

LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES EN LA AGRICULTURA Y LA GANADERÍA DE CASTILLA Y LEÓN.

M.Carmen FERNÁNDEZ DÍEZ
Departamento de Economía
Universidad Pontificia de Comillas
ICADE, Madrid.

RESUMEN

En este trabajo se estudia el comportamiento a largo plazo del sector agrario en Castilla y León. Para ello se elaboran índices Tornqvist-Theil de inputs, outputs y **productividad total de los factores (PTF)** durante un período largo: 1962-1989.

Los resultados obtenidos indican que el crecimiento del sector agrario en Castilla y León (2,8% anual medio) es superior al del conjunto de las regiones (2,57% anual medio), y se explican por un ahorro en la utilización de factores productivos y una intensificación de las producciones. Por décadas, el sector agrario creció más en los setenta, al igual que el resto de las comunidades en esta etapa.

El estudio por subsectores revela un avance ligeramente mayor del subsector ganadero que del agrícola en la Comunidad castellano-leonesa, si bien las tasas de crecimiento son, en los dos subsectores, elevadas (2,58 % y 2,44 % respectivamente) y similares a las de países de nuestro entorno.

1. INTRODUCCIÓN

El sector agrario, en el conjunto de las regiones españolas, ha experimentado una profunda transformación en las últimas décadas. Esta etapa se ha caracterizado por la desaparición de un sistema de producción agraria basado en una abundante oferta de mano de obra, y de un mercado limitado y escasamente diversificado de productos alimenticios. Esta situación entró en profunda crisis a comienzos de lo sesenta. La respuesta del sector agrario se materializó en la adopción de nuevas tecnologías en forma de semillas, razas, fertilizantes, fitosanitarios, maquinaria y nuevas prácticas y servicios agrícolas. Así, el modelo de cambio tecnológico se basó fuertemente en la intensificación agraria y la introducción generalizada de tecnología extranjera.

Por otra parte, el futuro del sector agrario en el seno de la Unión Europea está marcado por una mayor liberalización de los mercados agrarios que implica menores niveles de protección y una apertura de los mercados a la competencia internacional. En este sentido, la posición de los agricultores es más vulnerable, siendo necesario encontrar fórmulas que permitan el aumento de la **productividad** del sector a largo plazo. Dada la situación de excedente estructural de algunos productos agrarios, los incrementos en productividad no deben basarse tanto, como ha ocurrido los últimos años, en el incremento de rendimientos agronómicos, cuanto en la disminución de los costes, mejoras organizativas y, en definitiva, en incrementos en la eficiencia productiva.

La productividad del sector agrario puede estar referida al cómputo de índices de productividad parcial, o bien a índices de productividad total de los factores (PTF). Los primeros relacionan el producto con un solo factor de producción (trabajo, tierra, etc.). Estos índices de productividad parcial se encuentran entre los indicadores agrarios más difundidos y, en España, las únicas medidas de productividad agraria disponibles con carácter oficial.¹ Sin embargo, el empleo de índices de productividad parcial puede dar lugar a errores de interpretación en algunos de sus usos, ya que estos índices reflejan tanto la sustitución de factores en la producción, como los cambios en la eficiencia productiva (Kendrick, 1977).

Por el contrario, los índices de PTF relacionan la producción con todos los factores productivos asignados a la misma. En el largo plazo, el avance en la PTF refleja esencialmente una mejora en la tecnología y en la organización de la producción. Las estadísticas sobre la PTF en la agricultura se vienen publicando con carácter regular en países como los Estados Unidos desde 1960 (Jorgenson y Gollop, 1992). Entre los usos a los que se pueden someter los indicadores de la PTF se encuentran la identificación de las fuentes del crecimiento agrario y la medición del cambio tecnológico en la agricultura, la realización de comparaciones inter-temporales e inter-sectoriales del funcionamiento económico del sector, y la justificación de la política de precios y mercados agrarios (USDA, 1980).

De los dos enfoques, tradicionales, existentes para medir la PTF: el procedimiento contable o axiomático y el procedimiento econométrico o paramétrico (Antle y Capalbo, 1988), se ha escogido el primero, que utiliza los números índices como medida de la PTF. Las dos metodologías están relacionadas a través de la teoría de la producción.²

El objetivo del presente trabajo consiste en aportar información sobre el comportamiento a largo plazo del sector agrario en Castilla y León mediante el análisis de la PTF de la agricultura y ganadería en esta Comunidad, durante un período de tiempo amplio, los años comprendidos entre 1962 y 1989. Para ello se elabora un índice de intervalos de tiempo discretos, desarrollado por Tornqvist (1936) y Theil (1967), que permite calcular las tendencias regionales a largo plazo del conjunto de outputs e inputs,

y de la PTF de la agricultura y ganadería, así como analizar la evolución temporal de estas magnitudes en subperíodos de tiempo más cortos.

Los estudios regionalizados sobre PTF en la agricultura son, aún, escasos y relativamente recientes. Pueden citarse, entre otros, los trabajos de Evenson *et al.* (1987), Huffman (1988) y, Pardey, Craig y Deininger (1993), para los Estados Unidos. Entre los estudios sobre productividad agraria en España se encuentra el trabajo de Aldaz (1995) donde se determina la productividad agraria de las CC.AA. de España durante el período 1977-1987, si bien, contempla al sector como la suma de producciones agrícolas y ganaderas, sin realizar una distinción inter-sectorial.

Se ha llegado a la convicción (Huffman y Evenson, 1993) de que es importante examinar los subsectores agrícola y ganadero por separado. Hay varias razones para un análisis inter-sectorial. En primer lugar, en la actualidad, la producción agrícola y la ganadera se desarrollan frecuentemente en distintas explotaciones y en regiones diferentes. Además, algunos inputs de la ganadería, como el alimento para el ganado, son productos de la agricultura, y viceversa, como el caso del estiércol. Por último, resulta evidente que la producción agrícola está sujeta a condiciones agroecológicas más específicas que la ganadería.

El presente trabajo supone un intento de medir la PTF en el sector agrario desde la triple vertiente inter-temporal, inter-espacial e inter-sectorial, constituye una extensión de trabajos previos de la autora, en el que se analizan la evolución de la PTF del sector agrario para el conjunto nacional, en el período de referencia (Fernández *et al.*, 1995 y 1996), y tiene su origen en Fernández (1995).

El contenido del trabajo es el siguiente: la segunda sección resume el marco teórico; en la siguiente sección se describe el proceso seguido en la elaboración de la base de datos; la sección cuarta contiene los resultados del análisis de la productividad, se comparan las tendencias de la agricultura y la ganadería en Castilla y León en relación al conjunto del país. Finalmente se presentan las conclusiones.

2. MARCO TEÓRICO

En el enfoque de la medición de la productividad a través de números índices, la PTF se define como el ratio de un índice de outputs (Q) respecto a un índice de inputs (X),

$$T F P = \frac{Q}{X} \quad (1).$$

Los criterios para la elección de la fórmula más adecuada de número índice para medir la productividad tienen en cuenta, por un lado, el cumplimiento de pruebas estadísticas (aproximación axiomática) y, por otro, la tecnología de la producción que subyace a cada tipo de índice (aproximación económica).

Existen muchas fórmulas de números índices (Fisher, 1922). Sin embargo, por su simplicidad, los índices de cantidad usados más frecuentemente son los denominados Laspeyres y Paasche. No obstante, estas dos fórmulas de agregación pueden dar lugar a sesgos estadísticos al violar, entre otras, las pruebas de inversión del tiempo, los precios y la cantidad.³ Además, considerados desde un plano económico, los índices Laspeyres y Paasche presentan deficiencias interpretativas. Un aspecto fundamental de la medida de la productividad es la distinción entre los movimientos a lo largo de una isocuanta, en respuesta a los cambios en los precios relativos de los factores, y los cambios en la productividad total, esto es, los desplazamientos de la isocuanta hacia el origen. Así, si se produce un movimiento a lo largo de la isocuanta debido a un cambio relativo en los precios de los factores (desplazamiento de la línea de restricción presupuestaria; lo cual no implica un cambio tecnológico), el índice de PTF Laspeyres (ponderación con precio del período base) sugerirá una regresión tecnológica (el mismo output, más input), mientras que el índice Paasche (ponderación con precio del período actual) sugerirá una progresión tecnológica (mismo output, menos input)⁴. Richter (1966) demostró que el índice Divisia (Divisia, 1925) es el único índice que satisface todas las pruebas del axioma de invarianza y, por tanto, permanece inalterado si la variación en la composición de los factores se produce como consecuencia de los cambios en los precios relativos.⁵

El índice Divisia es una construcción teórica, ya que su utilización exige datos continuos de precios y cantidades, mientras que estas variables se suelen observar en tiempos discretos. Existen muchas aproximaciones discretas al índice Divisia. Entre las más generalizadas se encuentra la aproximación sugerida inicialmente por Tornqvist (1936) y, posteriormente, por Theil (1967).⁶ La aproximación de Tornqvist-Theil al índice Divisia de inputs, expresada en forma de tasa de crecimiento, sería:

$$\ln\left(\frac{IX_t^{TT}}{IX_{t-1}^{TT}}\right) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (S_{it} + S_{it-1}) \ln\left(\frac{X_{it}}{X_{it-1}}\right) \quad (2)$$

En donde, IX_t^{TT} es el valor del índice Torqvist-Theil de cantidades input en el período

base, y $S_{it} = \frac{w_{it} x_{it}}{\sum_{i=1}^n w_{it} x_{it}}$ representa las proporciones relativas de los diferentes inputs en

el coste total.

De igual forma, se define el índice Tornqvist-Theil de cantidades de output, teniendo en cuenta las participaciones relativas de los diversos outputs en el ingreso total, en cada período, y las cantidades de productos. Así, el índice Tornqvist-Theil expresa el ratio sucesivo de las cantidades de inputs (o outputs) ponderadas por la media móvil de la proporción de cada input (o output) en el coste total de la producción (o valor total).

A partir de la ecuación(1) se deduce que la tasa de crecimiento de la PTF, es la diferencia entre la tasa de crecimiento del índice del output, y la tasa de crecimiento del índice de inputs.

Una característica atractiva del índice Tornqvist-Theil es la de ser un índice en cadena frente a los índices que miden las variaciones respecto a un año base fijo (como el Laspeyres o el Paasche). En efecto, cuando las series de datos son largas, como suele ocurrir al medir la productividad, los índices deberán recoger los cambios estructurales ocurridos en el período.⁷ Por tanto, para evitar que las medidas resulten sesgadas, resulta conveniente emplear índices encadenados, o bien revisar los datos de referencia periódicamente cambiando la base, cuando se utilicen índices fijos (Forsyth, 1978; Diewert, 1992).

Una última e importante consideración para la elección de fórmulas de agregación es la posibilidad de que éstas representen adecuadamente las elecciones de producción o de consumo de un productor (o consumidor) maximizador de beneficios (utilidad). Así, por ejemplo, una fórmula de número índice que imponga a priori restricciones sobre la posibilidad de sustitución entre los outputs o los inputs, no podría considerarse la más adecuada para representar la tecnología de la producción. La aproximación económica a la elección de los números índices (o teoría económica de los números índices) se ocupa de esta importante cuestión.⁸ Diewert (1976) ha mostrado cómo muchos de los índices de cantidades están relacionados implícitamente con una determinada forma funcional o tecnología de la producción. Así, denomina "exactos" a los índices que resultan consistentes con funciones de producción específicas, y "superlativos" a aquellos índices exactos respecto a formas funcionales flexibles.

Para el caso de los índices Laspeyres y Paasche, Diewert (1976) demostró su exactitud respecto a funciones lineales y de coeficientes fijos (Leontief), respectivamente. Estas funciones tienen elasticidades de sustitución entre factores infinitas (posibilidades de sustitución perfectas) o cero (sin posibilidad de sustitución). Por consiguiente, tanto las funciones de agregación, como sus elasticidades de sustitución, se consideran inflexibles y, por tanto, no las más deseables. Por el contrario, Diewert (1976) demostró que el índice Tornqvist-Theil es exacto para la función flexible translogarítmica homogénea, siendo por esta razón un índice superlativo.⁹

3. ELABORACIÓN DE LA BASE DE DATOS

La elaboración de un índice Tornqvist-Theil de PTF requiere datos sobre cantidades de productos y de factores, junto a sus correspondientes precios, que permiten ponderar el valor asignado a cada bien en la agregación.

Para hallar una medida de PTF que realmente refleje los cambios en la productividad total, es necesario emplear una base de datos consistente con la idea de una función de producción, en donde la producción viene referida a la totalidad de los factores. La no inclusión de un factor productivo en la razón de productividad (outputs agregados/inputs agregados) tendría como consecuencia una infravaloración de la agregación de los factores, y una sobrevaloración de la medida del cambio en la PTF. El mismo sesgo se podría producir en el caso de que alguno de los factores productivos no estuviera correctamente medido.

La base de datos utilizada para el cálculo de la PTF comprende el período temporal de las tres últimas décadas, desde 1962 a 1989, último año del que se disponen datos del censo agrario.

En la medida en que los datos lo posibilitan, resulta muy interesante y aconsejable el realizar *ajustes en la calidad* de los factores productivos. Estos ajustes tienen en cuenta cambios cualitativos y no sólo las variaciones en cantidades. Así, por ejemplo, se han considerado los distintos componentes de inputs intermedios (semillas, fertilizantes, energía, piensos, trabajo animal y estiércol) o de tierra (secano, regadío) a su vez, algunos de estos factores productivos se subdividen en categorías, como los tipos de fertilizantes o de piensos.¹⁰

Dada la diversidad de la estructura productiva y el elevado grado de especialización territorial, se ha incluido el mayor número de producciones con relevancia económica. También se ha tenido en cuenta en la selección de los outputs, los cambios a través del tiempo en la importancia relativa de los cultivos y de las producciones ganaderas. Según estos criterios, se han recopilado cantidades de 31 cultivos agrícolas, entre los que se incluyen: cereales, leguminosas, cultivos industriales, hortícolas, frutales y forrajes. Entre ellos, los cultivos extensivos constituyen el 35% de la producción agraria media generada en Castilla y León en este período. En cuanto a la producción ganadera se han incluido los siguientes outputs: huevos, leche de vaca, lana, carne de vacuno, carne de ave, carne de porcino, carne de ovino, carne de caprino, y estiércol. De ellos, los productos no cárnicos constituyen el 46% de la producción agraria media de Castilla y León en el período considerado.

Los inputs contemplados en este trabajo han sido: tierra, trabajo, servicios del capital, semillas, fertilizantes y estiércol, trabajo animal, energía, alimentos ganaderos e inventario ganadero. A continuación, se describen algunas de las estimaciones y de las fuentes de datos utilizadas.

En la mayoría de los casos las **producciones agrarias** responden a variedades distintas y presentan calidades diferentes, que no quedan contempladas en la base de datos al haberse utilizado el dato global. Las posibles deficiencias que comporta la agregación de datos quedan solventadas, en parte, al utilizarse un precio medio ponderado.

Los **precios** utilizados en la valoración de las producciones se corresponden con los precios medios anuales percibidos por los agricultores en el conjunto nacional, en pesetas corrientes por kilogramo, según los datos publicados por el Ministerio de Agricultura en los Anuarios de Estadística Agraria (AEA) y en los Anuarios de Estadística Ganadera (AEG).

El factor **tierra** se mide por el número de hectáreas cultivables, esto es, como variable stock.¹¹ Las variables de la tierra incluidas han sido cuatro: tierra de cultivo de riego y de secano, y pastos de riego y de secano. Como fuente de información se han utilizado los datos del Anuario de Estadística Agraria (AEA) del MAPA. Los precios de la tierra sobre los que se disponía información publicada comprendían el período 1979 a 1989, por CC.AA., según las encuestas sobre los precios de la tierra del Ministerio de Agricultura en los Boletines Mensuales de Estadística (BME). Para los años anteriores a 1979 se ha efectuado una estimación en función de los precios pagados por los agricultores en dichos años. Una vez realizada la valoración, se ha incluido como servicio proporcionado por este input un 10% de su valor. Este porcentaje fijo resulta una aproximación adecuada a la renta pagada por la tierra.¹²

Como indicador del factor **trabajo** se ha considerado el stock o número de trabajadores ocupados en la agricultura. A su vez, se ha distinguido entre trabajadores remunerados y no remunerados o trabajo familiar. La remuneración por trabajador se ha calculado a partir de los datos totales de coste de personal. El trabajo familiar se ha valorado aplicando el mismo salario calculado anteriormente.¹³ Los datos proceden de las publicaciones "La Renta Nacional" elaborados por el Banco Bilbao-Vizcaya.¹⁴

Dentro de los gastos de **capital** se pueden distinguir dos categorías fundamentales: los gastos en reparación y conservación de maquinaria, y el stock de capital. La primera componente es considerada una variable gasto, y la segunda, un factor semi-fijo de capital, esto es, se considera que las inversiones en los equipos de maquinaria se deben distribuir periódicamente en forma de flujo. La contribución de este segundo factor semi-fijo al índice agregado de inputs es su flujo de servicios.

Los gastos en reparación y conservación de maquinaria incluyen tradicionalmente los lubricantes, neumáticos y gastos de reparaciones, y son publicados por el Ministerio de Agricultura en los Anuarios de Estadística Agraria (AEA) y en las Cuentas del Sector Agrario (CSA).¹⁵ Para su incorporación en el índice de cantidades de

factores, estos gastos se han dividido por el índice de precios pagado por los agricultores en concepto de "mecanización".

La valoración de los servicios de capital equivale a la depreciación de la maquinaria más un porcentaje fijo del valor corriente de la maquinaria al coste de reposición (4%). Este porcentaje se considera una aproximación a la tasa de interés a largo plazo, desde el punto de vista del agricultor, que debería corresponderse con el producto marginal del capital. El cálculo del stock de capital procede de los datos publicados por el Ministerio de Agricultura sobre depreciación de capital. Se ha considerado la depreciación de la maquinaria agropecuaria, sin incluir otras estructuras como edificios o equipos.¹⁶

Los **gastos energéticos** en la agricultura incluyen el importe total de los carburantes y de la energía eléctrica utilizada en las explotaciones. Estos datos aparecen publicados por el Ministerio de Agricultura en los Anuarios de Estadística Agraria. Los precios empleados, en el caso de los carburantes, fueron los del gasoil, y, para la electricidad, una ponderación de las tarifas de alta, media y baja tensión de alumbrado.¹⁷

Se ha distinguido entre las tres clases genéricas de **fertilizantes**: nitrogenados, fosfatados y potásicos. Mientras que el **alimento para ganado** incluye, por separado, el pienso compuesto comercial, el de explotación, y el forraje.

Finalmente, se ha utilizado un porcentaje del 10 por ciento del inventario ganadero como input para la ganadería. Se han utilizado estadísticas del número de cabezas de las especies bovino, ovino, porcino, y caprino.

4. RESULTADOS

En este apartado se presentan, en primer lugar, los resultados del análisis de la PTF agraria de la Comunidad de Castilla y León. A continuación, se realiza una diferenciación entre la PTF de los subsectores agrícola y ganadero para esta región. Por último se comparan los resultados con los de otras CC.AA. españolas, y con datos de estudios de países europeos.

El Gráfico 1. representa la evolución de los índices de output, input y productividad total del sector agrario de Castilla y León. Se observa el crecimiento de la PTF durante todo el período, siguiendo la senda marcada por el crecimiento de las producciones. Además, este crecimiento se ha visto potenciado por el descenso en la utilización de factores de producción, como consecuencia de la reducción de la mano de obra en el sector agrario.

En la Tabla 1. Se detalla el crecimiento de la PTF del sector agrario de Castilla y León frente al conjunto de las CC.AA. para el período 1962-89, y por subperíodos de tiempo, que comprenden las tres décadas de estudio (1962-70; 1970-80; 1980-89).¹⁸

Hay que señalar que los índices calculados para Castilla y León y para el conjunto de las CC.AA. parten de la misma base (1962=100), por lo tanto la lectura de la tabla nos indica que, partiendo de distintos niveles de PTF, el crecimiento de Castilla y León, para el conjunto de producciones agrarias ha sido superior al nacional para el conjunto del período (2,80% >2,57% tasa de crecimiento anual media).

Gráfico 1.

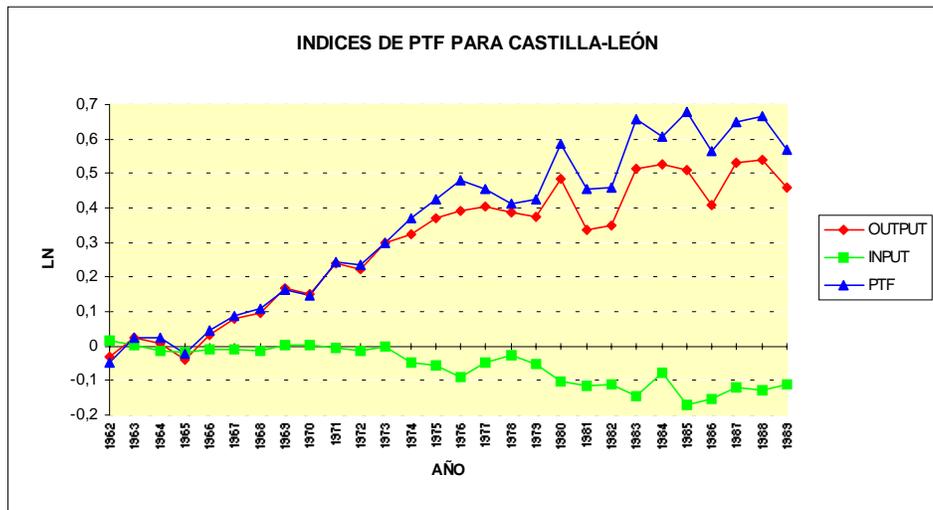


Tabla 1. Tasa de crecimiento anual medio de los índices de Inputs, Outputs y PTF

INDICES	CASTILLA Y LEÓN	ESPAÑA
INPUTS		
• 1962-89	-0,60	-0,16
• 1962-70	-0,05	0,15
• 1970-80	-0,82	-0,53
• 1980-89	-0,18	0,38
OUTPUTS		
• 1962-89	2,18	2,41
• 1962-70	2,46	2,00
• 1970-80	2,73	2,90
• 1980-89	1,08	1,09
PTF		
• 1962-89	2,80	2,57
• 1962-70	2,51	1,84
• 1970-80	3,58	3,44
• 1980-89	1,27	0,38

El mayor crecimiento del sector agrario en Castilla y León es consecuencia del mayor descenso en la utilización de factores a nivel agregado ($-0,60\% < -0,16\%$ variación anual media), como reflejo del proceso de *modernización* del sector.

Por subperíodos destacan los aumentos de productividad durante la década de los setenta, tanto en Castilla y León como en el conjunto de las regiones (3,58% y 3,44% anual media, respectivamente). Mientras que en la década de los ochenta se produce una desaceleración en el crecimiento de la PTF en Castilla y León (1,27%), coincidiendo con el estancamiento en todas las regiones (0,38%) en el mismo subperíodo.

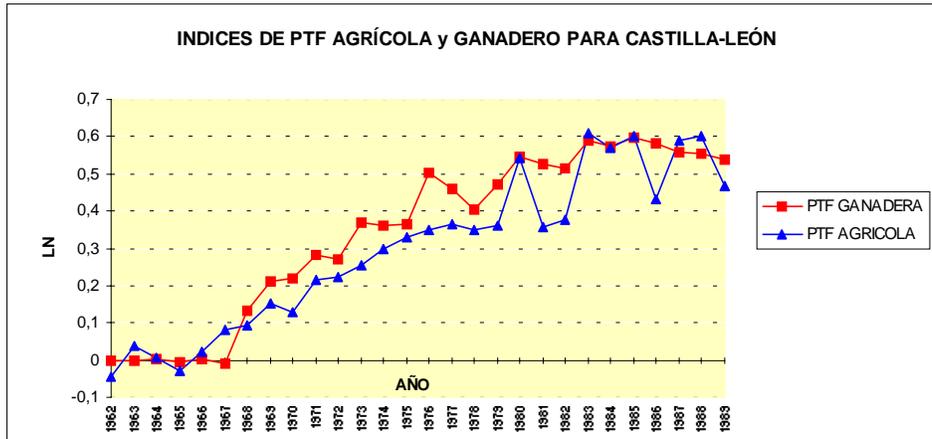
Un análisis más detallado de la variación de los factores productivos revela que se ha producido una profunda sustitución de factor trabajo por capital durante todo el período. En la Tabla 2 se presentan los porcentajes medios de variación de las distintas categorías de inputs. Se observa la fuerte sustitución de mano de obra (-4,65% media anual) por capital (7,41%) y por inputs intermedios (2,64%). Mientras que el factor tierra apenas sufrió alteración.

Tabla 2. Tasas de crecimiento anual medio de los índices de factores y participación media en el coste total, para el conjunto del sector agrario, 1962-89, base 1977=100

Índices de Factores	Castilla y León		España	
	Variación	Participación	Variación	Participación
Mano de Obra	-4,65	(29)	-4,08	(31,1)
Tierra	0,22	(36)	0,41	(40)
Capital	7,41	(7)	6,28	(5,4)
Inputs intermedios	2,64	(28)	3,68	(23,5)

La distinción entre los dos subsectores agrícola y ganadero proporciona una mayor información sobre la evolución del crecimiento agrario en Castilla y León. En el gráfico 2 se representan los índices de PTF para estos dos tipos de actividad. Se observa a lo largo de las tres décadas un crecimiento mayor y más estable del subsector ganadero, especialmente en los setenta, mientras que el comportamiento del subsector agrícola es más errático, como en la década de los ochenta. Esta diferencia se puede deber, por una parte, a que el subsector ganadero está más cercano a los procesos industriales y, por otra parte, a que la agricultura está más sujeta a las condiciones climáticas adversas de algunas campañas.

Gráfico 2.



La Tabla 3 incluye las tasas de crecimiento medias anuales de los índices de producciones, factores y productividad para la agricultura y la ganadería. Se confirma el mejor comportamiento del sector ganadero en Castilla y León, con un crecimiento de la PTF del 2,58% anual medio, algo superior al crecimiento del subsector agrícola en la región (2,44% anual medio).

Este comportamiento es diferencial respecto al conjunto de las regiones. Así, el subsector de mayor crecimiento en el conjunto nacional fue la agricultura (2,85% anual medio), y con un crecimiento elevado pero inferior se sitúa la ganadería (2,25% anual medio). Las claves del mayor crecimiento de la ganadería en Castilla y León se encuentran no tanto en el incremento de las producciones (2,44 % anual medio) sino en un mayor ahorro en la utilización de recursos productivos durante este período (-0,15 % anual medio). Los datos de crecimiento para las diferentes etapas de estudio reflejan que la década de los ochenta ha podido ser una etapa de pérdida de la actividad ganadera en la región castellano-leonesa, al reducirse, aunque levemente, tanto la producción (-0,77 % anual medio) como la utilización de recursos (-0,97% anual medio), y como resultado, estancarse la PTF (0,20% anual medio) (Véase gráfico 2). Esta última etapa, sin duda, empeora los resultados de las décadas anteriores, en donde el crecimiento fue en torno al 3% anual medio para la PTF ganadera. Para confirmar esta posible abandono de la actividad, sería necesario esperar a observar el mantenimiento de esta tendencia en la década de los noventa.

Tabla 3. Tasa de crecimiento anual medio de los índices de Inputs, Outputs y PTF para los subsectores agrícola y ganadero

INPUTS	CASTILLA Y LEÓN		ESPAÑA	
	AGRIC.	GANADERÍA	AGRIC.	GANADERÍA
• 1962-89	-0,34	-0,15	-0,65	0,41
• 1962-70	0,35	0,06	0,19	0,42
• 1970-80	-0,43	0,10	-1,29	0,53
• 1980-89	0,67	-0,97	0,60	-0,16
OUTPUTS				
• 1962-89	2,10	2,44	2,17	2,67
• 1962-70	2,58	3,06	1,70	3,17
• 1970-80	2,62	2,98	2,36	3,69
• 1980-89	1,64	-0,77	1,56	-0,39
PTF				
• 1962-89	2,44	2,58	2,85	2,25
• 1962-70	2,22	3,01	1,50	2,73
• 1970-80	3,06	2,88	3,70	3,15
• 1980-89	0,97	0,20	1,24	-0,22

El subsector agrícola ofrece un crecimiento algo inferior al del conjunto nacional, en el período completo 1962-89 (2,44 % <2,85% anual medio). Esta diferencia se explica por una menor reducción de factores, respecto al total de las regiones, ya que la evolución de las producciones fue bastante similar (algo superior al 2% anual medio). Por etapas, fue la década de los ochenta, de nuevo, la que reduce el crecimiento de la productividad del período (0,97% crecimiento anual medio de la PTF) en Castilla y León, siguiendo el comportamiento del conjunto nacional en donde la PTF también se reduce (1,24% anual medio).

Finalmente, resulta interesante comparar el crecimiento del sector agrario en Castilla y León con el de otros países de nuestro entorno. En la Tabla 4 se recogen los resultados de algunos estudios para países europeos. A pesar de las dificultades que entraña la comparación de distintos estudios, por la utilización de bases de datos diferentes o de fórmulas de agregación distintas, se puede afirmar que el crecimiento del sector agrario en Castilla y León fue elevado, y sigue la línea de países mediterráneos como Francia o Italia (Bureau et al., 1988). Por otra parte, el estudio de Mergos (1993) para Grecia revela también un descenso en las tasas de crecimiento tras la adhesión a la Unión Europea, acorde con el esfuerzo que ha supuesto para Castilla y León la integración en la Política agraria comunitaria en la década de los ochenta.

Tabla 4. Comparaciones Internacionales de estudios de PTF agraria

ESTUDIO	PAÍS	PERIODO	TIPO DE ÍNDICE	TASA DE CRECIMIENTO MEDIA ANUAL
Bureau et al. (1988)	Alemania	1967-87	Fisher	1,29
	Francia			2,38
	Holanda			2,17
	Bélgica			1,51
	Luxemburgo			3,17
	Reino Unido			2,13
	Irlanda			1,55
	Italia			2,54
	Dinamarca			2,18
	Grecia			1,49
Thirtle & Bottenley (1992)	Reino Unido	1967-90	Tornqvist	1,88
Rutten (1992)	Holanda	1949-89	Tornqvist	3,01
Mergos (1993)	Grecia	1961-90	Tornqvist	0,7
Boyle (1987)	Irlanda	1960-82	Fisher	1,07

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se elaboran índices Tornqvist-Theil de inputs, outputs, y productividad total de los factores (PTF) durante el período 1962-89 para la Comunidad Castellano-Leonesa, y el conjunto de regiones españolas. Ello ha permitido aportar información sobre el comportamiento del sector agrario en esta región a largo plazo. Así, se observa un crecimiento del sector agrario superior al del conjunto nacional (2,80% >2,57% anual medio), como reflejo de las mejoras tecnológicas y de la organización de la producción. Este crecimiento se explica por la intensificación de las producciones y por un ahorro en la utilización de los factores productivos.

Este procedimiento axiomático de computo de los números índices para el cálculo de la PTF ha permitido además diferenciar las fases de crecimiento en las tres últimas décadas, y comparar estas tendencias con las del conjunto nacional. En concreto, fue la década de los setenta cuando se observa un mayor avance del sector agrario (3,58% anual medio), mientras que en la última etapa de los ochenta se percibe un tímido crecimiento (1,27% anual medio), siguiendo la tónica de estancamiento a nivel nacional.

Por último, se presenta el análisis por separado de los subsectores agrícola y ganadero. La desagregación se justifica por la distinta utilización de factores y por las condiciones agroecológicas más específicas a las que está sujeta la agricultura. Se observa que en Castilla y León la ganadería creció más que la agricultura durante el

período completo (2,58% > 2,44% anual medio). En ambos subsectores la década de los ochenta ha estado caracterizada por un bajo crecimiento de la PTF .

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDAZ, N. Análisis no Paramétrico de la productividad agraria en las comunidades autónomas españolas. Tesis Doctoral. Departamento de Economía y Gestión de Explotaciones e Industrias Forestales. ETS de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. 1995.
- ALLEN, R.G.. Index Number in Theory and Practice. MacMillan Press, London. 1975.
- BALL, V.E.. Output, Input, and Productivity Measurement in U.S. Agriculture, 1948-79. American Journal of Agricultural Economics, 67 (3), pp: 475-486. 1985.
- BANCO BILBAO VIZCAYA. Renta Nacional y su distribución regional. Servicio de estudios del BBV, varios años.
- BUREAU, J.C., BUTAULT, J.P., HASSAN, D., LEROUVILLOIS, P., ROUSSELLE, J.M.. Generation and Distribution of Productivity Increases in European Agriculture 1967-87. Eurostat, Luxemburgo. 1988.
- COLINO SUEIRAS, J, BELLO FERNANDEZ, E, CARRERO SANDOVAL, F., LOPEZ MARTINEZ, M., NOGUERA MENDEZ, P. Y RIQUELME PEREA, F. Precios, productividad y rentas en las agriculturas españolas. Unión de pequeños agricultores y Mundiprensa, Madrid. 1990.
- DENISON, E. Why Growth Rates Differ: Postwar Experience in Nine Western Countries. The Brooking Institution, Washinton, D.C. 1967.
- DIEWERT, W.E.. Exact and Superlative Index Numbers. Journal of Econometrics, 4 (2), pp: 115-145. 1976.
- DIEWERT, W.E.. The Economic Theory of Index Numbers: A Survey. En : Essays in the Theory and Measurement of Consumer Behaviour. A.Deaton, Ed.. En honor a Sir Richard Stone. Cambridge University Press, Londres. 1980.
- DIEWERT, W.E., Fisher Ideal Output, Input, and Productivity Indexes Revised. Journal of Productivity, 3, 213-248. 1992.
- DIVISIA, F.. L 'indice monétaire et la théorie de la monnaie. Revue D'Economie Politique. 1925-25, (4), pp. 842-864; (5), pp. 980-1008; (6), pp. 1121-51; 40 (1), pp. 49-81. 1925.
- EICHORN, W., y J. VOELLER. Theory of the Price Index. Springer-Verlag, Berlin. 1976.
- EICHORN, W., HENN, R., OPITZ, O., y SHEPARD, R.W. Theory and Applications of Economic Indices. Physica-Verlag, Würzburg. 1978.
- EVENSON, R.E., LANDAU, D., y BALLOU, D. Agricultural Productivity Measures for U.S. States 1950-1982. Evaluating Agricultural Research and Productivity. Proceeding of a Symposium Atlanta, , Gerogia, University of Minnesota. 1987.

- FAO. Pautas para el cálculo de algunos indicadores estadísticos. Estudio Fao desarrollo económico y social. 60, Roma. 1986.
- FERNANDEZ, M.C. La contribución de la investigación agraria al avance de la productividad en el sector agrario español durante el período 1962-1989. Tesis Doctoral. Departamento de Economía, Sociología y Política Agrarias. E.T.S.Ingenieros Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba. 1995.
- FERNANDEZ, M.C., HERRUZO, A.C., y EVENSON, R.E. Measurement of Total Factor Productivity of Spanish Agriculture: 1962-1989. Oxford Agrarian Studies, 23 (1), pp: 65-73. 1995.
- FERNANDEZ, M.C. y HERRUZO, A.C. La productividad total de los factores en la agricultura y la ganadería españolas: un análisis regional. Investigación agraria. Serie Economía. Vol 11 (1), 1996 , pp: 71-97. 1996.
- FISHER, I. The Making of Index Number. A Study of Their Varieties, Tests, and Reliability. Sentry Press, Nueva York, 3ª Edición 1927. 1922.
- FORSYTH, F.G. The Practical Construction of a Chain Price Index Number. Journal of Royal Statistical Association. 141 (3) pp: 348-358. 1978.
- FRISCH, R.. Annual Survey of General Economic Theory: The Problem of Index Numbers. Econometrica. 4(1) pp:1-38. 1936.
- GRILICHES, Z.. Measuring Inputs in Agricultures: Acritical Survey. Journal of Farm Economics 40 (5), 1960. En: Technology, Education and Productivity. Zvi Griliches, Basil Blackwell LTd, Nueva York, 1988.
- HAYAMI, Y. A Century of Agriculture Growth in Japan. University of Tokio Press. 1975.
- HAYAMI, Y., RUTTAN, V.W., y SOUTHWORTH, H.M.. Agricultural Growth in Japan, Taiwan, Korea, and the Philippines. East West Center, The University Press of Hawaii, Hong-Kong. 1979.
- HUFFMAN, W.E.. State, Regional, and Activity Specific Agricultural Productivity Indexes. Conference on Agricultural Productivity Measurement Procedures, Washington, D.C., 31 Marzo-1 Abril. 1988.
- HUFFMAN, W.E. y EVENSON, R.E.. Science for Agriculture: A Long term Perspective. Iowa State University Press, Iowa. 1993.
- JORGENSEN, D.W., y GRILICHES, Z.. The explanation of Productivity Change. Review of Economic Studies, 34 (3), pp: 249-282. 1967.
- JORGENSEN, D.W., y GRILICHES, Z.. Divisia Index Numbers and Productivity Measurement. Review of Income and Wealth, 17 (2), pp:53-55. 1971.
- JORGENSEN, D.W., y GOLLOP, F.M., Productivity Growth in U.S. Agriculture: A Postwar Perspective. American Journal of Agricultural Economics, 74 (3), pp:745-750. 1992.
- KENDRICK, J. Understanding Productivity. John Hopkins University Press, Baltimore. 1977.
- MERGOS, G. Total Factor Productivity in Agriculture: The Case of Greece, 1961-1990. VII EAAE Congress, Stresa, Italia, Septiembre. 1993.

- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. Anuario de Estadística Agraria, Madrid. Varios años: 1972-90.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. Anuario estadístico de la producción agraria. Madrid. Varios años: 1962-72.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. Anuario estadístico de la producción ganadera. Madrid. Varios años: 1966-72.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. Boletines mensuales de Estadística, Madrid. Varios años.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. Las cuentas del sector agrario, Madrid. Varios años.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. Censo de Maquinaria Agrícola. Varios años.
- OCDE.. Capital and Finance in Agriculture. OCDE Agricultural Policy Report. 1970.
- PARDEY, P.G., CRAIG, B.J., y DEININGER, K.W.. A New Look at State-Level Productivity Growth in U.S. Agriculture. Proceeding of a Symposium. American Agricultural Economics Association, Orlando, Florida, 4 Marzo. 1993.
- RICHTER, M.K. Invariance Axioms and Economic Indexes. Econometrica. 34 (4) pp: 739-755. 1966.
- RUTTEN, H. Productivity Growth of Dutch Agriculture, 1949-1989. Agricultural Research Institute (LEI-DLO), Mededeling, 1992.
- SOLOW, R.. Technical Change and the Aggregate Production Function. Review of Economics and Statistics, 39, pp: 312-320. 1957.
- THEIL, H. Economic and Information Theory. North-Holland. Amsterdam. 1967.
- THIRTLE, C. y BOTTONLEY, P. Total Factor Productivity in UK Agriculture, 1967-90 Journal of Agricultural Economics, 43, 1992, pp:381-400.
- TORNQVIST, L. The Bank of Finland's Consumption Price Index. Bank of Finland Monthly Bulletin, 16 (10) pp: 27-32. 1936.
- UNITES STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Measurement of U.S. Agricultural Productivity: A Review of Current Statistics and Proposals for Change. Economics, Statistics, and Cooperatives Service. Technical Bulletin No. 1614, Washingtonm D.C. 1980

NOTAS

¹ Véanse las estadísticas de productividad de la tierra publicadas por el Ministerio de Agricultura en los Anuarios de Estadística Agraria. Entre los trabajos centrados en la productividad parcial agraria del trabajo en España Colino Sueiras *et al.* (1990).

² La relación entre los enfoques axiomático y paramétrico fue establecida por Diewert (1976). Este autor demostró que a cada función de producción le corresponde un tipo determinado de número índice. Algunas ventajas de la medida de la PTF a través de números índices son evidentes, como la no necesidad de estimación de funciones, la posibilidad de utilizar un amplio rango de productos y de factores cuando se cuenta con

pocas observaciones, o el permitir que los coeficientes varíen a lo largo de las observaciones.

³ La literatura sobre las propiedades estadísticas que deben satisfacer los números índices (enfoque axiomático de los números índices en terminología de Diewert) se remonta a Fisher (1922) y Frisch (1933), entre otros. Contribuciones más recientes se encuentran en los trabajos de Eichorn y Voeller (1976), Eichorn *et al.* (1978) y Diewert (1992).

⁴ Un problema de interpretación similar se presenta en el caso de los outputs.

⁵ Hulten (1973) demostró las condiciones bajo las que el índice Divisia es invariante e independiente respecto a la trayectoria.

⁶ La aproximación Tornqvist-Theil es la derivación del índice Divisia más generalizada, por lo que algunos autores se refieren a ella por extensión como Divisia. Solow (1957) y, posteriormente, Denison (1967) son los primeros en utilizar números índices Divisia para medir la productividad. Sin embargo, entre los estudios más interesantes sobre la productividad, que emplean el índice Divisia, se encuentran los de Jorgenson y Griliches (1967; 1971). Como aplicación al sector agrario puede consultarse Ball (1985).

⁷ Como en el caso de que cambie la importancia relativa de cada bien, por obsolescencia de alguno de ellos, o porque aparezcan nuevos productos (o factores) en el mercado.

⁸ Las primeras aportaciones a la teoría económica de los números índices fueron realizadas por Staechem, Hicks y Samuelson (ver Allen, 1975). Más recientemente, los trabajos de Diewert (1976, 1980) han permitido identificar aquellas fórmulas de agregación más adecuadas para representar los comportamientos económicos.

⁹ Diewert (1976) demostró también la superlatividad del índice de Fisher, respecto a la forma funcional cuadrática generalizada.

¹⁰ Algunas consideraciones sobre la elaboración de bases de datos para el cálculo de la PTF, como las aproximaciones y ajustes en la calidad de los factores, se encuentran en los trabajos de Griliches (1960); Hayami (1975); Hayami, Ruttan y Southworth (1979); USDA (1980). Sobre las dificultades de construcciones de bases de datos a nivel regional pueden consultarse Evenson, Landau y Ballou (1987); Huffman (1988); y, Pardey, Craig y Deininger (1993).

¹¹ Otros trabajos emplean la variable tierra como flujo. La utilización de uno u otro criterio dependen de las características del sector agrario, del objeto de medición de la productividad y de la disponibilidad de la información. No existe unanimidad en cuanto a cual de los dos criterios es más aconsejable. Así, para Kendrick (1977) el flujo de servicios es más apropiado, por el contrario, Hayami (1975) se muestra partidario de aplicar las variables en stock. En el caso del sector agrario español apenas ha existido, en el período considerado, diferencias entre la tierra cultivada y la cultivable. Además, la tierra cultivable tiene la ventaja de incorporar en la medida las tierras bajo barbecho o la retirada de tierras *-set aside-*, que reflejan el coste que supone el mantenimiento de los recursos naturales (USDA, 1980).

¹² Véase, por ejemplo, el estudio de la OCDE (1970).

¹³ La utilización de la misma valoración del trabajo contratado, en coste/persona, y del trabajo familiar, puede introducir sesgos si la intensidad de ambos difiere. No obstante, la base de datos existente no permite establecer diferencias de calidad en este factor de producción.

¹⁴ Las estadísticas publicadas en España sobre el número de trabajadores agrarios no diferencian entre los subsectores, agrícola y ganadero. La asignación de este factor de producción a uno y otro subsector se ha realizado en función del valor de la producción agrícola y ganadera sobre el total.

¹⁵ La distribución regional se ha estimado en función del número de tractores existentes en cada provincia a través del censo de maquinaria agrícola.

¹⁶ Al igual que en el caso del factor mano de obra, la distribución de los gastos de capital en reparación y conservación de la maquinaria, y en el flujo de servicios de capital, se ha distribuido entre los subsectores agricultura y ganadería en función del valor que representa cada subsector sobre el total para cada año.

¹⁷ La distribución del consumo nacional por regiones se realizó en función de las hectáreas de regadío, y en el caso del carburante, en función de los tractores existentes.

¹⁸ FAO (1986) recomienda la tasa de crecimiento exponencial derivada de la regresión de la siguiente forma: $LN(Y) = a + b \text{ TIEMPO}$. El coeficiente que acompaña a la tendencia, b , es la tasa de crecimiento compuesta. El exponente menos la unidad es la tasa de crecimiento anual medio.