

# LA RENTABILIDAD DE LA INVESTIGACION AGRARIA: EL CASO DE LA MEJORA GENETICA DEL ARROZ EN ESPAÑA

Por  
A. CASIMIRO HERRUZO\*

## I. INTRODUCCION

**L**A contribución de la investigación agraria al aumento de la rentabilidad de la agricultura es un hecho ampliamente reconocido y contrastado a nivel mundial (Ruttan). En España, no obstante, la importancia de la investigación como fuente de productividad y desarrollo agrario no ha sido aún debidamente valorada. El presente trabajo, siguiendo la línea emprendida por Griliches, Peterson, Schmitz y Seckler, y por Akino y Hayami, pretende profundizar en este área y contribuir así al mejor conocimiento de los aspectos económicos de la investigación agraria en nuestro país, concretamente en lo concerniente al cultivo del arroz.

En este trabajo se examinan dos aspectos de las inversiones realizadas en la mejora genética del arroz, su eficiencia y su equidad. La eficiencia de las inversiones en investigación vendrá dada por su tasa social de rendimiento. Para analizar su equidad será necesario examinar qué grupos sociales perciben los beneficios o,

---

\* Profesor de Economía y Estructura Agraria de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad de Córdoba.

«Revista de Estudios Agrosociales», nº 128 (Julio-Septiembre 1984)

---

en su caso, soportar las pérdidas derivadas de la investigación. En este sentido trataremos de conocer el impacto de la actividad investigadora entre consumidores y productores, así como su incidencia sobre los trabajadores del sector.

Una vez expuestos brevemente los antecedentes y el desarrollo histórico de la investigación en la mejora varietal del arroz en España, pasaremos a considerar la investigación en arroz como un proyecto de inversión pública cuyo efecto sobre el bienestar de la sociedad española se trata de evaluar. Dicha evaluación utiliza la técnica del análisis beneficio-coste, que nos permite efectuar una clasificación y valoración de los recursos empleados en la investigación, así como la cuantificación de los beneficios sociales que se derivan de esta actividad, los cuales se estimarán mediante los conceptos de excedente del consumidor y del productor de Dupuit y Marshall.

## II. ANTECEDENTES Y EVOLUCION HISTORICA DE LA INVESTIGACION EN ARROZ EN ESPANA

El principal problema a que se enfrentaba el cultivo del arroz en España a finales del siglo pasado y comienzos del actual residía en la «falla» o fallada de sus variedades tradicionales. Esta enfermedad, conocida también en Estados Unidos como «straighthead» y en Italia como «brusone», producía la granazón incompleta o nula del cultivo, causando enormes estragos en las cosechas. Famosas fueron las crisis arroceras de 1885 y la fallada de la variedad Bomba en 1895, que supusieron la ruina de los agricultores arroceros españoles. Las continuas crisis arroceras producidas a consecuencia de la fallada, pusieron de manifiesto la necesidad de introducir en España nuevas variedades que pudieran reemplazar a las variedades tradicionales muy sensibles a la enfermedad. Ello dio lugar a un importante proceso de introducción de arroces extranjeros y de sustitución de variedades que, reforzado posteriormente por la aplicación de la genética moderna a la obtención y mejora de variedades, se ha prolongado hasta nuestros días (Font de Mora).

El interés generalizado por la resolución de la problemática arroceras condujo a la celebración durante esta época de importantes congresos internacionales arroceros, en los que se aborda-

---

ron un amplio número de temas relacionados con dicho cultivo, contribuyendo de manera muy importante al impulso de la investigación en arroz en España. Caben destacar aquí los Congresos de Vercelli (Italia, 1913) y Valencia (1914).

Desde el año 1900 los centros agrícolas oficiales españoles comenzaron a importar un número elevado de nuevas variedades, llevándose a cabo entre los años 1900 y 1912 importantes ensayos de aclimatación de arroces procedentes de Italia, Japón, Estados Unidos, Rusia, Egipto y Cuba, destacando por su comportamiento las variedades italianas y japonesas. Durante el transcurso de los ensayos sobrevinieron continuas falladas, culminando con las ocurridas en los años 1910 y 1911 que tuvieron como consecuencia la pérdida del sesenta y tres por ciento de la cosecha (Ansorena y Castell Fos).

La grave crisis arroceras ocasionada por la fallada de 1911 movió a los agricultores y Corporación Municipal de Sueca, principal núcleo productor del país, a pedir al Ministerio de Agricultura la creación de un centro agronómico en dicha localidad, dedicado al estudio de la mejora de variedades de arroz e introducción de nuevas variedades menos susceptibles a los hongos causantes de la fallada. La solicitud fue atendida por el Gobierno, creándose, por Real Orden del 18 de Octubre de 1911, la Estación Arroceras de Sueca que entró en funcionamiento en 7 de Febrero de 1913. Años después, al crearse el Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas en 1932, la Estación Arroceras pasó a depender de este Organismo como único centro técnico en nuestro país especializado en temas arroceros, competencia que ha continuado manteniendo hasta la fecha. Posteriormente, ya en 1969, al reorganizarse el I.N.I.A. y pasar a denominarse Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, la Estación Arroceras se integró en el Centro Regional de Investigación y Desarrollo de Levante (CRIDA 07) como Departamento del Arroz (López Campos).

En un principio, los trabajos de mejora varietal llevados a cabo en la Estación Arroceras consistieron únicamente en selecciones en masa, siendo las nuevas variedades procedentes de importación. En 1927 comienzan a realizarse, por vez primera, experiencias de selección genealógica de variedades de arroz nacionales y extranjeras, iniciándose dos años más tarde los trabajos de obtención de variedades por hibridación. A partir de esta fecha y

---

hasta el momento presente los trabajos de obtención y mejora de variedades de arroz se han desarrollado a través de las siguientes actuaciones: a) Hibridaciones, b) Aclimatación de variedades extranjeras y c) Selección genealógica de variedades del país (Ansoarena y Castell Fos).

La incidencia sobre el cultivo del arroz de la investigación en la mejora genética de sus variedades, efectuada en España desde la creación de la Estación Arroceras de Sueca, presenta una doble vertiente. Por un lado, el haber contribuido a la total renovación de las variedades tradicionales favoreciendo su sustitución por otras más productivas y de mayor calidad y, por otro, el haber permitido, al facilitar las nuevas variedades mejoradas la adopción de modernos procedimientos de cultivo, una importante reducción en los costes de producción de esta gramínea.

Las inversiones en la investigación sobre la mejora varietal de arroz realizadas en nuestro país se han traducido en un importante aumento de los rendimientos agronómicos del cultivo. En este sentido, las variedades mejoradas obtenidas como resultado de la actividad investigadora, hoy ampliamente cultivadas por toda la superficie arroceras nacional, presentan unos rendimientos que superan en más de un 15 por ciento a aquéllos obtenidos por las variedades tradicionales. En lo que respecta a la calidad de nuestra producción arroceras, se ha pasado, en las cuatro últimas décadas, del cultivo casi exclusivo de variedades de grano corto a una preponderancia de arroces de grano medio de mayor calidad. Existen, asimismo, variedades disponibles de grano largo, bien adaptadas a nuestro entorno, cuyo desarrollo no ha sido más espectacular debido más bien a las circunstancias del mercado para este tipo de arroces que a dificultades de carácter agronómico.

Ha tenido también una enorme importancia dentro del cultivo arrozal el gran avance experimentado por nuestras variedades hacia una mayor capacidad de ahijamiento, poder germinativo y resistencia al encamado, cualidades que han facilitado en gran medida el proceso de mecanización de la recogida y la sustitución de la siembra tradicional mediante transplante por la siembra directa, dos de las innovaciones tecnológicas más importantes habidas en el cultivo en los últimos años, cuya implantación en nuestros arrozales se ha traducido en una sustancial reducción de los costes de producción con un importante impacto en la economía arroceras.

---

## III. METODOLOGIA

El modelo empleado para evaluar la rentabilidad de la investigación en la mejora varietal de arroz en España es una extensión del desarrollo por Akino y Hayami para evaluar la investigación en arroz en Japón. Nuestra implicación ha consistido, en primer lugar, en recoger, además del impacto originado por la mayor productividad de las nuevas variedades generadas por la investigación, la reducción de los costes de cultivo que se produce por la posibilidad que las variedades mejoradas presentan de mecanizar la siembra y recolección de arroz. El modelo empleado contempla también el posible coste social que conlleva el desplazamiento de trabajadores del sector arrocero al adoptarse los nuevos sistemas de cultivo propiciados por la investigación. Esto nos permite obtener dos tipos de beneficios sociales de la investigación: los beneficios sociales brutos (BSB) y los beneficios sociales netos (BSN), siendo su diferencia la pérdida de salarios netos de los trabajadores desplazados por las nuevas tecnologías.

Los beneficios sociales brutos de la mejora de variedades de arroz se estiman en base a los cambios experimentados por los excedentes del consumidor y productor, resultantes del desplazamiento hacia la derecha de la curva de oferta de arroz al aumentar los rendimientos y disminuir los costes de producción, como consecuencia de la innovación. Los conceptos de excedente del consumidor y productor han ocupado un lugar controvertido en la literatura económica desde que fueron formulados por Marshall hace ya casi un siglo. No obstante, su utilización en la economía del bienestar aplicada ha quedado bastante consolidada a raíz del trabajo de Willing (1).

Las variaciones en los excedentes del consumidor y productor pueden verse en la Figura 1, en la que  $d_d$  y  $S_0$  representan, respectivamente, las curvas de demanda y oferta del mercado, y  $S_n$  la curva de oferta que habría existido si no se hubieran llevado a cabo las investigaciones que han permitido desarrollar las nuevas variedades de arroz. Bajo el supuesto de equilibrio en el mercado, la variación del excedente del consumidor originada por el

---

(1) Las controversias suscitadas en torno a los conceptos de excedente del consumidor y productor han sido estudiadas por Currie, Murphy y Schmitz en su ya clásico trabajo «The Concept of Economic Surplus and its Use in Economic Analysis». Un tratamiento más riguroso, que incluye las aportaciones más recientes, puede verse en el trabajo de Just, Hueth y Schmitz.

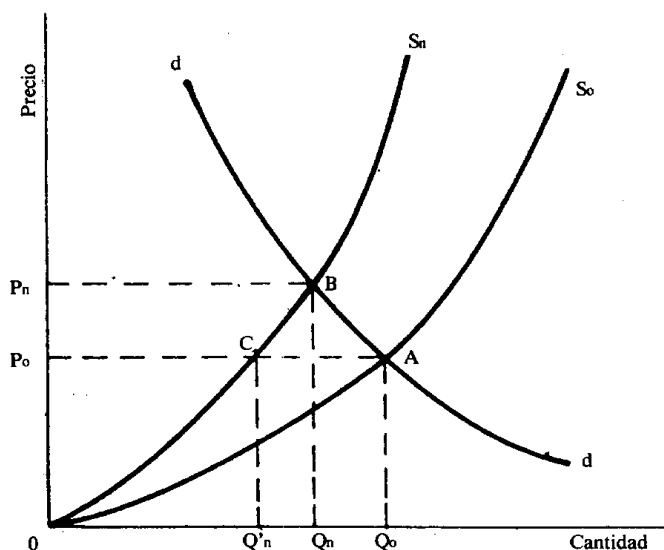


Figura 1.— Modelo para la estimación de los beneficios sociales brutos de la investigación en arroz

desarrollo de las nuevas variedades (desplazamiento de la curva de oferta de  $S_n$  a  $S_0$ ) es el área ABC más el área  $BP_nP_0C$ , áreas que representan las ganancias percibidas por los consumidores al disminuir el precio del arroz de  $P_n$  a  $P_0$ . El cambio en el excedente del productor es el área ACO menos el área  $BP_nP_0C$ , es decir, la diferencia entre las ganancias obtenidas como consecuencia de los menores costes por unidad de producto y el incremento en la cantidad vendida ( $Q_0 - Q_n$ ), y las pérdidas sufridas al descender el precio del arroz de  $P_n$  a  $P_0$ . Los beneficios sociales brutos totales serán, por tanto, la suma de las ganancias de productores y consumidores representadas en la figura por el área ACO más el área ABC. El Anejo contiene la caracterización formal de las funciones de oferta y demanda empleadas, junto con las expresiones utilizadas en el cálculo de los beneficios sociales de la investigación. Una exposición detallada del modelo y de la estimación de los parámetros del mismo se incluye en un trabajo anterior más amplio (Herruzo).

Los beneficios sociales netos de la investigación en la mejora varietal del arroz se obtienen deduciendo de los beneficios socia-

les brutos el coste social derivado de la compensación necesaria para neutralizar el impacto del cambio tecnológico acontecido sobre los trabajadores, al disponerse de las nuevas variedades mejoradas, bajo distintos supuestos sobre las oportunidades de empleo alternativo.

En nuestra investigación no se ha pretendido estimar la cantidad real de desempleo creado por la introducción de la recolección mecanizada y de la siembra directa de arroz, puesto que ello exigiría conocer los empleos futuros de todos los trabajadores desempleados, habiéndonos limitado a calcular el número total de horas-hombre desplazadas como consecuencia de la adopción de las citadas innovaciones tecnológicas.

#### IV. RESULTADOS

##### IV.1. BENEFICIOS SOCIALES BRUTOS

La *Tabla 1* muestra la evolución de los beneficios sociales brutos de la investigación estimados hasta 1980. Las cifras de beneficios incluidas en esta Tabla, al igual que aquéllas relativas a los gastos y a la tasa de rendimieto de la investigación, que se presentarán más adelante, deberán ser consideradas como valores aproximados debido a que las expresiones que se emplean para su obtención tienen este mismo carácter así como a la necesidad de realizar estimaciones de algunas de las variables utilizadas. En cualquier caso, se ha pretendido, en todo momento, establecer un límite inferior a la rentabilidad social de la investigación en la mejora varietal del arroz.

Del examen de la citada *Tabla 1* se desprende que los beneficios sociales brutos de la investigación en la mejora varietal del arroz aparecen por primera vez en 1942, coincidiendo con la difusión de algunas de las primeras variedades obtenidas mediante hibridación a finales de la década de 1920 por la Estación Arro-cera, que consiguieron superar ligeramente en rendimientos agronómicos a la variedad tradicional Benlloch, cultivada casi exclusivamente en nuestro país desde la fallada de 1911. En 1944 los beneficios brutos experimentaron una subida importante, elevándose a continuación ligeramente hasta 1952. En este año se abre el período de máxima difusión de la variedad Balilla de gran

---

productividad, lo que se traduce en un nuevo aumento sustancial de los beneficios sociales brutos de la investigación.

Tabla 1

BENEFICIOS SOCIALES BRUTOS DE LA INVESTIGACION EN LA MEJORA VARIETAL DEL ARROZ EN ESPAÑA (millones de pesetas de 1980)

Años	Beneficios sociales totales	Beneficios de los consumidores	Beneficios de los productores
1941	i	i	i
1942	4	7	-3
1943	18	36	-18
1944	124	243	-119
1954	77	149	-72
1946	66	130	-64
1947	84	161	-77
1948	87	169	-82
1949	197	372	-175
1950	133	258	-124
1951	122	240	-117
1952	321	605	-284
1953	832	1,496	-664
1954	793	1,428	-630
1955	760	1,351	-590
1956	777	1,370	-593
1957	733	1,288	-555
1958	689	1,216	-527
1959	635	1,133	-498
1960	376	692	-315
1961	566	966	-450
1962	574	1,038	-464
1963	554	1,007	-453
1964	635	1,084	-188
1965	501	913	-411
1966	534	970	-436
1967	574	1,026	-452
1968	695	1,234	-539
1969	865	1,519	-654
1970	837	1,450	-612
1971	764	1,314	-549
1972	780	1,326	-545
1973	1,486	2,485	-999
1974	1,087	1,760	-672
1975	1,241	2,035	-811
1976	1,126	1,868	-742
1977	1,099	1,817	-718
1978	1,206	1,995	-789
1979	1,210	1,996	-786
1980	1,307	2,151	-843

i insignificante



La progresiva sustitución del Balilla por su descendiente español Balilla x Sollana, de mayor calidad, pero menos productivo, explica el descenso sufrido por los beneficios sociales brutos durante gran parte de la década de 1960, hasta que gradualmente comienza la difusión y progresiva implantación de una serie de nuevas variedades I.N.I.A. que, al mismo tiempo que presentan buenos niveles de calidad, superan en rendimientos agronómicos a la variedad Balilla x Sollana, siendo además especialmente aptas para la mecanización. Dentro de este grupo de variedades, cabe destacar a la variedad Bahía, sin olvidar tampoco a la menos difundida pero, sin embargo, más productiva Sequial.

La mayor productividad de estas variedades unida al efecto que sobre los costes de producción ejercería la adopción de los modernos procedimientos de recolección y siembra, propiciados por las mismas, contribuyó a que los beneficios brutos de la investigación en la mejora varietal del arroz alcanzasen sus niveles máximos en la década de 1970.

#### IV.2. DISTRIBUCION DE LOS BENEFICIOS SOCIALES BRUTOS

La distribución de las ganancias generadas por el cambio tecnológico entre productores y consumidores depende de las elasticidades precio de oferta y de demanda del producto donde se aplican las innovaciones y de la tasa de desplazamiento de sus funciones de oferta y demanda (Cochrane). En aquellos mercados que presentan una gran elasticidad precio de demanda o un rápido crecimiento de ésta, los productores pueden retener una elevada proporción de los beneficios generados por el cambio tecnológico. Por el contrario, en aquellos otros mercados en los cuales la elasticidad precio de dicho bien es baja y el crecimiento de la demanda escaso, la mayor parte de las ganancias generadas por el cambio tecnológico son percibidas por los consumidores. Esta es la situación que muestra la *Tabla 1* en la que, para un valor de la elasticidad precio de oferta  $e = 0,298$  y de la elasticidad precio de demanda  $n = 0,351$ , los consumidores fueron los únicos beneficiarios de la investigación en la mejora varietal de arroz, sufriendo pérdidas los productores.

Estos resultados se derivan de un modelo de economía cerra-

---

da en el cual el desplazamiento de la curva de oferta hacia la derecha, propiciado por la investigación, se enfrenta a una curva de demanda inelástica, y ello se traduce en una reducción de los beneficios percibidos por los productores. Si bien este supuesto no afecta de manera importante al cálculo de los beneficios brutos totales de la investigación, dada la insensibilidad del modelo utilizado a los distintos valores de las elasticidades de oferta y demanda, conviene aquí levantarlo para obtener una estimación más realista de la distribución de las ganancias de la investigación entre productores y consumidores.

En el caso opuesto de una economía abierta, un país cuya producción de arroz fuese escasa en relación a la producción total mundial se enfrentaría a una demanda perfectamente elástica para ese producto. Luego, un desplazamiento de la curva de oferta más hacia la derecha de  $S_0$  en la Figura 1 permitiría que la producción adicional a la derecha de  $Q_0$  fuera exportada al precio mundial  $P_0$ . Si las exportaciones españolas fueran siempre competitivas y lo suficientemente pequeñas como para no afectar a los precios mundiales, todos los beneficios derivados del desplazamiento de la curva de oferta pasarían a los productores.

No hay duda de que aunque el supuesto de una economía arrocera cerrada es claramente irreal, a la hora de explicar la distribución de las ganancias derivadas de la investigación en esta gramínea, tampoco puede afirmarse que el modelo de economía abierta se ajuste totalmente a la realidad. Ambos supuestos constituyen casos extremos, encontrándose la situación real en un punto intermedio. Así pues, los productores españoles de arroz se enfrentan a una elasticidad precio de demanda superior a las que caracterizan al mercado interior (0,351) pero que se aleja, asimismo, de una elasticidad igual a infinito que es la que caracteriza al modelo de economía abierta.

Se ha podido comprobar cómo los beneficios percibidos por el sector productor aumentan a medida que vamos considerando valores superiores de la elasticidad precio de demanda, manteniendo constante la elasticidad precio de oferta. Concretamente, para un valor de la elasticidad precio de demanda igual a la unidad, el porcentaje de beneficios percibidos por el sector productor es ya de un 13 por ciento del total. En definitiva, mientras más inelástica sea la curva de demanda existirán mayores probabilidades de que los productores se vean perjudicados por el cambio

---

tecnológico. Asimismo, como han puesto de manifiesto Norton y Davies, si la elasticidad de la demanda es inferior, en términos absolutos, a la elasticidad de la oferta los consumidores tenderán a percibir una menor proporción de los beneficios que los productores. Esta no es, sin embargo, la situación que ha caracterizado a nuestro sector arrocero.

#### IV.3. BENEFICIOS SOCIALES NETOS

A efectos de la obtención de los beneficios sociales netos de la investigación en la mejora varietal de arroz, nos interesa conocer el valor de la pérdida de salarios netos que se produce como consecuencia de la adopción de la recogida mecanizada y de la siembra directa. Dicho valor dependerá de las posibilidades de empleo alternativo para los trabajadores desplazados. La cuantía total de la compensación de los salarios netos, una vez restada de los beneficios sociales brutos, nos permitirá obtener los beneficios sociales netos de las investigaciones.

Los beneficios sociales netos de la investigación para distintos supuestos sobre las posibilidades de empleo alternativo se recoge en la *Tabla 2*. Nótese que los beneficios de la investigación se harían negativos a partir de 1977, bajo el supuesto de que ninguno de los trabajadores desplazados encontrase empleo alternativo. Lógicamente, los beneficios sociales netos se van acercando a los beneficios brutos a medida que se supone que un mayor número del total de los trabajadores desplazados ocupan otro puesto de trabajo diferente; hasta llegar a coincidir cuando no existe desempleo entre ninguno de los trabajadores desplazados.

#### IV.4. GASTOS DE INVESTIGACION

La distribución de los beneficios sociales brutos entre consumidores y productores y la magnitud de los beneficios sociales netos no son, por sí solos, instrumentos suficientes para analizar el impacto global de las inversiones en la investigación en la mejora varietal de arroz. Para completar nuestro análisis será necesario considerar, asimismo, la incidencia de los costes de la investigación, lo que nos permitirá obtener un indicador de la rentabilidad social de los fondos destinados a la actividad investigadora.

---

Tabla 2

**BENEFICIOS SOCIALES NETOS DE LA INVESTIGACION EN LA MEJORA VARIETAL  
DEL ARROZ EN ESPAÑA PARA DIFERENTES POSIBILIDADES DE EMPLEO  
ALTERNATIVO (millones de pesetas de 1980)**

Años	BSN (1ª = 100)	BSN (1ª = 50)	BSN (1ª = 10)
1941	i	i	i
1942	4	4	4
1943	18	18	18
1944	124	124	124
1945	77	77	77
1946	66	66	66
1947	84	84	84
1948	87	87	87
1949	197	197	197
1950	133	133	133
1951	122	122	122
1952	321	321	321
1953	932	832	832
1954	793	793	793
1955	760	760	760
1956	777	777	777
1957	733	733	733
1958	689	689	689
1959	635	635	635
1960	376	376	376
1961	550	560	565
1962	520	547	569
1963	456	505	544
1964	490	563	621
1965	317	409	483
1966	287	410	509
1967	260	417	543
1968	265	480	652
1969	365	615	815
1970	186	521	772
1971	108	436	698
1972	103	442	713
1973	746	1,116	1,412
1974	314	701	1,010
1975	371	806	1,127
1976	53	589	1,018
1977	-113	492	977
1978	-20	592	1,083
1979	-32	589	1,086
1980	-69	688	1,183

1ª = Porcentaje de trabajadores desplazados que permanecen desempleados.  
i insignificante.

Los costes de investigación en la mejora varietal del arroz se derivan fundamentalmente de los gastos realizados por la Estación Arrocería en sus distintas etapas y de aquellos realizados por el Departamento del Arroz. Se han considerado también los gastos realizados por la Federación de Agricultores Arroceros dirigi-

dos hacia la mejora de las condiciones técnicas del cultivo. En este sentido puede afirmarse que la labor de divulgación de innovaciones científicas realizada por la Federación, que se remonta a los años treinta, junto con el asesoramiento técnico prestado durante todos estos años al agricultor arrocero, ha contribuido de manera importante a la más rápida difusión de los avances técnicos experimentados por el cultivo. Asimismo, la Federación de Agricultores Arroceros ha venido concediendo ayudas económicas durante determinados años, al Departamento del Arroz y a otros centros estatales, para la investigación sobre temas arroceros; realizando también durante la década de los sesenta sus propias investigaciones sobre la mecanización del cultivo.

A los gastos efectuados por estas entidades hay que añadir aquéllos efectuados para la producción de semillas seleccionadas de las nuevas variedades obtenidas, puesto que la disponibilidad de dichas semillas ha sido esencial para el desplazamiento de las variedades antiguas menos productivas. En la *Tabla 3* se recoge

Tabla 3

GASTOS ANUALES TOTALES EN LA MEJORA VARIETAL DEL ARROZ EN ESPAÑA, 1913-1980 (millones de pesetas de 1980)

Años	Gastos totales	Años	Gastos totales	Años	Gastos totales
1913	1,42	1936	3,26	1959	6,71
1914	1,42	1937	3,29	1960	6,82
1915	1,26	1938	4,41	1961	6,94
1916	1,18	1939	3,24	1962	6,87
1917	1,01	1940	5,71	1963	6,87
1918	1,34	1941	7,76	1964	7,46
1919	1,30	1942	13,53	1965	7,50
1920	1,30	1943	12,79	1966	10,24
1921	1,57	1944	23,38	1967	11,05
1922	1,68	1945	19,65	1968	13,05
1923	1,91	1946	6,87	1969	12,18
1924	1,90	1947	20,06	1970	15,45
1925	1,97	1948	18,54	1971	14,56
1926	2,07	1949	38,53	1972	13,91
1927	2,23	1950	33,56	1973	17,55
1928	2,35	1951	11,45	1974	20,18
1929	2,17	1952	7,42	1975	21,18
1930	2,28	1953	9,67	1976	22,48
1931	2,28	1954	8,19	1977	23,67
1932	2,62	1955	8,42	1978	28,04
1933	3,19	1956	7,25	1979	27,93
1934	3,45	1957	6,83	1980	32,55
1935	3,54	1958	6,39		

el valor anual de los costes totales de la investigación en la mejora varietal del arroz correspondiente al período 1913-1980.

#### IV.5. RENTABILIDAD DE LA INVESTIGACION

La tasa interna de rendimiento obtenida al comparar los beneficios brutos anuales generados por la investigación con los costes anuales de la misma ha sido de un 18 por ciento. Si consideramos el coste social de la mano de obra desplazada, al adoptarse las innovaciones tecnológicas propiciadas por la investigación, y suponiendo que es necesario compensar el 50 por ciento de los trabajadores desplazados, obtenemos una tasa interna de rendimiento cuyo valor alcanza un 17 por ciento. El impacto que supone la inclusión de los efectos de las nuevas tecnologías sobre la mano de obra disminuye lógicamente la rentabilidad de la actividad investigadora, pero solo escasamente.

Nuestras estimaciones de las tasas internas de rendimiento de las inversiones en la investigación en la mejora varietal del arroz en España, aunque muestran una elevada rentabilidad social para dicha actividad, son inferiores a las obtenidas en Estados Unidos para la investigación en maíz por Griliches (35-40%) y en aves de corral por Peterson (20%), así como a las tasas derivadas para la investigación en algodón en Brasil por Ayer y Schuh (89%) y en arroz en Japón por Akino y Hayami (27 y 75%), por citar cuatro trabajos ampliamente difundidos.

Esta diferencia se debe, entre otras razones, a dos hechos importantes. En primer lugar, debe señalarse que el período de recuperación de las inversiones en la investigación en arroz en España ha sido en general más largo que el de los programas de inversión analizados por los autores citados. El tremendo peso que en este criterio de evaluación ejercen los primeros gastos contribuye a explicar la diferencia detectada.

En segundo lugar, tenemos que considerar que en este tipo de evaluaciones el valor total de la producción afectada es con mucho el más importante determinante de la ganancia social absoluta. Es decir, aún observándose valores similares en el desplazamiento de las funciones de producción y oferta de un producto, —a consecuencia de la adopción de los resultados de la investigación—, los beneficios sociales derivados variarán en base a la mayor o menor aplicación de la innovación científica.

---

En España, el cultivo del arroz ocupaba en 1980 una superficie muy pequeña —68.400 hectáreas— con apenas un 0,33 por ciento respecto a la superficie total agrícola nacional y, por supuesto, muy inferior a la ocupada por este cereal en otros países como Japón, donde dicho cultivo se extendía en 1980 sobre casi tres millones de hectáreas. Esto implica que desplazamientos de las funciones de oferta, derivados de la adopción de innovaciones tecnológicas, inferiores a los obtenidos en España, como muestra el trabajo de Akino y Hayami, resulten en unos beneficios sociales totales muy superiores a los estimados en nuestro trabajo.

#### IV.6. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

A fin de comprobar el grado de variabilidad de nuestras estimaciones de la tasa social de rendimiento de la investigación respecto a la adopción de diferentes supuestos sobre los parámetros del modelo, se realizó un análisis de sensibilidad. Se pudo observar la existencia de cierta sensibilidad de la tasa de rendimiento respecto a la valoración de la producción arroceras. Por su parte, el aumento y disminución de la tasa de desplazamiento de la función de oferta de arroz en un 10 por ciento sobre la estimación original no alteró significativamente la tasa de rendimiento. Asimismo, ésta se mostró muy poco sensible a los diferentes valores adoptados por las elasticidades precio de oferta y demanda de arroz. Se detectó, sin embargo, una relación directa entre el incremento de la rentabilidad de la investigación y las mayores elasticidades precio de oferta, esta relación fue de tipo inverso cuando fue la elasticidad precio de demanda la que aumentó. En cualquier caso, las diferencias observadas fueron muy pequeñas, de orden inferior a la unidad. En definitiva, podemos afirmar que las estimaciones de las tasas sociales de rendimiento resultaron bastante estables para una amplia variación en los valores de los parámetros, oscilando entre un 15,99 por ciento y un 18,13 por ciento.

#### V. CONCLUSION

Los resultados alcanzados en este trabajo muestran que la sociedad española en conjunto se ha beneficiado ampliamente de la

---

investigación en la mejora genética del arroz. En este sentido, nuestras estimaciones de los rendimientos de las inversiones en investigación constituyen una nueva prueba que refuerza la evidencia, ya contrastada en otros países, de que la rentabilidad social de la investigación agraria es muy elevada. Las altas tasas sociales de rendimiento obtenidas, superiores a las de muchas otras inversiones públicas realizadas en la economía española durante el período estudiado, sugieren un mayor apoyo de la Administración a la investigación agraria en el futuro, que permita lograr un eficaz desarrollo de la actividad investigadora en nuestro país, para poder afrontar con éxito los principales desafíos tecnológicos que se presentan de cara a la modernización de la agricultura española.

Sin embargo, los resultados de nuestro estudio también han mostrado que las ganancias generadas por la investigación agraria no benefician por igual a todos los grupos sociales implicados. Pudiendo incluso darse el caso de que determinados sectores de la población se vean afectados negativamente por la nueva situación que se deriva de la aplicación de las innovaciones tecnológicas resultantes de la investigación. En situaciones como ésta será necesario tratar de asegurar, mediante actuaciones públicas, que los beneficios y costes derivados de la investigación agraria sean compartidos igualitariamente por todos los grupos sociales afectados.

En este trabajo se ha prestado una especial atención a los aspectos redistributivos de la investigación agraria, sobre todo en lo que respecta a los efectos de la investigación sobre el desplazamiento de recursos productivos como la mano de obra, y, en este sentido, constituye un paso hacia adelante respecto a trabajos anteriores en el estudio de los efectos secundarios de la investigación. No obstante, existe todavía un amplio campo aún por investigar en ésta y otras importantes materias relacionadas con la investigación y el cambio tecnológico en la agricultura.

A este respecto creemos conveniente señalar la existencia de una serie de interrogantes, que no se han abordado en este trabajo pero que deberán ser objeto de análisis en futuros estudios sobre evaluación de la investigación agraria. Nos referimos aquí a los impactos de tipo sectorial y regional originados al adoptarse las innovaciones tecnológicas generadas por la investigación, cuyo efecto va incluso más allá de los sectores o grupos sociales di-

---



rectamente relacionados sobre los cuales se realiza la actividad investigadora. Asimismo, habrá que tener cada día más en cuenta los efectos medioambientales del cambio tecnológico, prestando una especial atención al impacto ejercido por la adopción de las innovaciones tecnológicas sobre el medio natural. Pensamos que nuestro trabajo puede constituir un punto de partida para explorar éstos y otros importantes aspectos de la investigación agraria en nuestro país.

### ANEJOS

- i) Las funciones de oferta y demanda empleadas para estimar los cambios en el excedente del consumidor y del productor fueron:

Demanda (dd):  $q = Hp^{-n}$

Oferta

Con la adopción de las nuevas variedades ( $S_0$ ):

$$q = Gp^e$$

Sin la adopción de las nuevas variedades ( $S_n$ ):

$$q = (1 - h) Gp^e,$$

donde  $p$  es el precio de arroz,  $q$  la producción de arroz,  $e$  la elasticidad precio de oferta,  $n$  la elasticidad precio de demanda;  $h$  el porcentaje por el que la oferta actual  $S_0$  se desplazaría hacia la izquierda si las nuevas variedades fueran reemplazadas por las antiguas en un año determinado,  $h$  refleja la superioridad en rendimientos agronómicos de las nuevas variedades, los menores costes de cultivo que el empleo de las mismas implica y la proporción de superficie en que son cultivadas.

- ii) Las estimaciones anuales de las variaciones en los excedentes del consumidor y del productor se realizaron sustituyendo los valores de los anteriores parámetros en las siguientes expresiones aproximadas:

$$\text{Area ABC} \simeq \frac{1}{2} pq \frac{h^2}{e + n}$$

$$\text{Area AOC} \simeq \frac{h}{e + 1} p_0 q_0$$

$$\text{Area BP}_n\text{P}_0\text{C} \simeq p_0 q_0 \frac{h}{e + n} \left( 1 - \frac{1}{2} \frac{h \cdot n}{e + n} - \frac{1}{2} h \right)$$

iii) Las expresiones que nos permitieron obtener los beneficios sociales brutos (BSB) y netos (BSN) fueron

$$BSB_t \simeq \frac{1}{2} p_o q_o \left| \frac{h^2}{e+n} + \frac{h}{e+1} p_o q_o \right.$$

$BSN_t \simeq BSB - M_t$ , siendo  $M_t$  la compensación en el año  $t$  de los salarios desplazados.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AKINO, M. y HAYAMI, Y. (1975). Efficiency and Equity in Public Research: Rice Breeding in Japon's Economic Development. *American Journal of Agricultural Economics*, 57 (1): 1-10.
- ANSORENA, A. y CASTELL FOS, J. (1954). Las Variedades de Arroz Cultivadas en España y los Trabajos de la Estación Arroceras de Sueca. *Anales I.N.I.A.* 2 (2): 89-103.
- AYER, H.W. y SCHUH, G.E. (1972). Social Rates of Return and Other Aspects of Agricultural Research: The Case of Cotton Research in Sao Paulo, Brazil. *American Journal of Agricultural Economics*, 54(4): 557-69.
- COCHRANE, W.W. (1958). *Farm Prices: Myth and Reality*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- CURRIE, J.M., MURPHY, J.A. y SCHMITZ, A. (1971). The Concept of Economic Surplus and its Use in Economic Analysis. *The Economic Journal*, 81 (324): 741-799.
- FONT DE MORA, R. (1929). *El Arroz: Cultivo y Comercio*. Valencia: Tipografía Moderna.
- GRILICHES, Z. (1958). Research Costs and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations. *Journal of Political Economy* 66 (5): 419-431.
- HERRUZO, A.C. (1983). *Evaluación de la Investigación Agraria: Aplicación al Cultivo del Arroz en España*. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga.
- JUST, R.E., HUETH, D.L. y SCHMITZ, A. (1982). *Applied Welfare Economics and Public Policy*. Inglewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, INC.
- LÓPEZ CAMPOS, G. (1970). Pequeña historia y labor actual de la Estación Arroceras de Sueca. *Boletín Arroz* 9 (36): 1-3.
- MARSHALL, A. (1979). *Principles of Economics*, octava edición. Londres: The MacMillan Press Ltd.
- NORTON, G.W. y DAVIES, S.J. (1981). Evaluating Returns to Agricultural Research: A. Review. *American Journal of Agricultural Economics* 63 (4): 685-699.
- PETERSON, W.L. (1967). Returns to Poultry Research in the United States. *Journal of Farm Economics* 49 (5): 656-659.

RUTTAN, V.W. (1982). *Agricultural Research Policy*. Minneapolis: University of Minnesota Press.

WILLING, R.D. (1976). Consumer's Surplus Without Apology. *American Economic Review* 66 (5): 589-697.

#### RESUMEN

La investigación pública en la mejora varietal del arroz en España ha supuesto la adaptación y desarrollo de modernas variedades. La amplia difusión de las mismas ha producido, no sólo incrementos en los rendimientos agronómicos, sino también reducciones en los costes de producción, al mejorar las condiciones para la mecanización del cultivo. Los objetivos de este trabajo son: a) Identificar los beneficios sociales derivados de las inversiones en el programa de investigación, y b) Estimar su distribución entre diferentes grupos sociales. El enfoque empleado consiste en la estimación de las variaciones en los excedentes del consumidor y del productor, resultantes de la investigación en arroz, y relacionar estas variaciones con los gastos en investigación, mediante el cálculo de una tasa interna de rendimiento. El modelo empleado permite la estimación de dos tipos de beneficios sociales derivados de la investigación en arroz: los beneficios sociales brutos y los beneficios sociales netos, siendo su diferencia la pérdida de salarios netos de los trabajadores desplazados por las nuevas tecnologías. Los resultados indican que las inversiones realizadas en la investigación en arroz han venido generando unos rendimientos anuales de un 17 por ciento. Los consumidores han obtenido la mayor participación en los beneficios sociales netos.

#### RESUME

La recherche publique en ce qui concerne l'amélioration des variétés de riz en Espagne a entraîné non seulement l'accroissement des rendements agronomiques, mais également une réduction des coûts de production. Les objectifs de cet ouvrage sont: a) identifier les bénéfices sociaux découlant des investissements dans le programme de recherche, et b) en évaluer leur distribution parmi les divers groupes sociaux. L'optique utilisée consiste en l'évaluation des variations des excédents du consommateur et du producteur découlant de la recherche, par rapport à leurs coûts. Les résultats indiquent que les investissements effectués dans la recherche concernant le riz ont abouti à des rendements annuels d'environ 17%. Les consommateurs ont obtenu une meilleure participation sur les bénéfices sociaux nets.

---

**S U M M A R Y**

Public research on improvement of rice varieties in Spain has resulted not only in increased yields in the field but also in reduced production costs. The goals of this study are: a) to identify the social benefits obtained by the investments in the research programme, and b) to evaluate their distribution among different social groups. The approach used consists in estimating the variation of producers and consumers surpluses resulting from the research and relating them to the expenses incurred by the research. The results indicate that research on rice has been producing annual yields of 17% and that consumers have obtained a greater share in the net social benefits.

---