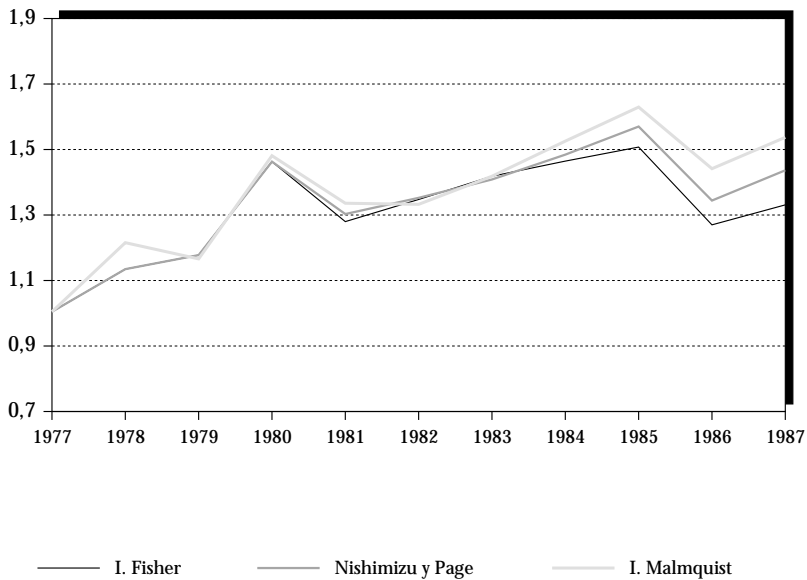


Gráfico 8

PTF Castilla y León

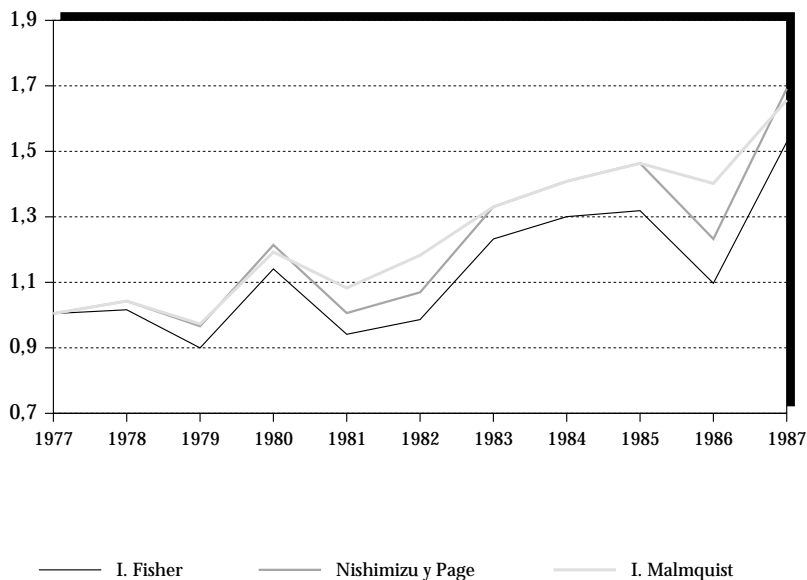


Gráfico 9

PTF Cataluña

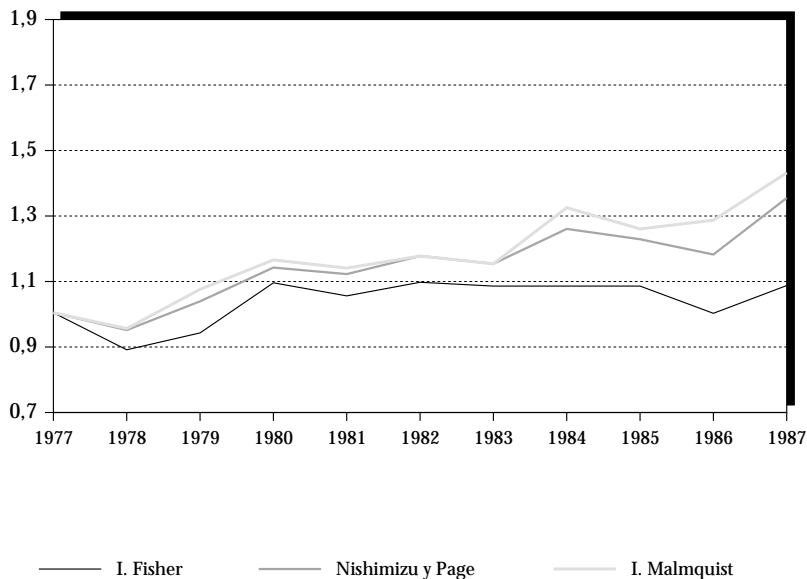
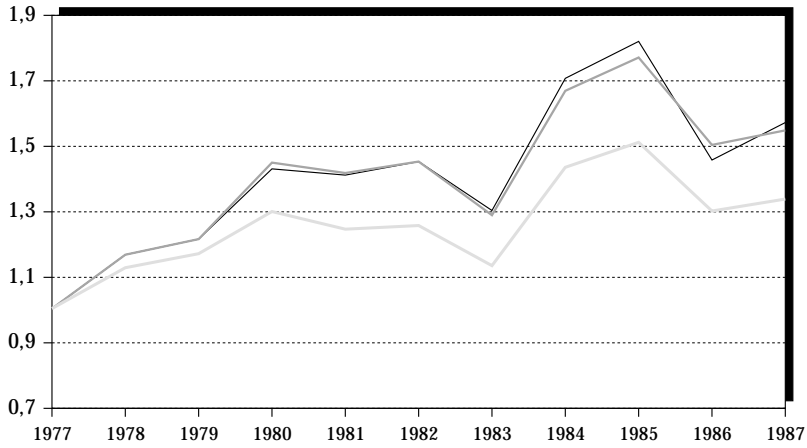


Gráfico 10

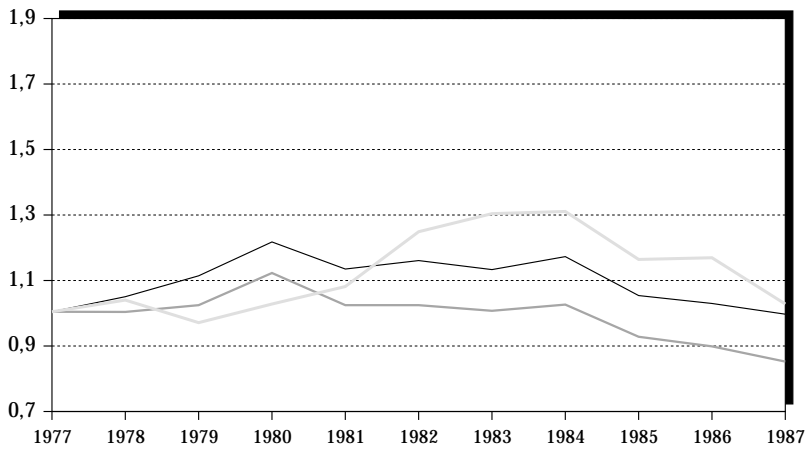
PTF Extremadura



— I. Fisher — Nishimizu y Page — I. Malmquist

Gráfico 11

PTF Galicia



— I. Fisher — Nishimizu y Page — I. Malmquist

Gráfico 12

PTF La Rioja

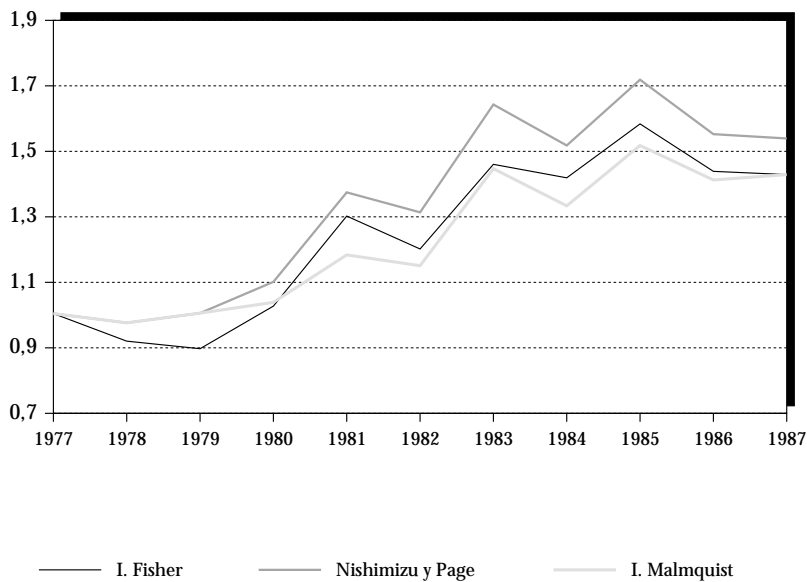


Gráfico 13

PTF Madrid

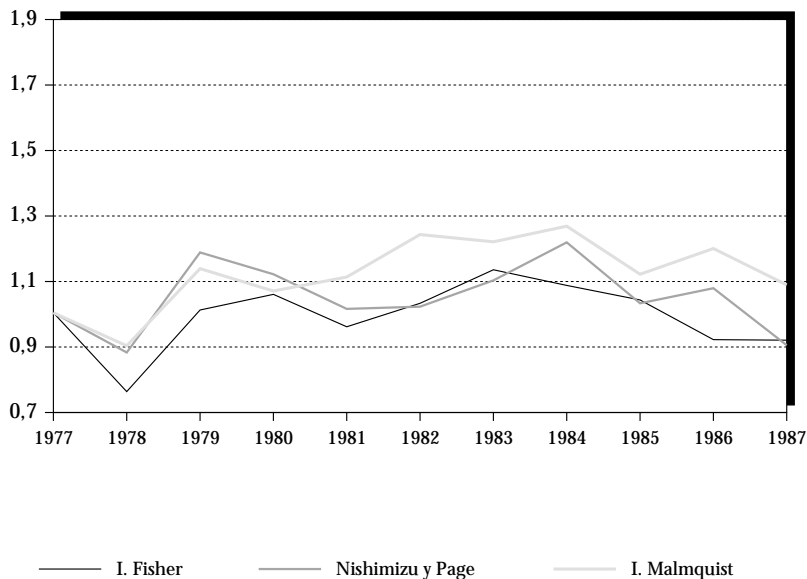
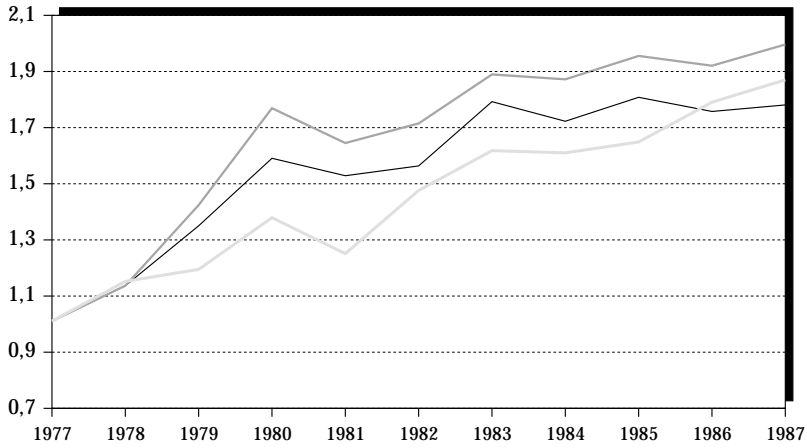


Gráfico 14

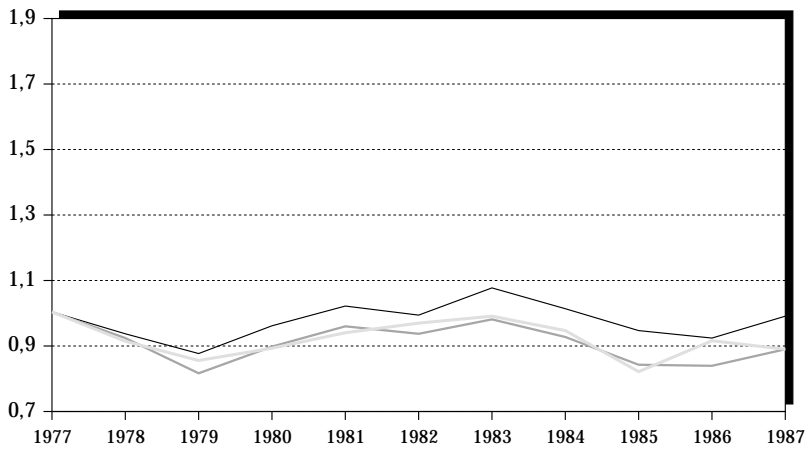
PTF Navarra



— I. Fisher — Nishimizu y Page — I. Malmquist

Gráfico 15

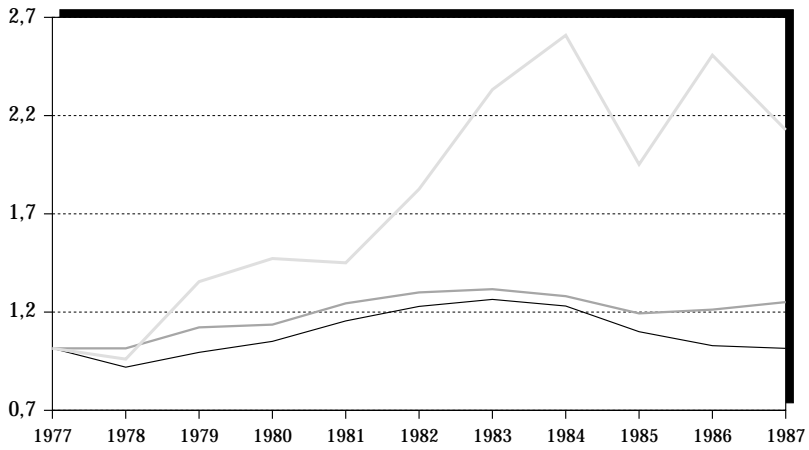
PTF Principado de Asturias



— I. Fisher — Nishimizu y Page — I. Malmquist

Gráfico 16

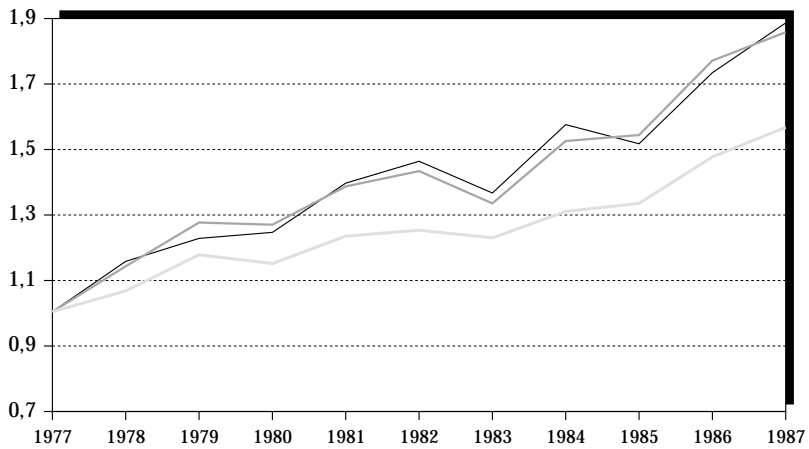
PTF País Vasco



— I. Fisher — Nishimizu y Page — I. Malmquist

Gráfico 17

PTF Murcia



— I. Fisher — Nishimizu y Page — I. Malmquist

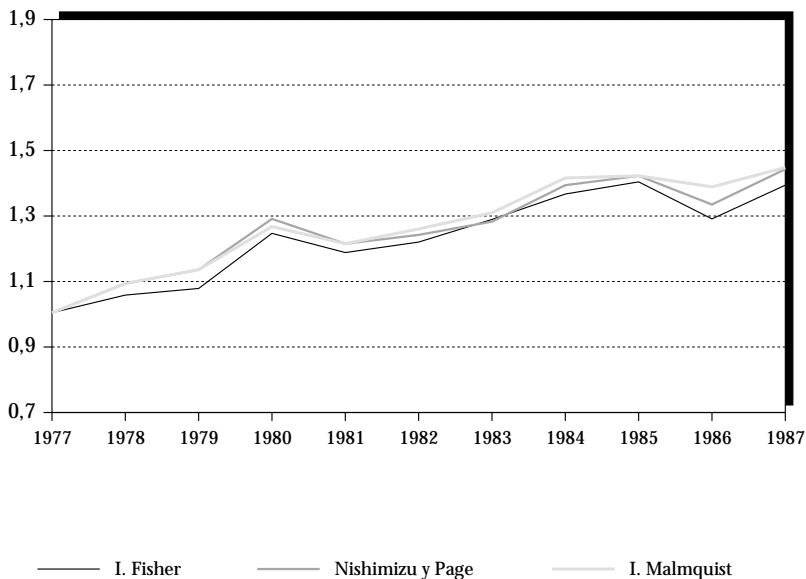
agrícola. De estas nueve Comunidades en las que la correlación entre las tasas de crecimiento de la PTF es baja, País Vasco presenta la mayor diferencia en la tasa de crecimiento media entre las metodologías, este hecho podría explicarse por la importante participación de la producción forestal respecto al total de la producción agraria.

Si centramos la comparación entre el Índice de Malmquist y el índice de Fisher donde aparecen mayor número de CC.AA. con coeficientes de correlación entre metodologías no significativos se observa que para aquellas comunidades en las que la correlación sea mayor se puede presumir un mayor cumplimiento de las suposiciones restrictivas de los números índices (eficiencia productiva, equilibrio competitivo).

En el gráfico 18 se puede observar para España la evolución en el período 1977-1987 de la PTF según las tres metodologías que se han considerado, construidos sobre las medias ponderadas de los valores de las CC.AA. Los resultados agregados son similares para las distintas metodologías, exceptuando el año 1986.

Gráfico 18

PTF España



5. CONCLUSIONES

Se plantea en el análisis de la productividad agraria en España por Comunidades Autónomas mediante el empleo de tres metodologías: Índice de Fisher, Índice de Nishimizu y Page e Índice de Malmquist. La estimación de PTF para España media durante el período de estudio 1977-1987 varía entre 3,1 por ciento anual obtenida mediante Fisher y 3,6 por ciento anual calculada por el Índice de Malmquist. La metodología utilizada y la forma de agregación de los inputs y de los outputs condicionan los resultados del análisis, de forma mucho más acentuada para cada región.

Así, en los resultados de cada una de las Comunidades Autónomas hay diferencias apreciables entre los valores de PTF obtenidos. Se observa que si la CC.AA. tiene mayor participación de la producción ganadera sobre el total de la producción agraria, el coeficiente de correlación entre las diferentes técnicas es bajo, mientras que si la comunidad es eminentemente agrícola, los coeficientes de correlación son mayores. Este hecho induce a pensar que tanto el subsector ganadero como en el subsector forestal presentan mayor dificultad en la valoración de la PTF. El problema es especialmente severo en el País Vasco donde siguiendo Malmquist tiene el incremento de PTF (7,5 por ciento anual) y sin embargo obtiene una tasa de incremento nula según Fisher.

Una sugerencia que se desprende de lo anterior es considerar por un lado los sectores agrícola y ganadero, y por el otro el sector forestal. Esto es una práctica habitual en otros países, y que la incorporación de España al sistema de estadísticas agrarias en la Unión Europea, separando las cuentas de la selvicultura, facilitará la construcción de los datos. Incidentalmente, en la metodología de Nishimizu y Page, la tierra forestal puede ser omitida de la estimación de la función de producción sin que se afecten los resultados.

Las tasas de crecimiento de la PTF son especialmente importantes en algunas comunidades, Murcia, Navarra y Castilla-León, figuran claramente por encima de la media de incremento de la PTF siguiendo las tres metodologías. Otras CC.AA. aparecen con claridad por encima de la media siguiendo dos metodologías pero según la tercera están en torno a la media: Aragón (que está por debajo de la media de

Fisher), Comunidad Valenciana (en Malmquist está en la media) y Extremadura (baja en Malmquist).

Los resultados permiten avanzar algunos patrones de la evolución de la PTF. Si tomamos como medida de la evolución de la PTF, la tasa de variación media entre los índices considerados, calculada para cada CC.AA., se observan dos estructuras productivas bien diferenciadas. Un primer grupo de CC.AA. con sector agrario intensivo, como Navarra y Murcia, y un segundo grupo que se identifica con agricultura extensiva, como Castilla-León y Extremadura con sectores agrícola y ganadero de similar importancia.

Las CC.AA. con PTF por debajo de la media presentan como característica productiva común el importante peso de la ganadería en la producción final agraria. Ya se ha comentado el resultado atípico del País Vasco en el Índice de Malmquist, los valores obtenidos con las otras metodologías nos llevan a concluir que toda la cornisa cantábrica es la zona de menor incremento, incluso de retroceso de la PTF. Cantabria, Asturias y Galicia, junto con Madrid otra comunidad en la que el sector ganadero supera ligeramente al sector agrícola, son las CC.AA. con menores incrementos de la PTF, sea cual sea la metodología utilizada. □

BIBLIOGRAFÍA

- ALDAZ, N. (1995): *Análisis no paramétrico de la productividad agraria en las Comunidades Autónomas Españolas*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- ALFRANCA, O. (1995): *Productividad Total de los Factores en la agricultura española, 1964-1989: medición y determinantes*. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- BALK, B. M. (1993): «Malmquist Productivity Indexes and Fisher Ideal Indexes: Comment». *The Economic Journal*, n.º 103: pp. 680-682.
- BERNDT, E. R. y FUSS, M. (1986): «Productivity Measurement Using capital Asset Valuation to adjust for Variations in Utilization». *Journal of Econometrics*, n.º 33 (1/2): pp. 7-30.
- BUREAU, J. C.; FÄRE, R. y GROSSKOPF, S. (1995): «A Comparison of Three Nonparametric Measures of Productivity

- Growth in European and United States Agriculture». *Journal of Agricultural Economics*, n.º 46 (3): pp. 309-326.
- CAVES, D.; CHRISTENSEN, L. y DIEWERT, E. (1982a): «The Economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity». *Econometrica*, n.º 50: pp. 1.393-1.414.
 - CAVES, D.; CHRISTENSEN, L. y DIEWERT, E. (1982a): «Multilateral the Efficiency of Decision Making Units». *European Journal of Operational Research*, n.º 2: pp. 429-444.
 - COLINO, J.; BELLO, E.; CARRERO, F.; LÓPEZ, M.; NOGUERA, P. y RIQUELME, F. (1990): *Precios, productividad y rentas en las agriculturas españolas*. MundiPrensa. Madrid.
 - DIEWERT, W. E. (1976): «Exact and Superlative Index Numbers». *Journal of Econometrics*, n.º 4 (2): pp. 115-145.
 - DIEWERT, W. E. (1992): «Fisher Ideal Output, Input and Productivity Indexes Revisited». *Journal of Productivity Analysis*, n.º 3: pp. 213-248.
 - FÄRE, R. y GROSSKOPF, S. (1992): «Malmquist Productivity Indexes and Fisher Ideal Indexes». *The Economic Journal*, n.º 102: pp. 158-160.
 - FÄRE, R.; GROSSKOPF, S. y LOVELL, K. C. A. (1994a): *Production Frontiers*. Cambridge University Press. Cambridge.
 - FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; NORRIS, M. y ZHANG, Z. (1994b): «Productivity, Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries». *American Economic Review*, n.º 84 (1): pp. 66-83.
 - FARRELL, M. J. (1957): «The Measurement of Productive Efficiency». *Journal of Royal Statistical Society Series A*, n.º 120: pp. 253-281.
 - FERNÁNDEZ, C. (1995): *La contribución de la investigación agraria al avance de la productividad en el sector agrario español durante el período 1962-1989*. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba.
 - GARRIDO, L. (1993): «Eficiencia y competitividad de la agricultura. La evolución de la agricultura española en el período 1961-1979». *Revista de Estudios Agro-Sociales*, n.º 123: pp. 69-114.
 - GRILICHES, Z. (1963): «Specification and Estimation of Agricultural Production Functions». *Journal of Farm Economics*, n.º 45: pp. 419-428.
 - HULTEN, C. R. (1986): «Productivity Change, Capacity Utilization and the Sources of Efficiency growth». *Journal of Econometrics*, n.º 33: pp. 31-50.

- MILLÁN, J. A. (1993): «Demanda de factores de producción y cambio técnico en la agricultura española». *Investigación Agraria. Economía*, n.º 8 (2): pp. 185-196.
- NISHIMIZU, M. y PAGE, J. M. (1982): «Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Change: Dimensions of Productivity Change in Yugoslavia, 1965-78». *The Economic Journal*, n.º 92: pp. 920-936.
- SAN JUAN, C. (1986): *Eficacia y rentabilidad de la agricultura española*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. Madrid.
- SHEPARD, R. W. (1970): *Theory of Cost and Production Functions*. Princeton University Press. Princeton.
- TIMMER, C. P. (1970): «On Measuring Technical Efficiency». *Food Research Institute Studies in Agricultural Economics, Trade, and Development*, vol. IX (2): pp. 91-171.

RESUMEN

Comparación de medidas de productividad total de los factores en las agriculturas de las comunidades autónomas españolas

En este trabajo se plantea el análisis de la productividad agraria de las CC.AA. españolas en el período 1977-1987, comparando los resultados obtenidos mediante tres enfoques: el cálculo de números índices, la metodología de Nishimizu y Page y la estimación no paramétrica del Índice de Malmquist basado en funciones de distancia. La PTF media para España es bastante parecida; sin embargo las diferencias pueden ser importantes para cada CC.AA. Los resultados sugieren un mayor crecimiento en la productividad total de los factores en comunidades con producciones agrarias intensivas, donde los productos hortícolas son importantes, o en comunidades en las cuales existe cierto equilibrio entre producción agrícola y ganadera y que se asocian a producción agraria extensiva. Por el contrario, las CC.AA. de la cornisa cantábrica y Madrid, eminentemente ganaderas muestran retrocesos en productividad.

PALABRAS CLAVE: Productividad Total de los Factores, Comunidades Autónomas, paramétrico y no paramétrico.

RÉSUMÉ

Comparaison des mesures de productivité totale des facteurs dans l'agriculture des communautés autonomes espagnoles

Ce travail veut analyser la productivité agraire des communautés autonomes pendant la période de 1977 à 1987, en comparant les résultats obtenus par trois positions: le calcul des chiffres indexés, la méthodologie de Nishimizu et Page et l'estimation non-paramétrique de l'Indice de Malmquist basé sur les fonctions de distance. La PTF (production totale des facteurs) moyenne en Espagne est assez similaire, cependant les différences peuvent être importantes pour chaque communauté autonome. Les résultats suggèrent une croissance plus élevée dans la productivité totale des facteurs dans les communautés avec une production agraire intensive, donc les produits de l'horticulture sont importants, où dans les communautés, dans lesquelles existe un certain équilibre entre production de l'agriculture et de l'élevage et qui s'associe à une production agraire intensive. Au contraire, les communautés autonomes de Madrid et de la Cantabrie, spécialisées en élevage, ont montrées des reculs dans leur productivité.

MOTS CLEF: Productivité Totale des Facteurs, Communautés Autonomes, paramétrique et non-paramétrique.

SUMMARY

A comparison of models of total factor productivity for the agricultural sectors of the spanish regions

We analyse the Total Factor Productivity (TFP) of the agrarian sector of the Spanish region in the period 1977-1987. We compare the results obtained by means of three methodologies: Index numbers, the Nishimizu and Page approach, and the non parametric calculation of the Malmquist Index. Although the Spanish average annual rate of growth is close between methods, there are great discrepancies among the regional rates of growth. The results suggest a major growth of TFP in regions with agrarian intensive productions, or in regions

with extensive and equally shared agrarian and livestock sectors. Livestock specialised regions in Northern and Northwestern Spain have experienced declines in TFP.

KEYWORDS: Total Factor Productivity, Spanish Regions, parametric and non parametric.

