

# COMPARACIONES INTERNACIONALES DE LA PRODUCTIVIDAD AGRARIA\*

Saburo Yamada y Vernon W. Ruttan

## INTRODUCCIÓN

El propósito de esta ponencia es ampliar el anterior análisis de las fuentes y sentido del crecimiento de la productividad agraria a lo largo del tiempo y de las diferencias de productividad agraria entre países que Yujiro Hayami y Vernon W. Ruttan presentaron en su libro *Agricultural Development: An International Perspective* (1). En el estudio de Hayami-Ruttan, la hipótesis de innovación inducida se contrastó con la experiencia histórica del crecimiento de la productividad agraria en Japón y Estados Unidos durante el período 1880-1960. En esta ponencia hemos podido incluir cuatro nuevos países —Dinamarca, Francia, Alemania y Reino Unido— en el análisis y ampliarlo para los seis hasta 1970. En el estudio de Hayami-Ruttan, el análisis de las fuentes de diferencias de productividad entre países se basó en datos representativos centrados en 1960. En el presente estudio ha sido posible analizar también las fuentes de las diferencias de productividad entre países utilizando datos centrados en 1970 y comparar los resultados con el análisis anterior.

Las ampliaciones del análisis mediante series temporales a cuatro nuevos países y del análisis mediante series temporales y muestras representativas a 1970 aumenta notablemente nuestros

---

\* KENDRICK, J. W., y VACCARA, B. N. (dirs. de ed.): *New Developments in Productivity Measurement and Analysis*. Chicago. National Bureau of Economic Research. 1980.

(1) Yujiro Hayami y Vernon W. Ruttan, *Agricultural Development: An International Perspective* (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1971).

conocimientos de las interrelaciones de las modificaciones de los precios relativos de los factores, del cambio técnico, del crecimiento de la productividad y del desarrollo agrícola. El contraste inicial de la hipótesis de la innovación inducida se basó en la experiencia histórica del crecimiento de la productividad agrícola en dos países —Estados Unidos y Japón— que muestran diferencias extremas en las dotaciones relativas de factores y en los precios relativos de los mismos. Al añadir los cuatro países europeos, se ha podido contrastar la hipótesis de la innovación inducida con la experiencia de países caracterizados por diferencias menos extremas en las dotaciones y precios relativos de los factores.

La adición de series temporales y datos representativos para 1970 permite la ampliación del análisis, que incluye así un período caracterizado por el rápido crecimiento de la productividad en ciertos países desarrollados y en desarrollo. En los países desarrollados de Europa Occidental y en Japón, la conclusión del proceso de mecanización agrícola dio lugar a rápidos aumentos del producto por trabajador durante el decenio 1960-1970. En algunos países en desarrollo, la nueva tecnología de semillas-fertilizantes, o «revolución verde», unida al descenso continuo de los precios de los fertilizantes, permitió un rápido crecimiento de la productividad de la tierra en la segunda mitad del decenio.

Tanto los fundamentos teóricos sobre los que se basa la explicación de la productividad como la precisión en la medida de ésta han sido objeto de un debate constante. El debate se ha centrado primordialmente en los problemas de construcción de números índice, en la contabilización adecuada de la depreciación y en la incorporación de insumos medidos inadecuadamente en los sistemas convencionales de contabilidad nacional. Aun cuando ha progresado la elaboración de la teoría y el método de contabilizar la productividad y el crecimiento, las diversas medidas disponibles de la productividad «parcial» y «total» han aportado nuevas percepciones sobre el proceso de crecimiento económico. Han servido, además, de útiles instrumentos para la planificación y la política de desarrollo.

Las comparaciones presentadas en esta ponencia se basan primordialmente en medidas de la productividad parcial —producto por trabajador y producto por hectárea—. Nuestros intentos de «explicar» las diferencias de productividad a lo largo del

tiempo y entre países también se centran en esos coeficientes de productividad parcial. Disponemos de estimaciones de la productividad total para el sector agrícola de varios países desarrollados y en desarrollo (2). No obstante, ha sido posible alcanzar un filón más rico de experiencia en desarrollo centrando nuestros esfuerzos en los coeficientes de productividad parcial. La importancia de las medidas de la productividad parcial para la teoría y la política de desarrollo se ve potenciada por la interpretación de

---

(2) Puede encontrarse una reseña de comparaciones internacionales de productividad en Irving B. Kravis, «A Survey of International Comparisons of Productivity», *Economic Journal* 86 (marzo 1976): 1-44. Véase también la recopilación bibliográfica de Willis Peterson y Yujiro Hayami, «Technical Change in Agriculture», en Lee R. Martin (dir. de ed.), *A Survey of Agricultural Economics Literature*, vol. 1 (Minneapolis: University of Minnesota Press, 1977) páginas 498-540.

En Estados Unidos, los índices de productividad parcial y total del sector agrícola los publica anualmente el Departamento de Agricultura. Pueden encontrarse los datos más recientes en *Changes in Farm Production and Efficiency: 1974* (Washington: U.S. Department of Agriculture, *Statistical Bulletin* núm. 233, agosto 1975). Los datos para años anteriores pueden encontrarse en R. A. Loomis y G. T. Barton, *Productivity of Agriculture, United States, 1870-1958* (Washington: U.S. Department of Agriculture, *Technical Bulletin*, núm. 1.238, 1961). No sabemos de otra agencia nacional o internacional que publique datos sobre producto anual, insumos anuales y productividad parcial y total para el sector agrícola.

Una lista incompleta de estudios publicados sobre productividad total para países desarrollados sería la siguiente: I. F. Furniss, «Agricultural Productivity in Canada: Two Decades of Gains», *Canadian Farm Economics* 5 (1970): 16-27; R. Young, «Productivity Growth in Australian Rural Industries», *Quarterly Review of Agricultural Economics*, 27 (1973): 185-205; J. C. Toutain, *Le Produit de l'agriculture française, 1700 à 1958* (Paris: L'Institut de Science Économique appliquée, 1961); Saburo Yamada, «Changes in Conventional and Nonconventional Inputs in Japanese Agriculture since 1880», *Food Research Institute Studies*, 7 (1967): 372-413; Y. Hayami y cols., *A Century of Agricultural growth in Japan* (Minneapolis: University of Minnesota Press, 1975; Tokio: University of Tokyo Press, 1975).

También hay algunos estudios de la productividad total de los países menos desarrollados. Véanse, por ejemplo, los estudios sobre Taiwan (de Lee y Chen), Corea (de Ban) y Filipinas (de Christostomo y Barker) en Yujiro Hayami, Vernon W. Ruttan y Herman Southworth (dirs. de ed.), *Agricultural Growth in Japan, Taiwan, Korea and the Philippines* (Honolulu: The University Press of Hawaii, 1979); sobre India, Tara Shukla, *Capital Formation in Indian Agriculture* (Bombay: Vora, 1965), y Robert E. Evenson y Dayanatha Jha, «The Contribution of the Agricultural Research System to Agricultural Production in India», *Indian Journal of Agricultural Economics*, 27 (octubre-diciembre 1973): 212-30; véase también el análisis de sección mixta para países asiáticos de Saburo Yamada, *A Comparative Analysis of Asian Agricultural Productivities and Growth Patterns* (Tokio: Asian Productivity Organization, 1975).

esta experiencia dentro del marco de la hipótesis de la innovación inducida (3).

En agricultura, ha parecido congruente con las condiciones técnicas de producción considerar el aumento de la superficie agrícola y del producto por trabajador como «hasta cierto punto independientes, al menos dentro de ciertos límites» (4, 5). Pueden lograrse aumentos del producto por trabajador mediante progresos tecnológicos que permiten ampliar la superficie de tierra cultivada por el trabajador. Normalmente, esto se logra recurriendo a fuentes más eficientes de energía (animal, mecánica, eléctrica) y a más equipo por trabajador. A efectos expositivos, conviene dar a las tecnologías que sustituyen a la mano de obra el nombre de *tecnología mecánica*. Los aumentos del rendimiento por trabajador también pueden conseguirse elevando la productividad de la tierra, si la tasa de incremento del producto por hectárea supera al índice de variación del número de trabajadores por unidad de superficie cultivable. Es útil dar a las tecnologías que incrementan el producto por hectárea el nombre de *tecnología biológica*.

En el modelo Hayami-Ruttan de la innovación inducida, el proceso de cambio tecnológico puede describirse a modo de una serie de desplazamientos de y a lo largo de curvas de posibilidades de innovación (6). En la figura 1, por ejemplo,  $I^*_0$  representa

---

(3) El marco de la innovación inducida y el papel de ésta en el proceso de desarrollo agrícola se analizan en Hayami y Ruttan, *Agricultural Development*; Hans P. Binswanger y Vernon W. Ruttan (dirs. de ed.), *Induced Innovation: Technology, Institutions and Development* (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1978). Puede encontrarse una revisión crítica de la teoría de la innovación inducida en Hans P. Binswanger, «A Microeconomic Approach to Induced Innovation», *Economic Journal* 84 (diciembre 1974): 940-58.

(4) Zvi Griliches, «Agriculture: Productivity and Technology», *International Encyclopedia of the Social Sciences*, vol. 1 (Nueva York: Macmillan and Free Press, 1968), págs. 241-45.

(5) Las dos medidas de la productividad parcial se hallan ligadas a través del coeficiente de tierra cultivable por trabajador. Así:  $Y/L = AY/LA$ , siendo  $Y$  el producto,  $L$  el trabajo,  $A$  la superficie cultivable,  $Y/L$  la productividad del trabajo,  $A/L$  la superficie cultivable por trabajador e  $Y/A$  la productividad de la tierra.

(6) Ya no utilizamos la expresión «función de metaproducción» para describir las curvas de posibilidades de innovación, como se hacía en el trabajo empírico de Hayami y Ruttan (*Agricultural Development*). Ahora definimos la función de metaproducción (FMP) como la envolvente de los puntos de producción de los países más eficientes. Describe una frontera tecnológica que los países que se ha-

la isocuanta tierra/trabajo de la función de metaproducción (FMP) en el momento cero. Es la envolvente de isocuantas menos elásticas, como la  $I_0$  correspondiente, por ejemplo, a diferentes tipos de máquinas cosechadoras.  $I^*_1$  es la curva de posibilidades de innovación (CPI) del período uno. Se inventa determinada tecnología, representada por  $I_0$  —la segadora, por ejemplo—, cuando prevalece durante cierto tiempo determinada relación de precios,  $BB$ . Cuando esa relación de precios cambia de  $BB$  a  $CC$ , se inventa otra tecnología, representada por  $I_1$  —por ejemplo, la cosechadora—. Desplazamientos semejantes en el sector ganadero podrían representarse mediante la invención de una sucesión de sistemas más automatizados de alimentación animal.

La nueva tecnología representada por  $I_1$ , que permite la ampliación de la superficie cultivada por trabajador, va asociada generalmente con mayores insumos de energía animal o mecánica por trabajador. Esto presupone una relación de complementariedad entre tierra y energía, que puede representarse por la recta ( $A$ ,  $M$ ). Se acepta como hipótesis que la innovación mecánica implica la sustitución de trabajo por tierra y energía en respuesta al cambio del nivel de salario en relación con los precios de la tierra y de la maquinaria.

En la figura 1 (parte derecha) se ilustra asimismo el proceso de avance en tecnología biológica;  $i^*_0$  representa la isocuanta tierra-fertilizantes de la función de metaproducción. Ésta es la envolvente de isocuantas menos elásticas, como  $i_0$ , que corresponden, por ejemplo, a variedades de cultivos caracterizados por niveles diferentes de respuesta a los fertilizantes. Se entiende que el

---

llan dentro de ella pueden alcanzar mediante empréstitos adecuados, actividades de investigación adaptativas e inversión en capital humano, extensión agraria e infraestructura rural.

La curva de posibilidades de innovación (CPI), en cambio, puede considerarse la envolvente de funciones neoclásicas de producción que podrían inventarse. Cada número del conjunto de curvas de posibilidades de innovación corresponde a un presupuesto dado, y cuanto mayor sea éste, tanto más próxima al origen del mapa de isocuantas se halla la CPI. La CPI correspondiente a un presupuesto ilimitado de investigación es la «frontera científica». No obstante, es improbable que la investigación aplicada alcance esa frontera, debido a los rendimientos decrecientes de la investigación. La frontera científica se desplaza con los progresos en las ciencias básicas, y ese desplazamiento lleva consigo un desplazamiento de todo el conjunto de curvas CPI, pero no de la FMP. En cambio, los desplazamientos de las CPI hacen que la FMP sea más fácil o más barata de alcanzar.

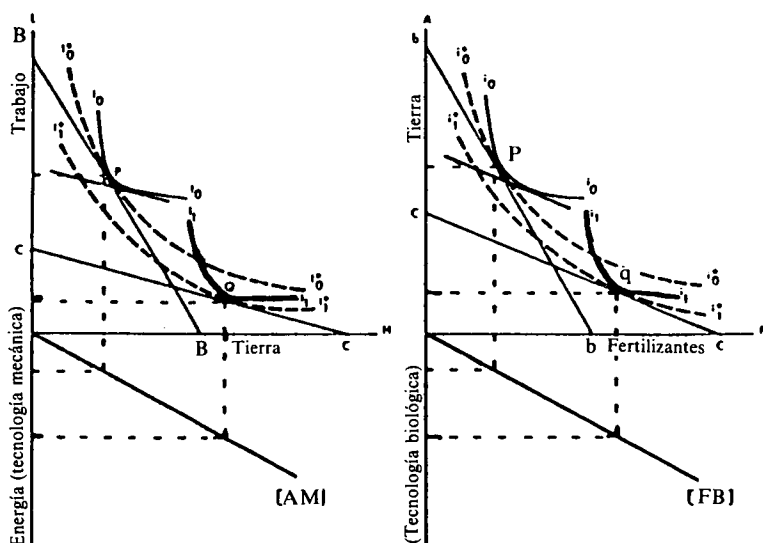


Figura 1. Precios de los factores y cambio técnico inducido. Adaptación de Hayami y Ruttan, *Agricultural Development*, pág. 126.

descenso del precio de los fertilizantes impulsa a los agricultores a desarrollar variedades de plantas más sensibles a los fertilizantes, lo que puede describirse mediante la isocuanta  $i_1$  a lo largo de la CPI  $i^*_1$ , y a adoptar las nuevas variedades según van estando disponibles.

La relación de complementariedad entre tecnologías biológicas y uso de fertilizantes, representada por  $(F, B)$  también es aplicable a los fitosanitarios químicos (insecticidas, herbicidas) y a las innovaciones institucionales asociadas con la comercialización y el suministro de insumos químicos y servicios. Análogamente, en la producción ganadera un descenso del precio de los piensos concentrados (torta oleaginosa, harina de pescado, urea) ha inducido a los especialistas en nutrición animal y a los criadores a orientar sus esfuerzos al desarrollo de piensos que incorporan un porcentaje más elevado de las proteínas de coste más bajo y a seleccionar y criar variedades de mayor tasa de engorde con las nuevas dietas. La complementariedad entre cría y nutrición también se extiende a tecnologías biológicas y químicas relacionadas en el área de la sanidad animal.

## **DOTACIÓN DE RECURSOS Y CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN SEIS PAÍSES DESARROLLADOS**

Las tablas 1 y 2 y las figuras 2 y 3 contienen datos que muestran las diferencias entre países y las variaciones a lo largo del tiempo del producto y de la productividad de los factores, las dotaciones y los precios en los sectores agrícolas de Japón, Alemania, Dinamarca, Francia, Reino Unido y Estados Unidos para 1880-1970. Ofrecemos más detalles sobre los datos en los que se han basado los cuadros y figuras en un apéndice a este capítulo.

En 1880, la tierra agrícola por trabajador varón oscilaba entre 0,66 hectáreas en Japón y 25,4 hectáreas en Estados Unidos. Los precios de la tierra y del trabajo variaban en razón inversa de la dotación de recursos. En Estados Unidos se necesitaban 181 días de trabajo, al salario del trabajo agrícola contratado, para ganar lo suficiente para comprar una hectárea de tierra agrícola (7). En Japón se precisaban 1.874 días. La tierra era aproximadamente la mitad de cara en relación con el trabajo en Alemania y el Reino Unido en comparación con Japón, y aún más barata en Francia y Dinamarca.

Las diferencias de rendimiento por hectárea entre países variaban en razón inversa a la tierra por trabajador, y directa con el precio de la tierra por hectárea. El rendimiento por hectárea era aproximadamente de 0,5 unidades de trigo en Estados Unidos, 1,1-1,3 unidades de trigo en los cuatro países europeos y 2,9 unidades de trigo en Japón. Las diferencias no alcanzaban a compensar las diferencias de tierra por trabajador. El producto

---

(7) Las definiciones de tierra agraria no son estrictamente comparables entre países y a lo largo del tiempo, pero generalmente incluyen las tierras dedicadas a cultivos, prados y barbechos, más los pastizales permanentes.

La tierra arable generalmente incluye sólo la dedicada a cultivos, prados y barbechos. Con el tiempo, es posible que aumente la superficie de tierra arable a consecuencia de la inversión en roturación, drenaje, aterrazamiento, riego y cercados. En 1880, tal inversión en mejora de la tierra era mucho más intensiva en Japón, Alemania, Dinamarca, Francia y Reino Unido que en Estados Unidos. En general, conviene considerar la tierra cultivable como un factor creado por la inversión, más que como un factor «originario» de producción. Los datos sobre tierra agrícola abundan más que los referentes a la tierra arable. Los datos sobre precios de la tierra son generalmente más abundantes que los referentes a la tierra arable.

por trabajador varón variaba en razón directa con la superficie cultivable por trabajador, oscilando entre 1,9 unidades de trigo en Japón, 16,2 en el Reino Unido y 13,0 en Estados Unidos.

Las limitaciones en la dotación de recursos no fueron al parecer una restricción importante al crecimiento del producto agrícola durante el período 1880-1970, ni siquiera en países con la mínima dotación de recursos en tierras. El crecimiento más rápido lo experimentó Dinamarca, donde el producto creció desde un índice de 100 en 1880 hasta 459 en 1970, y el más lento el Reino

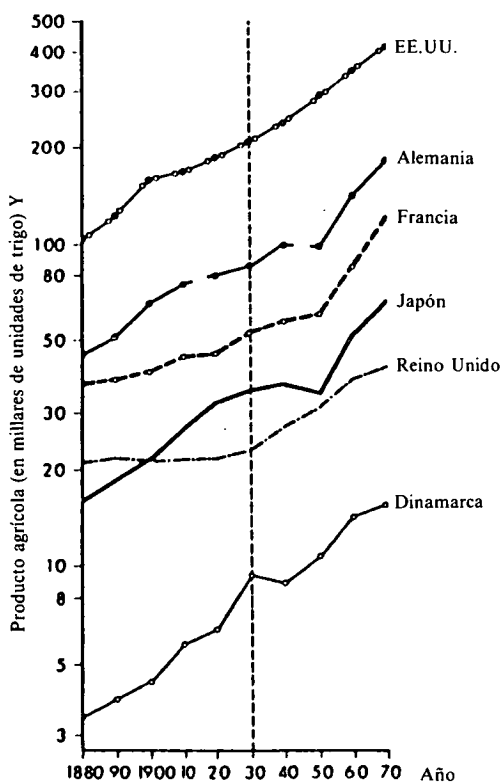


Figura 2. Producto agrícola en seis países (escala logarítmica), 1880-1970. Fuente: Apéndice A.



Unido, donde el producto aumentó desde un índice de 100 a 236 durante el mismo período. Japón, Alemania y Estados Unidos experimentaron tasas aproximadamente iguales de crecimiento del producto.

En Japón, el producto agrícola creció el 1,6% anual durante el período 1880-1930, y aproximadamente al mismo ritmo durante el período 1930-1970. Durante el primer período, el crecimiento del producto por hectárea representó aproximadamente el 70% del crecimiento del producto total y más de dos tercios del crecimiento del producto por trabajador. Después de 1930, el crecimiento del rendimiento por hectárea aumentó con mayor rapidez que el producto total. Los aumentos de la superficie por trabajador se convirtieron en una fuente más importante de crecimiento del producto por trabajador que el rendimiento por hectárea, en particular después de 1960 (8).

En Alemania, el producto agrícola creció aproximadamente el 1,3% anual durante el período 1880-1930, y el 1,93% anual entre 1930 y 1970. El crecimiento del producto por hectárea constituyó todo el aumento del producto entre 1880 y 1970. Entre 1880 y 1930, el producto por hectárea también constituyó la mayor parte del aumento del producto por trabajador. Después de 1930, el descenso del empleo en la agricultura posibilitó una aportación significativa al producto por trabajador derivada de los aumentos de la superficie cultivable por trabajador (9).

De los seis países fue Dinamarca el que consiguió la tasa máxima de crecimiento entre 1880 y 1930, tanto del producto agrícola total como del rendimiento por hectárea. También fue el único país que experimentó un descenso de tierra cultivable por trabajador. El producto por hectárea aumentó con mayor rapidez que el producto por trabajador, pero con algo menor rapidez que el producto total. Dinamarca fue también el único país en el que el producto por hectárea aumentó con menor rapidez durante 1930-

---

(8) Puede encontrarse un análisis detallado de las fuentes del crecimiento de la productividad agrícola en Japón en Yujiro Hayami y cols., *A Century of Agricultural Growth*.

(9) Para una amplia reseña de la literatura sobre crecimiento agrícola en Alemania, véase Adolf Weber, «Productivity of German Agriculture: 1850 to 1970» (Saint Paul: University of Minnesota Department of Agricultural and Applied Economics, Staff Paper 73-1, agosto 1973).

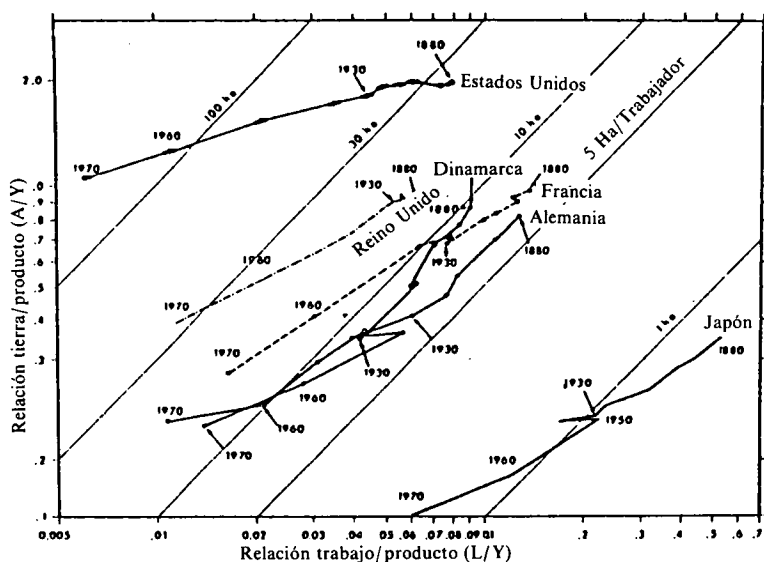


Figura 3. Relaciones input-output (factor-producto) para seis países (escala logarítmica), 1880-1970. (Las diagonales son coeficientes tierra/trabajo).

1970 que durante 1880-1930. El producto por trabajador continuó, sin embargo, aumentando con relativa rapidez a consecuencia de la disminución del número de trabajadores ocupados en la agricultura (10).

Francia experimentó la transición más espectacular de los seis países entre 1880-1930 y 1930-1970. Durante el primer período, la agricultura francesa se mantuvo esencialmente estática. El producto creció a razón de menos del 0,8% anual, y el producto por hectárea al 0,7% anual (11). Tanto el crecimiento del producto

(10) Puede encontrarse una utilísima reseña de la política agrícola danesa durante el período 1870-1970 en Karen J. Friedman, «Danish Agricultural Policy, 1870-1970: The Flowering and Decline of a Liberal Policy», *Food Research Institute Studies* 13 (1974): 225-38. Durante la primera parte del período, Dinamarca experimentó un rápido proceso de transición de una agricultura basada en las cosechas a un sistema más intensivo de cría de ganado.

(11) Esto, al parecer, representó un descenso de la tasa de crecimiento del producto desde alrededor del 1,1% anual durante los 60 años precedentes. William H. Newell, «The Agricultural Revolution in Nineteenth Century France», *The Journal of Economic History* 33 (diciembre 1973): 710.

Tabla 1. Producto agrario, productividad de factores, dotación de factores y coeficientes de precios de factores en seis países, 1880-1970

	Año	Japón	Alemania	Dinamarca	Francia	Reino Unido	Estados Unidos
Índice de producto agrario ( $Y$ )	1880	100	100	100	100	100	100
	1930	223	192	279	146	111	204
	1960	334	316	422	235	185	340
	1970	428	412	459	334	236	403
Producto agrario por trabajador varón en unidades de trigo ( $Y/L$ )	1880	1,89	7,9	10,6	7,4	16,2	13,0
	1930	4,60	16,0	24,1	13,2	20,1	22,5
	1960	8,41	35,4	47,5	33,4	45,3	88,8
	1970	15,77	65,4	94,4	59,9	87,6	157,4
Producto agrario por hectárea de tierra agrícola en unidades de trigo ( $Y/A$ )	1880	2,86	1,25	1,19	1,06	1,10	0,513
	1930	5,06	2,47	2,95	1,50	1,18	0,555
	1960	7,44	4,01	4,65	2,48	1,94	0,811
	1970	10,03	5,40	5,27	3,70	2,61	0,981
Tierra agrícola por trabajador varón en hectáreas ( $A/L$ )	1880	0,659	6,34	8,91	6,96	14,7	25,4
	1930	0,908	6,46	8,18	8,80	17,0	40,5
	1960	1,131	8,83	10,21	13,44	23,3	109,5
	1970	1,573	12,20	17,92	16,19	33,5	160,5
Días de trabajo para comprar una hectárea de tierra arable ( $P_A/P_L$ )	1880	1,874	967	382	780	995	181
	1930	2,920	589	228	262	189	115
	1960	2,954	378	166	166	211	108
	1970	1,315	244	177	212	203	108

Notas:

Una unidad de trigo equivalente a una tonelada de trigo. El método para construir medidas del producto en términos de unidades de trigo se describe en Yujiro Hayami y Vernon W. Ruttan, *Agricultural Development: An International Perspective* (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1971), págs. 308-25.

Las definiciones de tierra agraria no son estrictamente comparables entre países y a lo largo del tiempo, pero generalmente incluyen todo el terreno de las explotaciones agrarias, como tierras de cultivo, praderas y barbechos, más los pastizales permanentes.

En Dinamarca, el precio de la tierra incluye el valor de la tierra agraria y el de los edificios.

Fuente: Datos tomados del apéndice A.

Tabla 2. Tasas anuales de variación del producto agrario, de la productividad de los factores y de la dotación de factores en seis países, 1880-1970

	Japón	Alemania	Dinamarca	Francia	Reino Unido	Estados Unidos
1880-1970						
Producto agrario (Y)	1,63	1,59	1,71	1,35	0,96	1,56
Producto por trabajador (Y/L)	2,39	2,48	2,46	2,35	1,89	2,81
Producto por hectárea (Y/A)	1,40	1,64	1,67	1,40	0,96	0,72
Tierra por trabajador (A/L)	0,97	0,73	0,78	0,94	0,92	2,07
1880-1930						
Producto agrario (Y)	1,62	1,31	2,07	0,76	0,21	1,44
Producto por trabajador (Y/L)	1,79	1,42	1,66	1,16	0,43	1,10
Producto por hectárea (Y/A)	1,15	1,37	1,83	0,70	0,14	0,16
Tierra por trabajador (A/L)	0,64	0,04	0,17	0,47	0,29	0,94
1930-70						
Producto agrario (Y)	1,64	1,93	1,25	2,09	1,91	1,72
Producto por trabajador (Y/L)	3,13	3,81	3,47	3,85	3,74	4,98
Producto por hectárea (Y/A)	1,73	1,97	1,44	2,28	2,00	1,43
Tierra por trabajador (A/L)	1,38	1,60	1,98	1,54	1,71	3,50
1930-60						
Producto agrario (Y)	1,36	1,67	1,39	1,60	1,72	1,72
Producto por trabajador (Y/L)	2,03	2,68	2,29	3,14	2,75	4,68
Producto por hectárea (Y/A)	1,29	1,63	1,53	1,69	1,67	1,27
Tierra por trabajador (A/L)	0,73	1,05	0,74	1,42	1,06	3,37

Tabla 2. Tasas anuales de variación del producto agrario, de la productividad de los factores y de la dotación de factores en seis países, 1880-1970 (continuación)

	Japón	Alemania	Dinamarca	Francia	Reino Unido	Estados Unidos
1960-70						
Producto agrario (Y)	2,51	2,69	0,84	3,58	2,45	1,71
Producto por trabajador (Y/L)	6,49	6,35	7,11	6,02	6,82	5,89
Producto por hectárea (Y/A)	3,03	3,02	1,26	4,08	3,01	1,92
Tierra por trabajador (A/L)	3,35	3,29	5,79	1,88	3,69	3,90

Notas:

Una unidad de trigo equivale a una tonelada de trigo. El método para construir medidas del producto en términos de unidades de trigo se describe en Yujiro Hayami y Vernon W. Ruttman, *Agricultural Development: An International Perspective* (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1971), págs. 308-25.

Las definiciones de tierra agraria no son estrictamente comparables entre países y a lo largo del tiempo, pero generalmente incluyen todo el terreno de las explotaciones agrícolas, como tierras de cultivo, praderas, barbechos y pastizales permanentes.

En Dinamarca, el precio de la tierra incluye el valor de la tierra agrícola y los edificios.

Fuente: Datos tomados del Apéndice A.

como el de la productividad se aceleraron después de la segunda guerra mundial. Entre 1960 y 1970, Francia consiguió una tasa anual de crecimiento del 3,6% del producto agrícola (la mayor de los seis países).

El Reino Unido experimentó la tasa más lenta de crecimiento del producto agrícola y del producto por trabajador de los seis países durante el período 1880-1930. La tasa de crecimiento del primero aumentó del 0,2% anual en 1880-1930 al 1,9% anual en 1930-1970. El producto por trabajador aumentó del 0,4 al 3,7% anual, y el producto por hectárea del 0,1 al 2,0% anual. En el decenio de 1960, el Reino Unido estaba iniciando, con relativo éxito, una transición del período anterior de estancamiento a tasas modernas más elevadas de crecimiento del producto y de la productividad. No obstante, el Reino Unido ha tenido algo menos éxito que Francia en la transición a tasas modernas de crecimiento en el sector agrícola (12).

Estados Unidos ha seguido una trayectoria de crecimiento completamente diferente a la de los otros cinco países durante el período 1880-1970. La tasa de crecimiento del producto total fue inferior a la de Dinamarca y Japón en 1880-1930, y a la de Alemania y Francia en 1930-1970. El producto por trabajador creció con menor rapidez que en cualquiera de los demás países, excepto Gran Bretaña, durante 1880-1930, pero con mayor rapidez que en ellos durante 1930-1970. El producto por hectárea fue inferior al de todos los demás países, excepto Gran Bretaña, en 1880-1930, y a todos los demás países, excepto Dinamarca, durante 1930-1970. El rasgo distintivo del desarrollo agrícola norteamericano ha sido que el principal factor de crecimiento del producto por trabajador durante todo el período 1880-1970 fue el crecimiento de la superficie cultivable por trabajador.

Los períodos para los que se presentan datos en las tablas 1 y 2, los de 1880-1930 y 1930-1979, no son los ideales para todos los países. Algunas de las distorsiones derivadas de la selección de una fecha común, como 1930, con fines comparativos «por épocas» pueden apreciarse en la figura 2, en la que los datos se repre-

---

(12) Véase William W. Wade, «Institutional Determinants of Technical Change and Productivity Growth: Denmark, France and Great Britain, 1870-1965», tesis doctoral, Universidad de Minnesota, 1973.

sentan gráficamente por decenios (promedios quinquenales centrados en cada decenio). En algunos países, concretamente en Alemania, Francia y Japón, el crecimiento se aceleró después de un largo período de relativo estancamiento, que no terminó hasta después de la segunda guerra mundial. Sin embargo, la selección de 1950 como base de comparación también habría originado graves distorsiones.

En la figura 3 hemos reunido las tendencias a largo plazo de la superficie de tierra por unidad de producto, del trabajo por unidad de producto y de la superficie por trabajador. Las diagonales representan relaciones constantes tierra/trabajo. Los movimientos de las relaciones tierra/producto y trabajo/producto hacia el ángulo inferior izquierdo representan mejoras de las dos relaciones de productividad parcial resultantes de la tecnología de aumento del rendimiento (biológica) y de ahorro de trabajo (mecánica) (véase la figura 1). La isocuanta trazada por los puntos input-output (factor-producto) de 1970 describe lo que podría considerarse una función de metaproducción (FMP). La curva de posibilidades de innovación (CPI) que describe la tecnología viable, dados los conocimientos científicos y técnicos existentes, quedaría situada más a la izquierda. La inversión en estaciones experimentales y capacidad industrial es necesaria para incorporar los conocimientos técnicos y científicos disponibles a la mejora de variedades vegetales, animales, químicas y de equipo con el fin de conseguir que las relaciones de productividad descritas por la función de metaproducción de 1970 estén disponibles para los agricultores en países cuyas relaciones de productividad se hallan a la derecha de la función de metaproducción de 1970.

De los datos presentados en la tabla 1 y en las figuras 2 y 3 se desprenden algunas generalizaciones:

En primer lugar, es evidente que existan diferencias enormes de dotación relativa de factores entre los seis países en 1880, y que esas diferencias siguen siendo notables en 1970. No obstante, los seis países han experimentado un descenso de la intensidad de trabajo, tanto si se mide en términos de trabajo por unidad de producto como si se mide en términos de tierra por trabajador. Durante el período 1880-1970, Dinamarca fue el único país que experimentó un descenso sostenido de la tierra por trabajador,

comparable al descenso que actualmente experimentan muchos países en desarrollo.

En segundo lugar, los países en los que la tierra cultivable por trabajador era relativamente limitada en 1880 dependieron primordialmente de aumentos del producto agrícola por hectárea como fuente primaria de crecimiento del producto agrícola durante la mayor parte del período posterior a 1880. Los aumentos de la superficie cultivable por trabajador en esos países en los últimos decenios han ido acompañados fundamentalmente de descensos del número de trabajadores agrícolas, más que del aumento de la superficie cultivable.

En tercer lugar, los países en los que la superficie por trabajador ha sido relativamente limitada han conseguido tasas de crecimiento del producto total y del producto por trabajador más o menos comparables a las logradas por países con una dotación más favorable de recursos. La limitación de la tierra por trabajador no ha supuesto, al parecer, una limitación crítica de la capacidad de crecimiento del producto agrícola.

Por último, las tasas de crecimiento del producto agrícola y del rendimiento por hectárea y por trabajador se han elevado fuertemente en la mayoría de los países desde 1930. En algunos, esas tasas más elevadas de crecimiento representan la aceleración de tendencias que ya se anunciaban. En otros, constituyen una transición brusca desde experiencias previas. Las tasas modernas de crecimiento rondan el 2-4% anual para el producto, más del 5% para el producto por trabajador y el 2-4% anual del rendimiento por hectárea. Esto contrasta con las tasas de crecimiento del producto y de la productividad anteriores a 1930, que fueron normalmente inferiores al 2%.

## **PRECIOS Y USO DE LOS FACTORES EN SEIS PAÍSES DESARROLLADOS**

En esta sección examinaremos más formalmente que en la anterior las relaciones entre los precios de los factores y sus pautas de uso en relación con el crecimiento del rendimiento por hectárea y del producto por trabajador en los seis países.



## Tecnología biológica

El modelo de tecnología biológica esbozado anteriormente en este mismo capítulo (fig. 1) indica que el descenso del precio de los fertilizantes en relación con el de la tierra puede inducir un aumento del uso de dichas sustancias por hectárea a consecuencia de un movimiento hacia la derecha a lo largo de la función de producción a corto plazo ( $i_0$ ). También es de esperar que induzca avances de la tecnología de los cultivos, como el desarrollo e introducción de variedades vegetales más sensibles a los fertilizantes, que pueden caracterizarse por una nueva función de producción a corto plazo situada a la derecha y por debajo de  $i_0$ , a lo largo de la curva de posibilidades de innovación (CPI)  $i^*$ , como  $i_1$ . Se establece por hipótesis una estrecha relación negativa entre el precio de los fertilizantes con respecto a la tierra ( $P_F/P_A$ ) y su utilización por hectárea ( $F/A$ ).

También es de esperar que las variaciones del precio del trabajo con respecto al de la tierra repercutan en el nivel del uso de fertilizantes por hectárea. Al aumentar el precio del trabajo en relación con el de la tierra, es de esperar que los agricultores intenten reducir el uso del trabajo por unidad de tierra, sustituyendo las prácticas de labranza que exijan mayor mano de obra por fertilizantes y otros insumos químicos, como herbicidas e insecticidas. El descenso del precio de los fertilizantes también dará lugar probablemente a la sustitución de fertilizantes producidos en la explotación, como abonos animales y vegetales, por fertilizantes químicos producidos por el sector industrial. Se postula así una relación positiva entre el precio del trabajo con respecto a la tierra ( $P_F/P_A$ ) y el uso de fertilizantes por hectárea ( $F/A$ ).

La intensa relación negativa entre el índice de precios fertilizantes/tierra y el uso de fertilizantes por hectárea para los seis países queda confirmada en la tabla 3. Dada la enorme diferencia del entorno cultural y físico en que actúan los agricultores y se realizan los cultivos en los seis países, y las grandes diferencias de nivel de tecnología y organización social a lo largo del tiempo en cada país, es verdaderamente notable la semejanza de los coeficientes de respuesta que aparecen en la tabla 3. La conclusión es no sólo que los agricultores han respondido de manera bastante parecida a índices factores-precios semejantes, sino que han sido

Tabla 3. Relaciones entre uso de fertilizantes por hectárea y precios relativos de los factores en seis países

País y período	Coeficiente de determinación		Coeficiente de determinación ( $R^2$ )	Desviación típica de la estimación ( $S$ )	Grados de libertad
	Fertilizantes en comparación ( $P_F/P_A$ )	Trabajo en comparación ( $P_L/P_A$ )			
Japón <sup>a</sup>	(1880-1960)	-1,274* (0,057)	0,729* (0,220)	0,0810	14
Alemania <sup>b</sup>	(1880-1913)	-1,806* (0,009)	0,083	0,289	13
Dinamarca <sup>c</sup>	(1950-68)	-0,377* (0,098)	0,799* (0,093)	0,100	15
	(1910-65)	-1,120* (0,348)	0,958* (0,430)	0,310	9
Francia <sup>d</sup>	(1870-1965)	-0,950* (0,332)	-1,375*/ (0,362)	0,776	17
	(1920-65)	-0,664* (0,259)	0,485 (0,733)	0,538	7
Reino Unido <sup>e</sup>	(1870-1965)	-1,130* (0,025)	1,010* (0,080)	0,218	17
	(1880-1960)	-1,357* (0,102)	1,019* (0,168)	0,083	14

Nota: Las ecuaciones son lineales logarítmicas. Los números encerrados entre paréntesis son los errores típicos de los coeficientes estimados.

Fuentes: <sup>a</sup>Yujiro Hayami y Vernon W. Ruttan, *Agricultural Development: An International Perspective* (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1971).

<sup>b</sup>Adolf Weber, *Productivity in German Agriculture: 1850 to 1970*, University of Minnesota Department of Agricultural and Applied Economics, Staff Paper 73-1, agosto 1973, pág. 23.

<sup>c</sup>William W. Wade, «Institutional Determinants of Technical Change and Agricultural Productivity Growth: Denmark, France and Great Britain, 1870-1965», tesis doctoral, Universidad de Minnesota, 1973, pág. 128.

<sup>d</sup>Wade, «Institutional Determinants», págs. 134 y 136.

<sup>e</sup>Wade, «Institutional Determinants», pág. 149.

<sup>f</sup>Hayami y Ruttan, *Agricultural Development*, pág. 132, regresión (W15).

\*Significativo al nivel 0,5 (contraste de una cola); /: incompatible con la hipótesis simple de innovación inducida.

capaces de responder de manera semejante a consecuencia de variaciones comparables de la función de producción a corto plazo. De esto se deduce una respuesta institucional semejante por lo que se refiere a poner a disposición de los agricultores variedades vegetales más sensibles a los fertilizantes por parte de las instituciones de investigación de los distintos países.

La relación positiva entre el precio del trabajo con respecto a la tierra y el uso de fertilizantes por hectárea, antes formulada como hipótesis, se confirma en la tabla 3. La relación parece haber surgido más tarde en Francia y Alemania que en los otros cuatro países.

Parece razonable suponer que el modelo esbozado en la figura 1 tiene una analogía tanto en el sector ganadero como en el sector de cultivos. En algunos aspectos, los piensos concentrados, y en particular las harinas proteicas, como las de haba de soja, copra y semillas de algodón, tienen en la producción ganadera un papel semejante al de los fertilizantes en los cultivos. Como el precio de los piensos concentrados ha descendido a lo largo del tiempo, han sustituido cada vez más a los forrajes el heno y otros piensos no elaborados. La disponibilidad de concentrados de bajo coste ha conducido al desarrollo de prácticas de labranza y a la selección y cría de animales para conseguir una madurez más temprana y tasas de ganancia de peso más rápidas por día y por unidad de pienso. En países con recursos limitados de tierra, como los de Europa Occidental y Japón, los concentrados suelen importarse, lo que refuerza su papel de sustitutivos de la tierra.

La relación entre el precio de los concentrados con respecto a la tierra, antes supuesta, la confirman los datos ofrecidos en la tabla 4. Aun cuando las relaciones estimadas no son totalmente comparables entre los países, es evidente que el aumento del uso de piensos concentrados por hectárea en Alemania, Dinamarca y Reino Unido ha estado estrechamente ligado al descenso constante de su precio en comparación con el de la tierra. Parece, pues, evidente que, como el precio del trabajo se ha elevado en comparación con el de la tierra en los tres países de Europa Occidental, los agricultores han sustituido los sistemas de trabajo intensivos de producción doméstica de la alimentación animal por concentrados de importación.

Tabla 4. Relación entre uso de piensos concentrados por hectárea y precios de los factores

País y período	Coeficientes de precios de		Desviación típica de la estimación (S)	Grados de libertad
	Concentrados en relación con la tierra ( $P_C/P_A$ )	Trabajo en relación con la tierra ( $P_L/P_A$ )		
Alemania <sup>a</sup> (1880-1913) (importaciones netas de tortas oleaginosas) (1950-68)	-3,333* (0,569) -1,567* (0,254)	3,974* (1,221) 2,381* (0,255)	0,712 0,337 0,973 0,337	31 15
Dinamarca <sup>b</sup> (1880-1925) (todos los concentrados importados por hectárea)	-0,680* (0,300)	0,494* (0,124)	0,590 0,030	7
Reino Unido <sup>c</sup> (1870-1965) (todos los concentrados por hectárea)	-3,642* (0,331)	3,634* (0,331)	0,970 0,137	17

Nota:

Las ecuaciones son lineales logarítmicas. Los números encerrados entre paréntesis son las desviaciones típicas de los coeficientes estimados.

Fuentes:

<sup>a</sup>Adolf Weber, «Productivity Growth in German Agriculture: 1950 to 1970», University of Minnesota Department of Agricultural and Applied Economics, Staff Paper 73-1, agosto 1973, pág. 23.

<sup>b</sup>William W. Wade, «Institutional Determinants of Technical Change and Agricultural Productivity Growth: Denmark, France and Great Britain, 1870-1965», tesis doctoral, Universidad de Minnesota, 1973, pág. 128.

<sup>c</sup>«Institutional Determinants», pág. 149.

\*Significativo para  $P = 0,05$  (contraste de una cola).

## Tecnología mecánica

El modelo de tecnología mecánica esbozado anteriormente indica que el uso de tierra por trabajador aumenta al descender el precio de ésta en comparación con el del trabajo. Al construir el modelo, se supuso que a largo plazo los aumentos de la superficie cultivada por trabajador dependían del mayor uso de maquinaria y energía por trabajador. Así pues, los cambios técnicos que conducen al descenso del precio de la maquinaria en comparación con el del trabajo también debieran contribuir a la expansión de la superficie cultivada por trabajador. Recurriendo al modelo, se supone una relación negativa entre tierra por trabajador ( $A/L$ ) y (a) el precio de la tierra en comparación con el del trabajo ( $P_A/P_L$ ) y (b) el precio de la maquinaria en comparación con el del trabajo ( $P_M/P_L$ ). Análogamente, se postula una relación negativa entre el uso de energía (o de maquinaria) por trabajador ( $M/L$ ) y (a) el precio de la tierra en comparación con el del trabajo ( $P_A/P_L$ ) y (b) el precio de la maquinaria en comparación con el del trabajo ( $P_M/P_L$ ).

Los resultados de las comprobaciones empíricas de las hipótesis relacionadas con la tecnología mecánica no son tan claros como en el caso de la tecnología biológica (tablas 5 y 6). La hipótesis de que la tierra cultivable por trabajador guarda relación negativa tanto con el precio de la tierra en comparación con el del trabajo como con el precio de la maquinaria en comparación con el del trabajo sólo se confirma en la experiencia histórica de Estados Unidos, del Reino Unido y de Alemania antes de 1950. En los seis países, excepto en Alemania durante el período 1880-1930, la superficie cultivable por trabajador guarda, de acuerdo con la hipótesis, una relación negativa con el precio de la maquinaria en comparación con el trabajo. La hipótesis de que la energía por trabajador está en relación negativa tanto con el precio de la tierra en comparación con el trabajo como con el precio de la maquinaria en comparación con el del trabajo queda confirmada en todos los casos, excepto los de Dinamarca y Francia antes de 1920.

En *ambos* contrastes, el precio de la tierra en comparación con el trabajo funcionó peor que el precio de la maquinaria en comparación con el trabajo. Y cuando la comprobación se llevó a

cabo para un período anterior y otro más tardío, los resultados fueron generalmente más débiles para el período anterior:

Un examen más atento de esas ecuaciones pone de manifiesto lo siguiente: en las ecuaciones de energía por trabajador, sólo dos coeficientes tienen signo positivo inconsistente, y sólo en un caso es significativamente positivo. Por otra parte, de los catorce coeficientes negativos sólo diez lo son en grado significativo.

Las ecuaciones de tierra por trabajador representan el caso más enigmático. De los 18 coeficientes, seis son positivos, aunque sólo dos significativamente (de los 12 coeficientes negativos, ocho lo son significativamente). Además, cinco de los seis coeficientes positivos son los del precio tierra/trabajo. Esto plantea la cuestión de si alguna irregularidad sistemática impide que este efecto de precio se manifieste de la manera esperada. Ese comportamiento puede deberse a un sesgo fundamental o exógeno de ahorro de trabajo en el proceso de innovación técnica, particularmente en Japón, Francia y el Reino Unido. Dicho sesgo podría ser resultado de oportunidades sesgadas de transferencia de tecnología a esos países desde otros con coeficientes más altos tierra-trabajo, como Estados Unidos.

El análisis presentado en esta sección sirve de apoyo a la hipótesis de que los cambios en el uso de factores en cada país han respondido a cambios de los precios relativos de los factores. El uso de fertilizantes por hectárea ha respondido al precio de los fertilizantes y del trabajo en comparación con el precio de la tierra. Y dos insumos complementarios —energía por trabajador y tierra por trabajador— han respondido a los precios de la tierra y de la maquinaria en comparación con los del trabajo.

## **DIFERENCIAS DE PRODUCTIVIDAD AGRARIA ENTRE PAÍSES, 1970**

En esta sección vamos a estudiar las diferencias de productividad en la agricultura entre países desarrollados y en desarrollo de diferentes continentes para 1970, tratando de identificar las fuentes de diferencias de productividad entre países.

En primer lugar, medimos la productividad del trabajo y de la tierra en la agricultura para 41 países en 1970. Estos países se

**Tabla 5. Relación entre tierra por trabajador y precios relativos de los factores en seis países**

País y período	Coeficientes de precios de		Coeficiente de determinación (R)	Error típico de la estimación (S)	Grados de libertad
	Tierra en relación con el trabajo ( $P_A/P_L$ )	Maquinaria en relación con el trabajo ( $P_M/P_L$ )			
Japón <sup>a</sup> (1880-1960)	0.159/ (0.110)	-0.219 (0.041)	0.751	0.016	14
Alemania <sup>b</sup> (1880-1913)	-0.264* (0.066)	0.066*/ (0.018)	0.393	0.012	31
(1950-68)	-0.177 (0.139)	-0.476* (0.087)	0.975	0.083	15
Dinamarca <sup>c</sup> (1910-65)	0.148/ (0.084)	-0.357* (0.072)	0.910	0.030	9
Francia <sup>d</sup> (1870-1965)	-0.398*/ (0.202)	-0.088 (0.141)	0.323	0.189	17
(1920-65)	0.050/ (0.226)	-0.498* (0.166)	0.460	0.164	7
Reino Unido <sup>e</sup> (1870-1925)	0.129* (0.033)	-0.139* (0.070)	0.610	0.041	17
(1925-65)	0.279/ (0.159)	-0.065 (0.256)	0.440	0.110	6
Estados Unidos <sup>f</sup> (1880-1960)	0.451* (0.215)	-0.486* (0.120)	0.828	0.084	14

Nota: Tierra significa aquí la tierra arable por trabajador varón en Japón, Dinamarca, Francia y el Reino Unido; tierra agrícola por trabajador varón en Alemania y Estados Unidos.

<sup>a</sup>Yujiro Hayami y Vernon W. Ruttan, *Agricultural Development: An International Perspective* (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1971). Tierra por trabajador (W7); energía por trabajador (W9).

<sup>b</sup>Adolf Weber, «Productivity Growth in German Agriculture: 1850 to 1970», University of Minnesota Department of Agricultural and Applied Economics, Staff Paper 73-1, agosto 1973, pág. 24. Tierra por trabajador, regresiones 6 y 7; energía por trabajador, regresiones 4 y 5.

<sup>c</sup>William W. Wade, «Institutional Determinants of Technical Change and Agricultural Productivity Growth: Denmark, France and Great Britain, 1870-1965», tesis doctoral, Universidad de Minnesota, 1973, pág. 128.

<sup>d</sup>William W. Wade, «Institutional Determinants», págs. 134 y 136.

<sup>e</sup>Wade, «Institutional Determinants», pág. 149.

<sup>f</sup>Hayami y Ruttan, *Agricultural Development*, pág. 130.

Tierra por trabajador (W1); energía por trabajador (W5).

Fuentes: \*Significativo para  $P = 0.05$  (contraste de una cola); /: incompatible con la hipótesis simple de innovación inducida.

Tabla 6. Relación entre energía por trabajador y precios relativos de los factores en seis países

País y período	Coeficientes de precios de			Grados de libertad
	Tierra en relación con el trabajo ( $P_A/P_L$ )	Maquinaria en relación con el trabajo ( $P_M/P_L$ )	Coefficiente de determinación ( $R^2$ )	
Japón <sup>a</sup> (1880-1960)	-0.665* (0.261)	-0.299 (0.685)	0.262	14
Alemania <sup>b</sup> (1880-1913)	-0.238* (0.070)	-0.607* (0.020)	0.978	31
(1950-68)	-0.234 (0.329)	-1.358* (0.207)	0.979	15
Dinamarca <sup>c</sup> (1910-65)	1.494/ (1.010)	-3.180* (0.861)	0.830	9
Francia <sup>d</sup> (1870-1965)	1.704* (0.880)	-0.705 (0.614)	0.160	17
(1920-65)	-0.443 (0.976)	-2.460* (0.715)	0.550	7
Reino Unido <sup>e</sup> (1870-1965)	-1.120* (0.295)	-1.090* (0.527)	0.810	17
Estados Unidos <sup>f</sup> (1880-1960)	-1.279* (0.475)	-0.920* (0.266)	0.827	14

Nota:

Energía significa aquí potencia en caballos por trabajador varón, excepto en Alemania, país para el que se utiliza la inversión por trabajador.

Fuentes:

<sup>a</sup>Yijiro Hayami y Vernon W. Ruttan, *Agricultural Development: An International Perspective* (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1971). Tierra por trabajador (W7); energía por trabajador (W9).

<sup>b</sup>Adolf Weber, «Productivity Growth in German Agriculture: 1850 to 1970», University of Minnesota Department of Agricultural and Applied Economics, Staff Paper 73-1, agosto 1973, pág. 24. Tierra por trabajador, regresiones 6 y 7; energía por trabajador, regresiones 4 y 5.

<sup>c</sup>William W. Wade, «Institutional Determinants of Technical Change and Agricultural Productivity Growth: Denmark, France and Great Britain, 1879-1965», tesis doctoral, Universidad de Minnesota, 1973, pág. 128.

<sup>d</sup>William W. Wade, «Institutional Determinants», págs. 134 y 136.

<sup>e</sup>Wade, «Institutional Determinants», pág. 149.

<sup>f</sup>Hayami y Ruttan, *Agricultural Development*, pág. 130. Tierra por trabajador (W1); energía por trabajador (W5).

\*Significativo para  $P = 0.05$  (contraste de una cola); / incompatible con la hipótesis simple de innovación inducida.



clasifican en tres grupos, en razón del predominio relativo de la tecnología biológica o mecánica en su experiencia de desarrollo. En segundo lugar, se analizan las diferentes pautas tecnológicas de los tres grupos de países en relación con la dotación de recursos de cada grupo. En tercero, los coeficientes de productividad del trabajo y la tierra en la agricultura para cada país se relacionan con el grado de industrialización o desarrollo en el sector no agrícola de cada país. En cuarto lugar, se examinan las interrelaciones entre coeficientes de productividad del trabajo y la tierra y varios coeficientes de insumo de factores, basándose en el análisis de correlación con el fin de esclarecer las fuentes de las diferencias de productividad entre países. Se ha prestado atención a los mismos coeficientes energía/trabajo y fertilizantes/tierra que se emplearon en el análisis mediante series temporales. En quinto lugar, las variables de capital humano se relacionan con las diferencias de productividad entre países. Finalmente, se hacen estimaciones, basadas en los datos de 1970, de funciones de producción de sección mixta entre países. Los coeficientes se utilizan para explicar las diferencias de productividad del trabajo y de la tierra entre países que pueden atribuirse a variaciones de los insumos de factores y a variables de desplazamiento.

### **Diferencias de productividad del trabajo y la tierra entre países**

Hemos denominado *tecnología mecánica* a las tecnologías agrícolas que aumentan el producto por trabajador recurriendo a fuentes más eficientes de energía y equipo por trabajador, y *tecnología biológica* a las tecnologías que incrementan el producto por hectárea de tierra cultivable. Al comparar las diferencias de productividad de la tierra y el trabajo entre países, podemos clasificar a éstos según la intensidad con que emplean los dos tipos de tecnología.

Las productividades de la tierra y el trabajo presentadas en la tabla 7 se estimaron en forma de producto agrícola por hectárea de superficie cultivada y por trabajador varón en términos de unidades de trigo para 1970, utilizando los datos recogidos en el Apéndice B. Las diferencias entre países de esos coeficientes de productividad son grandes. Medido en unidades de trigo, el pro-

ducto agrícola por hectárea osciló entre 0,11 en Paraguay y 13,63 en Taiwan. El producto por trabajador varón osciló entre 2,4 en India y 198,2 en Nueva Zelanda.

La figura 4 es un mapa de sección mixta entre países de los coeficientes de productividad del trabajo y la tierra para 1970. La amplia dispersión de países en el mapa aconseja clasificarlos en tres grupos distintos de dotación de recursos basándose en la importancia relativa de los dos coeficientes de productividad parcial en la agricultura de cada país:

a) Países de los nuevos continentes (y Suráfrica), como Nueva Zelanda, Estados Unidos y Australia, en los que la productividad del trabajo es relativamente alta y la productividad de la tierra relativamente baja.

b) Países de Asia (y unos pocos de Africa y Suramérica), como Taiwan y Japón, en los que la productividad de la tierra es relativamente alta y la productividad del trabajo relativamente baja; y

c) Países de Europa (y unos pocos de Oriente Próximo y Suramérica), como Holanda, Bélgica y Dinamarca, en los que las productividades del trabajo y la tierra se hallan entre los extremos de los otros dos grupos (13).

Dentro de cada grupo existen una nube de países en las proximidades del origen. Cada dispersión o trayectoria parece reflejar el proceso de desarrollo a largo plazo de sistemas agrícolas caracterizados por dotaciones alternativas de recursos. En la figura 3 hemos observado cambios de los coeficientes trabajo/producto y tierra/producto en el curso del desarrollo agrícola desde 1880 a 1970 para los seis países desarrollados. A efectos comparativos, la figura 4 la hemos transformado en la figura 5, en la que

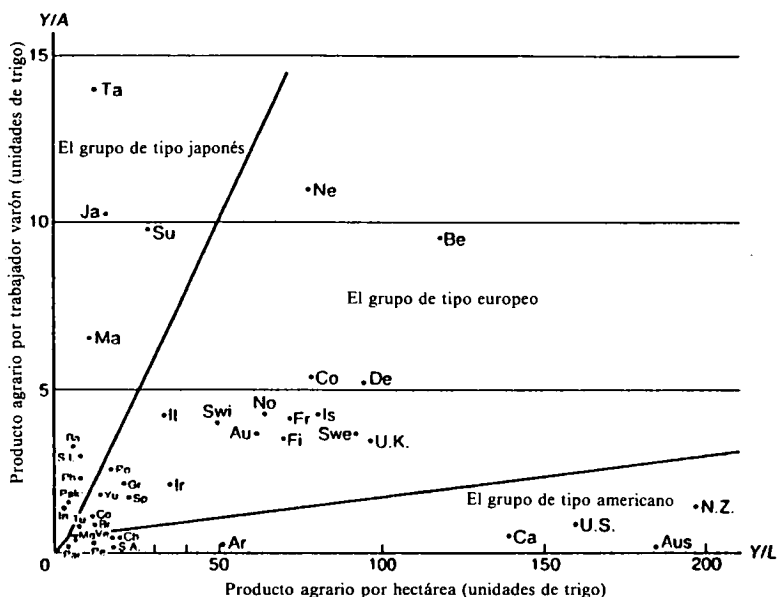
---

(13) Esta clasificación es igual a que la basada en datos de 1960 en Hayami y Ruttan, *Agricultural Development*, pág. 69. Hemos encontrado que no se produjo cambio fundamental alguno de las características relativas internacionales de la agricultura con respecto a los niveles relativos y la combinación de productividades de trabajo y tierra para los distintos países desde 1960 hasta 1970. Israel y Turquía, incluidos en el tercer grupo, el de los países europeos, fueron clasificados en la «Región agrícola de la costa mediterránea de Asia occidental» en Saburo Yamada, *Comparative Analysis*. Esto implica que las características de la agricultura en la costa mediterránea del Oriente Próximo son fundamentalmente iguales a las de esos países europeos.

**Tabla 7. Productividad de factores y relaciones input-output  
(factor-producto) en 41 países, 1970**

País	Producto por trabajador varón en unidades de trigo Y/L (1)	Número de traba- jadores varones por unidad de trigo de producto L/Y (2)	Producto en unidades de trigo por hectárea de tierra agrícola Y/A (3)	Hectáreas de tierra agrícola para producir una unidad de trigo A/Y (4)
Argentina	51,0	0,0196	0,36	2,813
Australia	186,3	0,0054	0,12	8,607
Austria	59,0	0,0169	3,00	0,333
Bangladesh	2,9	0,3501	3,00	0,334
Bélgica	116,2	0,0086	9,52	0,105
Brasil	12,0	0,0835	0,83	1,211
Canadá	136,1	0,0073	0,76	1,324
Chile	18,2	0,0549	0,45	2,238
Colombia	10,3	0,0974	1,03	0,976
Dinamarca	86,3	0,0116	5,07	0,197
Finlandia	64,2	0,0156	2,63	0,381
Francia	65,9	0,0152	3,52	0,284
Alemania Federal	70,1	0,0143	5,37	0,186
Grecia	19,6	0,0510	1,89	0,529
India	2,4	0,4251	1,32	0,757
Irlanda	34,2	0,0292	1,88	0,531
Israel	72,0	0,0139	3,66	0,273
Italia	32,0	0,0313	3,83	0,261
Japón	15,3	0,0654	10,30	0,097
Mauricio	12,1	0,0827	6,80	0,147
México	8,2	0,1213	0,40	2,528
Holanda	84,8	0,0118	10,75	0,093
Nueva Zelanda	198,2	0,0050	1,55	0,646
Noruega	61,3	0,0163	3,54	0,283
Pakistán	2,6	0,3858	1,33	0,750
Paraguay	5,2	0,1928	0,11	9,221
Perú	10,6	0,0939	0,33	3,077
Filipinas	4,5	0,2226	1,98	0,504
Portugal	14,1	0,0708	2,21	0,452
Suráfrica	16,7	0,0598	0,21	4,706
España	19,8	0,0506	1,46	0,687
Sri Lanka	4,2	0,2394	2,67	0,375
Surinam	27,3	0,0366	9,87	0,101
Suecia	85,5	0,0117	3,03	0,330
Suiza	47,9	0,0209	3,52	0,284
Taiwan	10,2	0,0984	13,63	0,073
Turquía	8,3	0,1200	0,83	1,199
Reino Unido	90,6	0,0110	2,63	0,380
Estados Unidos	160,2	0,0062	0,98	1,024
Venezuela	16,8	0,0596	0,45	2,222
Yugoslavia	11,5	0,0873	1,52	0,660

Fuente: Datos tomados del Apéndice B.



Argentina	Ar	Holanda	Ne
Austria	Au	Nueva Zelanda	N.Z.
Australia	Aust	Noruega	No
Bangladesh	Ba	Pakistán	Pak
Bélgica	Be	Paraguay	Par
Brasil	Br	Perú	Pe
Canadá	Ca	Filipinas	Ph
Chile	Ch	Portugal	Po
Colombia	Co	Suráfrica	S.A.
Dinamarca	De	España	Sp
Finlandia	Fi	Sri Lanka	S.L.
Francia	Fr	Surinam	Su
Alemania Federal	Ge	Suecia	Swe
Grecia	Gr	Suiza	Swi
India	In	Taiwan	Ta
Irlanda	Ir	Turquía	Tu
Israel	Is	Reino Unido	U.K.
Italia	It	EE. UU.	U.S.
Japón	Ja	Venezuela	Ve
Mauricio	Ma	Yugoslavia	Yu
México	Me		

Figura 4. Comparación internacional de productividades del trabajo y de la tierra, 1970.

se han cambiado de sentido los coeficientes de productividad, expresándolos en tierra por unidad de producto y trabajo por unidad de producto. Las diagonales representan coeficientes constantes tierra/trabajo. El coeficiente porcentual de empleo no agrícola en relación con la población activa total se da entre paréntesis. Las líneas facilitan la distinción entre los diferentes coeficientes de dotación de recursos según los países. El porcentaje de empleo no agrícola representa un indicador tosco del nivel general de desarrollo.

Al comparar la figura 5 con la figura 3, se observan pautas notablemente semejantes de las tres trayectorias históricas generales (de Estados Unidos, Japón y países europeos) en la figura 3 y de la distribución de países dentro de cada uno de los tres grupos clasificados en la figura 4. En general, *a*) la distribución de los países de los nuevos continentes (y Suráfrica) sigue la trayectoria histórica de Estados Unidos; *b*) la distribución de los países asiáticos (y Mauricio y Surinam) sigue la trayectoria histórica de Japón, y *c*) la distribución de los países europeos (e Israel, Turquía, Brasil y Colombia) sigue las trayectorias históricas de los cuatro países europeos. Identificamos los tres grupos de países como grupos de tipo americano, japonés y europeo, respectivamente. Los distintos tipos reflejan el resultado de diferentes dotaciones de recursos y de elección de trayectorias tecnológicas (entre la tecnología mecánica y la biológica) según los países.

### **Dotación de recursos y preferencia tecnológica**

Ya antes supusimos que la dotación de recursos, tal como la reflejan los coeficientes tierra/trabajo, tiene una gran importancia para la elección de tecnología o para inducir a un país a seguir una trayectoria determinada de desarrollo tecnológico. En países en los que la tierra es abundante en comparación con el trabajo, resulta eficiente conceder mayor importancia a la tecnología mecánica en comparación con la biológica. En países con una situación contraria en cuanto a dotación de recursos, la tecnología biológica será más eficiente que la mecánica. En los primeros, el precio de la tierra es barato en comparación con el del trabajo. En los segundos es caro.

En los países de tipo americano, en los que el coeficiente tierra/trabajo es relativamente alto, desde 21 hectáreas por trabajador varón (México) a 180 (Canadá) (aun prescindiendo del caso excepcional de 1.604 en Australia), las hectáreas utilizadas para producir una unidad de trigo (coeficiente tierra/producto) oscilaron entre 0,65 (Nueva Zelanda) y 9,22 (Paraguay), y los años-hombre por unidad de producto (coeficiente trabajo/producto) oscilaron entre 0,005 (Nueva Zelanda) y 0,193 (Paraguay). El coeficiente tierra/trabajo de Estados Unidos fue 25 en 1880 y 164 en 1970, lo que corresponde aproximadamente a las condiciones actuales de dotación de recursos del grupo. El coeficiente trabajo/producto de Estados Unidos en 1880 fue aproximadamente 0,077, bastante comparable con 0,060 de Venezuela y 0,094 de Perú en 1970. El coeficiente tierra/producto de Estados Unidos en 1880 fue 1,95, también bastante comparable con 2,22 de Venezuela y 2,24 de Chile en 1970 (14). En los países del grupo, como Nueva Zelanda, Estados Unidos y Canadá, en los que había coeficientes tierra/trabajo de más de 100 hectáreas por trabajador, los coeficientes trabajo/producto eran de sólo 0,005-0,117 (productividad del trabajo muy alta); en cambio, los coeficientes tierra/producto alcanzaron cifras tan altas como 0,65-1,32 (baja productividad de la tierra) en 1970. Es evidente que en este grupo se recurrió fuertemente a la tecnología mecánica en comparación con la biológica.

Al contrario de lo sucedido en el grupo anterior, en los países de tipo japonés, en los que el coeficiente tierra/trabajo fue muy bajo, oscilando entre sólo 0,8 hectáreas (Taiwan) y 2,8 (Surinam), se concedió menor atención a la opción tecnológica. Los coeficientes trabajo/producto fueron altos, oscilando entre 0,037 (Surinam) y 0,425 (India); en cambio, los coeficientes tierra/producto oscilaron entre 0,07 (Taiwan) y 0,76 (India). Los coeficientes tierra/trabajo, tierra/producto y trabajo/producto en Japón en 1880 fueron 0,66, 0,35 y 0,53, respectivamente, bastante comparables con la situación actual de India, Pakistán, Bangladesh, Filipinas y Sri Lanka. Los líderes tecnológicos de este grupo, Taiwan y Japón, ciertamente prefirieron seguir una trayectoria que

---

(14) Los datos de 1880 aquí citados proceden de las tablas 1 y 2. Véase también el Apéndice B.

daba una fuerte prioridad a la tecnología biológica en comparación con la mecánica.

En los países europeos, en los que el coeficiente tierra/trabajo

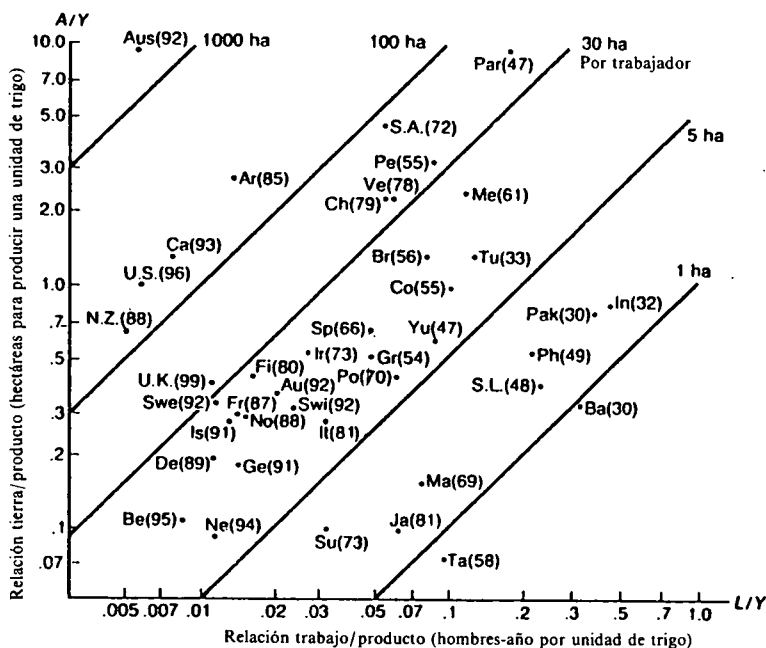


Figura 5. Comparación internacional de las relaciones trabajo/producto y tierra/producto (escala logarítmica), 1970. Fuente: tabla 7. Nota: las diagonales representan relaciones tierra/trabajo, y los números entre paréntesis son relaciones porcentuales entre trabajadores no agrícolas y población activa total.

osciló entre 6,4 (Portugal) y 34,4 (Reino Unido), intermedios entre los dos grupos extremos, los coeficientes trabajo/producto y tierra/producto también fueron intermedios. Los coeficientes oscilaron entre 0,009 y 0,11 de Bélgica y 0,120 y 1,20 de Turquía. En 1880, los coeficientes tierra/trabajo fueron 6,3, 7,0, 8,9 y 14,7 hectáreas para Alemania, Francia, Dinamarca y Reino Unido, respectivamente. Son comparables con muchos de los países actuales de tipo europeo. Y los coeficientes trabajo/producto y tie-

rra/producto de los cuatro países en 1880 también fueron comparables con los de países como Turquía, Brasil, Colombia y Yugoslavia en 1970.

Por tanto, la dotación de recursos ha de considerarse un factor importante en la determinación tanto de la opción tecnológica como de una trayectoria eficiente de desarrollo tecnológico a lo largo del tiempo.

## Industrialización y mejoras tecnológicas

Se acepta generalmente que el potencial de desarrollo agrario de un país se halla fuertemente condicionado por el nivel de desarrollo industrial interior no agrario (15). La estrecha asociación entre desarrollo agrario e industrial se da no sólo para secuencias temporales históricas de los países por separado, sino también en los fenómenos de sección mixta entre países.

Los movimientos de los coeficientes tierra/producto y trabajo/producto hacia el ángulo inferior izquierdo a lo largo de las mismas diagonales en la figura 5 representan mejoras de las dos productividades parciales bajo condiciones semejantes de dotaciones de factores, o sea, de coeficientes tierra/trabajo. La figura pone de manifiesto que la tasa de empleo no agrícola, como indicador de industrialización, de países aislados está estrechamente correlacionada con movimientos hacia el ángulo inferior izquierdo en cada grupo de países: del 47% (Paraguay) al 96% (Estados Unidos) en el grupo de tipo americano; del 30% (Turquía) al 95% (Bélgica) en el grupo de tipo europeo. Esta asociación de las mejoras tecnológicas con la industrialización en secciones mixtas entre países es congruente con la experiencia histórica de los seis países desarrollados.

La industrialización o el crecimiento del sector no agrícola

---

(15) Véanse Hayami y Ruttan, *Agricultural Development*, págs. 74-81; Yujiro Hayami, «Industrialization and Agricultural Productivity: An International Comparative Study», *The Developing Economies*, 6 (septiembre 1968): 3-21; y Bruce F. Johnston y Peter Kilby, *Agriculture and Structural Transformation: Economic Strategies in Late Developing Countries* (Nueva York: Oxford University Press, 1975), para estudios relacionados con el tema que se ocupan de la industrialización y la productividad agrícola.



pueden contribuir a mejoras de la tecnología agrícola de varias maneras. El desarrollo industrial puede a) reducir el coste de los insumos agrícolas modernos, como los fertilizantes, los productos químicos y la maquinaria producidos por el sector industrial; b) elevar la tasa de crecimiento de la demanda de productos agrícolas, y c) incrementar la demanda de trabajo. El desarrollo educativo en las zonas rurales puede hacer que los agricultores sean más productivos. El progreso del conocimiento de las ciencias generales puede elevar la productividad de la investigación aplicada en las ciencias y tecnología agrícolas. La inversión en infraestructura física e institucional desarrolla la productividad de los recursos dedicados a la producción y comercialización agrícolas.

En los apartados siguientes investigaremos las relaciones entre las productividades del trabajo y la tierra y diversos coeficientes factor-factor en búsqueda de las fuentes de diferencias de productividad agrícola entre países. Prestaremos una atención especial a la intensidad del uso de insumos técnicos modernos, medida por la energía en relación con el trabajo y los fertilizantes en relación con la tierra (16).

### **Diferencias de productividad y proporciones de factores**

Entre los países que siguen las mismas líneas de coeficientes tierra/trabajo (fig. 5), tanto el coeficiente trabajo/producto como el de tierra/producto solían ser menores en los países desarrollados que en los menos desarrollados. La razón hay que buscarla, como ya hemos indicado anteriormente, en que las dos productividades parciales no son independientes, sino que se hallan ligadas a través del coeficiente tierra/trabajo (17). La figura 6 mues-

---

(16) Sólo se toman en cuenta los insumos agrícolas físicos, a causa de la disponibilidad de datos en el estudio. Véase en Hayami y Ruttan, *Agricultural Development*, págs. 90-101, un estudio comparativo entre países para 1960 sobre las fuentes de las diferencias de productividad agrícola, incluyendo el efecto tanto de la enseñanza como de los insumos físicos modernos. Véase también Yujiro Hayami y cols., *Century of Agricultural Growth*, donde puede encontrarse un análisis en profundidad del caso japonés.

(17) Véase la nota 5 de pie de página.

tra esta relación más explícitamente que la figura 5. Un nivel más elevado de productividad del trabajo (las diagonales hacia la parte superior derecha) puede lograrse aumentando el coeficiente tierra/trabajo, la productividad de la tierra o ambas cosas. Los países desarrollados del grupo de tipo americano han alcanzado una elevada productividad del trabajo principalmente elevando sus coeficientes tierra/trabajo. Los del grupo de tipo japonés han logrado una mayor productividad del trabajo a través del aumento de la productividad de la tierra. Los países de tipo europeo han experimentado una pauta más equilibrada de crecimiento de la productividad. No obstante, el Reino Unido y Suecia se aproximan a la pauta americana, y Holanda y Bélgica a la japonesa.

Las fuentes de diferencias de productividad pueden dividirse en dos tipos. Según indicamos anteriormente, las diferencias de productividad del trabajo guardan relación con diferencias en la adopción de tecnología mecánica. Las diferencias de productividad de la tierra se relacionan con diferencias de desarrollo y adopción de tecnología biológica.

La fuente más característica de aumento de la productividad del trabajo es el uso más intensivo de energía mecánica por los agricultores. La sustitución del trabajo por energía mecánica permite un aumento del coeficiente tierra/trabajo y del producto por trabajador. La figura 7 confirma la estrecha asociación entre la potencia de los tractores en caballos por trabajador varón (coeficiente tractor/trabajo) y el producto agrario por trabajador varón (productividad del trabajo) tanto en 1960 como en 1970. En este último año, el coeficiente de correlación ( $r$ ) fue 0,93 para todos los países —aunque sólo se contabilizaron como maquinaria agrícola los tractores normales o los de cultivos de huerta (en términos de potencia). El coeficiente fue particularmente alto (0,96) para el grupo de tipo americano. Fue algo inferior (0,93) para el grupo de tipo europeo y aún menor (0,84) para el grupo de tipo japonés.

De esto se deduce la importancia crítica de la tecnología mecánica para lograr niveles elevados de productividad del trabajo. No obstante, la mecanización sólo es eficiente desde el punto de vista económico en situaciones caracterizadas por un elevado coeficiente tierra/trabajo y una relación de precios

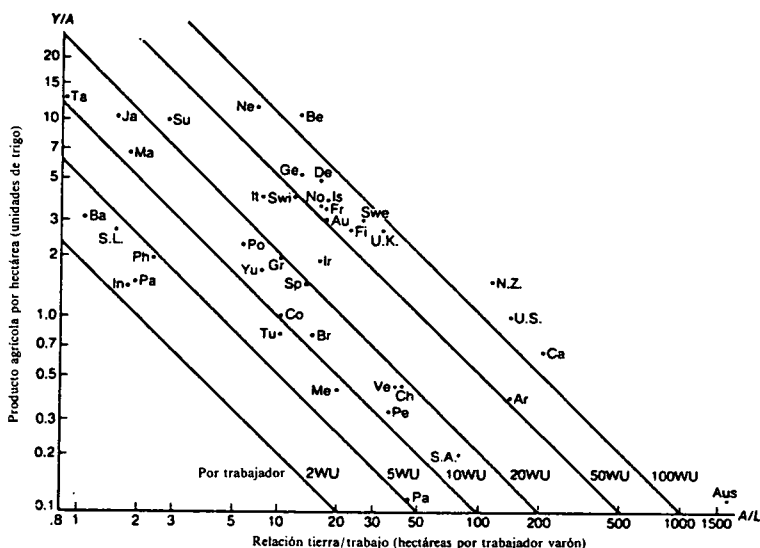


Figura 6. Comparación internacional de relaciones tierra/trabajo, productividad de la tierra y productividad del trabajo (escala logarítmica), 1970. Fuentes: tablas 7 y A.2. Nota: las diagonales representan relaciones constantes producto/trabajo.

salario-tierra alta. La hipótesis según la cual el uso de energía (o maquinaria) por trabajador guarda relación negativa tanto con el precio de la tierra en relación con el del trabajo como de la maquinaria en relación con el del trabajo quedó generalmente confirmada por el análisis de series temporales. La hipótesis parece ser también plausible en una perspectiva internacional y de sección mixta. Dada la falta de datos sobre precios internacionales de la tierra, no podríamos comprobar la relación tan rigurosamente en el análisis de sección mixta como en el de series temporales. Sin embargo, la regresión de la potencia en caballos de los tractores por trabajador varón en comparación con el precio de la maquinaria en relación con el del trabajo en la figura 8 confirma la plausibilidad de la relación supuesta en los datos de sección mixta. El coeficiente de correlación fue 0,83. El coeficiente de elasticidad fue estadísticamente significativo en la siguiente regresión simple:

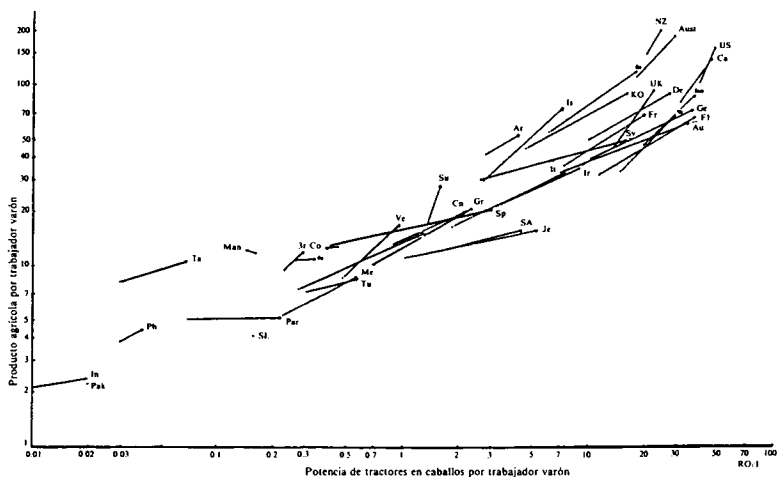


Figura 7. Comparaciones de sección mixta entre países de cambios del producto agrícola por trabajador varón y de la potencia de tractores en caballos por trabajador varón, 1960-1970 (escala logarítmica). Fuentes: tablas 7 y A.2 para 1970; y Hayami y Ruttan, *Agricultural Development*, para 1960.

$$\ln (M/L) = 12,230 - 1,605 \ln (P_M/P_L) \\ (0,221) \\ R^2 = 0,695$$

[aquí 1,605 es significativo para  $P=0,01$  (prueba de una sola cola) y  $M$ ,  $L$ ,  $P_M$  y  $P_L$  representan potencia de maquinaria, número de varones agricultores, precio de los tractores y salario por día.

En los países desarrollados —como Nueva Zelanda, Estados Unidos, Canadá y Australia—, donde el coeficiente era de más de 100 hectáreas por trabajador, el coeficiente tractor/trabajo era del orden de 27-53 caballos de potencia por trabajador. Pero en países en desarrollo, como México, Perú y Venezuela, en los que el coeficiente tierra/trabajo era 20-40, el coeficiente tractor/trabajo era de sólo 0,4-1,0. Las condiciones de dotación inicial de recursos de los respectivos países son, evidentemente, una fuente primordial de las diferencias actuales de coeficientes tierra/trabajo entre países. Debe advertirse, no obstante, que incluso en Es-

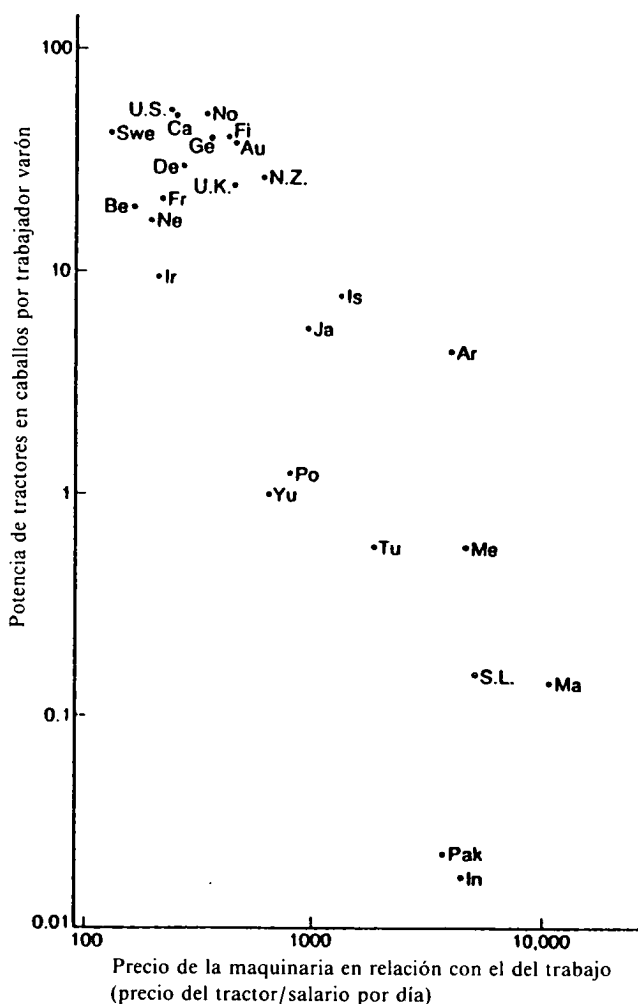


Figura 8. Comparación internacional de potencia de tractores en caballos por trabajador varón y precio de la maquinaria en relación con el del trabajo (escala logarítmica), 1970. Fuentes: tablas A.2 y A.3.

tados Unidos sólo era de 25 hectáreas por trabajador en 1880. Lo cual equivale aproximadamente al nivel de muchos de los actua-

les países en desarrollo del grupo de tipo americano. En estos países, el desarrollo de la tecnología mecánica ya constituye un factor crítico de la expansión de la superficie cultivada por trabajador y, por tanto, del aumento de la productividad del trabajo (véase fig. 7).

Por desgracia, no nos ha sido posible explorar el efecto de los precios de factores relativos sobre la elección de tecnología biológica en el análisis de sección mixta. Por tecnología biológica no se entiende una técnica aislada, sino la asociación de varias, y en especial, la utilización de variedades mejoradas con más fertilizantes y mejor irrigación. En este análisis continuamos la tradición de utilizar los fertilizantes como aproximación a todo el complejo de la tecnología biológica. Insistimos en que se trata de una simplificación excesiva, aunque sea oportuna con fines expositivos.

La asociación entre consumo de fertilizantes por hectárea de tierra agrícola y niveles de productividad de la tierra se muestra en la figura 9. Tanto en 1960 como en 1970 se dio una estrecha asociación entre uso de fertilizantes por hectárea y producto por hectárea. En 1970 el coeficiente de correlación fue 0,89 para los 41 países: 0,81 para el grupo de tipo americano, 0,89 para el grupo de tipo europeo y 0,86 para el grupo de tipo japonés. Así pues, fue relativamente alto para cada agrupación por dotación de recursos. En contraste con el caso del uso de tractores, la utilización intensiva de fertilizantes es importante para elevar la productividad de la tierra, no sólo en los países de orientación biológica-tecnológica de tipo japonés, sino también en los países de orientación mecánica-tecnológica de tipo americano. El menor nivel de productividad del trabajo en países en desarrollo, como Paraguay, México y Perú, del grupo de tipo americano, no sólo se debe a su ratio más bajo tierra/trabajo sino también por su baja productividad de la tierra. En éstos, como en otros países, la baja productividad de la tierra está asociada con niveles bajos de uso de fertilizantes. El bajo nivel de fertilización refleja típicamente un nivel bajo de biotecnología disponible para los agricultores y/o precios relativos de los fertilizantes altos.

Comparando la posición relativa de cada país en la figura 7 con las posiciones de estos mismos países en la figura 9, podemos observar el contraste entre los tres tipos de agrupamientos por dotación de factores. Por ejemplo, el ratio tractor/trabajo era el

más alto para los Estados Unidos pero tenían un ratio moderado de fertilizantes/tierra. Este contraste era exactamente al contrario para Japón. Para países desarrollados como Bélgica y Holanda, en el grupo de tipo europeo, ambos ratios eran relativamente altos (18).

Tanto los fertilizantes como los tractores son productos industriales. El uso de estos insumos está generalmente asociado con el nivel de industrialización en cada país. Esto da como resultado una alta correlación entre el nivel de uso de estos dos insumos en las comparaciones de sección transversal entre países. Los coeficientes de correlación son 0,84 para todos los países, 0,93 para los del grupo tipo americano, 0,91 para los europeos, y 0,81 para los del grupo tipo japonés. Esto implica que las productividades del trabajo más altas están asociadas no sólo con mayores usos de tractor por trabajador sino también con mayores niveles de fertilización por trabajador ( $r = 0,92$  entre productividad del trabajo y el ratio fertilizantes/trabajo para todos los países, 0,89 para el grupo tipo americano, 0,94 para el grupo tipo europeo, 0,83 para el grupo tipo japonés). En sentido técnico, los fertilizantes son sustitutivos de la tierra. Pero una correlación tan alta confirma el importante papel de los otros insumos corrientes (incluyendo productos químicos para la agricultura, semillas y gasóleo) añadidos a los fertilizantes para incrementar la productividad del trabajo. Esto es por supuesto consistente con la experiencia japonesa donde los incrementos de las cosechas han representado hasta hace poco tiempo la fuente principal de mejora de la productividad del trabajo.

Las combinaciones de factor-factor entre trabajo, tierra, fertilizantes, y tracción mecánica han sido discutidas en relación con las diferencias entre países de productividad del trabajo y de la tierra. Además, el «stock» de capital como las plantas perennes son recursos importantes utilizados en la producción agraria. Las

---

(18) En Hayami y Ruttan, *Agricultural Development*, fig. 4-2, pág. 72, ambos ratios fueron comparados internacionalmente para 1960. Comparando los resultados de 1960 con los del presente estudio para 1970, las posiciones relativas de los Estados Unidos y Japón permanecen invariables; sin embargo, los niveles relativos del ratio tractor/trabajo en los países desarrollados europeos se han acercado a los niveles de Estados Unidos durante 1960-70, principalmente debido a los considerables decrecimientos del trabajo agrario en esos países.

diferencias en la intensidad de estos insumos de capital en relación con el trabajo o la tierra (ratios capital/trabajo o capital/tierra) entre los países debe tenerse en cuenta, en parte, para explicar las diferencias de productividad entre algunos países.

Sin embargo, las interrelaciones entre esos coeficientes y los niveles de productividad no son tan claras como en el caso de los tractores y los fertilizantes. El coeficiente de correlación fue 0,77 entre el coeficiente ganado/trabajo y el de productividad del trabajo, y 0,73 entre la relación ganado/tierra y el coeficiente de productividad de la tierra para todos los países. También fue muy bajo a escala regional (excepto el de 0,86 para la primera relación en el grupo de tipo americano). En el caso de las plantas perennes, era aún más bajo. El coeficiente fue 0,48 entre la relación plantas/tierra y el coeficiente de productividad de la tierra para todos los países. Apenas existía correlación entre la relación plantas perennes/trabajo y la productividad del trabajo. Aun cuando esa correlación más baja podría deberse a la tosquedad de nuestras estimaciones para las plantas perennes, concluimos que los baches de productividad entre países se hallan mucho más estrechamente asociados con las diferencias en el uso de insumos técnicos modernos producidos en el sector industrial, como tractores y fertilizantes, que con las diferencias en esas formas de *stock* de capital producido por la explotación agrícola.

El *stock* agregado de capital agrícola fijo, que incluye los tres tipos de capital fijo material analizados en este estudio (ganado, plantas perennes y tractores), se halla estrechamente asociado con los coeficientes de productividad del trabajo y la tierra (19). Si se excluyen ocho países para los cuales no se dispone de datos sobre plantas perennes, el coeficiente de correlación entre la relación capital/trabajo y el coeficiente de productividad del trabajo fue 0,76 para todos los países. Pero fue 0,91 para el grupo de tipo

---

(19) En el *stock* de capital agrícola aquí estimado sólo se incluyen el ganado, los tractores y las plantas perennes cultivadas con fines agrícolas. Por tanto, es incompleta la cobertura de las estimaciones. La agregación se ha hecho usando ponderaciones japonesas, debido a la falta de datos. Por tanto, las estimaciones se hacen en términos de precios relativos japoneses. Sobre los procedimientos de estimación y sobre los datos, véase el Apéndice B. A causa de la falta de datos, no se incluye el valor de las plantas perennes en la estimación del *stock* de capital de Bangladesh, Canadá, Finlandia, Mauricio, Noruega, Pakistán, Suecia y Reino Unido.



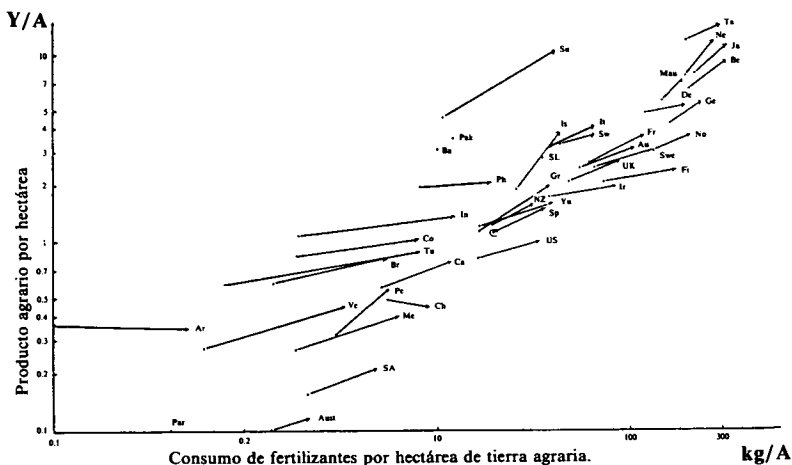


Figura 9. Comparaciones entre países de los cambios en el producto agrario por hectárea y en el consumo de fertilizantes por hectárea de superficie agraria, 1960-70 (en log.). Fuente: Tablas 7 y A.2., y Hayami y Ruttan, *Agricultural Development*, para 1960.

americano y sólo 0,42 para el grupo de tipo japonés (y 0,64 para el grupo de tipo europeo). De esto parece deducirse que la intensidad de capital es un factor más importante que explica las diferencias de productividad del trabajo en el grupo de tipo americano, pero menos importante en el grupo de tipo japonés. El papel de los insumos corrientes, como los fertilizantes, será más crítico a la hora de determinar la productividad agrícola del grupo de tipo japonés. Podemos observar esas diferencias entre los grupos de países en la figura 10.

El coeficiente de correlación entre la relación capital/tierra y el coeficiente de productividad de la tierra fue 0,88 en el grupo de países de tipo europeo, 0,78 en el grupo de tipo americano y 0,57 en el grupo de tipo japonés. En los países europeos la productividad de la tierra ha preocupado, en relación con la producción agraria, más que en los de tipo americano. En el grupo de tipo japonés, la contribución de la intensidad de capital a la productividad de la tierra sólo es ligeramente más importante que la in-

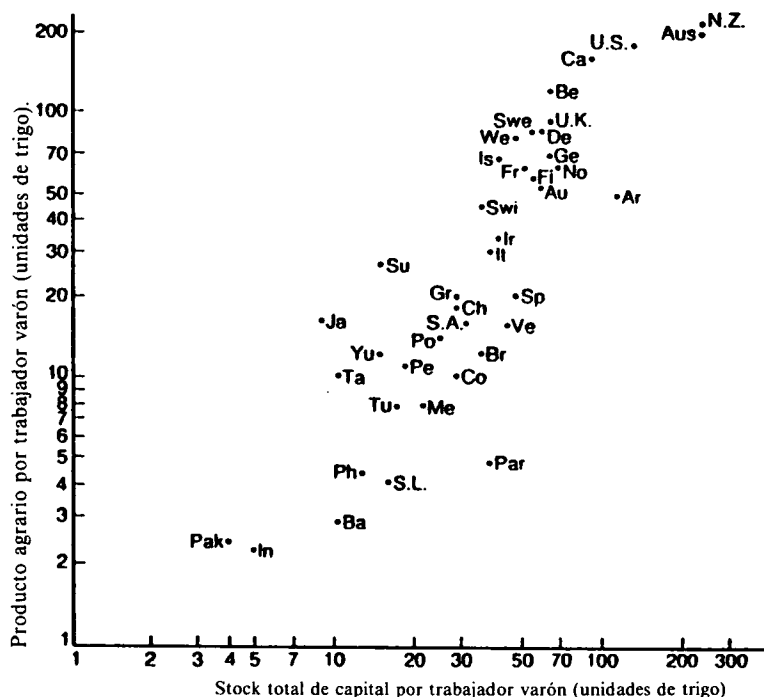


Figura 10. Comparación internacional de *stock* de capital y producto agrario por trabajador varón (escala logarítmica), 1970. Fuentes: tablas 7 y A.2.

tensidad de trabajo, a juzgar por la magnitud del coeficiente de correlación (20).

Los datos presentados en la figura 11 indican que, a pesar de las continuas diferencias de intensidad en el uso de los factores en los tres grupos de países, hubo tendencia, tanto en el grupo de tipo japonés como en el de tipo americano, a converger hacia la pauta europea de uso de los factores entre 1960 y 1970. Los países del grupo de tipo japonés que habían alcanzado el nivel más

(20) Esto no significa negar la importancia del *stock* de capital en la producción agraria de Asia. Según Yamada, *Comparative Analysis*, en países en los que es alta la intensidad de capital, como Japón, Malasia, Hong-Kong y Sri Lanka, también es relativamente alta la productividad agrícola.

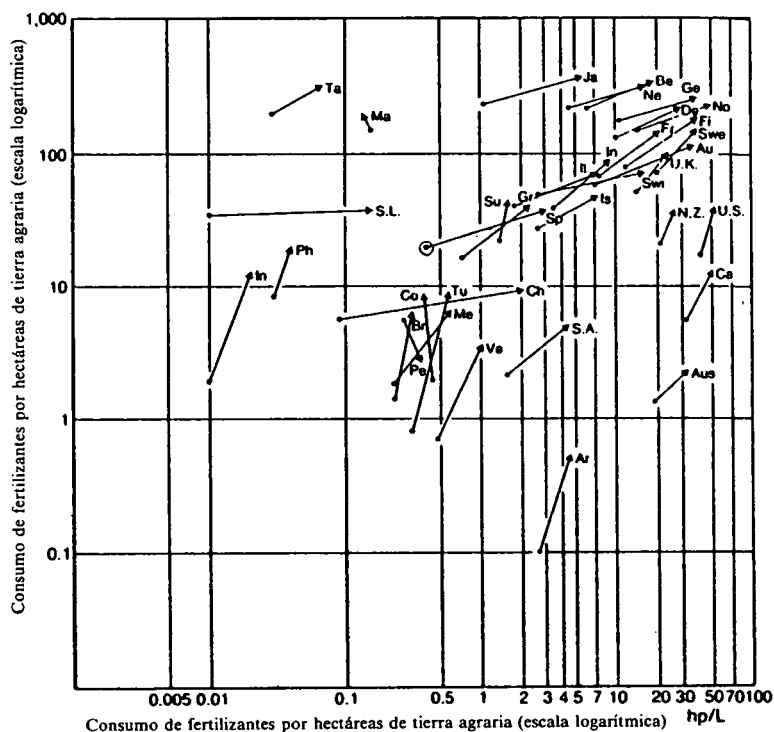


Figura 11. Comparación de sección mixta entre países de cambios en la potencia de tractores en caballos por trabajador varón y en el consumo de fertilizantes por hectárea de tierra agraria, 1960-1970 (escala logarítmica). Fuentes: tablas 7 y A.2 para 1970; Hayami y Ruttan, *Agricultural Development*, para 1960.

alto de uso de fertilizantes por hectárea en 1960, como Japón, Taiwan y Sri Lanka, experimentaron un crecimiento más rápido de la potencia de los tractores en caballos por trabajador que del uso de fertilizantes por hectárea entre 1960 y 1970. En cambio, los países del grupo de tipo americano experimentaron aumentos más rápidos del uso de fertilizantes por hectárea que de la potencia de los tractores por trabajador.

Los efectos de estos cambios en el uso de los factores y en la productividad de los mismos durante el decenio de 1960-1970

no fueron totalmente congruentes con nuestras expectativas. Los datos ofrecidos en la figura 7 indican que la repercusión incremental de insumos adicionales de potencia de tractores en el producto por trabajador entre 1960 y 1970 fue mayor en los países que ya habían alcanzado elevados niveles de mecanización que en los países caracterizados por un nivel más bajo de mecanización. Análogamente, los datos ofrecidos en la figura 9 indican que la repercusión incremental del consumo adicional de fertilizantes por hectárea entre 1960 y 1970 fue mayor en los países que ya habían alcanzado elevados niveles de uso de fertilizantes por hectárea.

El resultado es algo sorprendente, ya que las previsiones eran que la nueva tecnología de «semillas-fertilizantes», o «revolución verde», que estaba introduciéndose en muchos países en desarrollo a mediados y finales del decenio de 1960, daría lugar a un rápido aumento del uso de fertilizantes y del producto por hectárea en países en los que previamente no se disponía de la apropiada tecnología biológica. Una explicación posible es que la difusión de la nueva tecnología biológica no había avanzado en 1970 lo suficiente para ejercer una repercusión importante en las pautas de crecimiento de la productividad, y que las tendencias de 1960-1970 del uso de los factores y de su productividad eran simplemente un reflejo de la continuación del impulso de las diferencias históricas en el acceso a la tecnología mecánica y biológica entre los países más avanzados y los países en desarrollo. Una segunda alternativa es que la menor aportación incremental de los aumentos del uso de energía mecánica por trabajador y de fertilizantes por hectárea fuera debida a desfases en la introducción de componentes complementarios en la combinación de técnicas que constituye una tecnología biológica o mecánica eficiente.

Vamos a aclarar este punto refiriéndonos a la nueva tecnología de semillas-fertilizantes en la figura 12.

La curva  $A_0D_0$  representa la envolvente de las curvas de respuesta (la función de metaproducción) que relacionan el uso de fertilizantes por hectárea ( $F/A$ ) con el rendimiento por hectárea ( $Y/A$ ) para los países A, C y D en el periodo 0. La curva de respuesta  $A_0$  es característica de un país que tiene acceso a un nivel relativamente bajo de tecnología biológica en el periodo 0. Las curvas de respuesta  $C_0$  y  $D_0$  son características de países que

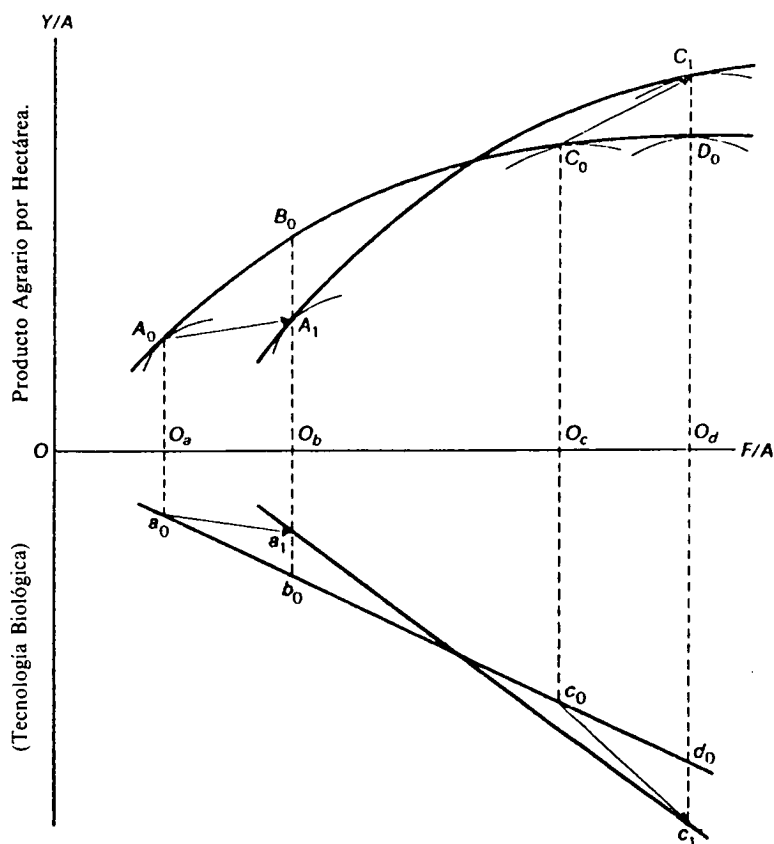


Figura 12. Impacto del sesgo usando fertilizantes en el uso de fertilizantes y en el producto por hectárea.

tienen acceso a niveles más avanzados de tecnología biológica en el período 0.

Las diferencias entre las distintas curvas de respuesta podrían reflejar, por ejemplo, diferentes niveles de adopción de tecnología de riego. La curva  $a_0d_0$  representa la relación entre el nivel de tecnología biológica y el nivel óptimo de uso de fertilizantes por hectárea en cada país. El efecto de la introducción, entre el período 0 y el 1, de un progreso en el nivel de tecnología biológica,

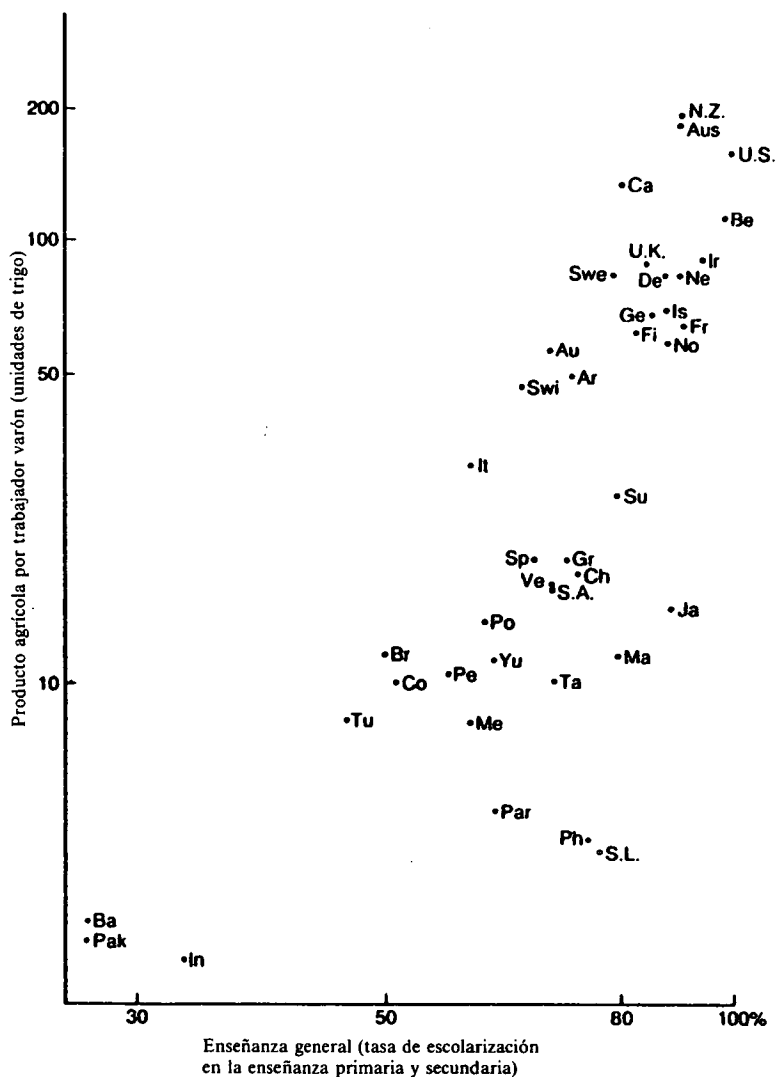


Figura 13. Comparación internacional de enseñanza general y producto agrícola por trabajador varón (escala logarítmica), 1970. Fuentes: tablas 7 y A.3. Nota: el promedio 1955-1960-1965 se utiliza para las estadísticas de enseñanza general.

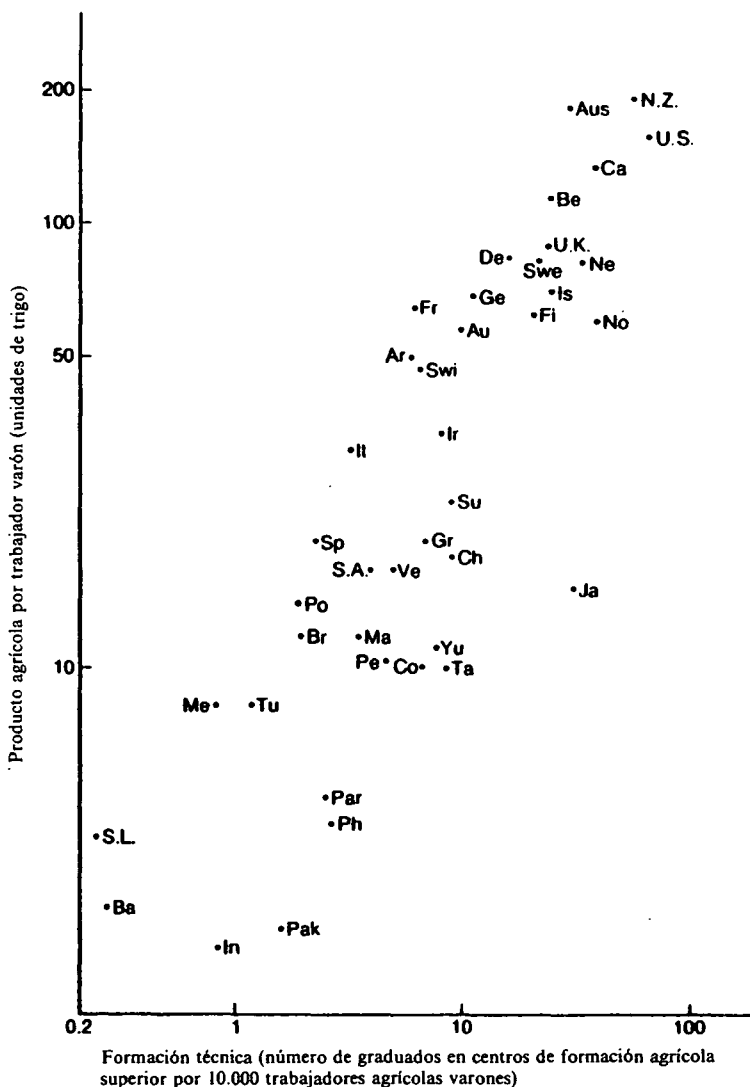


Figura 14. Comparación internacional de formación técnica y producto agrícola por trabajador varón (escala logarítmica), 1970. Fuentes: tablas 7 y A.3.

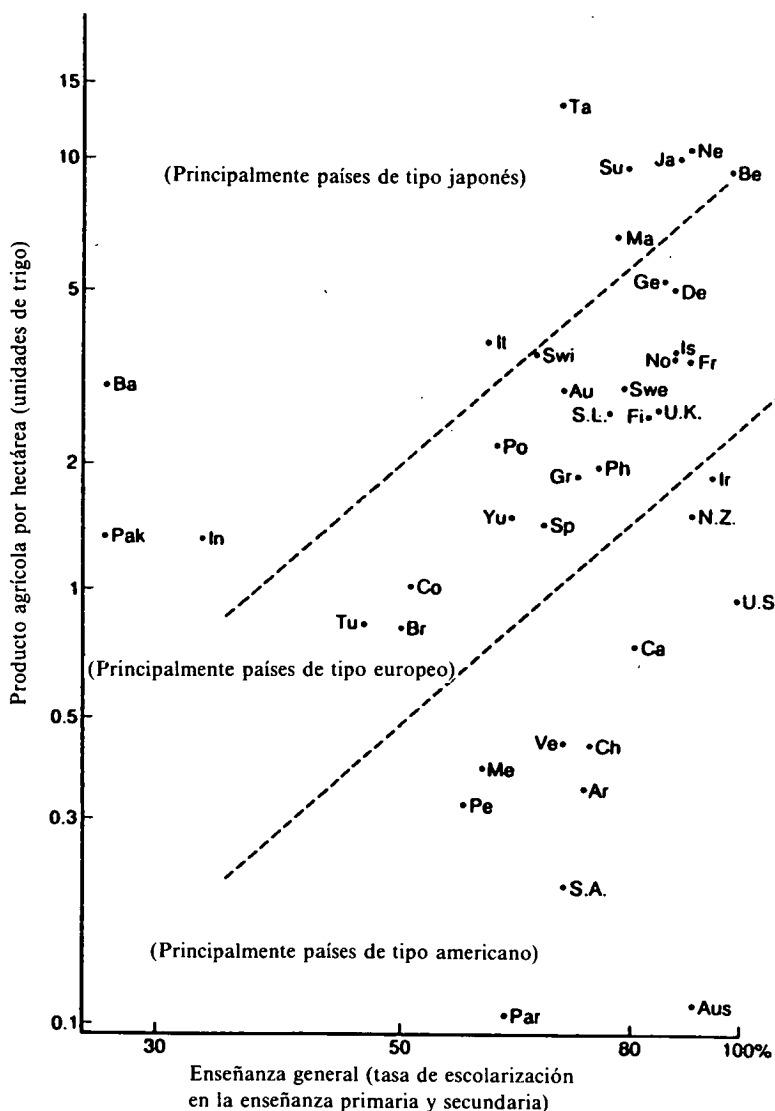


Figura 15. Comparación internacional de enseñanza general y producto agrícola por hectárea de tierra agrícola (escala logarítmica), 1970. Fuentes: tablas 7 y A.3. Nota: se utiliza el promedio de 1955-1960-1965 para las estadísticas de enseñanza general.



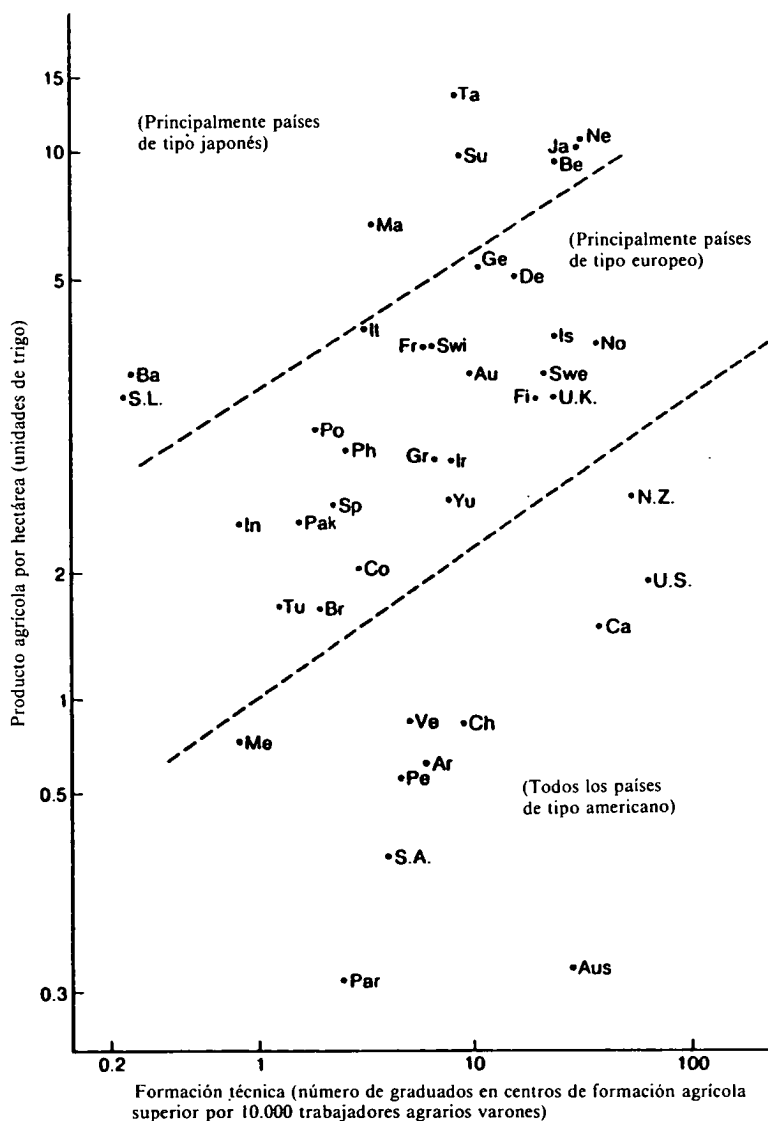


Figura 16. Comparación internacional de formación técnica y producto agrícola por hectárea de tierra agrícola (escala logarítmica), 1970. Fuentes: tablas 7 y A.3.

como puedan ser variedades vegetales más sensibles a los fertilizantes, consiste en desplazar las curvas de respuesta de cada país hacia arriba y a la derecha. Si existe complementariedad entre tecnología de riego y nueva tecnología de semillas-fertilizantes, el efecto es un desplazamiento sesgado de las curvas individuales de respuesta. Los países caracterizados por bajos niveles de tecnología biológica en 1960 se hallaban en una posición más débil para aprovechar la nueva tecnología de semillas-fertilizantes que los caracterizados por niveles más elevados de tecnología biológica en 1960. La nueva función de metaproducción se representa por  $A_1C_1$  y la nueva función de tecnología biológica se representa como  $a_1c_1$ . Los cambios en el uso de fertilizantes y en la producción por hectárea presentados en la figura 9 son consistentes con un desplazamiento en la función de metaproducción como el ilustrado en la figura 12.

## **DIFERENCIAS DE PRODUCTIVIDAD Y CAPITAL HUMANO**

Las combinaciones de factor-factor entre los insumos primarios tradicionales han sido ampliamente discutidas en relación con las diferencias entre países en la productividad del trabajo y de la tierra. Además, los niveles de insumos no convencionales como educación, investigación y extensión de las innovaciones actúan al desplazar la función de producción y, de esta forma, contribuyen a las diferencias de productividad agraria entre países. Como «proxies» para medir estos insumos de capital humano se han utilizado dos medidas de los niveles de educación relacionados con las diferencias de productividad:

- a) Tasa de escolarización en los niveles primario y secundario, el cual representa el nivel de educación general (EG), y
- b) El número de graduados en la escuela de agronomía por 10.000 trabajadores agrarios varones que recoge el nivel de educación en las ciencias y tecnología agrarias (ET).

La educación general suponemos que influye en la eficiencia con que los agricultores toman decisiones con respecto al uso de los recursos y a la obtención de la habilidad en el uso de estos

recursos. Los graduados en agronomía representan la mayor fuente de personal técnico para la investigación y extensión agrarias. En un intento de convertir el coeficiente de matriculación en una medida del *stock* de educación se han utilizado las series de medias de los datos para 1960, 1965 y 1970. Y para comprobar el posible retardo en los efectos de la educación general en los agricultores adultos se han empleado, alternativamente, las series de medias de 1955-60-65.

La correlación entre estas medidas del capital humano y los niveles de productividad del trabajo en 1970 se muestra en las figuras 13 y 14. El coeficiente de correlación entre TE y la productividad del trabajo era relativamente alto —0,86 comparado con 0,74 entre  $GE_{60-65-70}$  y la productividad del trabajo; y 0,76 entre  $GE_{55-60-65}$  y la productividad del trabajo para los 41 países. Es interesante resaltar que los coeficientes de correlación eran incluso superiores dentro de los tres grupos de países: el coeficiente de correlación entre ET y la productividad del trabajo era 0,92 para el grupo de países de tipo americano, 0,85 para el grupo de tipo europeo, y 0,79 para el grupo de tipo japonés; el coeficiente de correlación entre  $GE_{55-60-65}$  y la productividad del trabajo era 0,92 para los de tipo americano, 0,87 para los de tipo europeo, y 0,78 para los de tipo japonés (veánse las figs. 13 y 14).

La relación entre las medidas de capital humano y la productividad de la tierra no están claras para el grupo completo de 41 países (fig. 15). Los coeficientes de correlación entre la productividad de la tierra y  $GE_{55-60-65}$  y  $GE_{60-65-70}$  fueron sólo 0,22 y 0,17 respectivamente. Una posible explicación de estos bajos coeficientes de correlación es que las medidas de capital humano empleadas estaban normalizadas en términos *per cápita* pero no en unidades de superficie de tierra. A pesar de esto cuando desagregamos agrupando por productividades aparece una correlación razonablemente alta en los tres grupos de países: el coeficiente de correlación entre  $GE_{55-60-65}$  y la productividad de la tierra era 0,58 en el grupo de tipo americano, 0,77 en el grupo de tipo europeo, y 0,67 en el grupo de tipo japonés (fig. 16).

La relación entre TE y la productividad de la tierra era similar: el coeficiente de correlación era 0,54 en los de tipo americano, 0,72 en los de tipo europeo y 0,78 en los de tipo japonés, a pesar de ser sólo 0,21 para el conjunto de los 41 países.

Estas observaciones apoyan la idea de que el capital humano medido como educación general y educación técnica, juega un papel significativo en la mejora de la productividad del trabajo bajo condiciones de dotación de factores tierra/trabajo similares.

## EXPLICACIÓN DE LAS DIFERENCIAS DE PRODUCTIVIDAD ENTRE PAÍSES

En la sección anterior estudiábamos las relaciones entre diferencias de productividad y cada uno de los distintos coeficientes de dotación de factores. Sin embargo, cada combinación factor-factor afecta a la productividad asociada con otras combinaciones de factores. Para identificar las fuentes de las diferencias de productividad entre países con mayor precisión, se estimaron funciones de producción de países mediante el análisis de sección mixta. A continuación se analizaron las fuentes de las diferencias de productividad de acuerdo con el método de explicación empleado por Hayami y Ruttan (21). El material presentado en esta sección debe considerarse preliminar, ya que seguimos experimentando con la forma y especificación funcionales.

La función de producción es de la forma Cobb-Douglas (lineal logarítmica). Los coeficientes de la función de producción Cobb-Douglas pueden interpretarse como las elasticidades de producción con respecto a los insumos y la importancia relativa de cada factor como una fuente de diferencias de producto entre países. Las diferencias de producto agrícola por trabajador (o por hectárea de tierra) pueden atribuirse a diferencias del nivel de

---

(21) Aun cuando los datos utilizados en este estudio eran nuevos para 1970, el método de explicación es el mismo que el del capítulo 5, «Fuentes de las diferencias de productividad agrícola entre países», de Hayami y Ruttan, *Agricultural Development*, págs. 86-107. Véanse en el capítulo las discusiones sobre el marco conceptual y los detalles del método y bibliografía relacionada con esta materia. Se reconoce que el uso de la función de producción Cobb-Douglas no es enteramente congruente con la hipótesis de complementariedad de los factores esbozada en la figura 1. Una solución a este problema, la estimación de coeficientes individuales de aumento de los factores, la ha empleado Hans Binswanger, «Measurement of Technical Change Biases with Many Factors of Production», *American Economic Review* 64 (diciembre 1974): 964-76.

diferentes insumos por trabajador (o por hectárea de tierra) ponderados por los respectivos coeficientes de producción.

Las variables específicas utilizadas en el estudio son insumos convencionales como el trabajo, la tierra, el ganado, los fertilizantes y la maquinaria, y las variables no convencionales de desplazamiento, enseñanza general (la tasa de escolarización en los niveles primario y secundario) y enseñanza técnica (el número de graduados por 10.000 agricultores varones) (22). Todas las variables se refieren a 1970, excepto la tasa de escolarización, dos series de la cual, los promedios para 1955, 1960 y 1965, y para 1960, 1965 y 1970, se utilizaron con el fin de convertir la tasa de escolarización a una medida de la enseñanza general y comprobar la existencia de un posible desfase en el efecto de la enseñanza general sobre el primero y segundo nivel de la capacidad técnica y de decisión de los agricultores.

Se estimaron tres clases de modelos de regresión: *a*) una función agregada normal sin restricciones de producción para el sector agrícola; *b*) una función de producción por trabajador, en la que el producto por trabajador se regresó con insumos convencionales por trabajador y con insumos no convencionales, y *c*) una función de producción por hectárea en la que se regresó el producto por hectárea con insumos convencionales por hectárea y con insumos no convencionales (23). En *b*) y *c*) se supusieron rendimientos constantes de escala y que la suma de los coeficientes de los insumos convencionales era igual a la unidad. Las estimaciones se basaron en los datos para los 41 países (24). Los

---

(22) Las plantas perennes también se incluyen en algunas especificaciones de la estimación de la función de producción. Su coeficiente estimado fue estadísticamente significativo para  $P = 0,005$  (contraste de una cola), pero algunos otros coeficientes fueron de signo negativo y estadísticamente no significativos. Por otra parte, no se contaba con datos para ocho países, tal como se indicó en la nota 19. Por ello, se excluyeron de la función de producción empleada en el análisis y de la explicación de las diferencias de productividad.

(23) La función de producción fue estimada para varios grupos de países: así, por ejemplo, *a*) los grupos americano, japonés y europeo de dotación de factores, y *b*) los grupos de países con desarrollo alto, medio y bajo. Además, se aplicaron diversas especificaciones de regresión, aparte de las enumeradas en la tabla 10.8. Sin embargo, los resultados fueron en su mayoría no plausibles, ya que algunos coeficientes fueron de signo negativo y/o estadísticamente no significativos.

(24) En la obra de Hayami y Ruttan, el tamaño de la muestra de las regresiones estimadas fue de 37 ó 38. A efectos comparativos, se eliminaron de algunas

resultados se resumen en la tabla 4. En general, los coeficientes de producción estimados bajo diferentes especificaciones fueron estadísticamente significativas, excepto los referentes a la tierra y la enseñanza general (25).

Todos los *coeficientes de fertilizantes* fueron estadísticamente significativos. Oscilaron entre 0,23 y 0,32. Estos límites son bastante superiores a los estimados por Hayami y Ruttan para 1960, 0,09 a 0,16 (26). Los resultados del análisis de regresión son congruentes con la impresión, basada en la figura 8, de que entre 1960 y 1970 la aportación incremental de los fertilizantes al producto por hectárea fue máxima en los países que ya estaban usando niveles relativamente altos de fertilizantes por hectárea. En contraste con el coeficiente de fertilizantes, no se estimaron para 1970 *coeficientes de tierra* estadísticamente significativos. Contrasta esto con los resultados para 1960 obtenidos por Hayami y Ruttan, normalmente del orden de 0,06-0,07. Parece razonable suponer que al menos parte de este cambio del coeficiente de fertilizantes en comparación con el coeficiente de tierra se debió a una combinación de descenso del precio de los fertilizantes con un desplazamiento inducido de la función de metaproducción asociada con la introducción de la nueva tecnología de semillas-fertilizantes, o «revolución verde», entre 1960 y 1970.

Los *coeficientes de trabajo* para 1970 fueron estadísticamente significativos casi en su totalidad. Oscilaron, en las distintas regresiones, entre 0,21 y 0,40. Estos resultados son menores que las estimaciones obtenidas por Hayami y Ruttan para 1960, que oscilaron entre 0,34 y 0,47. En contraste con el descenso de los coeficientes de trabajo, los coeficientes de maquinaria tendieron a aumentar entre 1960 y 1970. Los *coeficientes de maquinaria* oscilaron entre 0,11 y 0,15 en 1970, en contraste con 0,10 o menos en 1960. Así pues, los resultados del análisis de regresión son com-

---

de las regresiones para 1970 Bangladesh, Pakistán, Paraguay, Portugal y Yugoslavia. No obstante, no hubo diferencia significativa en el coeficiente estimado en la regresión de la misma especificación entre tamaños de muestra de 41 a 36.

(25) Es posible que el bajo coeficiente de tierra en 1970 pueda haberse debido asimismo en parte a la alta intercorrelación entre tierra y ganado. En 1970, el coeficiente de correlación entre tierra y ganado fue 0,92. También se observó una elevada intercorrelación entre fertilizantes y potencia de tractores (0,84) y entre trabajo y ganado (0,76).

(26) Hayami y Ruttan, *Agricultural Development*, pág. 93 (tabla 5.1.).

Tabla 8. Estimaciones de la función internacional de producción de sección mixta para la agricultura, 1970

	Regresión <sup>a</sup>								
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
Trabajo	0.209** (0.063)	0.317** (0.086)	0.325** (0.090)	0.265 <sup>b</sup>	0.389 <sup>b</sup>	0.398 <sup>b</sup>	0.265** (0.062)	0.389** (0.068)	0.398** (0.079)
Tierra	0.026 (0.074)	0.024 (0.075)	0.019 (0.074)	0.019 (0.079)	0.011 (0.077)	0.005 (0.075)	0.019 <sup>b</sup>	0.011 <sup>b</sup>	0.005 <sup>b</sup>
Ganado	0.247** (0.102)	0.223* (0.109)	0.234* (0.104)	0.244* (0.109)	0.230* (0.113)	0.244* (0.106)	0.244* (0.109)	0.230* (0.113)	0.244* (0.106)
Fertilizante	0.312** (0.082)	0.247** (0.088)	0.243** (0.089)	0.323** (0.087)	0.237** (0.090)	0.226** (0.090)	0.323** (0.087)	0.237** (0.090)	0.226** (0.090)
Maquinaria	0.117* (0.067)	0.118* (0.070)	0.113* (0.066)	0.149* (0.069)	0.133* (0.072)	0.126* (0.067)	0.149* (0.069)	0.133* (0.072)	0.126* (0.067)
Enseñanza general promedio de 60-65-70		-0.034 (0.329)			0.075 (0.334)			0.075 (0.334)	
promedio de 55-60-65			0.075 (0.316)			0.264 (0.299)			0.264 (0.299)
Formación técnica		0.140* (0.076)	0.135* (0.075)		0.170* (0.076)	0.155* (0.076)		0.170* (0.076)	0.155* (0.076)
Coefficiente de determinación	0.947	0.952	0.952	0.923	0.934	0.935	0.919	0.930	0.932
Suma de coeficientes de insumos convencionales	0.911	0.929	0.934	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota:

Las ecuaciones son lineales logarítmicas. Las desviaciones típicas de los coeficientes estimados se incluyen entre paréntesis.

<sup>a</sup>En las regresiones Q1, Q2 y Q3, tanto el producto como los insumos de factores se expresan en unidades reales. Estas tres ecuaciones se estiman sin restricción alguna.

En las regresiones Q4, Q5 y Q6, el producto y los insumos convencionales (es decir, la tierra, el ganado, los fertilizantes y la maquinaria) se expresan por trabajador. La suma de los coeficientes convencionales fue igual a la unidad sin restricciones.

En las regresiones Q7, Q8 y Q9, el producto y los insumos convencionales de factores (es decir, el trabajo, el ganado, los fertilizantes y la maquinaria) se expresan por hectárea, y la suma de los coeficientes fue igual a la unidad sin restricciones.

<sup>b</sup>Coefficiente implícito.

\*Significativo para  $P = 0.05$  (prueba de una cola).

\*\*Significativo para  $P = 0.01$  (prueba de una cola).

Fuente:

Basado en los datos del Apéndice B.

patibles con la impresión, basada en la figura 7, de que entre 1960 y 1970 la aportación incremental de la mecanización al producto por trabajador fue máxima en los países que ya estaban muy mecanizados. Los resultados indican un sesgo de uso de maquinaria en el cambio técnico, que conduce a una mayor sustitución de trabajo por maquinaria entre 1960 y 1970.

El *coeficiente de ganado* para 1970 osciló entre 0,11 y 0,15; extremos aproximadamente iguales a los de los resultados de Hayami-Ruttan para 1960.

El *coeficiente de enseñanza general* fue negativo en Q2, donde se utilizaron los promedios de 1960, 1965 y 1970. Cuando se utilizaron los promedios de 1955, 1960 y 1965, el coeficiente de enseñanza general osciló entre 0,08 y 0,26, aunque tampoco fue estadísticamente significativo. En cambio, el coeficiente de la otra variable no convencional, la formación técnica fue estadísticamente significativo, oscilando entre 0,14 y 0,17. Su nivel fue el mismo que el de 0,14-0,18 para 1960 estimado por Hayami y Ruttan, mientras que el nivel del coeficiente de enseñanza general estimado aquí fue menor que el recorrido 0,29-0,32 estimado para 1960 con carácter nacional agregado, como en el presente estudio, por Hayami y Ruttan. No sabemos por qué la variable enseñanza general funcionó menos eficazmente en el estudio de sección mixta de 1970 que en el anterior del mismo tipo de 1960 realizado por Hayami y Ruttan.

A pesar de las limitaciones de los resultados de la regresión de sección mixta para 1970, se adoptó el siguiente conjunto de elasticidades de producción a efectos explicativos: 0,35 para el trabajo, 0,02 para la tierra, 0,25 para el ganado, 0,25 para los fertilizantes, 0,13 para la maquinaria, 0,25 para la enseñanza general y 0,15 para la formación técnica (27). No obstante, nos sen-

---

(27) El conjunto adoptado de coeficientes para la explicación en la obra de Hayami y Ruttan fue el siguiente: 0,40 para el trabajo, 0,10 para la tierra, 0,25 para el ganado, 0,15 para los fertilizantes, 0,10 para la maquinaria, 0,40 para la enseñanza y 0,15 para la investigación y extensión agraria.

En un estudio reciente, Robert E. Evenson y Yoav Kislev, *Agricultural Research and Productivity* (New Haven: Yale University Press, 1975), han utilizado una función de producción del tipo Cobb-Douglas y datos de 1960 y 1955-1960-1965-1968 para estimar funciones internacionales de producción de sección mixta. La base de datos utilizada es semejante a la usada por Hayami y Ruttan en *Agricultural Development*, pero añadieron datos de 1968 y una nueva variable



tiríamos más a gusto en relación con la explicación del crecimiento si los coeficientes de tierra fueran mayores, los coeficientes de fertilizantes menores y más firmes los coeficientes de enseñanza general.

Se ha intentado explicar las diferencias de productividad entre Estados Unidos y otros cinco países: *a)* Argentina, país poco desarrollado del grupo de tipo americano; *b)* Japón, país desarrollado, e India, país poco desarrollado, del grupo de tipo japonés, y *c)* Dinamarca, país desarrollado, y Turquía, país poco desarrollado, del grupo de tipo europeo.

Las fuentes de las diferencias de productividad del trabajo entre Estados Unidos y esos cinco países se presentan en la tabla 9. Cada columna compara las diferencias porcentuales de producto agrario por trabajador entre cada país y Estados Unidos, ponderando las combinaciones lineales de diferencias porcentuales de las variables de insumos por las elasticidades especificadas de producción. El índice con la diferencia de producto por trabajador igual a 100 se da entre paréntesis.

La diferencia de producto agrícola por trabajador entre Estados Unidos e India fue el 98%; entre Estados Unidos y Turquía, el 95%; entre Estados Unidos y Argentina, el 68%. La diferencia fue el 90% en el caso de Japón y del 46% en el caso de Dinamarca. Las cuatro variables convencionales incluidas en la función explicaron el 56-67% de las diferencias de producto agrícola por trabajador entre Estados Unidos y esos países.

Los fertilizantes y la maquinaria fueron fuentes importantes de diferencias de productividad entre Estados Unidos y todos los demás países. También fue importante el ganado, excepto para Argentina, donde la intensidad de ganado por trabajador es se-

---

basada en las publicaciones sobre ciencias agrícolas de 1948 a 1960 para representar la investigación o el *stock* de conocimientos. En la tabla 11 se ofrece una comparación de los coeficientes de la función de producción obtenidos por Evenson-Kislev y Hayami-Ruttan con las estimaciones obtenidas en este estudio.

Así pues, los coeficientes estimados de las variables no siempre fueron estables o estadísticamente significativos en diferentes especificaciones de la función de producción en sus estudios, y discreparon en muchos casos de los estimados por Hayami y Ruttan y de los del presente estudio. Los resultados de esos diferentes esfuerzos de investigación indican que son necesarios nuevos estudios de la forma funcional y especificación de la función de producción y de los métodos utilizados para explicar las diferencias de productividad entre países.

Tabla 9. Explicación de las diferencias de productividad del trabajo en la agricultura entre Estados Unidos y países seleccionados, 1970

País	Grupo de tipo americano		Grupo de tipo japonés		Grupo de tipo europeo	
	Menos desarrollados Argentina	(USA)	Desarrollados Japón	Menos desarrollados India	Desarrollados Dinamarca	Menos desarrollados Turquía
Diferencia de producto por trabajador varón, porcentaje	68.2(100)*	(USA)	90.4(100)	(USA)	98.5(100)	(USA)
Tierra	0.3(0)	2.0(2)	2.0(2)	2.0(2)	1.8(4)	1.9(2)
Ganado	1.6(2)	24.2(27)	23.8(24)	11.3(25)	22.8(24)	22.8(24)
Fertilizantes	24.7(36)	22.8(25)	24.9(25)	10.1(22)	24.6(26)	24.6(26)
Maquinaria	11.9(17)	11.6(13)	13.0(13)	5.6(12)	12.9(14)	12.9(14)
Porcentaje de diferencia explicado por las cuatro variables	38.5(56)	60.6(67)	63.7(65)	28.8(62)	62.2(66)	62.2(66)
Enseñanza general	6.8(10)	2.8(3)	16.8(65)	3.0(7)	13.5(14)	13.5(14)
Formación técnica	13.6(20)	7.9(9)	14.8(15)	11.3(25)	14.7(16)	14.7(16)
Porcentaje de diferencia explicado por el capital humano	20.4(30)	10.7(12)	31.6(32)	14.3(31)	28.2(30)	28.2(30)
Porcentaje de diferencia explicado: total	58.9(86)	71.3(79)	95.3(97)	43.1(93)	90.4(95)	90.4(95)

\*Los números entre paréntesis son porcentajes haciendo el producto por trabajador igual a 100.  
Fórmula explicativa:

$$\frac{y_o - y_e}{y_e} = 0.02 \frac{a_o - a_e}{a_e} + 0.25 \frac{S_o - S_e}{S_e} + 0.25 \frac{f_o - f_e}{f_e} + 0.13 \frac{m_o - m_e}{m_e} + 0.25 \frac{E_o - E_e}{E_e} + 0.15 \frac{U_o - U_e}{U_e}$$

donde  $y$ ,  $a$ ,  $s$ ,  $f$ ,  $m$  son, respectivamente, el producto, la tierra, el ganado, los fertilizantes y la maquinaria por trabajador varón;  $E$  y  $U$  son, respectivamente, la enseñanza general (tasa de escolarización) y la formación técnica; el subíndice  $o$  representa otro país, y  $e$  Estados Unidos.

mejante a la de Estados Unidos. La tierra no fue una fuente significativa de diferencias de productividad del trabajo entre Estados Unidos y otros países en el presente estudio. El coeficiente de tierra en la función estimada de producción que se utilizó como ponderación explicativa fue muy bajo (tabla 8).

Las variables no convencionales de capital humano explicaron el 30-32% de la diferencia de producto por trabajador entre Estados Unidos y Argentina, India, Dinamarca y Turquía, pero sólo el 12% de la diferencia entre Estados Unidos y Japón. La formación técnica por sí sola explicó el 15-25% de la diferencia entre Estados Unidos y Argentina, India, Dinamarca y Turquía, y el 9% de la existente entre Estados Unidos y Japón. Así pues, aunque se renunciara a la variable de enseñanza general a causa de su débil coeficiente en las estimaciones de 1970, el capital humano seguirá siendo un factor importante para explicar las diferencias de productividad entre países.

El caso de Argentina es particularmente interesante, porque la dotación de tierra y trabajo es sustancialmente igual a la de Estados Unidos. Las diferencias de producto por trabajador debidas a la tecnología representada por los fertilizantes y la maquinaria, junto con el menor nivel de inversión en enseñanza general y formación técnica, explican la mayor parte de las diferencias de producto por trabajador entre Estados Unidos y Argentina. El caso de Japón es interesante porque la dotación de recursos tradicionales y la tecnología incorporada explican su pequeña participación relativa. El caso de Dinamarca tiene interés porque su pequeña participación en la diferencia se explica por las variables incorporadas a las funciones de metaproducción con análisis de sección mixta entre países. Las diferencias de inversión en capital humano son muy importantes en todos los países, salvo Japón (tabla 9).

Las fuentes de diferencias de producto agrario por hectárea de tierra cultivada entre Japón y los demás países también se presentan en la tabla 10. La diferencia de coeficientes producto/tierra entre Japón y cada país fue el 97% para Argentina; el 87-92% para India, Estados Unidos y Turquía, y el 51% para Dinamarca. El porcentaje de las diferencias de productividad explicado por las cuatro variables convencionales osciló entre el 45% para India y el 97% para Estados Unidos.

Los insumos técnicos explicaron el 35% de las diferencias de productividad de la tierra entre Japón e India. Como el coeficiente trabajo/tierra en la India no difiere mucho del de Japón, sólo explicó el 7% de la diferencia de productividad. Esta fue casi compensada por la aportación negativa del coeficiente ganado/tierra. En las comparaciones entre Japón y Estados Unidos, el 25 y el 13% de las diferencias de productividad fueron explicadas por el uso de fertilizantes y tractores por hectárea, respectivamente. Además, el 27 y el 20% de la diferencia de productividad fue explicado por el trabajo y el ganado. Las fuentes de las diferencias de productividad de la tierra entre Japón, Argentina y Turquía fueron semejantes a las diferencias entre Japón y Estados Unidos. Entre el 32 y el 38% de la diferencia se debió al trabajo, el 17-20% al ganado, el 25-27% a los fertilizantes y el 13-14% a la maquinaria. Más de la mitad de la diferencia de productividad de la tierra entre Dinamarca y Japón se debió a diferencias de intensidad de trabajo. Un tercio de la diferencia de productividad se debió a los fertilizantes y la maquinaria. Como la relación ganado/tierra en Dinamarca es mucho mayor que en Japón, el ganado pesa negativamente con el 18%. Las cuatro variables convencionales explican el 78% de la diferencia de productividad de la tierra entre esos dos países. También el capital humano es una fuente importante de diferencias de productividad de la tierra entre países, así como de la productividad del trabajo. Es particularmente importante como explicación de las diferencias entre Japón e India y Turquía.

Las diferencias entre las ponderaciones utilizadas para explicar las diferencias de productividad en el análisis de sección mixta entre países en este estudio y las utilizadas en el estudio anterior de Hayami-Ruttan se han mencionado varias veces. Parecen deberse en parte a desplazamientos no neutrales de los coeficientes de fertilizantes en relación con la tierra y de la maquinaria en relación con el trabajo. También es posible que los índices de tecnología mecánica, de tecnología biológica y de capital humano sean sesgados, o que la forma funcional utilizada en la estimación no sea enteramente satisfactoria. Se ha hecho un intento de comprobar la sensibilidad de los resultados que figuran en las tablas 9 y 10 utilizando las ponderaciones de Hayami-Ruttan para 1960 para explicar las diferencias de productividad para 1970 entre los

Tabla 10. Explicación de las diferencias de productividad de la tierra en la agricultura en Japón y países seleccionados, 1970

País	Grupo de tipo japonés	Grupo de tipo americano		Grupo de tipo europeo	
	Menos desarrollados India	Desarrollados EE.UU.	Menos desarrollados Argentina	Desarrollados Dinamarca	Menos desarrollados Turquía
Diferencia de producto por hectárea, porcentaje	87,2(100) <sup>a</sup>	90,5(100)	96,5(100)	50,8(100)	91,9(100)
Trabajo	5,9(7)	34,7(38)	34,6(36)	31,9(63)	29,8(32)
Ganado	-3,6(-4)	18,4(20)	18,2(19)	-9,2(-18)	15,5(17)
Fertilizantes	24,1(28)	22,4(25)	25,0(26)	9,9(19)	24,4(27)
Maquinaria	13,0(15)	11,9(13)	12,9(13)	6,9(14)	12,8(14)
Porcentaje de diferencia explicado por las cuatro variables	39,4(45)	87,4(97)	90,7(94)	39,5(78)	82,5(90)
Enseñanza general	15,7(18)	-3,1(-3)	4,5(5)	0,3(1)	12,1(13)
Formación técnica	14,6(17)	-16,5(-18)	12,1(13)	7,3(14)	14,4(16)
Porcentaje de diferencia explicado por el capital humano	30,3(35)	-19,6(-22)	16,6(17)	7,6(15)	26,5(29)
Porcentaje de diferencia explicado: total	69,7(80)	67,8(75)	107,3(111)	47,1(93)	109,0(119)

Nota:

La fórmula de explicación es la misma que la de la tabla 9, excepto en que las variables se han normalizado por hectárea, en lugar de por trabajador.

<sup>a</sup>Los números entre paréntesis son porcentajes haciendo el producto por trabajador igual a 100.

seis países. En general, el porcentaje de la variación total de la productividad de la tierra y el trabajo explicado usando las ponderaciones de 1960 no difirió notablemente de la variación explicada usando ponderaciones de 1970. Hubo, sin embargo, tendencia a que una parte menor de las diferencias totales de productividad del trabajo y la tierra fueran explicadas por las cuatro variables convencionales y una parte mayor por las variables de capital humano cuando se usaron las ponderaciones de 1960, en lugar de las de 1970.

El análisis de las variaciones de los coeficientes de productividad y de las fuentes de diferencias de productividad, antes ofrecido, indica qué insumos técnicos, como los fertilizantes y la maquinaria, se han vuelto más importantes en comparación con la tierra y el trabajo no diferenciados para explicar las diferencias de productividad en 1970 que en 1960. No obstante, al interpretar estos resultados, debe tenerse en cuenta que tanto el índice de tecnología biológica (fertilizantes/hectárea) como el índice de tecnología mecánica (potencia/trabajador) son claramente incompletos y con frecuencia pueden ser medidas sesgadas. En el caso de la tecnología biológica, por ejemplo, sería deseable, tal como se supuso anteriormente, incluir otras medidas de la tecnología biológica, como el nivel de riego y la introducción de nuevas variedades vegetales (véase la fig. 12). El efecto de la omisión de otros componentes de la tecnología biológica puede ser un sesgo al alza del coeficiente de tecnología biológica en 1970, en comparación con 1960, a consecuencia de las diferencias de disponibilidad de tecnología biológica complementaria entre los países con bajo uso de fertilizantes y los países con elevado consumo de fertilizantes. Análogamente, el coeficiente de tecnología mecánica puede estar sesgado al alza en 1970 en comparación con 1960, a causa de la diferencia de disponibilidad de componentes complementarios de la tecnología mecánica.

## **PERSPECTIVAS**

Conviene en este momento reformular el problema que debe resolverse en cualquier análisis de la innovación inducida. En la figura 1 se supone que el coeficiente trabajo/tierra en Japón pue-

de representarse mediante una recta que arranca del origen y pasa por  $P$ , y que el coeficiente trabajo/tierra en Estados Unidos puede representarse mediante una recta que arranca del origen y pasa por  $Q$ . Se supone, asimismo, que la pendiente de la recta  $BB$  representa la relación entre precios de los factores en Japón, donde la tierra es cara en comparación con el trabajo, mientras que la pendiente de  $CC$  representa la relación de precios de los factores en Estados Unidos, donde el trabajo es caro en comparación con la tierra. Si las posibilidades de sustitución de la tecnología agrícola disponible pueden representarse mediante un mapa de iso-cuántas con pequeña curvatura, como  $I^*_0 I_0$  las diferencias de relaciones de precios entre Japón y Estados Unidos podrían explicarse por simple sustitución debida al cambio de los precios de los factores dentro de una función común de producción. En cambio, si las posibilidades de sustitución entre trabajo y tierra se representan por  $I_0$  en Japón y por  $I_1$  en Estados Unidos, los puntos  $P$  y  $Q$  no representarían combinaciones alternativas de factores dentro de funciones de producción con igual intensidad de factores.

Los resultados, tanto del análisis con series temporales como del análisis de sección mixta, son compatibles con la hipótesis de la innovación inducida. Sin embargo, no constituyen un contraste adecuado de la hipótesis (28). El análisis presentado no nos permite determinar si los cambios en el uso de los factores describen: a) el efecto de productores agrícolas que responden al valor económico de la tierra en comparación con los fertilizantes o del trabajo en comparación con la maquinaria dentro de una función invariable neoclásica de macroproducción, o b) si la función de producción utilizable por los agricultores se ha desplazado hacia la izquierda a lo largo del tiempo y entre países a consecuencia de la respuesta del esfuerzo técnico de científicos, ingenieros e inventores al cambio de las relaciones entre los precios de los factores.

---

(28) Puede encontrarse un análisis riguroso de la hipótesis de innovación inducida en la agricultura norteamericana en Hans P. Binswanger, «The Measurement of Technical Change Biases». Binswanger concluye que en Estados Unidos el descenso a largo plazo de los precios de los fertilizantes no indujo un sesgo de uso de fertilizantes en el cambio tecnológico. En el caso de la tecnología mecánica fueron importantes tanto los efectos inducidos por los precios como los autónomos.

La magnitud de los desplazamientos de los precios relativos de los factores y del uso de los factores presentada en el análisis de series temporales y de las diferencias de uso de los factores entre los países crea, sin embargo, una presunción de que intervenía el proceso de innovación inducida.

Los resultados de este análisis son congruentes con la conclusión a la que llegaron Hayami y Ruttan en su primer trabajo: que la incapacidad para aprovechar totalmente el crecimiento potencial derivado del uso del capital humano y de los insumos técnicos constituye una limitación importante para el desarrollo agrícola. Los resultados del análisis de sección mixta para 1970 de la aportación de la enseñanza general a la productividad agrícola son algo menos claros que los del análisis de sección mixta de 1960. No obstante, el conjunto de pruebas examinadas en este estudio y en el anterior parece reforzar la conclusión de que las variaciones de los insumos técnicos y de capital humano son generalmente más importantes que las limitaciones de la dotación de recursos para explicar las diferencias de producto por trabajador. En los países desarrollados, el capital humano y los insumos técnicos se han convertido en la fuente dominante de crecimiento del producto. Las diferencias de dotación de recursos naturales han explicado en proporción cada vez menor la diferencia creciente de productividad entre los países. Las diferencias de productividad en la agricultura son cada vez más función de la inversión en educación de la población rural y en capacidad científica e industrial, más que de la dotación de recursos humanos. El descenso de los coeficientes de trabajo y tierra en comparación con los demás coeficientes en el período relativamente breve transcurrido desde el estudio de Hayami-Ruttan proporciona un nuevo punto de apoyo, además de las relaciones estudiadas en este artículo, de la conclusión sobre la importancia descendente de la tierra y el trabajo «en bruto» como explicación de las diferencias de productividad.

La incorporación de los progresos científicos y técnicos a los insumos disponibles por los agricultores representa, evidentemente, una condición necesaria para abandonar las restricciones a la agricultura impuestas por la oferta inelástica de factores tradicionales. No obstante, para un país que se halle en las primeras etapas del desarrollo económico, las innovaciones técnicas son uno



de los productos más difíciles de obtener. De hecho, parece conveniente plantear la cuestión de si, en las condiciones modernas, las fuerzas asociadas con la transferencia internacional de tecnología agrícola son tan dominantes como para viciar el proceso de cambio técnico inducido.

Podría afirmarse, por ejemplo, que el predominio de los países desarrollados en los campos de la ciencia y la tecnología eleva el coste, e incluso excluye la posibilidad, de la invención de tecnologías biológicas y mecánicas adaptadas localmente a la dotación de recursos de un país o región determinados. Este razonamiento se ha formulado primordialmente en relación con la difusión de tecnología mecánica procedente de países desarrollados a países en desarrollo. Se ha afirmado que la pauta de organización de la producción agrícola adoptada por los países más desarrollados —dominada por los sistemas mecanizados de producción de gran escala que se utilizan tanto en las economías socialistas como en las no socialistas— impide que represente un papel eficaz un sistema agrícola basado en unidades agrícolas de producción en pequeña escala comerciales o semicomerciales.

El potencial de desarrollo de tecnologías específicas para dotaciones nacionales o regionales de factores aumenta, sin embargo, debido al hecho de que en la agricultura la tecnología tiende a adaptarse a determinada localización, lo que también ocurre relativamente con la tecnología mecánica. Al parecer, es el carácter localista de la tecnología agrícola el responsable de las relaciones entre los cambios en el uso de los factores y la productividad entre 1960 y 1970 (figs. 7 y 9).

La transferencia de tecnología agrícola se produce más bien a través de un proceso de adaptación a las condiciones locales que a consecuencia de la transferencia directa de equipo y diseños. La capacidad para tomar prestada la tecnología depende de la institucionalización de la investigación interna y de la capacidad de desarrollo de la ciencia y tecnología agrícolas. Así pues, para que un país o región adquiera capacidad para recoger o transferir tecnología, necesita desarrollar la capacidad para adaptar e inventar tecnologías que respondan específicamente a la propia dotación de factores (29).

---

(29) Véase Robert E. Evenson y Hans P. Binswanger, «Technology Transfer

A nuestro juicio, si no se consigue institucionalizar eficazmente la investigación agrícola del sector público, pueden producirse graves distorsiones del sistema de cambio técnico y del uso de recursos. La homogeneidad de la mayor parte de los productos agrarios y el tamaño relativamente pequeño de la explotación agrícola hacen imposible que la explotación agrícola individual pueda soportar los costes de investigación o aprovechar una parte significativa de los beneficios de la innovación científica y técnica. Sin embargo, la innovación en tecnología mecánica ha sido mucho más sensible que la tecnología biológica al mecanismo de estímulo que actúa en el sector privado. Generalmente, ha sido más difícil que la empresa innovadora aprovechara más que una pequeña parte del mayor flujo de ingresos resultante de la innovación en tecnología biológica en comparación con la tecnología mecánica.

Si no se compensa la eficacia del sector privado para responder a los estímulos al progreso en la tecnología mecánica (y en los campos de la tecnología biológica y química en los que los progresos del conocimiento pueden incorporarse a productos patentados) con innovaciones institucionales capaces de una respuesta igualmente eficaz a los estímulos al progreso en la tecnología biológica, se produce un sesgo de la trayectoria de productividad que es incongruente con la dotación de factores, en particular con la dotación de factores de los países menos desarrollados, que utilizan intensivamente el trabajo. La explosión de la población activa prevista para las zonas rurales de los países menos desarrollados en el decenio de 1970 implica que la falta de diseño de tecnologías agrícolas congruentes con mayores densidades de la población en las zonas rurales será extremadamente costosa. Es posible dar al menos una respuesta parcial a esta preocupación.

La prueba del próximo decenio para muchos países en desarrollo consistirá en comprobar si serán capaces de aprovechar las fuentes relativamente baratas de crecimiento que les ofrece la inversión en capital humano y los nuevos potenciales que pueden conseguirse con los progresos de la tecnología biológica.

---

and Research Resource Allocation», en Hans P. Binswanger y Vernon W. Ruttan (dirs. de ed.), *Induced Innovation: Technology Institutions and Development* (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1978).

Tabla 11. Diversas estimaciones de los coeficientes de la función de producción agrícola con datos entre países

	Evenson-Kislev		Hayami-Ruttan		Estudio presente	
	1960	1955-60-65-68	1960	1965	1955-60-65	1970
Trabajo	0,274-0,438**	-0,012-0,259*	0,335-0,474**	(0,390)	(0,405)	0,209-0,398**
Tierra	-0,002-0,038	-0,010-0,190*	0,056-0,097	0,043	0,066**	0,005-0,024
Ganado	0,285-0,311**	0,296-0,450**	0,191-0,263**	0,273**	0,286**	0,223-0,244**
Fertilizantes	0,018-0,173**	0,048-0,222**	0,090-0,161*	0,142**	0,137**	0,226-0,323**
Maquinaria	0,140-0,197**	0,018-0,138**	0,040-0,192*	0,152**	0,106**	0,113-0,149**
Enseñanza general	0,130-0,168	0,075-0,128*	0,290-0,324	0,356	0,243**	-0,034-0,264
Formación técnica	0,168-0,175*	-0,009-0,087*	0,139-0,195**	0,099**	0,122**	0,135-0,170**
Investigación	0,088-0,091**	0,046-0,148**				

Nota:

Los paréntesis representan un coeficiente implícito.

\*\*Estadísticamente significativo para  $P = 0,05$  (prueba de una cola).

\*Estadísticamente significativo en algunos casos.

## Apéndice A

*Producto, productividad de los factores y precios de los factores para Japón, Alemania, Dinamarca, Francia, Reino Unido y Estados Unidos, 1880-1970.*

El Apéndice A se publicó por vez primera en Hans P. Binswanger y Vernon W. Ruttan (dirs. de ed.), *Induced Innovation: Technology and Development* (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1978). Copyright 1978, The National Bureau of Economic Research.

Tabla A.1. Japón: Producto, productividad de los factores y precios de los factores, 1880-1970

Año	Producto (Y)		Trabajadores varones (L)		Tierra agrícola (A)		Unidades de trigo por año-hombre		Hombres por unidad de trigo		Unidades de trigo por hectárea		Hectáreas para producir una unidad de trigo		Tierra por trabajador		Salario (M/día)		Precio de la tierra		Días de trabajo para comprar una Ha	
	Unidades de trigo (000)	Índice (1880 = 100)	Número (000)	Índice (1880 = 100)	Hectáreas (000)	Índice (1880 = 100)	(Y/L)	(1)	(L/Y)	(8)	(Y/A)	(9)	(A/Y)	(10)	(A/L)	(11)	(P <sub>L</sub> )	(12)	(P <sub>A</sub> )	(13)	(P <sub>A</sub> /P <sub>L</sub> )	(14)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)
1880	15.706	100,0	8.332	100,0	5.493	100,0	1,89	0,530	2,86	0,350	0,659	(0,183)	(0,343)	(1,874)								
1890	18.795	119,7	8.354	100,3	5.712	104,0	2,25	0,444	3,29	0,304	0,684	0,183	0,343	1,874								
1900	21.755	138,5	8.475	101,6	6.024	109,7	2,57	0,390	3,61	0,277	0,711	0,371	0,968	2,609								
1910	26.755	170,3	8.527	102,3	6.466	117,7	3,14	0,319	4,14	0,242	0,758	0,469	1,613	3,439								
1920	32.249	205,3	7.626	91,5	6.940	126,3	4,23	0,236	4,65	0,215	0,910	1,472	3,882	2,637								
1925	32.674	208,0	7.386	88,6	6.875	125,2	4,42	0,226	4,75	0,210	0,931	1,424	3,822	2,683								
1930	35.079	223,3	7.631	91,6	6.931	126,2	4,60	0,218	5,06	0,198	0,908	1,098	3,206	2,920								
1940	37.060	236,0	6.263	75,2	7.088	129,0	5,92	0,169	5,23	0,191	1,132	—	—	—								
1950	34.608	220,3	7.692	92,4	6.792	123,6	4,50	0,222	5,10	0,196	0,883	—	—	—								
1960	52.436	333,9	6.232	74,8	7.048	128,3	8,41	0,119	7,44	0,134	1,131	484,000	1,429,528	2,954								
1970	67.305	428,5	4.267	51,2	6.713	122,4	15,77	0,0634	10,03	0,0997	1,573	1,794,000	2,358,431	1,315								

Nota:

Los datos son un promedio de cinco años centrado en el año que se cita.

Fuente:

Yujiro Hayami, *A Century of Agricultural Growth in Japan* (Minneapolis y Tokio: University of Minnesota Press y University of Tokyo Press, 1975).

Producto: tabla A-1 (col. 8), casado con el valor de 1958-1962 del producto en unidades de trigo, tomado de Yujiro Hayami y Vernon Ruttan, *Agricultural Development: An International Perspective*, tabla A-5.

Tierra: tabla A-4 (col. 3), multiplicado por 1,14, proporción de la tierra agrícola a la tierra arable en el Censo de Agricultura de 1960.

Trabajo: tabla A-3 (col. 1).

Precio del trabajo: tabla A-2 (col. 4); se utiliza para 1880 el valor de 1890.

\*Aquí existe discrepancia con respecto a las revisiones que nos envió Hayami en mayo de 1974, ya que este autor no usó sus últimos datos, como lo hicimos nosotros, sino que calculó a partir de Hayami y Ruttan, *Agricultural Development*, tabla S-2.

Tabla A.2. Alemania: producto, productividad de los factores y precios de los factores, 1880-1970

Año	Producto (Y)		Trabajadores varones (L)		Tierra agrícola (A)		Unidades de trigo por año-hombre (Y/L)		Hombres por unidad de trigo (L/Y)		Unidades de trigo por hectárea (Y/A)		Hectáreas para producir una unidad de trigo (A/Y)		Tierra por trabajador (A/L)		Salario (M/día) (P <sub>L</sub> )		Precio de la tierra (P <sub>A</sub> )		Días de trabajo para comprar una Ha (P <sub>A</sub> /P <sub>L</sub> )	
	Unidades de trigo (000)	Índice (1880 = 100)	Número (000)	Índice (1880 = 100)	Hectáreas (000)	Índice (1880 = 100)	hombre (Y/L)	(7)	de unidad (L/Y)	(8)	(Y/A)	(9)	(A/Y)	(10)	(A/L)	(11)	(P <sub>L</sub> )	(12)	(P <sub>A</sub> )	(13)	(14)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)																
1880	45.137	100,0	5.684	100,0	36.040 <sup>b</sup>	100,0	7,94	0,1259	1,25	0,798	6,34	1,36	1,315	967								
1890	52.061	115,3	5.520	97,1	35.320	98,0	9,43	0,1060	1,47	0,678	6,40	1,38	1,315	967								
1900	65.927	146,1	5.452	95,9	35.094	97,4	12,09	0,0827	1,88	0,532	6,44	1,68	1,368	814								
1910	75.367	167,0	5.746	101,1	34.878	96,8	13,12	0,0762	2,16	0,463	6,07	2,07	1,869	903								
1920	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1925 <sup>c</sup>	60.458	—	4.808	84,6	29.249	81,2	12,57	0,0795	2,07	0,484	6,08	3,07	2,730	889								
1930	(72.103)	(159,7)	4.547	80,0	29.375	81,5	15,99	0,0626	2,47	0,404	6,46	3,98	2,345	589								
1938 <sup>d</sup>	(86.644)	(192,0)	3.285	57,8	28.537	79,2	25,44	0,0393	2,93	0,342	8,69	3,50	2,188	625								
1950 <sup>e</sup>	(99.599)	(220,7)	2.258	39,7	14.033	38,9	17,38	0,0575	2,80	0,358	6,22	7,56	4.359	577								
	(97.947)	(217,0)																				
1960	57.023	—	1.613	28,4	14.239	39,5	35,35	0,0283	4,01	0,250	8,83	18,00	6.812	378								
	(142.550)	(315,8)																				
1968 <sup>f</sup>	72.073	—	1.214	21,4	13.871	38,5	59,37	0,0168	5,20	0,193	11,43	34,56	10.348	299								
	(180.183)	(399,2)																				
1970 <sup>g</sup>	74.073	—	1.142	20,1	13.578	37,7	71,40 <sup>h</sup>	0,0140	5,40	0,185	12,20	42,12	11.448	244								
	(185.964)	(412,0)																				

Nota:

Los datos son promedios de cinco años, centrados en los datos que se citan, excepto en lo siguiente: (a) 1880-1882; (b) sólo 1925; (c) sólo 1938; (d) sólo 1950. Las unidades de trigo y los índices que figuran entre paréntesis se han ajustado para reflejar los cambios de la superficie agrícola con el fin de obtener una serie de producto a largo plazo para una «Alemania no dividida».

Fuentes:

Los datos para 1880-1968 proceden de Adolf Weber, «Productivity Growth in German Agriculture, 1850 to 1970», University of Minnesota Department of Agricultural and Applied Economics, Staff Paper 73-1, agosto 1973; 1970: datos proporcionados por Adolf Weber, comunicación privada, marzo 1974, de las mismas fuentes que para 1880-1968.

Tabla A.3. Dinamarca: producto, productividad de los factores y precios de los factores, 1880-1970

Año	Producto (Y)		Trabajadores varones (L)		Tierra agrícola (A)		Unidades de trigo por años- hombre		Hombres año por unidad de trigo		Unidades de trigo por hectárea		Hectáreas para producir una unidad de trigo		Tierra por trabajador		Salario (M/día)		Precio de la tierra		Días de trabajo para comprar una Ha	
	Unidades de trigo (000)	Índice (1880 = 100)	Número (000)	Índice (1880 = 100)	Hectáreas (000)	Índice (1880 = 100)	(Y/L)	(L/Y)	(Y/A)	(A/Y)	(A/L)	(P <sub>1</sub> )	(P <sub>2</sub> /P <sub>1</sub> )	(P <sub>1</sub> )	(P <sub>2</sub> /P <sub>1</sub> )	(P <sub>1</sub> )	(P <sub>2</sub> /P <sub>1</sub> )	(P <sub>1</sub> )	(P <sub>2</sub> /P <sub>1</sub> )			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)		
1880	3.408	100,00	321	100,0	2.859	100,0	10,62	0,0942	1,192	0,839	8,91	1,6	611	382								
1890	3.882	113,9	326	101,6	2.913	101,9	11,91	0,0840	1,333	0,750	8,94	1,7	536	315								
1900	4.428	129,9	312	97,2	2.912	101,9	14,19	0,0705	1,521	0,658	9,33	2,1	536	255								
1910	5.837	171,3	346	107,8	2.883	100,8	16,87	0,0592	2,025	0,494	8,33	2,8	701	250								
1920	6.341	186,1	395	123,1	3.172	110,9	16,05	0,0623	1,999	0,500	8,03	5,9	1.413	240								
1925	6.830	200,4	404	125,9	3.217	112,5	16,91	0,0592	2,123	0,471	7,96	6,2	—	—								
1930	9.518	279,3	395	123,1	3.229	112,9	24,10	0,0415	2,948	0,339	8,18	5,2	1.186	228								
1940	9.015	264,5	391	121,8	3.218	112,6	23,06	0,0434	2,801	0,357	8,23	7,8	1.233	158								
1950	10.956	321,5	342	106,5	3.141	109,9	32,04	0,0312	3,488	0,287	9,18	21,5	2.459	114								
1960	14.378	421,9	303	94,4	3.094	108,2	47,45	0,0211	4,647	0,215	10,21	35,6	5.908	166								
1970	15.665	459,7	166	51,7	2.975 <sup>a</sup>	104,1	94,37	0,0106	5,266	0,190	17,92	71,9	12.743	177								

Nota:

Los datos son promedios de cinco años centrados en el año que se cita, excepto (a) sólo 1970.

Fuentes:

Los datos de 1880-1960 proceden de William W. Wade, «Institutional Determinants of Technical Change and Agricultural Productivity Growth» (Cuadros D-1 y D-4), tesis doctoral, Universidad de Minnesota, 1973; los datos de 1970 proporcionados por William W. Wade, comunicación privada, de las mismas fuentes que 1880-1960.

Tabla A.4. Francia: producto, productividad de los factores y precios de los factores, 1880-1970

Año	Producto (Y)		Trabajadores varones (L)		Tierra agrícola (A)		Unidades de trigo		Hombres por año		Unidades de trigo		Hectáreas para producir una unidad de trigo		Tierra por trabajador		Salario (M/día)		Precio de la tierra		Días de trabajo para comprar una Ha	
	Índice (1880 = 100)		Índice (1880 = 100)		Índice (1880 = 100)		por hombre		de trigo		por hectárea		de trigo		(A/L)		(P <sub>L</sub> )		(P <sub>A</sub> /P <sub>L</sub> )		(P <sub>A</sub> /P <sub>L</sub> )	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)
1880	36.589	100,00	4.970	100,0	34.594	100,0	7,36	0,1358	1,06	0,946	9,96	2,28	1,778	780								
1890	38.139	104,2	4.580	92,2	34.429	99,5	8,33	0,1201	1,11	0,903	7,52	2,43	1,778	689								
1900	40.636	111,1	5.020	101,0	35.200	101,8	8,09	0,1235	1,15	0,866	7,01	2,69	1,584	589								
1910	45.457	124,2	4.910	98,8	36.799	106,4	9,26	0,1080	1,24	0,810	7,49	3,00	1,583	528								
1920	46.146	126,1	4.540	91,3	36.219	104,7	10,16	0,0984	1,27	0,785	7,98	11,5	2,831	246								
1925	49.848	136,2	4.290	86,3	36.294	104,9	11,62	0,0861	1,37	0,723	8,45	14,9	4,055	272								
1930	53.464	146,1	4.040	81,3	35.566	102,8	13,23	0,0756	1,50	0,665	8,80	20,6	5,405	262								
1940	48.657	133,0	3.860	77,7	33.488	96,8	12,61	0,0793	1,45	0,688	8,68	33,1	5,200	157								
1950	51.311	140,2	3.300	66,4	33.562	97,0	15,55	0,0643	1,53	0,654	10,17	479,4	125.000	261								
1960	86.093	235,3	2.580	51,9	34.681	100,3	33,37	0,0300	2,48	0,403	13,44	1.508,0	250.000	166								
1970	122.346	334,4	2.041 <sup>a</sup>	41,1	33.035 <sup>b</sup>	95,5	59,94	0,0167	3,70	0,270	16,19	37,5	7.960	212								

Nota:

Los datos son promedios de cinco años centrados en el año que se cita, excepto (a) sólo 1968 y (b) sólo 1970.

Fuentes:

Los datos de 1880-1960 proceden de William W. Wade, «Institutional Determinants of Technical Change and Agricultural Productivity Growth» (tablas F.1 y F.4), tesis doctoral, Universidad de Minnesota, 1973; datos de 1970 proporcionados por William W. Wade, comunicación privada, de las mismas fuentes que 1880-1960.  
<sup>a</sup> En francos nuevos. Un franco nuevo es igual a 100 francos antiguos.



Tabla A.5. Reino Unido: producto, productividad de los factores y precios de los factores, 1880-1970

Año	Producto (Y)		Trabajadores varones (L)		Tierra agrícola (A)		Unidades por año		Hombres por unidad		Unidades por hectárea		Hectáreas para producir una unidad		Tierra por trabajador		Salario (M/día)		Precio de la tierra		Días de trabajo para comprar una Ha	
	Índice (1880 = 100)		Índice (1880 = 100)		Índice (1880 = 100)		Índice (1880 = 100)		Índice (1880 = 100)		Índice (1880 = 100)		Índice (1880 = 100)		Índice (1880 = 100)		Índice (1880 = 100)		Índice (1880 = 100)		Índice (1880 = 100)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)
1880	20.847	100,0	1.288	100,0	18.949	100,0	16,19	0,0618	1,10	0,909	14,71	2,6	2,588	995								
1890	21.696	104,1	1.235	95,9	19.331	102,0	17,57	0,0569	1,12	0,891	15,61	2,5	2,174	870								
1900	21.040	100,9	1.178	91,5	19.602	103,4	17,86	0,0559	1,07	0,932	16,64	2,6	2,065	794								
1910	21.696	104,1	1.221	94,8	19.484	102,8	17,77	0,0563	1,11	0,898	15,96	2,8	2,065	738								
1920	21.696	104,1	1.154	89,4	19.121	100,9	18,80	0,0532	1,13	0,881	16,57	7,9	1,720	218								
1925	21.889	105,0	1.199	93,1	19.798	104,5	18,26	0,0548	1,11	0,904	16,51	5,5	1,512	275								
1930	23.163	111,1	1.151	89,4	19.611	103,5	20,12	0,0497	1,18	0,847	17,04	5,8	1,096	189								
1940	27.332	131,1	1.079	83,8	19.453	102,7	25,33	0,0395	1,41	0,712	18,03	7,2	1,730	240								
1950	31.502	151,1	985	76,5	19.518	103,0	31,98	0,0313	1,61	0,620	19,82	17,1	4,051	237								
1960	38.605	185,2	853	66,2	19.894	105,0	45,26	0,0221	1,94	0,515	23,32	28,8	6,076	211								
1970	49.203	236,0	562	43,6	18.831 <sup>b</sup>	99,4	87,55	0,0114	2,61	0,383	33,51	55,5 <sup>a</sup>	11,260	203								

Nota:

Los datos son promedios de cinco años centrados en el año citado, excepto (a) sólo 1970.

Fuente:

Los datos de 1880-1960 proceden de William W. Wade, «Institutional Determinants of Technical Change and Agricultural Productivity Growth» (tablas G-1 y G-4), tesis doctoral, Universidad de Minnesota, 1973; datos de 1970 proporcionados por William Wade, comunicación privada, de las mismas fuentes que 1880-1960.

Tabla A.6. Estados Unidos: producto, productividad de los factores y precios de los factores, 1880-1970

Año	Producto (Y)		Trabajadores varones (L)		Tierra agrícola (A)		Unidades de trigo por año-hombre (Y/L)	Hombres por unidad de trigo (L/Y)	Unidades de trigo por hectárea (Y/A)	Hectáreas para producir una unidad de trigo (A/Y)	Tierra por trabajador (A/L)	Salario (M/día) (P <sub>L</sub> )	Precio de la tierra (P <sub>A</sub> )	Días de trabajo para comprar una hectárea (P <sub>A</sub> /P <sub>L</sub> )
	Unidades de trigo (000)	Índice (1880 = 100)	Número (000)	Índice (1880 = 100)	Hectáreas (000)	Índice (1880 = 100)								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1880	103.711	100,0	7.959	100,0	202.000	100,0	13,0	0,07670	0,513	1,95	25,4	0,90	163	181
1890	123.416	119,0	9.142	115,0	235.000	116,4	13,5	0,07410	0,526	1,90	25,7	0,95	132	139
1900	160.753	155,0	9.880	124,1	318.000	157,4	16,3	0,06150	0,506	1,98	32,2	1,00	129	129
1910	170.087	164,0	10.359	130,2	333.000	164,9	16,4	0,06090	0,511	1,96	32,1	1,35	213	158
1920	186.681	180,0	19.221	128,4	363.000	179,7	18,3	0,05480	0,514	1,94	35,5	3,30	352	107
1925	199.126	192,0	9.818	123,4	350.000	173,3	20,3	0,04930	0,569	1,76	35,6	2,35	269	114
1930	211.571	204,0	9.414	118,3	381.000	188,6	22,5	0,04450	0,555	1,80	40,5	2,15	247	115
1940	240.611	232,0	8.487	106,6	411.000	203,5	28,4	0,03530	0,585	1,71	48,4	1,60	180	113
1950	295.578	285,0	6.352	79,8	451.000	223,3	46,5	0,02150	0,655	1,53	71,0	4,50	389	86
1960	352.619	340,0	3.973	49,9	435.000	215,3	88,8 <sup>a</sup>	0,01130	0,811	1,23	109,5	6,60	711	108
1970	417.957	403,0	2.655	33,4	426.000	210,9	157,4	0,00635	0,981	1,02	160,5	11,58	1.247	108

Nota:

Los datos son promedios de cinco años centrados en el año que se cita.

Fuente:

Los datos de 1880-1960 proceden de Yujiro Hayami y Vernon W. Ruttan, *Agricultural Development: An International Perspective* (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1971), tablas C-2 y A-2. Valor para 1970: USDA: *Agricultural Statistics*, 1973, Índice de valor medio por acre, valor en marzo, tabla 619; Cambios en la producción y eficiencia, 1973, tabla 21, Índice de horas totales usadas para el trabajo agrícola; Cambios en la producción y eficiencia, 1973, tabla 25, Índice de propiedad inmobiliaria agrícola; Cambios en la producción y eficiencia, 1973, tabla 2, Índice de producto.

<sup>a</sup>Differe de Hayami y Ruttan, tabla 8-1, col. (6). El valor para 1960 en 8-1 es incorrecto. Unidades de trigo de 1960 = 352619. Tabla A-2; 1960. Trabajadores = 3973. Tabla C-2, col. 4-9.

## Apéndice B

### *Datos de sección mixta entre países para 1970*

En este apéndice explicaremos los datos utilizados para la comparación entre países de productividades agrícolas (1). Los datos fueron recogidos o estimados para 41 países para 1970 (2). Sin embargo, para reducir los efectos de la fluctuación anual, del producto agrario y del consumo de fertilizantes, se midieron en promedios de 1968-1972 y de 1969-1971, respectivamente.

### *Producto agrario (A1)*

La variable de producto estimada en este estudio (3) se especifica como producto agrario bruto, descontados los productos agrarios inter-

---

(1) Los datos de sección mixta entre países para 1970 utilizados en este estudio fueron estimados en parte sobre la base de los datos entre países para 1962-1966 recogidos en Yujiro Hayami, en colaboración con Barbara B. Miller, William W. Wade y Sachiko Yamashita, *An International Comparison of Agricultural Production and Productivities*. University of Minnesota Agricultural Experiment Station Technical Bulletin 277, marzo 1971. Los datos y análisis están recopilados en Yujiro Hayami y Vernon W. Ruttan, *Agricultural Development: An International Perspective* (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1971). Para mantener la comparabilidad, se han utilizado los mismos conceptos y métodos para estimar las variables de insumos y de producto para 1970, aunque en este estudio se estiman, además, categorías de insumos del *stock* de plantas perennes cultivadas con fines agrícolas y un agregado de diversos *stocks* de capital fijo, que no se incluyeron en absoluto en los estudios precedentes. En las fuentes citadas anteriormente pueden encontrarse explicaciones más detalladas de los conceptos y métodos.

(2) El número de países cuyos datos se recopilaron en los estudios de Hayami-Ruttan fue de 43. Sin embargo, debido a la falta de datos para 1970, se excluyeron del estudio Libia, Siria y la República Árabe Unida. En cambio, el antiguo Pakistán se dividió en Bangladesh y el nuevo Pakistán, resultando así 41 países tratados en el estudio.

(3) Recientemente hemos estimado una serie de producción agrícola agregada para países asiáticos utilizando precios relativos basados en el trigo para el período 1961-1965, que originariamente fueron utilizados en los números índice de la FAO de producción agrícola en Saburo Yamada, *A Comparative Analysis of Asian Agricultural Productivities and Growth Patterns* (Tokio: Asian Productivity Organization, 1975). Podríamos utilizar el mismo método de ponderación para estimar la producción agrícola en este estudio. No obstante, ello supondría un gran esfuerzo y mucho más tiempo del que permite el programa de la presente conferencia.

medios, como las semillas y los piensos (incluidos los piensos importados). Las series de productos medios para 1968-1972 fueron extrapoladas de los datos para 1962-1966, calculados por Yujiro Hayami y cols. (1971) utilizando los números índice de la Organización para la Agricultura y la Alimentación de la producción agraria total (FAO, 1972) para los respectivos países (4).

Los datos de 1962-1966 se ampliaron a partir de los datos de producto de 1957-1962 usando también las antiguas series del índice de producción de la FAO.

Las series de productos medios 1957-1962 se estimaron como sigue:

a) se restan las semillas, los piensos (incluidos los importados), los huevos para incubación y la leche para la cría de terneros de las cantidades de cada producto agrario obtenido; b) se agregan las cantidades mediante los tres conjuntos de precios relativos del trigo derivados de los precios en explotación (o de los precios de importación de los productos no obtenidos dentro del país) para Estados Unidos, Japón e India, para obtener tres series de producto agregado, y c) se combinan esas tres series en una sola serie compuesta tomando sus medias geométricas (5).

Los datos sobre las cantidades producidas se tomaron del *Production Yearbook* de la FAO, y los datos para el descuento de semillas y piensos, de la publicación *Food Balance Sheets*, también de la FAO.

No obstante, en Hayami y cols. (1971) no se dieron estimaciones del producto agrario de 1965 (promedio 1962-1966) para Mauricio, Paraguay y Surinam. Para esos países, el producto de 1968-1972 se extrapoló a partir de datos de 1960 (promedio 1957-1962) usando la tasa de crecimiento entre 1962-1966 y 1968-1972 en los índices FAO de los respectivos países. Como los datos de Pakistán eran anteriores a la independencia de Bangladesh, el producto de 1965 del antiguo Pakistán se dividió entre los dos países actuales usando los coeficientes de participación relativa en la producción agrícola de los dos países para 1961-1965 calculados en Yamada (1975).

---

(4) La proporción entre el promedio de 1968-1972 y el promedio de 1962-1966 de los números índice ( $1961-1965 = 100$ ) se multiplicó por el promedio de 1962-1966 de producto agrícola en términos de unidades de trigo estimadas en Hayami y cols., *International Comparison*, para cada país. Para Taiwan, se utilizó el promedio de 1969-1971, en lugar del de 1968-1972, a causa de la falta de datos.

(5) *Ibíd.* pág. 5.

### *Número de trabajadores varones en la agricultura (A2)*

El número de trabajadores varones en la agricultura (trabajadores agrícolas) se dedujo de los datos sobre la población económicamente activa de varones en ocupaciones agrícolas (agricultura, silvicultura, caza y pesca), publicados en *Yearbook of Labor Statistics*, varios números, por la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

A causa de la falta de factores adecuados de conversión, el número de trabajadores varones en la agricultura para 1970 se dedujo de la población ocupada en la agricultura en 1970 utilizando factores de conversión de 1960, esto es, las participaciones relativas del producto agrícola en el producto de la agricultura, silvicultura y pesca combinados, suponiendo que las productividades del trabajo son iguales en esas ocupaciones agrícolas. Los factores de conversión se dedujeron de Hayami y Rutan (1971), tabla A-2.

Para países en los que los datos de 1970 sobre la población económicamente activa de varones en ocupaciones agrícolas no estaban disponibles en los anuarios de la OIT, se utilizaron varios métodos para estimar los datos de 1970: a) extrapolaciones o interpolaciones usando las tasas de crecimiento entre los datos de años próximos que estaban disponibles en los anuarios de la OIT de Hayami y cols. (1971) para Australia, Austria, Grecia, India, Irlanda, Nueva Zelanda, Taiwan y Turquía; b) las proporciones de trabajadores varones con respecto al total de trabajadores en la agricultura para un año próximo, cuando se disponía de datos en los anuarios de la OIT, se multiplicaban por el total de trabajadores agrícolas para 1970 que figuraba en FAO (1972), tabla 5, para Bangladesh, Colombia, Francia, Mauricio, Holanda, Pakistán, Paraguay, España, Sri Lanka, Surinam y Reino Unido, y c) los datos de 1971 del anuario de la OIT se utilizaron para 1970 para Yugoslavia (6).

En el caso de Japón, el número de trabajadores agrícolas varones se tomó de Bureau of Statistics (1971), págs. 73-74, en lugar de recurrir a los datos de la OIT, ya que para Japón no es plausible el supuesto de productividad igual de la agricultura y de las demás ocupaciones agrícolas (7).

### *Superficie de tierra agrícola (A3)*

La superficie de tierra agrícola es la suma de las superficies de tierra

---

(6) *Ibid.* pág. 6.

(7) Si aplicamos el mismo método para Japón que para otros países, el número de trabajadores varones en la agricultura es de 3.419.000 en 1970, demasiado pequeño a la vista de los datos de la encuesta de población activa de Japón.

cultivable, tierra con cultivos permanentes y pastizales y praderas permanentes, datos que figuran en varios números de *Production Yearbook*, de la FAO. Al no poder encontrar ponderaciones apropiadas para la agregación, la suma se hizo sin ponderación.

En países sobre los que no se dispone de datos de 1970 relativos a la superficie de tierra agrícola, se hicieron extrapolaciones o interpolaciones usando tasas de crecimiento de años próximos disponibles en los datos de la FAO. Esos países son Argentina, Austria, Chile, Grecia, India, Paraguay, Perú, Portugal, Suráfrica, Surinam, Suiza, Taiwan, Reino Unido, Estados Unidos y Venezuela. Los datos de Bangladesh y Pakistán se tomaron de Yamada (1975), tabla 4.

#### *«Stock» de capital agrícola (A4-A7 y A9-A11)*

El *stock* de capital agrícola especificado en este estudio es el valor conjunto de ganado, maquinaria agrícola y plantas agrícolas perennes. El valor de los edificios e instalaciones agrícolas, incluidas las instalaciones de riego, se excluyó por falta de datos. La estimación de cada categoría de *stock* de capital y el método de agregación usado en este estudio son como sigue:

#### *Ganado (A9)*

El valor total del ganado agrega las distintas clases de animales en términos de las unidades de ganado de cada país. Los datos sobre el número de animales existente en las explotaciones agrícolas proceden de la FAO (1972). El tipo de animales y las unidades de ganado como ponderaciones de agregación son: camellos, 1,1; caballos, mulos y búfalos, 1,0; vacas y asnos, 0,8; cerdos, 0,2; ovejas y cabras, 0,1, y aves, 0,01. Estas unidades figuran en FAO (1971), pág. 716.

#### *Maquinaria (A10)*

Solamente los tractores agrícolas y los de huerta se cuentan como maquinaria agrícola en este estudio. Su número se agregó a modo de potencia en caballos, suponiendo que la potencia media de ambas clases de tractores era de 30 y 5 caballos, respectivamente. Los datos sobre el número de tractores en 1970 se tomaron de la FAO (1972).

### *Plantas perennes (A11)*

Con los datos disponibles, hubiera sido preferible ponderar las diferentes clases de plantas perennes por sus precios respectivos, sumando después sus valores para obtener un valor agregado de *stock* de capital. Pero, a causa de la falta de datos sobre la población de árboles o la superficie plantada de diversas plantas perennes y los valores unitarios de éstas, se utilizó la superficie total de tierra dedicada a cultivos permanentes como un indicador tosco, pero aproximado, de la cantidad total de plantas perennes como *stock* de capital. Los datos para 1970 se han tomado de FAO, *Production Yearbook*, varios números. Para los países de los que no disponíamos de datos sobre 1970, se llevaron a cabo extrapolaciones o interpolaciones usando tasas de crecimiento para un período próximo (Austria, India, Perú y Suiza) o datos de un año próximo (Argentina, Chile, Grecia, Paraguay, Portugal, Suráfrica, Surinam, Estados Unidos y Venezuela). En los países sobre los que no se disponía de información alguna relativa a los cultivos permanentes, no se estimaron las plantas perennes como *stock* de capital.

### *Valor agregado del ganado, las plantas perennes y la maquinaria (A4-A7)*

Las ponderaciones para agregar las cantidades de ganado, plantas perennes y maquinaria en un valor agregado de *stock* de capital fijo agrícola deben ser su promedio o precios relativos representativos de todos los países. Sin embargo, los precios medios de todos los países no se utilizaron a causa de la falta de datos; se utilizaron, en cambio, los precios relativos en términos de unidades de trigo para Japón en 1961-1965 como ponderaciones de agregación.

Los precios medios estimados que se han supuesto en este análisis son los siguientes: 60.000 yens por unidad de ganado, 25.000 yens por caballo de potencia de tractor y 680.000 yens por hectárea de tierra dedicada a cultivos permanentes. Los cálculos se basaron en varios números de *Noson Bukke Chingin Chosa Hokokusho* (*Encuestas sobre precios y salarios en zonas rurales*), *Nogyo oyobi Nokano Shakai Kanjo* (*Cuentas nacionales de agricultura y economías domésticas agrícolas*) y *Norinsho Tokei Hyo* (*Anuario estadístico*), todas ellas publicaciones del Ministerio japonés de Agricultura y Silvicultura (8).

---

(8) En Yamada, *Comparative Analysis*, pueden encontrarse explicaciones más detalladas sobre los procedimientos de estimación.

Para calcular las unidades de trigo para cada categoría de capital, cada uno de esos precios se dividió por el precio de 1961-1965 por tonelada de trigo, tomado de la *Encuesta de precios* antes citada. Las ponderaciones en términos de unidades de trigo son: 1,74 por unidad de ganado; 0,72 por caballo de potencia de tractor, y 19,79 por hectárea de tierra dedicada a cultivos permanentes, respectivamente (9).

#### *Consumo de fertilizantes (A8)*

Los datos sobre consumo de fertilizantes en forma de pesos físicos totales de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  contenidos en los fertilizantes comerciales consumidos en 1969-1971 se han tomado de la FAO (1972).

#### *Participación relativa del trabajo no agrícola (A12)*

Como indicador de la industrialización, se calcularon para los respectivos países las proporciones de trabajadores en ocupaciones no agrícolas (distintas de la agricultura, la silvicultura, la caza y la pesca) respecto al total de la población económicamente activa a partir de datos publicados en OIT, *Yearbook of Labor Statistics*, varios números, y FAO (1972).

#### *Enseñanza general-tasa de escolarización (A13)*

La tasa de escolarización es la proporción de la población potencialmente escolarizable que está escolarizada en los niveles de enseñanza primario y secundario. Representa el incremento del nivel de enseñanza. Para convertir la tasa de escolarización a una medida del *stock* de educación, se utilizaron los promedios de los datos para 1960, 1965 y 1970, y alternativamente los de 1955, 1960 y 1965: los datos se tomaron de UNESCO, *Statistical Yearbook*, 1972, y de Hayami y Ruttan (1971), tabla A-5.

---

(9) Debe mencionarse que las estimaciones del *stock* de capital no son muy precisas, en particular las referentes a elementos de maquinaria, ya que sólo se tomaron en cuenta los tractores. Además, las ponderaciones para la agregación se basaron en datos japoneses, con el consiguiente sesgo.



*Formación técnica: número de graduados en centros superiores de formación agrícola por 10.000 trabajadores agrícolas varones (A14)*

El número de graduados en centros de formación agrícola superior por 10.000 trabajadores agrícolas varones se consideró una variable sustitutoria del nivel de formación técnica en la agricultura. La fuente de datos es UNESCO, *Statistical Yearbook*, 1972 y 1973.

*Salario agrícola (A15)*

El salario agrícola se define como el percibido por un trabajador agrícola varón por día. Los salarios por hora, semanales y mensuales presentados en FAO, *Production Yearbook* (1973), se convierten en salarios diarios suponiendo una jornada diaria de trabajo de ocho horas, una jornada semanal de trabajo de seis días y una jornada mensual de trabajo de 24 días.

*Precio de los tractores (A16)*

Sobre los precios de los tractores y de la maquinaria agrícola pagados por los agricultores sólo se dispone de datos para Australia, Alemania, Japón y Estados Unidos en FAO, *Production Yearbook*. Para otros países se ha utilizado en este estudio el promedio de los precios de importación de los tractores para 1970, tomado de FAO, *Trade Yearbook* (1972), como indicador aproximativo del precio de los tractores.

Tabla B.1. Series estadísticas importantes de sección mixta entre países, 1970

País	Producto agrario (A1) 1.000 unidades de trigo	Número de trabajadores en la agricultura (A2) en miles	Superficie de tierra agrícola (A3) 1.000 hectáreas	Stock de capital agrario (UT)			Consumo de fertilizantes (A8) 1.000 toneladas métricas	Ganado (A9) 1.000 cabezas	Potencia de tractores en caballos (A10) 1.000 caballos	Superficie de tierra dedicada a cultivos permanentes (A11) 1.000 hectáreas	Proporción de trabajadores agrarios no agrícolas (A12) Porcentaje
				Ganado (A4)	Maquinaria (A5) 1.000 unidades de	Plantas perennes (A6)					
Argentina	60.950	1.196	171.460	84.954	3.888	42.865	87	48.824	5.400	2.177	85,2
Australia	57.759	310	497.108	64.262	7.236	3.465	1.023	36.932	10.050	176	91,6
Austria	11.685	198	3.896	4.808	5.466	1.871	418	2.763	7.592	95	83,9
Bangladesh	29.727	10.406	9.917	41.210	28	—	100	23.684	39	—	29,5
Bélgica	15.218	131	1.599	6.201	1.878	669	496	3.564	2.608	34	95,4
Brasil	116.731	9.752	141.356	195.788	2.147	158.209	879	112.522	2.982	8.035	55,8
Canadá	51.178	376	67.780	21.191	13.642	—	799	12.179	18.947	—	92,5
Chile	7.804	429	17.466	7.012	659	3.899	158	4.030	915	198	78,8
Colombia	22.693	2.211	22.138	32.192	602	28.708	184	18.501	836	1.458	54,8
Dinamarca	15.098	175	2.975	7.287	3.794	295	603	4.188	5.269	15	88,9
Finlandia	7.382	115	2.810	3.296	3.398	—	482	1.894	4.720	—	79,7
Francia	116.148	1.763	33.035	40.231	27.864	33.158	4.605	23.121	38.700	1.684	86,6
Alemania Fed.	72.852	1.039	13.575	28.922	29.971	10.593	3.197	16.622	41.626	538	91,1
Grecia	16.337	834	8.633	5.277	1.440	16.756	336	3.033	2.000	851	53,5
India	235.869	100.263	178.617	368.205	1.361	83.643	2.265	211.612	1.890	4.248	32,3
Irlanda	9.029	264	4.794	9.946	1.814	59	404	5.716	2.520	3	73,1
Israel	4.539	63	1.241	654	360	1.693	57	376	500	86	91,4
Italia	77.241	2.415	20.180	21.402	13.937	58.007	1.339	12.300	19.357	2.946	81,0
Japón	66.519	4.350	6.458	11.536	17.514	11.814	2.174	6.630	24.325	600	80,9
Mauricio	762	63	112	87	6	—	21	50	9	—	68,5
México	38.470	4.668	97.258	63.717	1.987	33.335	606	36.619	2.760	1.693	60,5
Holanda	23.574	278	2.193	9.246	3.378	847	623	5.314	4.692	43	93,6

Tabla B.1. Series estadísticas importantes de sección mixta entre países, 1970 (continuación)

País	Producto agrario (A1) 1.000 unidades de trigo	Número de trabajadores varones en la agricultura (A2) en miles	Superficie de tierra agrícola (A3) 1.000 hectáreas	Stock de capital agrario (UT)			Consumo de fertilizantes (A8) 1.000 toneladas métricas	Potencia de tractores en caballos (A10) 1.000 caballos	Superficie de tierra dedicada a cultivos permanentes (A11) 1.000 hectáreas	Proporción de trabajadores agrarios no (A12) Porcentaje	
				Ganado (A4)	Maquinaria (A5) 1.000 unidades de trigo	Plantas perennes (A6) 1.000 unidades de trigo					
Nueva Zelanda	21.014	106	13.584	23.152	2.063	276	25.491	13.306	2.865	14	88,3
Noruega	3.374	55	954	2.020	2.015	—	4.035	1.161	2.798	—	88,4
Pakistán	32.583	12.571	24.447	55.289	216	—	55.505	31.775	300	—	29,5
Paraguay	1.499	289	13.823	9.347	48	2.402	11.797	5	66	122	46,7
Perú	9.878	928	30.393	12.516	237	4.765	17.158	89	329	242	54,9
Filipinas	20.617	4.590	10.400	13.979	117	47.315	61.411	205	8.034	162	48,6
Portugal	9.338	661	4.221	3.706	608	11.735	16.049	155	2.130	596	70,4
Suráfrica	24.113	1.443	113.482	25.686	4.752	9.451	39.892	554	14.762	6.600	72,0
España	50.329	2.546	34.560	14.907	5.872	96.264	117.043	1.274	8.567	4.889	66,3
Sri Lanka	6.444	1.543	2.418	3.760	173	21.344	25.277	86	2.161	240	47,7
Surinam	464	17	47	77	20	158	255	2	44	8	73,2
Suecia	10.426	122	3.443	3.604	3.672	—	7.276	501	2.071	5.100	91,9
Suiza	7.669	160	2.176	3.525	1.966	354	5.845	148	2.026	18	92,4
Taiwan	11.735	1.155	861	1.977	62	10.731	12.770	268	1.136	82	58,0
Turquía	44.630	5.357	53.513	36.074	2.257	50.899	89.230	450	20.732	3.135	33,1
Reino Unido	50.260	555	19.099	27.619	9.838	—	37.457	1.743	15.873	13.664	97,2
EE.UU.	424.115	2.648	434.220	201.066	101.491	34.851	337.408	15.259	115.555	140.960	95,7
Venezuela	9.507	567	21.222	13.692	415	12.838	26.945	72	7.869	576	78,2
Yugoslavia	22.162	1.934	14.626	13.353	1.444	13.944	28.738	628	7.674	2.006	46,6

Tabla B.1. Series estadísticas importantes de sección mixta entre países, 1970

País	Producto agrario 1.000 unidades de trigo	Número de traba- jadores varones en la agricultura (A2) en miles	Superficie de tierra agrícola (A3) 1.000 hectáreas	Stock de capital agrario (UT)			Consumo de ferti- lizantes (A8) 1.000 toneladas métricas	Ganado (A9) 1.000 cabezas	Potencia de tractores en caballos (A10) 1.000 caballos	Superficie de tierra dedicada a cultivos permanentes (A11) hectáreas	Proporción de traba- jadores agrarios no (A12) Porcen- taje
				Ganado (A4)	Maqui- naria (A5) 1.000 unidades de trigo	Plantas perennes (A6) Total (A7)					
Argentina	60.950	1.196	171.460	84.954	3.888	42.865	87	48.824	5.400	2.177	85,2
Australia	57.759	310	497.108	64.262	7.236	3.465	1.023	36.932	10.050	176	91,6
Austria	11.685	198	3.896	4.808	5.466	1.871	418	2.763	7.592	95	83,9
Bangladesh	29.727	10.406	9.917	41.210	28	—	100	23.684	39	—	29,5
Bélgica	15.218	131	1.599	6.201	1.878	669	496	3.564	2.608	34	95,4
Brasil	116.731	9.752	141.356	195.788	2.147	158.209	879	112.522	2.982	8.035	55,8
Canadá	51.178	376	67.780	21.191	13.642	—	799	12.179	18.947	—	92,5
Chile	7.804	429	17.466	7.012	659	3.899	158	4.030	915	198	78,8
Colombia	22.693	2.211	22.138	32.192	602	28.708	184	18.501	836	1.458	54,8
Dinamarca	15.098	175	2.975	7.287	3.794	295	603	4.188	5.269	15	88,9
Finlandia	7.382	115	2.810	3.296	3.398	—	482	1.894	4.720	—	79,7
Francia	116.148	1.763	33.035	40.231	27.864	33.158	4.605	23.121	38.700	1.684	86,6
Alemania Fed.	72.852	1.039	13.575	28.922	29.971	10.593	3.197	16.622	41.626	538	91,1
Grecia	16.337	834	8.633	5.277	1.440	16.756	336	3.033	2.000	851	53,5
India	235.869	100.263	178.617	368.205	1.361	83.643	2.265	211.612	1.890	4.248	32,3
Irlanda	9.029	264	4.794	9.946	1.814	59	404	5.716	2.520	3	73,1
Israel	4.539	63	1.241	654	360	1.693	57	376	500	86	91,4
Italia	77.241	2.415	20.180	21.402	13.937	58.007	1.339	12.300	19.357	2.946	81,0
Japón	66.519	4.350	6.458	11.536	17.514	11.814	2.174	6.630	24.325	600	80,9
Mauricio	762	63	112	87	6	—	21	50	9	—	68,5
México	38.470	4.668	97.258	63.717	1.987	33.335	606	36.619	2.760	1.693	60,5
Holanda	23.574	278	2.193	9.246	3.378	847	623	5.314	4.692	43	93,6

Tabla B.1. Series estadísticas importantes de sección mixta entre países, 1970 (continuación)

País	Producto agrario 1.000 unidades de trigo	Número de trabajadores en la agricultura (A2) en miles	Superficie de tierra agrícola (A3) 1.000 hectáreas	Stock de capital agrario (UT)			Consumo de fertilizantes (A8) 1.000 toneladas métricas	Potencia de tractores en caballos (A10) 1.000 caballos	Superficie de tierra dedicada a cultivos permanentes (A11) 1.000 hectáreas	Proporción de trabajadores no agrarios (A12) Porcentaje
				Ganado (A4)	Maquinaria (A5) 1.000 unidades de trigo	Plantas perennes (A6)				
Nueva Zelanda	21.014	106	13.584	23.152	2.063	276	25.491	13.306	14	88,3
Noruega	3.374	55	954	2.020	2.015	—	4.035	1.161	—	88,4
Pakistán	32.583	12.571	24.447	55.289	216	—	55.505	31.775	300	29,5
Paraguay	1.499	289	13.823	9.347	48	2.402	11.797	5	122	46,7
Perú	9.878	928	30.393	12.516	237	4.765	17.158	89	242	54,9
Filipinas	20.617	4.590	10.400	13.979	117	47.315	61.411	205	2.403	48,6
Portugal	9.338	661	4.221	3.706	608	11.735	16.049	155	596	70,4
Suráfrica	24.113	1.443	113.482	25.686	4.752	9.451	39.892	554	480	72,0
España	50.329	2.546	34.560	14.907	5.872	96.264	117.043	1.274	4.889	66,3
Sri Lanka	6.444	1.543	2.418	3.760	173	21.344	25.277	86	1.084	47,7
Surinam	464	17	47	77	20	158	255	2	8	73,2
Suecia	10.426	122	3.443	3.604	3.672	—	7.276	501	—	91,9
Suiza	7.669	160	2.176	3.525	1.966	354	5.845	148	18	92,4
Taiwan	11.735	1.155	861	1.977	62	10.731	12.770	268	545	58,0
Turquía	44.630	5.357	53.513	36.074	2.257	50.899	89.230	450	2.585	33,1
Reino Unido	50.260	555	19.099	27.619	9.838	—	37.457	15.873	13.664	97,2
EE.UU.	424.115	2.648	434.220	201.066	101.491	34.851	337.408	15.259	140.960	95,7
Venezuela	9.507	567	21.222	13.692	415	12.838	26.945	72	652	78,2
Yugoslavia	22.162	1.934	14.626	13.353	1.444	13.944	28.738	628	708	46,6

**Tabla B.3. Datos de sección mixta entre países sobre capital humano y precios, 1970**

País	Tasa de escolarización		Número de graduados en centros de formación agrícola superior por 10.000 trabajadores agrario, 1970 (A14)	Salario agrario por día 1970 (A15)	Precio de tractor 1970 (A16)
	1955-60-65 promedio (A13-1)	1960-65-70 promedio (A13-2)			
	Porcentaje		Personas	Dólares	EE. UU.
Argentina	73	76	6,04	2,41	9.743
Australia	91	91	28,68	—	3.147
Austria	70	89	10,05	4,78	2.047
Bangladesh	n.a.	26	0,26	—	4.979
Bélgica	99	93	25,11	7,04	1.154
Brasil	50	57	1,97	—	17.990
Canadá	81	91	38,78	11,95	2.985
Chile	74	78	9,16	—	2.273
Colombia	51	54	2,97	—	3.626
Dinamarca	88	86	16,23	6,59	1.768
Finlandia	83	80	20,26	5,52	2.348
Francia	91	90	6,13	3,78	822
Alemania Fed.	86	88	11,06	5,63	2.029
Grecia	72	83	6,73	—	2.182
India	33	41	0,84	0,38	1.661
Irlanda	95	89	8,11	5,83	1.241
Israel	88	80	24,92	4,46	5.921
Italia	60	72	3,25	—	2.511
Japón	89	93	31,41	4,19	4.008
Mauricio	78	66	3,49	1,06	11.103
México	59	57	0,83	1,70	7.849
Netherlands	91	86	33,31	8,96	1.717
Nueva Zelanda	91	90	57,36	4,85	3.000
Noruega	88	92	38,73	9,83	3.294
Pakistán	27	26	1,60	1,43	5.241
Paraguay	62	64	2,46	—	4.072
Perú	57	72	4,57	—	8.723
Filipinas	75	84	2,71	—	5.777
Portugal	61	74	1,91	2,54	2.046
Suráfrica	70	68	4,00	—	2.948
España	67	78	2,30	—	3.138
Sri Lanka	77	75	0,24	0,57	2.905
Surinam	80	80	9,00	—	5.517
Suecia	79	92	22,21	13,56	1.768
Suiza	66	70	6,63	—	1.719
Taiwan	70	70	8,50	—	—
Turquía	46	59	1,27	3,32	6.114
Reino Unido	85	89	24,27	7,67	3.460
EE. UU.	100	100	65,96	11,70	2.819
Venezuela	70	70	5,04	—	4.930
Yugoslavia	n.a.	78	7,91	3,21	2.131

## BIBLIOGRAFÍA

- BUREAU of STATISTICS, 1971: *Rodoryoku chosa kokori* (Informe anual sobre la encuesta de población activa), Tokio, Bureau of Statistics.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION, 1972: *Production Yearbook*. Roma, Food and Agricultural Organization.
- HAYAMI, YUJIRO; MILLER, BARBARA, B.; WADE, WILLIAM, W., y YAMASHITA, SACHIKO, 1971: *An international comparison of agricultural production and productivities*. University of Minnesota Agricultural Experiment Station, boletín técnico 277.
- HAYAMI, YUJIRO, y RUTTAN, VERNON, W., 1971: *Agricultural Development: an International Perspective* Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- YAMADA, SABURO, 1975: *A comparative analysis of Asian agricultural productivities and growth patterns*. Tokio, Asian Productivity Organization.

