

UNA APROXIMACION A LA ECONOMIA DE LA INVESTIGACION FORESTAL

A. CASIMIRO HERRUZO

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LAS EXPLOTACIONES E INDUSTRIAS FORESTALES. E.T.S. DE INGENIEROS DE MONTES, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. CIUDAD UNIVERSITARIA, S/N, 28040 MADRID.

RESUMEN

El objetivo de esta comunicación es presentar el marco analítico para la evaluación económica la investigación forestal y el análisis de los efectos redistributivos del cambio tecnológico en el sector. Asimismo, se realiza una reflexión sobre la rentabilidad social de las inversiones en investigación forestal, en base a la evidencia empírica disponible.

P.C.: Investigación forestal, rentabilidad económica, productividad

SUMMARY

The objective of this paper is to present the analytical framework for the economic evaluation of forestry research and the analysis of the distributed effects of technical change in this sector. Based on the empirical evidence available, conclusions are drawn on the social returns to forestry research investments.

K.W.: Forestry research, economic returns, productivity

INTRODUCCIÓN

Existe un acuerdo generalizado en considerar a la actividades de investigación y desarrollo tecnológico como una de las principales fuentes de crecimiento de la productividad del sector forestal (HYDE, 1992). Sin embargo, no es menos cierto que el cambio tecnológico, inducido por las actividades de investigación, puede también desencadenar múltiples efectos sobre la estructura del sector, con desigual incidencia sobre sus componentes (BENGSTON & GREGERSEN, 1993). En los siguientes apartados se presentan dos enfoques que permiten analizar la contribución de la investigación al crecimiento de la productividad del sector forestal, en diferentes contextos. Se indica también como estos mismos procedimientos pueden ser utilizados para evaluar la rentabilidad social de las inversiones en materia de investigación forestal, y se presentan algunos resultados empíricos de este tipo de evaluaciones. Por último, se exponen una serie de consideraciones sobre los efectos redistributivos del cambio tecnológico en el sector.

INVESTIGACION FORESTAL Y PRODUCTIVIDAD

Existen dos enfoques en la literatura para analizar la contribución de investigación al crecimiento de la productividad en el sector forestal: el método de *"imputación contable"* y los *métodos estadísticos*.

El método de imputación contable, también denominado método del excedente económico, parte de datos experimentales para estimar las diferencias en costes medios (o diferencias en productividad) entre una tecnología antigua y una nueva tecnología "mejorada". A continuación, utiliza la información sobre la adopción de la nueva tecnología para imputar el desplazamiento

de la curva de oferta (normalmente en un contexto de equilibrio parcial), debido a la mejora tecnológica. La idea inicial en la que se apoya este enfoque se remonta a SCHULTZ (1953), si bien su formalización dentro del marco analítico de la economía del bienestar la realizó GRILICHES (1958) en un influyente trabajo sobre el maíz híbrido en Estados Unidos. El método de la imputación contable fue aplicado por primera vez al sector forestal por BENGSTON (1984). En España, este enfoque ha sido aplicado por HERRUZO (1986, 1992) para evaluar la investigación y analizar el cambio tecnológico en cultivos agrícolas.

El método de la imputación contable requiere la identificación y medición del nivel de utilización de la tecnología cuya contribución al incremento de la productividad se pretende examinar. Desafortunadamente, no es fácil identificar el grado de utilización de muchas invenciones como ocurre, por ejemplo, con las mejoras marginales en las prácticas forestales que continuamente se adoptan en el sector. Por otra parte, aquellas innovaciones tecnológicas cuya adopción y efectos sí resultan fácilmente identificables, a menudo, afectan también, de forma indirecta, a la organización de las actividades forestales, y al tamaño y la especialización de las empresas. Estos efectos tienen lugar de forma gradual por lo que resultan también difíciles de identificar y, aún más, de cuantificar.

Por tanto, en aquellas situaciones en las que la tecnología en uso no es directamente observable y, obviamente, no es posible identificar la relación investigación-productividad es conveniente recurrir a procedimientos estadísticos. En estos casos, se trata de estimar, en lugar de imputar, la contribución de los cambios en la tecnología a las variaciones observadas en la productividad. En definitiva, se pretende identificar las conexiones entre la productividad y la inversión en investigación, en lugar de identificar las conexiones entre la productividad y las innovaciones tecnológicas (resultados de la investigación), como ocurre con el método de imputación contable.

Podemos distinguir, a su vez, dos procedimientos estadísticos utilizados para explicar los cambios en la productividad. El denominado de la "*metafunción de producción*"¹ (o sus duales la función de coste y la función de beneficio) (CAPALBO, 1987) y el método de "*descomposición de la productividad*" (EVENSON & PRAY, 1991). El primer método viene a ser una extensión del procedimiento convencional de especificación de funciones de producción agregadas. La extensión supone la incorporación, en la función de producción, de variables adicionales que caracterizan el entorno tecnológico (GRILICHES, 1964; EVENSON, 1967). Así, la variable dependiente de la "metafunción" de producción será el producto agregado mientras que, como variables independientes, se consideran aquellas variables que representan a los factores de producción "reconocidos" (trabajo, tierra, maquinaria, etc.) junto a otro grupo de variables, "metavariables", referidas a la tecnología (gastos en investigación nacional, transferencia internacional de tecnología, etc.).

Por el contrario, el método de "descomposición de la productividad" considera a la productividad total como variable dependiente y a las "metavariables" como variables independientes. Este método consta de dos etapas. Primero se procede a computar la productividad total de los factores de producción en los lugares y períodos de tiempo relevantes. En la segunda etapa, las medidas de la productividad total obtenidas se descomponen estadísticamente, mediante métodos de regresión, relacionándolas con los valores de las "metavariables". El método de descomposición presenta, al menos, dos importantes ventajas respecto al método de la metafunción de producción. En primer lugar, con él se evita especificar

¹ El prefijo *meta* se utiliza en referencia a aquellas especificaciones que no consideran fijo el nivel de la tecnología. Por el contrario, estas especificaciones contemplan variables aproximativas ("proxy") de los flujos de productos que se derivan del capital humano, *metavariables*. Estas variables se basan, a menudo, en la medida de los inputs utilizados en actividades de investigación, extensión, etc., en lugar de en la medida directa de los propios productos del capital humano (EVENSON & PRAY, 1991).

una forma funcional particular para la función de producción agregada lo cual hace innecesario adoptar el supuesto de igualdad de los coeficientes de los factores de producción controlados por las empresas del sector a lo largo de todas las observaciones. Además, es posible encontrar fórmulas de agregación, números índices "superlativos", exactos para funciones de producción flexibles que no imponen restricciones previas a la tecnología subyacente (DIEWERT, 1976).

RENTABILIDAD DE LA INVESTIGACION FORESTAL

Además de su utilización para identificar la contribución de la investigación al crecimiento de la productividad del sector forestal, el método de la imputación contable y los métodos estadísticos pueden también emplearse para estimar la rentabilidad social de las inversiones públicas en actividades de investigación. En el caso del método de imputación, el cálculo de la rentabilidad social de la investigación supone el cómputo de las variaciones en el bienestar social, en base a los cambios en los excedentes de consumidores y productores, provocados por el desplazamiento de la curva de oferta que tiene lugar a raíz de la adopción de la nueva tecnología generada por la investigación (HERRUZO, 1986). Esta corriente de beneficios, comparada con el flujo de costes asociados a la producción, desarrollo y distribución de las innovaciones tecnológicas, permite obtener la tasa de rendimiento social media (TIR) de las inversiones en investigación.

Por otra parte, mediante los métodos estadísticos es posible estimar la elasticidad de la producción, o de la productividad, respecto a la investigación y, a partir de estos parámetros, se puede computar el valor del producto marginal generado por una variación marginal (incremental) en los gastos de investigación. La comparación entre el coste marginal y el ingreso marginal de la investigación permite también en este caso computar la rentabilidad de las inversiones en investigación. Conviene señalar que las tasas de rendimiento social de la investigación obtenidas siguiendo los procedimientos estadísticos son tasas marginales (TIRM), mientras que las tasas de rendimiento de la investigación obtenidas al utilizar el método de la imputación contable son tasas medias.

En la tabla 1 se recoge un conjunto de trabajos significativos sobre evaluación de la rentabilidad de las inversiones públicas en programas de investigación forestal. Desafortunadamente, estos trabajos se limitan a programas de investigación realizados en Estados Unidos, al carecerse de información de esta naturaleza referida a España o a otros países europeos. Las columnas tres y cuatro muestran las tasas de rendimiento sociales obtenidas. A excepción de HUANG y TEETER (1990) que realizan una evaluación ex-ante, el resto de los trabajos recogidos en la tabla 1 son evaluaciones ex-post. En ambos casos se utilizan indistintamente los mismos procedimientos generales de evaluación. Las evaluaciones de tipo ex-ante constituyen una herramienta útil para la toma de decisiones sobre fijación de prioridades de investigación. El objetivo de las evaluaciones de carácter histórico, ex-post, consiste en analizar el impacto ejercido por la investigación en el pasado, con el fin de aportar evidencia que permita justificar la captación de financiación para las actividades de investigación.

En conjunto, la información ofrecida en la tabla 1 indica una elevada rentabilidad social de las inversiones en investigación forestal, difíciles de encontrar en otros programas de inversiones públicas². Las tasas de rentabilidad social media (TIR) obtenidas son todas positivas y sus valores oscilan entre 0-7% y 449%. Por el contrario, en dos situaciones, encontramos tasas de rentabilidad social marginal (TIRM) menores que cero lo cual puede indicar un exceso de inversión en este tipo de programas investigación o también, como se ha apuntado en el caso de la investigación en preservadores de madera, una incompleta contabilización de los resultados de la investigación (HYDE et. al, 1992). En líneas generales, los niveles de rentabilidad social

² Es importante señalar que estos resultados presuponen la ausencia de fallos de mercado y, por tanto, no contemplan los impactos ambientales de las actividades forestales.

alcanzados por la investigación forestal son comparables a los obtenidos en la agricultura utilizando métodos de evaluación similares (véase ECHEVERRIA, 1990), si bien se observa una mayor variabilidad en las tasas de rendimiento de las investigaciones forestales. A la vista de los resultados anteriores, se pueden extraer dos primeras conclusiones. En primer lugar, el reconocimiento de que las inversiones públicas en investigación resultaron, en conjunto, socialmente justificables. En segundo lugar, y a tenor de las elevadas tasas sociales de rentabilidad de la investigación, la constatación de que el sector forestal, al igual que el sector agrario, ha adolecido de un nivel de gasto en investigación insuficiente a lo largo del tiempo.

Un último aspecto a destacar es el contraste que observamos entre las altas tasas de rentabilidad alcanzadas en los programas de investigación relacionados con la industria de la madera y sus derivados, y la baja rentabilidad relativa obtenida en los programas de investigación relacionados con la producción de madera del monte (véase la última fila de la tabla 1). La investigación a que nos referimos abarcó un amplio espectro de programas (fertilización, mejora, ordenación, etc.) sobre algunas especies de pino de la región sur de Estados Unidos considerados, en conjunto, como un caso ejemplar de investigación forestal en este país (Hyde et al, 1992). La baja rentabilidad económica de estas investigaciones puede atribuirse a la abundancia de montes productivos responsable del mantenimiento de unos bajos precios relativos, tanto para los terrenos forestales como para la madera en pie, respecto a los factores de producción sustitutivos, el trabajo y el capital. En consecuencia, los incentivos para la adopción de innovaciones biológicas, ahorradoras del factor relativamente más barato (la tierra), han sido escasos y ello ha afectado negativamente a la rentabilidad de aquellas investigaciones dirigidas a generar este tipo de tecnologías.

EFFECTOS REDISTRIBUTIVOS

Además de la constatación de la eficiencia del gasto público destinado a las actividades de investigación forestal, reflejada en la magnitud de las tasas sociales de rendimiento de las inversiones en investigación, resulta también de interés analizar los aspectos redistributivos de estas inversiones públicas. Los efectos redistributivos de la investigación comprenden tanto la asignación de los beneficios y costes del cambio tecnológico entre los sectores consumidor y productor, como su distribución entre los diferentes factores productivos que contribuyen a la generación del output forestal. El método de la imputación contable permite estimar estos impactos.

A priori, es difícil determinar con exactitud el sentido y la magnitud de los efectos redistributivos del cambio tecnológico, aunque sí resulta posible establecer un marco analítico general que nos permita enfocar el problema. En efecto, las consecuencias del cambio tecnológico dependen del impacto de las innovaciones tecnológicas sobre los precios de las distintas producciones y de su incidencia sobre la demanda de los factores de producción "reconocidos" empleados en los procesos de producción forestal. Estos impactos dependerán, a su vez, de las características de los mercados de productos y de factores de producción (BINSWANGER, 1980).

Si, como es de esperar, la demanda interior de productos forestales no es totalmente elástica, los consumidores nacionales podrán siempre beneficiarse de la investigación pública en este sector en la medida en que podrán acceder a mayores cantidades de productos forestales a precios más bajos. En contraste, los productores sólo se verán beneficiados por el cambio tecnológico si los descensos en los costes o los aumentos en la productividad, inducidos por la investigación, neutralizan el efecto perjudicial de la caída de los precios. HYDE et. al (1992), al analizar las consecuencias de la investigación en contrachapado en Estados Unidos, encontraron que el sector productor originario y el sector procesador (en este caso consumidor) participaron de forma bastante paritaria en los beneficios de esta investigación percibiendo ambos sectores un 53 % y un 47% de las ganancias, respectivamente. Por el contrario, los mismos autores

encontraron ganancias negativas en el sector productor en el caso de la investigación en pasta de papel, como cabría esperar en un sector con una demanda fuertemente inelástica. En este caso, las reducciones de costes de producción, inducidas por la investigación, fueron transferidas a los consumidores vía precios más bajos y se generaron pérdidas en los productores que no pudieron ser compensadas a través de aumentos en la producción. En situaciones así, sólo aquellas empresas que se adelanten al resto en la adopción de innovaciones tecnológicas tendrán aseguradas ganancias de la innovación ("renta de los innovadores"). La apropiación de la "renta de los innovadores" dependerá, en gran medida, del sesgo de la investigación en relación a las condiciones geográficas en las que se desarrollan las actividades productivas o a las características estructurales y organizativas de las empresas.

CONCLUSIONES

El crecimiento sostenido de la productividad del sector forestal requiere un aumento continuado de la calidad de los medios de producción, así como mejoras continuas en la organización de los procesos productivos. La investigación constituye un factor determinante para la consecución de estos objetivos. La naturaleza de los resultados que aportan las evaluaciones económicas de la investigación forestal en Estados Unidos es sólo parcialmente transferible a otros países y, en particular, a España. No obstante, la comparación de las respectivas situaciones de mercado puede contribuir a determinar qué aspectos de la experiencia forestal de aquel país es extrapolable al nuestro. En principio, cabe esperar que los altos beneficios sociales generados por la investigación en el sector de la industria de la madera y derivados en Estados Unidos podrían ser, hasta cierto punto, extrapolables al contexto español, sobre todo en aquellos productos con un mercado más amplio. Por el contrario, la baja rentabilidad obtenida en Estados Unidos en la investigación relacionada con la producción primaria (madera en pie), es más difícil de generalizar a aquellos países como España con una oferta relativa de madera muy inferior, a menos que las importaciones de madera y derivados impidan que los precios interiores reflejen correctamente la escasez relativa de estos productos. En cualquier caso, para poder determinar con cierto grado de precisión la relevancia social de los distintos tipos de investigación forestal en España será necesario contar con el tipo de evidencia empírica que es posible obtener a partir de evaluaciones económicas de programas de investigación similares a las analizadas en esta comunicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BEGSTON, D. N. (1984). The economic impact of structural particleboard research. *Forest Science*, 30(3):685-697.

BENGSTON, D. N. (1985). Aggregate returns to lumber and wood product research: an index number approach. En: C. RISBRUDT & P. JAKES (Eds.), *Forestry research evaluation: current progress, future directions*. USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station, General Technical Report NC-104.

BENGSTON, D. N. & GREGERSEN, H.M.(1992). Technical change in the forest-based sector. En: P.N. NEMETZ (Eds.), *Emerging issues in forest policy*. UBC Press, Vancouver.

BINSWANGER, H.P. (1980). Income distribution effects of technical change: some analytical issues. En: A.A. Araji (Eds.), *Research and Productivity in agriculture*, University of Idaho.

CAPALBO, S.M. (1988). A comparison of econometric models of U.S. agricultural productivity and aggregate technology. En: S. M. Capalbo y J. M. Antle (Eds.), *Agricultural Productivity: Measurement and Explanation*. Resources for the Future (RFF), Washington, D.C.

DI EWERT, W. E. (1976). Exact and Superlative Index Numbers. *Journal of Econometrics*. 4(2): 115-145. 1976.

ECHEVERRÍA, R.G. (1990). Assessing the impact of Agricultural Research. En: R. G. Echeverría (Eds.), *Methods for Diagnosing Research Systems Constraints and Assessing the Impact of Agricultural Research*. Vol. II. ISNAR. The Hague.

EVENSON, R.E. (1967). The contribution of agricultural research to production *Journal of Farm Economics*, 49: 1415-1425. (Traducido al castellano En: M.C. Nieto-Ostalaza (Intr. y Selecc) (1973). *Economía de la Investigación Agraria*.

INIA, Ministerio de Agricultura. Madrid.)

EVENSON, R.E. & C.PRAY. (1991). *Research and Productivity in Asian Agriculture*. Cornell University Press, Ithaca.

GRILICHES, Z. (1958). Research Costs and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations. *Journal of Political Economy*. 66 (Octubre): 419-31. (Traducido al castellano En: M.C. Nieto-Ostalaza (Intr. y Selecc) (1973).

Economía de la Investigación Agraria. INIA, Ministerio de Agricultura. Madrid.)

GRILICHES, Z. (1964). Research Expenditures, Education and the Aggregate Agricultural Production Function. *American Economic Review*. 54 (Diciembre): 961-74.

HAYGREEN, J., GREGERSEN, H. HOLLAND, Y. & STONE, R. (1986). The economic impact of timber utilization research. *Forest Products Journal*. 36 (2): 12-20.

HERRUZO, A.C. (1986). *Evaluación de la investigación agraria: Aplicación al cultivo del arroz en España*. MAPA-INIA. Madrid.

HERRUZO, A.C. (1992). Producer benefits from technology-induced supply shifts in the EC cotton regime". *Journal of Agricultural Economics*. 43(1): 56-63.

HUANG, Y.S. & TEETER, L. (1990). An economic evaluation of research on herbaceous weed control in Southern pine plantations. *Forest Science*. 36(2):313-329.

HYDE, W.F., NEWMAN, D.H. & SELDON, B.J. (1992). *The economic benefits of forestry research*. Iowa State University Press, Ames.

SCHULTZ, T.W. (1953). *The economic organization of agriculture*. MacGraw-Hill, New York.

WESGATE, R.A. (1986). The economics of containerized forest seedling research in the United States. *Canadian Journal of Forest Research*. 16:1007-1012.

<u>Tipo de investigación</u>	<u>Autor</u>	<u>TIR</u>	<u>TIRM</u>
Tableros de partículas	Bengston (1984)	18-22	-
Madera para de sierra y productos de la madera	Bengston (1985)	34-40	-
Utilización de madera	Haygreen et al. (1986)	14-36	-
Plantas de vivero	Wesgate (1986)	37-111	-
Control de malas hierbas	Huang y Teeter (1990)	16-21 ^a	-
Tableros contrachapados	Hyde et. al. (1992)	449	299
Serrerías	“ ”	28	16
Pasta	“ ”	15	< 0
Preservadores de madera	“ ”	293	< 0
Producción primaria de madera	“ ”	0-7	-

^a relación beneficio-coste. Fuente: Elaboración propia

Tabla 1 Rentabilidad de las inversiones en investigación forestal