

ANÁLISIS DEL IMPACTO ECONÓMICO DEL CONTRATO INIA-CCU
PARA MEJORAMIENTO GENÉTICO DE CEBADA CERVECERA¹

Economic impact analysis of the INIA-CCU agreement
for barley breeding research

Arturo Campos M.² y Edmundo Beratto M.³

A B S T R A C T

Barley (*Hordeum vulgare* L.) in Chile is produced mainly for beer production. In 1976, the Chilean Agricultural Research Institute (INIA) and the Compañía Cervecerías Unidas (CCU), the most important beer producer in the country, signed an agreement to initiate breeding research to produce both high yield and high quality malting cultivars in order to be distributed under contract to barley producers. The new varieties created under this agreement have been distributed to the producers under a system of contract production. From 1978 to 1999, INIA introduced the Aramir variety and created three new varieties, Granifen INIA/CCU, Acuario INIA/CCU and Libra INIA/CCU, which were distributed in the central and southern part of the country, where they demonstrated good adaptability, yield and quality compared to Aramir. The results indicate the internal rate of return reached 51.98% when the price elasticities for demand and supply were - 0.54 and 1.06 respectively. The net social benefit calculated was \$ 5,359 million pesos, where the producer surplus was equivalent to 64,9% of the total net social benefit of the malting breeding research.

Key words: barley, agricultural research, economic surplus, Chile, *Hordeum vulgare*.

R E S U M E N

La producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en Chile se destina principalmente a la fabricación de malta y cerveza. En 1976, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y la Compañía Cervecerías Unidas (CCU), la más importante empresa productora de cerveza del país, firmaron un convenio de investigación con el propósito de iniciar trabajos de mejoramiento genético para producir variedades de cebada con altos rendimientos y elevada calidad maltera. Las nuevas variedades creadas a través de este convenio han sido entregadas por CCU a los productores bajo un sistema de contrato de producción. Desde 1978 hasta 1999, INIA introdujo la variedad Aramir y creó las variedades Granifén INIA/CCU, Libra INIA/CCU y Acuario INIA/CCU, que han sido cultivadas en el centro y sur del país, demostrando buena adaptación, rendimiento y calidad, comparadas Aramir. De acuerdo a los resultados, la tasa interna de retorno para este convenio alcanzó a 51,98%, cuando las elasticidades precio de la demanda y la oferta calculadas fueron -0,54 y 1,06 respectivamente. El beneficio social neto calculado alcanzó a 5.359 millones de pesos, en donde el excedente del productor fue equivalente a 64,9% de los beneficios sociales netos de la investigación en mejoramiento genético de la cebada en Chile.

Palabras claves: cebada, investigación agrícola, excedente económico, Chile, *Hordeum vulgare*.

¹Recepción de originales: 9 de diciembre de 1999.

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina, Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile. E-mail: acampos@platina.inia.cl

³Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Carillanca, Casilla 58-D, Temuco, Chile. E-mail: eberatto@carillanca.inia.cl

INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) en Chile ocupó el 3,6% de la superficie agrícola dedicada a cultivos anuales en la temporada 1998/99; el valor de su producción alcanzó a 3,8%, expresado como porcentaje del valor total de la producción agrícola (ODEPA, 1999). Su cultivo se concentra entre la VII a la IX regiones, sembrada en condiciones de riego o secano. El principal destino de su producción es abastecer la industria maltera y cervecera, con fines de consumo interno y de exportación (Urrutia, 1998).

La superficie destinada a la producción de cebada ha disminuido en un 59,1%, desde 62.132 ha a 25.149 ha, entre la década del 70 y la del 90, respectivamente. Actualmente, la producción se ha reducido en 34,2%, y los rendimientos promedios nacionales han aumentado en un 63,2%.

Durante muchos años, las investigaciones en cebada realizadas en Chile se caracterizaron como intentos aislados, geográficamente fragmentados, discontinuos en el tiempo, carentes de equipos de investigadores integrados en su quehacer, y relativa o mínima permanencia en la consecución de los objetivos propuestos (Campos *et al.*, 1989). Esta situación experimentó un importante cambio cuando el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) incorporó en 1976 este rubro a sus programas de investigaciones. Dos años más tarde se estableció un convenio entre INIA y la Compañía Cervecerías Unidas (CCU), cuyos objetivos fueron crear y/o introducir variedades de cebadas de alto rendimiento en grano, resistentes a las principales enfermedades de importancia económica, con buen tipo agronómico de planta y buena calidad maltera.

Al iniciar el convenio INIA-CCU en 1978, la situación que se tenía con cebada era la siguiente: (a) el rendimiento promedio nacional era 1,88 t ha⁻¹, el que aumentó a 4,2 t ha⁻¹ en 1997; (b) CCU bonificaba a los agricultores por calibre de grano (mallaje) sobre el 80% del harnero de 2,5 mm, a un costo de 5% para la empresa; en 1990

la base de bonificación subió a 90% sobre el mismo harnero, con un ahorro del 5% anterior, colocándose Chile al mismo nivel de los requisitos establecidos por la Convención de Cerveceros Europeos (EBC); (c) CCU requería 18,5 kg de cebada para producir 100 L de cerveza; actualmente se requiere entre 16 y 17 kg para producir la misma cantidad de cerveza; (d) la producción de cerveza ha aumentado (Figura 1) desde 140,4 millones de litros en 1978, a 347,3 millones de litros en 1997 (INE, 1998). Parte importante de este aumento se debe a CCU, principal empresa productora de cerveza en el país; (e) la zona sur aportaba 23.248 t, correspondiente al 85,7% del total de la cebada recibida por la CCU, en tanto que el aporte actual es de aproximadamente 45%; (f) las variedades de cebadas sembradas por CCU eran Firlbecks Union, Breun's Wissa y Carina, introducidas antes de 1978, y utilizadas por las agroindustrias malteras y cerveceras nacionales; posteriormente INIA introdujo la variedad Aramir (Beratto, 1983), de origen holandés (Cuadro 1), por la que CCU debió cancelar royalty para utilizarla comercialmente. A partir de 1983 se liberaron las variedades creadas a través de este convenio: Granifén INIA/CCU (Beratto, 1984), Libra INIA/CCU (Beratto, 1988), Leo INIA/CCU (Beratto, 1990) y Acuario INIA/CCU (Beratto *et al.*, 1994).

Producto de este convenio, las semillas de las variedades creadas por INIA han sido distribuidas a los agricultores por el Departamento Agrícola de esta empresa, previo el establecimiento de contratos de siembra. A través de los años se han presentado importantes variaciones en la superficie contratada, y fluctuaciones en la cantidad de cebada recepcionada por CCU, producto de los ajustes que debe realizar la empresa a las variaciones de la demanda (Figura 2).

La distribución de siembras contratadas por zona geográfica ha variado en el transcurso de la vigencia del convenio, por razones de estrategia empresarial. En 1979 las hectáreas contratadas en la zona centro sur (VII y VIII regiones) y sur (IX Región) alcanzaron a 4.976 y 8.848 ha,

respectivamente, mientras que en 1999 éstas fueron de 4.816 y 3.211 ha, respectivamente. La disminución en la superficie total contratada por

CCU es producto de las crecientes importaciones de cebada malteada realizadas en los últimos años.

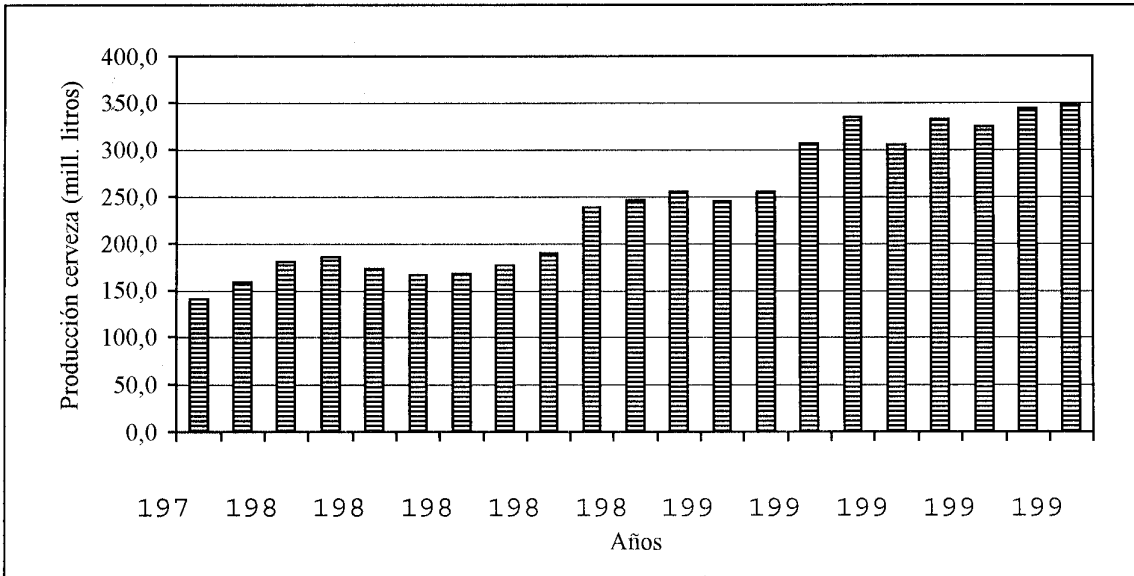


Figura 1. Producción de cerveza en Chile (millones de litros).

Figure 1. Beer production in Chile (millions of liters).

Fuente: Anuarios de producción industrial. INE.

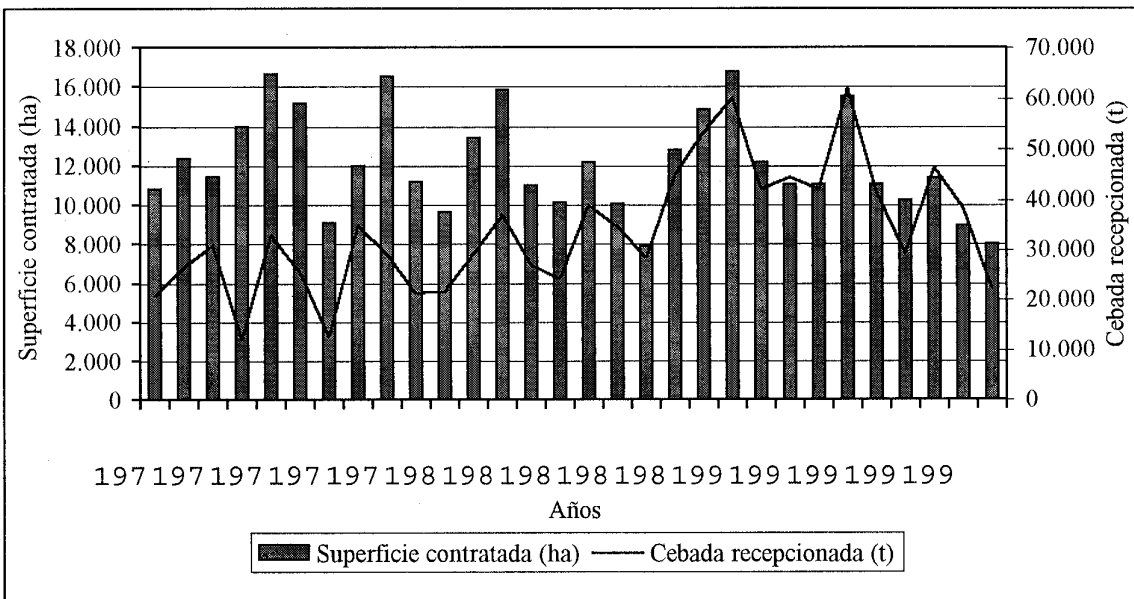


Figura 2. Cebada recepcionada y superficie contratada por la Compañía Cervecerías Unidas (CCU).

Figure 2. Received barley and area under contract by CCU.

Fuente: Departamento Agrícola CCU.

Uno de los factores de importancia para evaluar los impactos del mejoramiento genético es contar con información de la superficie sembrada con las nuevas variedades creadas, con relación a las variedades introducidas cultivadas al momento de firmar este convenio. La distribución por superficie y por zona geográfica, desde 1977 a 1999, según el Departamento Agrícola de CCU, se presenta en el Cuadro 1.

Al inicio del convenio (1977-78), Firlbecks Union y Breun's Wisa ocuparon 60 y 40% de la superficie sembrada con cebada por CCU. Dos años más tarde (1980-81), se dejó de cultivar Breun's Wisa, y 83% de la superficie se sembró con Firlbecks Union y 17% con Carina. Esta última se retiró del mercado en 1983-84, temporada en que Firlbecks Union, Aramir y Granifén INIA/CCU ocuparon 32; 49; y 19%

Cuadro 1. Distribución de las variedades utilizadas por la Compañía Cervecerías Unidas (CCU) entre los años 1977 y 1999

Table 1. Distribution of the varieties used by CCU between 1997 and 1999

Años	Variedades usadas por la CCU ¹														Superficie contratada total ha
	Porcentaje de la semilla total utilizada por la CCU ²							Porcentaje de semilla creada por INIA y utilizada por la CCU por zona geográfica ³							
	FU	BW	Car	Ar	Gr	Li	Ac	Gr ZS	Gr ZCS	Li ZS	Li ZCS	Ac ZS	Ac ZCS		
1977-78	60	40													16.541
79	84	16													11.163
80	94	6													9.636
81	83		17												13.447
82	60		40												15.847
83	90		10												10.984
84	32			49	19			15	4						10.137
1984-85	7			76	17			13	4						12.195
86				62	38			28,5	9,5						10.101
87				64	36			27	9						7.889
88				65	35			26	9						12.810
89				51	49			37	12						14.854
1989-90				38	36	26		36	0	26					16.753
91					38	62		38		62					12.173
92					38	62		38		62					11.085
93					35	65		35		65					11.080
94					39	61		39		61					15.543
1994-95					68	32		68		32					11.083
96						30	70		30			49	21		10.264
97						30	70		30			49	21		11.374
98						30	70		15			60	25		8.955
99						15	85		15			60	25		8.028

Fuente: Departamento Agrícola CCU.

¹Corresponde al porcentaje de semillas utilizadas por temporada por la CCU.

²Corresponde al porcentaje de las semillas por variedad utilizada por la CCU por temporada.

³Corresponde a la distribución de las variedades por área geográfica. ZS: Zona Sur (IX Región); ZCS: Zona Centro Sur (VII y VIII regiones).

FU: Firlbercks Union; BW: Breun's Wissa; Car: Carina; Ar: Aramir; Gr: Granifén; Li: Libra; Ac: Acuario.

respectivamente, de la superficie sembrada con este cereal. En 1985-86, la distribución de variedades por superficie cultivada era: Aramir 62% y Granifén INIA/CCU 38%, dejándose de sembrar Firlbecks Union. En 1989-90 se comienza a sembrar Libra INIA/CCU (26%) y, Aramir y Granifén INIA/CCU, ocupan un 38 y 36% de la superficie, respectivamente. La temporada siguiente (1990-91) se retiró del mercado Aramir, reemplazándose por Libra INIA/CCU que ocupó 62% de la superficie; mientras que el 38% restante correspondió a Granifén INIA/CCU, ambas cultivadas hasta 1994. Entre 1995 a 1999 se discontinúa la siembra de Granifén INIA/CCU, y 70 a 85% se cultiva con Acuario INIA/CCU, y el 30 a 15% restante se siembra con Libra INIA/CCU. Ambas representaron un 85% y un 15%, respectivamente, del total de las variedades sembradas bajo contrato, durante la última temporada analizada en este trabajo.

La evaluación social y económica de la investigación agropecuaria ha utilizado diversas metodologías para su estimación, dependiendo fundamentalmente de los antecedentes disponibles y de los objetivos perseguidos. Así, mientras las evaluaciones se han enmarcado en mediciones tanto ex-ante como ex-post, todas pueden ser agrupadas en tres formas (Alston *et al.*, 1995): 1) Estudios basados en el análisis Costo-Beneficio, que relaciona directamente las ganancias obtenidas en la producción de un rubro con los gastos realizados en el mismo; 2) Estudios de Funciones de Producción, que permiten medir el incremento obtenido en la producción por efecto de variables independientes que inciden sobre ella, y en la cual los gastos de investigación se incluyen como una variable dentro del modelo; y 3) Un tercer método, ampliamente utilizado en la medición de la rentabilidad generada por la creación y comercialización de nuevas variedades, es medir el efecto a nivel de la oferta agregada por la utilización de nuevas variedades.

Diversos estudios muestran que la rentabilidad social de la inversión en investigación agrope-

cuaria es, por lo general, elevada. Los trabajos han permitido estimar que la rentabilidad, dependiendo de la metodología de análisis, alcanza en promedio a valores superiores al 80% (Ayer y Schuh, 1972; Akino y Hayami, 1975; Norton y Davis, 1981; Evenson, 1982; y Macagno *et al.*, 1992).

El objetivo de este trabajo fue evaluar los beneficios sociales ex-post de las variedades de cebada creadas a través del convenio de investigación entre INIA y CCU, en el período comprendido entre 1978 y 1999.

METODOLOGÍA

Con el propósito de evaluar el beneficio social de las investigaciones realizadas, se utilizó en este trabajo la metodología desarrollada por Peterson (1986), basada en Ayer y Schuh (1972), y Akino y Hayami (1975), la cual ha sido empleada en numerosos estudios relacionados con el tema (Alston *et al.*, 1995).

Dado un conjunto de insumos físicos, la productividad de las nuevas variedades es mayor que en las variedades antiguas, lo que ha permitido a los agricultores obtener una mayor producción por unidad de superficie. El efecto neto en el largo plazo, es el desplazamiento de la curva de oferta hacia la derecha, y con ello una reducción proporcional en el costo de la producción promedio por adopción de esta metodología (Lindner y Jarret, 1978).

Si bien la metodología propuesta por Lindner y Jarret (1978) ha servido como base a numerosos estudios de evaluación de los impactos socioeconómicos de la investigación, su dificultad radica, por una parte, en la determinación de los parámetros de posición de las curvas de oferta, anterior y posterior a la adopción tecnológica, y por otra, en la cuantificación del impacto económico que conlleva el uso de variedades con las que se incrementa tanto la productividad como la calidad de las variedades mejoradas.

La Figura 3 muestra que producto del mejoramiento de variedades, se produce el desplazamiento de la curva de oferta desde S_n a S_o . El excedente del consumidor está representado por la suma de las áreas $ABC + Bp_nPoC$, mientras que el excedente del productor queda representado por la diferencia entre las áreas $ACO - Bp_nPoC$, determinándose así que la diferencia entre $ABC - ACO$, al Beneficio Social obtenido por la adopción de nuevas variedades.

De acuerdo a Akino y Hayami (1975), por semejanza de triángulos, las áreas influenciadas en la medición de los efectos de la introducción de una nueva tecnología son aproximadamente:

$$\text{Área } ABC = \frac{1}{2} \frac{P_o Q_o [k(1 + \gamma)]^2}{\gamma + \eta}$$

$$\text{Área } AOC = k P_o Q_o$$

$$\text{Área } Bp_nPoC = \left[\frac{P_o Q_o k(1 + \gamma)}{\gamma + \eta} \right] \times \left[\frac{1 - \frac{1}{2} k(1 + \gamma) \eta}{\gamma + \eta} - \frac{1}{2} k(1 + \gamma) \right]$$

$$\text{Área } ACQ'nQ_o = (1 + \gamma) k P_o Q_o$$

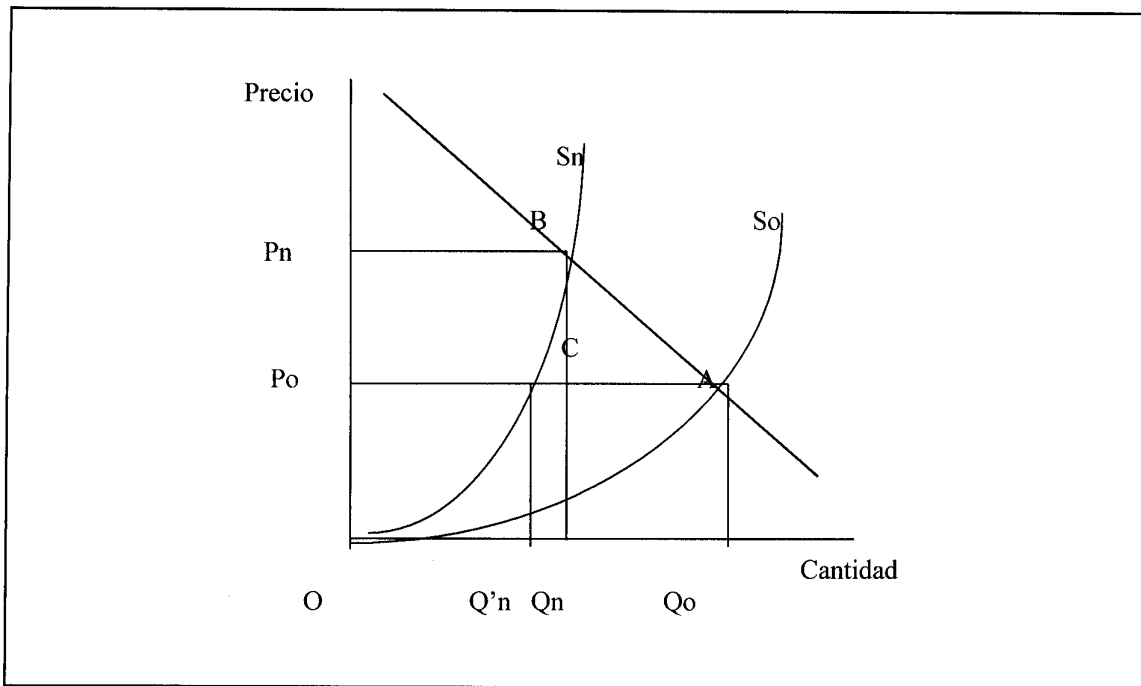


Figura 3. Modelo de estimación de los beneficios sociales de la investigación en variedades de cebada.

Fuente: Ayer y Schuh, 1972.

Figure 3. Model of estimating social returns of barley breeding research.

Source: Ayer and Schuh, 1972.

Donde P_o y Q_o son el precio y la cantidad observada anualmente en este caso para cebada, mientras que η e γ son los valores calculados de la elasticidad precio de la oferta y de la demanda, respectivamente. En este estudio, para la determinación de los valores de elasticidades de oferta y demanda se utilizaron regresiones logarítmicas del tipo:

$$\ln q = \ln a + \sum b_i \ln X_i$$

En donde a corresponde al parámetro de posición y X_i al conjunto de variables independientes consideradas en el estudio. Los coeficientes b_i corresponden matemáticamente a los valores de las elasticidades. El grado de significancia estadística de cada uno de éstos se determinó a través del test de Student (t). Con el propósito de cuantificar el grado de autocorrelación entre las variables de los diferentes modelos para la determinación de la oferta y demanda, se utilizó el test de Durbin Watson (Pindyck y Rubinfeld, 1980).

Por otra parte, la curva de la oferta (Q), de acuerdo con Akino y Hayami (1975), hipotéticamente podría ser representada como:

$$Q = (1 - h) GP^\gamma$$

En donde h representa la variación de la curva de oferta debido al mejoramiento de las variedades y GP^γ la función de oferta con elasticidad constante.

En condiciones de equilibrio la curva de oferta representa la curva de costo marginal. La relación entre la variación entre la función de costo marginal (h) y la variación en función de producción (k) puede ser aproximada como:

$$h \approx (1 + \gamma) k$$

Para la estimación de k , es decir, el cambio en la función de producción agregada por efecto de la adopción de nuevas variedades, como norma se utiliza la diferencia en los promedios de los ren-

dimientos entre las variedades mejoradas y las tradicionales. Esta diferencia se pondera por la superficie sembrada con las variedades mejoradas.

En el caso de cebada, la situación descrita alcanza mayor complejidad, dado que la diferencia en rendimientos es sólo uno de los objetivos planteados por el Programa de Mejoramiento de Cebada, pero hay características varietales, como calibre de grano, porcentaje de proteína, extracto de malta, poder diastásico y otros, que también se relacionan con la calidad que debe tener el grano destinado a la producción de malta. Tan importante es esto, que si la cebada no reúne los requisitos de calidad establecidos por CCU se aplican castigos al precio base, o bien premios cuando los requisitos están de acuerdo con los establecidos en el contrato.

Para la realización de este trabajo se ha considerado como relevante utilizar la siguiente fórmula, basada en la obtenida por Ayer y Schuh (1972), para el estudio del Beneficio Social del Programa de Mejoramiento Genético de Algodón en Brasil.

$$k = \sum \left[\left(1 - \frac{Y_n F_n}{Y_a F_a} \right) P_a \right]$$

En donde:

- Y_n : Rendimiento de la nueva variedad.
- Y_a : Rendimiento de la variedad antigua.
- F_n : Otras características de importancia económica de la nueva variedad.
- F_a : Otras características de importancia económica de la variedad antigua.
- P_a : Porcentaje de la superficie distribuida con la variedad a .

Con el propósito de determinar el valor de k , se consideró el rendimiento promedio para cada una de las variedades, en cada Centro Regional de Investigación del INIA, donde se efectuaron estos estudios. Este valor fue multiplicado por

una ponderación de calidad de grano, cuyos componentes fueron porcentaje de proteína, calibre de grano por sobre los 2,5 mm y el porcentaje de restos. El efecto total de la calidad de grano fue producto de la suma de la diferencial de castigos y bonificaciones de cada uno de los parámetros anteriormente indicados, y que se especifican en el contrato de promesa de compraventa de cebada por parte de CCU.

Si bien CCU estaba utilizando las variedades Breun's Wisa, Firlbecks Union y Carina, éstas no fueron consideradas dentro del análisis, aun cuando uno de los objetivos principales era reemplazarlas. Sin embargo, otro de los objetivos era sustituir la variedad Aramir que, a diferencia de las anteriores, fue introducida desde Holanda y recomendada para ser liberada como variedad comercial, como resultado de los estudios realizados a través de este convenio. Esta variedad produjo un mejoramiento de los rendimientos y calidad de la cebada, en relación con las variedades cultivadas antes del inicio de este convenio.

Por tanto, para evaluar el impacto económico del mejoramiento genético de cebadas con calidad maltera, sólo se consideraron las variedades creadas por INIA, en el contexto del Convenio INIA-CCU: Granifén INIA/CCU, Libra INIA/CCU, y Acuario INIA/CCU, y se excluyó de este análisis la variedad Aramir, introducida a través de éste.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 2 muestra los valores de las correlaciones obtenidas de las variables consideradas para este estudio, y que fueron determinantes en la inclusión de los modelos que determinaron las elasticidades de oferta y demanda.

La cantidad de cebada recepcionada por CCU muestra valores de correlaciones bajas con la mayoría de las otras variables analizadas, aun cuando podría destacarse la correlación positiva existente con producción nacional de cerveza ($r=0,577$), rendimiento promedio de la superficie

contratada por CCU ($r = 0,783$), rendimiento a escala nacional del trigo y de la cebada ($r = 0,747$ y $r = 0,780$, respectivamente). La asociación positiva entre la cantidad de cebada recepcionada y la producción de cerveza aparentemente no es muy elevada, producto de que CCU ha venido realizando durante los últimos años importaciones de cebada malteada para su proceso industrial. Por otra parte, la existencia de asociaciones positivas con los rendimientos, tanto de la cebada como del trigo a escala nacional, se explica por el incremento en los rendimientos alcanzados por los cereales en el país durante los últimos años.

La correlación entre el precio de la cebada pagado por CCU y las otras variables es por lo general baja, destacándose los valores negativos de éstas con la cebada requerida por CCU ($r = -0,449$) y la producción de cerveza ($r = -0,486$). Por otra parte, la correlación es altamente positiva con el precio del trigo ($r = 0,861$) y baja con el precio de la cebada a escala nacional ($r = 0,048$). La existencia de una correlación alta con el precio del trigo se explica porque el precio de la cebada, pagado por CCU, está asociado al precio que tenga este cereal en el mercado nacional. Por otra parte, la existencia de los valores negativos con la cebada requerida y producción de cerveza, se explica porque en la medida que es mayor la cantidad de cebada requerida por CCU para ajustarse a las condiciones de la demanda interna, la Compañía realiza importaciones pagando menos por la cebada a escala nacional.

Las correlaciones para cebada requerida por CCU y producción de cerveza son elevadas ($r = 0,9876$), al igual que con rendimiento promedio de la superficie contratada por CCU ($r = 0,897$). Por otro lado, las correlaciones de esa variable con superficie anual de cebada y superficie anual de trigo son elevadas y negativas ($r = -0,766$ y $r = -0,578$, respectivamente). Estas correlaciones negativas se explican porque, si bien la cantidad de cebada requerida por CCU está más asociada a la superficie contratada, la superficie de cebada

Cuadro 2. Matriz de correlaciones entre las variaciones consideradas en el estudio
Table 2. Matrix of correlations between the variables considered in the study

	Cebada recep- cionada (t)	Precio cebada (\$ t ⁻¹)	Cebada reque- rida (t)	Produc- ción cerveza (L mil.)	Super- ficie contra- tada (ha)	Precio cerveza (\$ t ⁻¹)	Rendi- miento cebada (t ha ⁻¹)	Precio trigo (\$ t ⁻¹)	Super- ficie nacional cebada (ha)	Super- ficie nacional trigo (ha)	Rendi- miento trigo (t ha ⁻¹)	Rendi- miento cebada (t ha ⁻¹)	Precio malta (\$ t ⁻¹)	Expor- tacio- nes de malta (t)	Precio expor- tación de malta (\$ t ⁻¹)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
(1)	1,000														
(2)	0,037	1,000													
(3)	0,602	-0,449	1,000												
(4)	0,577	-0,486	0,987	1,000											
(5)	0,405	0,328	-0,248	-0,248	1,000										
(6)	0,017	-0,073	-0,021	-0,011	0,356	1,000									
(7)	0,783	-0,293	0,897	0,870	-0,054	-0,064	1,000								
(8)	0,250	0,861	-0,222	-0,282	0,150	-0,222	0,016	1,000							
(9)	-0,519	0,309	-0,766	-0,748	0,404	0,332	-0,787	-0,105	1,000						
(10)	-0,572	0,178	-0,578	-0,551	-0,148	0,225	-0,528	-0,096	-0,561	1,000					
(11)	0,747	-0,205	0,905	0,872	-0,056	-0,103	0,896	0,105	-0,819	-0,549	1,000				
(12)	0,780	-0,133	0,808	0,779	0,093	0,146	0,912	0,159	-0,772	-0,490	0,882	1,000			
(13)	-0,637	-0,278	0,211	0,137	0,046	0,336	-0,145	-0,293	0,191	0,141	-0,306	-0,100	1,000		
(14)	0,170	-0,078	0,107	0,131	-0,002	-0,380	0,142	0,064	-0,227	-0,275	0,036	-0,095	-0,199	1,000	
(15)	0,162	-0,354	0,181	0,180	0,098	-0,109	0,026	-0,414	-0,111	-0,550	0,101	-0,064	-0,675	-0,056	1,000
(16)	0,376	0,048	0,308	0,238	-0,012	0,313	0,393	0,314	-0,348	-0,118	0,390	0,433	0,527	0,207	-0,360

(16): Precio de la cebada nacional (\$ t⁻¹).

sembrada en el país responde a otras consideraciones que son independientes de la cebada destinada a la agroindustria. Con respecto a la superficie de trigo, su correlación negativa se explica porque la cantidad de cebada requerida está asociada a la superficie contratada por CCU. En algunas ocasiones, especialmente en la zona sur, algunos agricultores realizan las siembras de cebada cuando no pueden sembrar trigo en la época oportuna.

La producción nacional de cerveza presenta una alta correlación con el rendimiento promedio de la superficie contratada por la CCU ($r = 0,870$) y con el rendimiento promedio de la cebada cultivada en el país ($r = 0,779$).

El precio de la cerveza presenta una correlación positiva baja con la superficie nacional de cebada ($r = 0,313$) y positiva con el precio de la cebada malteada ($r = 0,336$) y negativa con las exportaciones de ésta ($r = -0,380$). Al igual que las correlaciones con otras variables a escala nacional,

la situación del precio de la cerveza escapa a la norma general, dada las condiciones que se especifican en los contratos de CCU. No obstante, los posibles efectos de las exportaciones de cebada malteada y el precio de la misma parecen estar en directa relación con la producción de malta por parte de CCU.

Determinación de elasticidades de demanda y oferta

El Cuadro 3 muestra el resultado de cuatro regresiones logarítmicas tendientes a determinar la elasticidad de la demanda de cebada por parte de CCU. La Ecuación 1 presenta un valor del coeficiente de Durbin-Watson de 0,52, significativo al 99,5%. El valor del coeficiente de determinación (R^2) es bajo, lo que indica un mal ajuste de la ecuación a la variación total entre la cantidad de cebada requerida por CCU, y el precio pagado por tonelada de cebada a los agricultores, con los cuales se establece contrato de producción.

Cuadro 3. Estimación de la función de demanda de cebada¹

Table 3. Estimate of the barley demand function.

Variable	Ecuación (1)	Ecuación (2)	Ecuación (3)	Ecuación (4)
C ¹	15,763 (9,1599)	18,391 (6,034)	20,032 (6,819)	12,677 (6,819)
Precio cebada	-0,536 (-3,213)	-0,628 (-3,934)	-0,881 (-3,934)	-0,539 (-3,437)
Precio cerveza		-0,287 (-1,043)	-0,213 (-0,824)	0,022 (1,003)
Exportación cebada malteada			0,056 (1,804)	0,482 (4,365)
Producción cerveza/Precio cerveza				0,482 (4,365)
R ²	0,408	0,450	0,560	0,812
Durbin – Watson	0,520	0,853	0,855	1,576
F – Stat	10,52	5,73	5,53	18,769

Valores entre paréntesis corresponden al valor del test de Student.

¹C: Parámetro de posición.

R²: Coeficiente de determinación.

Durbin-Watson: valor del test de autocorrelación.

F – Stat: Valor de F.

Es posible apreciar una situación similar a la descrita en las Ecuaciones 2 y 3, en las cuales aún siendo gran parte de las variables estadísticamente significativas, de acuerdo a los valores de t , los valores de R^2 , Durbin-Watson y F son bajos. La Ecuación 4 planteada sobre la base del precio de cerveza, exportaciones de cebada y la relación producción de cerveza con el precio de la misma, proporciona valores suficientemente adecuados para la estimación de la elasticidad de la demanda, la que alcanza a -0,539.

Por otra parte, las regresiones diseñadas para estimar la función de oferta de cebada, se presentan en el Cuadro 4. En general todas las regresiones presentan coeficiente de determinación bajo, sin embargo, al considerar las regresiones para el período 1974-1987, el valor del coefi-

ciente de determinación aumenta desde 0,26 a 0,44 (Cuadro 4).

Al considerar las regresiones para cebada recibida por CCU, con el precio de la misma rezagada en un año, muestran valores de las variables independientes cuyos coeficientes no son estadísticamente significativos. Sin embargo, cuando las regresiones son calculadas sobre la base del precio de la cebada en el año, los coeficientes además de ser positivos son estadísticamente significativos. Esta diferencia tiene su explicación por las características del contrato, ya que el agricultor normalmente conoce cual será el precio que recibirá, dada la relación existente entre el precio de la cebada y el trigo, por ello la decisión de entregar una determinada cantidad de cebada a CCU está asociada a las expectativas

Cuadro 4. Determinación de la función de oferta de cebada¹

Table 4. Determination of the barley supply function

Variable	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) ²	(7) ²	(8)
C ³	5,163 (2,320)	11,174 (4,575)	11,375 (4,400)	6,062 (2,803)	8,300 (3,125)	9,677 (1,805)	10,856 (2,470)	9,040 (1,816)
Precio cebada	0,484 (2,246)			0,813 (1,424)	0,498 (0,831)	1,168 (2,277)	1,062 (2,470)	0,428 (2,091)
Precio cebada		-0,098 (-0,415)	0,127 (0,186)					
Precio trigo (-1)			-0,2401 (-0,354)					
Precio trigo				-0,407 (-0,717)	-0,360 (-0,653)			
Exportación de cebada malteada					0,054 (1,373)	0,061 (0,420)		
Superficie de trigo						-0,931 (-2,492)	-0,890 (2,567)	-0,248 (-0,735)
R ²	0,265	0,012	0,021	0,261	0,042	0,440	0,430	0,262
Durbin - Watson	1,827	2,336	2,336	1,835	1,241	1,506	1,547	1,985
F	5,040	0,172	0,144	2,469	0,531	2,262	4,155	2,485

¹Los valores entre paréntesis corresponden al valor de t .

²Serie considerada desde 1974 - 1987.

³C: Parámetro de posición.

R²: Coeficiente de determinación.

Durbin-Watson: valor del test de autocorrelación.

F - Stat: Valor de F.

de precio que tenga el trigo, razón por la cual, la relación cantidad de cebada recibida por CCU está directamente asociada al precio de la cebada en la temporada pertinente, y no al precio de la temporada anterior. De acuerdo a las regresiones obtenidas en este estudio, con los datos disponibles y considerando los valores de R^2 y de Durbin-Watson, se ha considerado la Ecuación 7 como la más representativa. En ésta la cantidad de cebada entregada a CCU estaría negativamente relacionada con la superficie de trigo en la temporada. De acuerdo a este criterio, la elasticidad precio de la oferta alcanzaría a 1,062.

Los valores de k fluctuaron para cada uno de los años considerados en este estudio en función de las diferenciales de calidad y de los rendimientos estimados para cada una de las variedades. Basándose en los cálculos, el valor k alcanzó sólo a un 4,7% en el año 1984, producto de la liberación comercial en ese año de la variedad Granifén INIA/CCU, creada por el convenio y que sólo ocupó una superficie de 1.926 ha de las 10.137 ha contratadas por CCU. Hasta el año 1989 la variedad Aramir seguía siendo la más utilizada por esta empresa en sus contratos de siembra, y por ello los valores de k calculados se mantuvieron relativamente estables hasta ese

año. Posteriormente, a partir de 1991, CCU dejó de sembrar Aramir, usando definitivamente las variedades creadas por INIA (Granifén INIA/CCU y durante los últimos años Libra INIA/CCU) las que presentaron mayores rendimientos y mejor calidad que Aramir. Los valores de k por tanto, aumentaron en comparación a los existentes antes de esa época (Figura 4).

Producto de la creación de estas variedades y sus características de calidad y rendimientos, CCU modificó sistemáticamente la bonificación por calibre de grano. Entre el período comprendido entre los años 1978 y 1985, la Compañía bonificaba un 0,5% por cada 1% sobre el 80% de la cebada que estuviera sobre harnero de 2,5 mm. A partir de 1986, y hasta 1989, la base de bonificación aumentó para aquella cebada que tuviera un calibre de grano superior a 85% sobre la criba o harnero de 2,5 mm. Desde 1990 y hasta la fecha, la bonificación nuevamente aumentó para aquellas cebadas con calibre de grano 90% superior sobre harnero de 2,5 m. Este sustancial beneficio para la empresa y para los agricultores, se obtuvo debido al importante avance de las investigaciones en el mejoramiento genético que hizo factible crear nuevas variedades de cebada con calidad maltera.

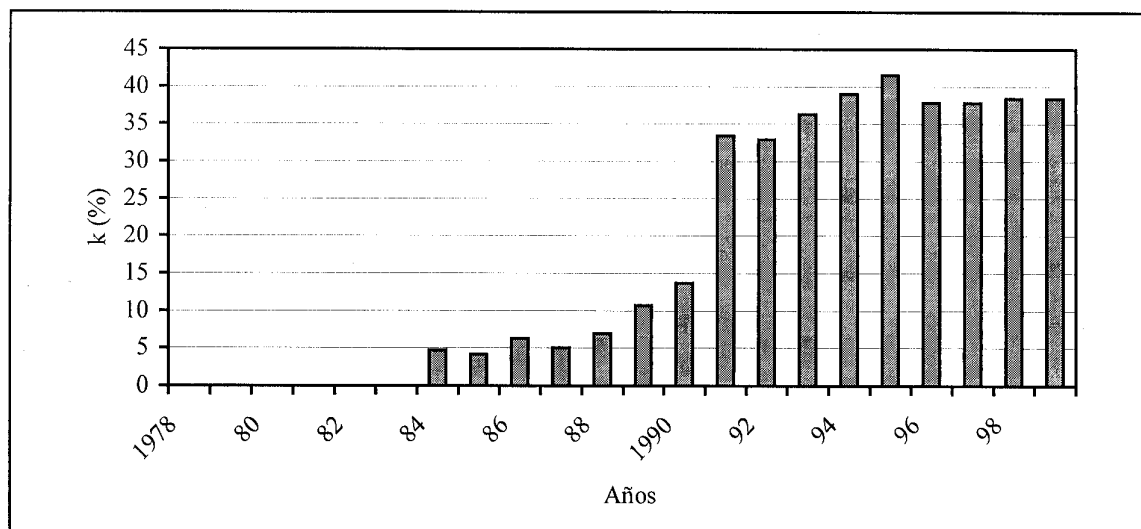


Figura 4. Valores de k determinados para el convenio INIA-CCU
Figure 4. k values calculated for the INIA-CCU agreement.

El Cuadro 5 muestra los resultados de la evaluación económica para este trabajo y la distribución de estos beneficios en términos de excedentes del productor y consumidor. De acuerdo a los valores calculados de elasticidades de oferta y demanda, los beneficios sociales netos del proyecto de mejoramiento genético de cebada alcanzan a 5.350 millones de pesos, con una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 51,98%. Por otra parte, los beneficios muestran que 65% de éstos son capturados por los productores y el remanente por los consumidores. Al variar las condiciones de la elasticidad de la demanda, desde perfectamente elástica a perfectamente inelástica, los valores de TIR y la distribución de los beneficios se ven claramente alterados. En la primera de estas situaciones, vale decir cuando los demandantes están dispuestos a comprar cualquier cantidad a un precio dado eventualmente, todos los beneficios habrían sido capturados por los productores, alcanzando el proyecto de mejoramiento genético en cebada una TIR de 46,78%. Por otra parte, si la función de demanda hubiese sido completamente inelástica, vale decir la cantidad demandada no cambia si el precio cambia, gran parte de los beneficios del programa de cebada habrían sido capturados por los consumidores de cebada y la TIR habría aumentado a 54,09%.

Los resultados obtenidos son coincidentes con los encontrados por Ayer y Schuh (1972) para el

mejoramiento de las variedades de algodón en Brasil. Los autores indican que del total de los beneficios alcanzados, casi el 60% de éstos fueron capturados por los productores, lo cual es reflejo de los valores calculados para las elasticidades de la oferta y la demanda. Las TIR para ese estudio fluctuaron entre 87 y 92%, dependiendo de los valores de la elasticidad de la demanda y de las variaciones de k .

Las condiciones de la demanda afectan en gran medida los resultados de los beneficios de la investigación como su distribución. Akino y Hayami (1975), al evaluar el efecto del mejoramiento genético de arroz en Japón, indicaron que si la elasticidad de la demanda es infinitamente elástica, las ganancias de los beneficios sociales producto de un cambio en la oferta, podrían ser capturadas en su totalidad por los productores, mientras que si aquella fuese igual a cero, no existirían ganancias para los productores en la medida que la oferta fuese competitiva.

Con respecto al mejoramiento genético de cebada, Campos *et al.* (1989), sobre la base de los antecedentes disponibles a partir del año de firma del convenio y hasta el año 1989, más una proyección de las siembras contratadas por CCU, hasta el año 1992, estimaron que el efecto de la introducción de las variedades generadas por INIA, al reemplazar anualmente 25% de la super-

Cuadro 5. Estimación de la distribución de los beneficios sociales de la investigación en cebada
Table 5. Estimate of the distribution of the social benefits of the barley breeding research

Elasticidades	Incremento excedente del consumidor (\$)	Excedente del productor (\$)	Costo actualizado del proyecto (\$)	Beneficio social (\$)	Tasa interna de retorno (%)
Oferta = 1,062 Demanda = -0,539	2.296.194.247	3.474.458.584	420.455.516	5.350.197.316	51,98
Oferta = 1,062 Demanda = ∞	0	3.714.719.785	420.455.516	3.294.264.270	46,78
Oferta = 1,062 Demanda = 0	6.791.499.709	22.606.900	420.455.516	6.393.651.094	54,09

ficie contratada por CCU, implicaría un aumento del valor de k , hasta un 24,56% en ese año. En estas circunstancias, se estimó que el beneficio social estimado para 1992 variaba desde \$82.911.957 en 1984, hasta \$324.985.413. La TIR para este estudio fluctuó entre 49,96 y 48,45%.

Macagno *et al.* (1992) estimaron para el caso del mejoramiento genético de cebada en los Estados Unidos, una TIR de un 91% cuando el análisis se realizó para los tres principales estados productores de cebada (Minnesota, Carolina del Norte y Carolina del Sur). La TIR, sin embargo, alcanzaba 85% cuando sólo se consideraban los resultados para el estado de Minnesota. Los menores valores en el valor de la TIR registrada en este estudio, comparada con los obtenidos en el presente trabajo, podrían deberse a las condiciones sobre las cuales se establecen los contratos de producción entre los productores y CCU, en donde las condiciones de oferta y demanda son más restrictivas que las observadas en los Estados Unidos.

CONCLUSIONES

El análisis realizado para la estimación del impacto económico del convenio INIA-CCU, muestra que la rentabilidad social alcanzada por la creación de las variedades Granifén INIA/CCU, Libra INIA/CCU y Acuario INIA/CCU ha sido, en comparación a otros estudios, relativamente elevada, fluctuando entre un 54,09 y 46,78%. Los menores valores alcanzados en este estudio,

en comparación a la literatura, obedecen a las condiciones de la comercialización de las semillas, las cuales se establecen mediante contrato entre la Compañía de Cervecerías Unidas y los agricultores, situación que determina que en algunas temporadas la superficie contratada por la CCU disminuya para ajustarse a las condiciones de la demanda y a los precios internacionales de la cebada malteada.

La distribución de los beneficios indica que los excedentes de los consumidores alcanzaron a un 42,9% de los 5.350 millones de pesos generados por el programa de mejoramiento de cebada, desde 1979 hasta 1999. Esta situación se deriva de los valores bajos de las elasticidades precio, tanto para la demanda como para la oferta. Los valores de las elasticidades juegan un papel importante en la distribución de los beneficios de la investigación. Al considerar una elasticidad precio de la demanda perfectamente elástica, todos los beneficios habrían sido capturados por los productores, mientras que, en una situación inversa, si la elasticidad precio de la demanda hubiese sido perfectamente inelástica, gran parte de los beneficios habrían sido capturados por los consumidores.

Es importante señalar que aunque la creación de variedades de cebada con calidad maltera fue relativamente rápida, su distribución fue lenta, principalmente durante las primeras etapas del convenio, situación que alteró los efectos positivos del mejoramiento genético en esta especie.

LITERATURA CITADA

-
- Alston, J.M., G.W. Norton, and P.G. Pourdey. 1995. Science under scarcity. Principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting. 585 p. Cornell University Press, Ithaca, New York, USA.
- Akino, M., and Y. Hayami. 1975. Efficiency and equity in public research: rice breeding in Japan's economic development. *Am. J. Agric. Econ.* 57:1-10.

- Ayer, M.W., and G.W. Schuh. 1972. Social rates of return of agricultural research: the case of cotton research in Sao Paulo, Brasil. *Am. J. Agric. Econ.* 54:557-569.
- Beratto, E. 1983. Cultivar de cebada Aramir. *Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca* 2(3):13-15.
- Beratto, E. 1984. Granifén-INIA/CCU, nueva cebada maltera. *Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca* 3(4):2-4.
- Beratto, E. 1988. Libra-INIA/CCU nuevo cultivar de cebada maltera. *Agricultura Técnica (Chile)* 48:375.
- Beratto, E. 1990. Leo-INIA/CCU, nueva variedad de cebada maltera. *Agricultura Técnica (Chile)* 50:89-90.
- Beratto, E., y H. Salvo. 1994. Acuario-INIA/CCU. Nueva cebada de primavera para producción de malta y alimentación animal. *Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca* 13(3):31-35.
- Beratto, E., y J.L. Rouanet. 1987. Incidencia de la época de siembra en el rendimiento de cebadas de primavera. *Agricultura Técnica (Chile)* 47:260-266.
- Campos A., C. Ortíz, y E. Beratto. 1989. Análisis del impacto técnico económico del convenio INIA-CCU para mejoramiento genético de cebada cervecera. *Boletín Programa de Economía* Nº 6. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.
- Evenson, E.R. 1982. Observation on Brazilian agricultural research and productivity. *Rev. Econ. Res.* 20:367-401.
- INE. 1998. *Anuario de la Producción Industrial*. 80 p. Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Santiago, Chile.
- Lindner, R.K., and F.G. Jarrett. 1978. Supply shifts and the size of research benefits. *Am. J. Agric. Econ.* 60:48-56.
- Macagno, F.L., W.B. Sundquist, and D.C. Rasmusson. 1992. Gains from agricultural research in a multimarket framework: the case of malting barley. IR-6 Information Report Nº 92-1. University of Minnesota, Department of Agricultural and Applied Economics, St. Paul, Minnesota, USA.
- Norton, G.W., and J.S. Davis. 1981. Evaluating return to agricultural research: A review. *Am. J. Agric. Econ.* 63:685-699.
- ODEPA. 1999. Estadísticas Agropecuarias. Disponible en <http://www.odepa.minagri.gob.cl> Conectado el 15 de agosto de 1999.
- Ortíz, J., J. Alwang, y G. Norton. 1995. Beneficios sociales de la investigación agropecuaria en Chile, en un contexto de políticas distorsionadoras de precios. *Agricultura Técnica (Chile)* 55:189-203.
- Peterson, W.L. 1976. Return to poultry research in the United States. *J. Farm Econ.* 49:56-69.
- Pindyck R., and D. Rubinfeld. 1980. *Modelos Económicos*. 638 p. Labor Universitaria, Barcelona, España.
- Urrutia, S.G. 1998. Cebada cervecera: perspectivas de rentabilidad. p. 27:30. *Agroeconómico* abril-mayo. Fundación Chile, Santiago, Chile.