

**BENEFICIO Y RENTABILIDAD DE LA INVESTIGACION
AGROPECUARIA.**

Víctor Manuel Feijóo- (*)

(*) Becario Interno de Perfeccionamiento del CONICET en el Instituto de Investigaciones Estadísticas. Facultad de Ciencias Económicas-Universidad Nacional de Tucumán.

BENEFICIO Y RENTABILIDAD DE LA INVESTIGACION AGROPECUARIA

INDICE

1. Introducción.
2. Funciones de Oferta Agropecuaria Estimadas.
3. Algunas Consideraciones Respecto a la Variable Tecnología.
4. Beneficio y Rentabilidad de la Investigación Agropecuaria.

1. Introducción

Existe un gran interés por conocer si las inversiones en investigación agropecuaria en la República Argentina contribuyen al aumento de la productividad agropecuaria.

Un primer intento por estimar en qué medida colaboran los cambios tecnológicos, producto de la investigación agropecuaria, en la producción se realizó en "La oferta del sector agropecuario de la República Argentina: 1950-1978"⁽¹⁾ donde mediante el uso de una variable binaria que distinguía dos niveles tecnológicos se pudo concluir que era "posible atribuirle al mayor nivel tecnológico del período 1961-1978 incrementos que oscilan entre el 9% y el 11% sobre la producción agropecuaria que se habría obtenido con la tecnología que prevaleció en el período 1951-1960".

A partir de allí nuestros esfuerzos se concentraron en especificar con cierta precisión los cambios tecnológicos o la tecnología, e identificar las metodologías adecuadas para calcular el beneficio que la misma brinda al sector agropecuario. Fruto de este esfuerzo es el trabajo "Contribución de la investigación a la productividad agropecuaria"⁽²⁾.

Con el propósito de reunir ambas experiencias se presentan en este trabajo algunos resultados respecto al beneficio y a la rentabilidad de las inversiones en investigación agropecuaria.

2. Funciones de Oferta Agropecuaria Estimadas

Como lo que nos interesa aquí es estimar los beneficios de las inversiones

(1) FELJOO, Víctor M.: "La Oferta del Sector Agropecuario de la República Argentina: 1950-1978". INIE o Instituto de Investigaciones Económicas, (IIE), Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Tucumán, 1981.

(2) FELJOO, Víctor M.: "Contribución de la Investigación a la Productividad Agropecuaria". INIE e IIE, 1982.

nes en investigaciones agropecuarias, no nos detendremos en explicitar las funciones de oferta agropecuaria estimadas sino que solamente las definiremos y haremos una rápida descripción de las variables empleadas.

Las funciones de oferta agropecuaria estimadas por mínimos cuadrados simples son las siguientes:

$$Q_t = a_1 + a_2 P_{t-1} + a_3 H_{t-1} + a_4 T_{t-d} + a_5 D. \quad (1)$$

$$Q_t = A P_{t-1}^c H_{t-1}^a e^{Y T_{t-d}} e^{\delta D} \quad (2)$$

donde:

Q_t = Índice del Producto Bruto Interno al costo de los factores al sector agropecuario.

P_{t-1} = Índice de Precios relativos de productos agropecuarios en el período anterior. Se dispusieron de tres alternativas que derivan de deflactar el Índice de Precios Mayoristas Agropecuarios (IPMA) por tres índices diferentes: Índice de Precios Implícitos en el Producto Bruto Interno al costo de los factores (IPI)*; Índice de Precios Mayoristas No Agropecuarios (IPMNA) e Índice de Precios Mayoristas (IPM). Obteniéndose las siguientes alternativas para los precios agropecuarios:

$$P(a) = IPMA/IPI.$$

$$P(b) = IPMA/IPMNA.$$

$$P(c) = IPMA/IPM.$$

H_{t-1} = Índice del total de hectáreas sembradas en la República Argentina en el período anterior.

T_{t-d} = Índice del stock de tecnología; se admite que una vez producido el gasto pasan d años hasta que es adoptada la nueva tecnología y ha sido definido como sigue:

$$T_t = \sum_{i=0}^{t-d} NT_i ; i = 0, 1, 2, \dots, ND-1$$

donde:

NT = recursos insumidos por las investigaciones agropecuarias para la producción de nueva tecnología.

d = se ha supuesto un lapso de seis años entre la inversión y la adopción de la nueva tecnología.

- D = Clima; variable binaria que toma los valores 0 ó 1 según que los años hayan sido normales o anormales desde el punto de vista climatológico. En los años 1952, 1963, 1972 y 1975 se registraron condiciones climáticas desfavorables por lo que se les asignó el valor 1, y 0 a los restantes años bajo estudio.

En la Tabla 1 se listan los resultados obtenidos al estimar las ecuaciones (1) y (2) por mínimos cuadrados.

TABLA 1: ESTIMACIONES DE LOS PARAMETROS DE LAS FUNCIONES DE OFERTA AGROPECUARIA AGREGADA, 1951-1978.

Ecuación	Constante	Precios Agropecuarios en el Período Anterior		Hectáreas H(t-1)	Tecnología T(t-6)	Clima D	R ²	Durbin Watson
	P(a)	P(b)	P(c)					
1.1	30,9446 (1,3779)	0.1135 (1.2914)	--	0.4884 (2.0772)	0.1809 (12.6113)	-7.0914 (-2.0757)	.8965	1.0887
1.2	1.3562 (1.3065)	0.1428 (1.6876)	--	0.5465 (2.2164)	0.0016 (10.7240)	-0.0686 (-1.2543)	.8786	1.2087
2.1	29.1967 (1.2754)	--	0.0872 (0.9023)	0.5228 (2.1937)	0.1832 (12.3621)	-6.8332 (-1.9491)	.8928	1.0247
2.2	1.1869 (1.1220)	--	0.1094 (1.1001)	0.6115 (2.4268)	0.0016 (10.6357)	-0.0634 (-1.7341)	.8704	1.0915
3.1	19.1668 (0.8680)	--	--	0.2437 (1.9624)	0.1742 (11.9272)	-7.8573 (-2.3766)	.9094	1.1135
3.2	0.7470 (0.7150)	--	--	0.2313 (1.8636)	0.5900 (2.5455)	0.0015 (10.8825)	.8815	1.1425

NOTA: Todas las ecuaciones han sido estimadas por mínimos cuadrados simples.

Las ecuaciones 1.1, 2.1 y 3.1 son de la forma:

$$Q(t) = a_1 + a_2 P(t-1) + a_3 H(t-1) + a_4 T(t-6) + a_5 D.$$

Las ecuaciones 1.2, 2.2 y 3.2 son de la forma:

$$\ln Q(t) = \ln A + \epsilon \ln P(t-1) + \alpha \ln H(t-1) + \gamma T(t-6) + \delta D.$$

3. Algunas Consideraciones Respecto a la Variable Tecnología

Se ha definido tecnología como el conjunto de servicios que brindan las técnicas de producción ya adoptadas en cada unidad de tiempo. Comúnmente se supone que estos servicios son proporcionales al stock de tecnología y que éste es la acumulación de un flujo, nuevas tecnologías producidas en unidades de tiempo pasadas.

Es por ello que la variable tecnología usada ha sido estimada en base a los gastos efectuados por el Gobierno Nacional, por intermedio del INTA, en investigación y extensión agropecuaria.

Para estimar este flujo de gastos se tuvo en cuenta lo siguiente:

- a) Falta de información respecto a los presupuestos de las estimaciones experimentales existentes con anterioridad a 1958, año en que el INTA comenzó a publicar sus memorias anuales.
- b) Disponibilidad de esta información para la Estación Experimental Agro Industrial Obispo Colombes, Tucumán, desde 1925.
- c) Uso de dicha información en la hipótesis de que el comportamiento del sistema argentino fue similar al experimentado en Tucumán.

En base a estas consideraciones se estimaron los recursos insumidos por las investigaciones agropecuarias (NT) de la siguiente manera:

1911-1925: (presupuesto de 1925 de la E.E. de Tucumán) $\times$ (n° de E. E. en Argentina)_t.

1926-1957: (presupuesto de E. E. en Tucumán)_t $\times$ (n° de E. E. en Argentina)_t.

1958-1979: (presupuesto ejecutado del INTA).

En las Tablas 2 y 3 se presentan estimaciones del stock de tecnología en pesos constantes y números índices.

TABLA 2: ESTIMACIONES DEL STOCK DE TECNOLOGIA

Millones de pesos de 1960

Año	T1	T2	T3	T3
		$\beta = .04$	$\beta = .04$	$\delta = .02$
			$\delta = .10$	$\delta = .20$
	(a)	(b)	(c)	(c)
1950	40.43	37.06	7.93	7.56
1951	43.62	39.90	8.69	9.01
1952	46.72	42.12	9.86	9.72
1953	49.86	44.52	11.53	9.36
1954	53.72	47.06	13.05	8.98
1955	57.51	49.49	14.78	8.71
1956	61.22	52.20	16.26	8.96
1957	64.40	54.34	16.99	9.33
1958	70.16	59.12	16.85	10.14
1959	77.56	65.43	16.97	10.90
1960	89.06	75.55	17.81	13.19
1961	102.45	87.13	20.02	17.46
1962	112.64	94.68	23.19	23.72
1963	122.54	102.84	26.98	28.24
1964	135.78	114.23	30.85	32.23
1965	147.05	123.53	35.63	32.10
1966	160.45	134.97	41.37	30.05
1967	174.45	147.16	48.68	31.94
1968	188.25	159.45	54.22	34.91
1969	203.82	173.06	58.88	34.97
1970	219.53	186.78	59.85	37.88
1971	232.61	197.56	59.03	38.65
1972	245.85	207.71	61.74	38.67
1973	263.57	221.22	65.38	39.58
1974	284.85	238.11	66.34	39.80
1975	301.40	250.53	69.99	40.13
1976	315.46	260.97	71.66	43.35
1977	331.30	273.20	72.83	46.90
1978	349.86	288.00	74.58	46.08
1979	369.05	302.72	74.91	41.28

Notas:

$$(a) \quad T1_t = \sum_{i=0}^t NT_i$$

; $t = 0, 1, 2, \dots, ND-1$.

$$(b) \quad T2_t = (1 - \beta) \sum_{i=0}^t NT_i \quad ; t = 0, 1, 2, \dots, n-1$$

$$= (1 - \beta) \sum_{i=t-(n-1)}^t NT_i \quad ; t = n, n+1, \dots, ND-1$$

donde:

β = tasa de amortización

$n = 1/\beta$

$$(c) \quad T3_t = X3_t - Y3_t \quad ; t = 0, 1, 2, \dots, ND-1$$

donde:

$$X3_t = \delta \sum_{i=0}^t (t+1-i) NT_i \quad ; t = 0, 1, 2, \dots, NDE-1$$

$$= \delta \sum_{i=t-(NDE-1)}^t (t+1-i) NT_i \quad ; t = NDE, NDE+1, \dots, ND-1$$

$$Y3_t = \beta \sum_{i=0}^t NT_i \quad ; t = 0, 1, 2, \dots, n-1$$

$$= \beta \sum_{i=t-(n-1)}^t NT_i \quad ; t = n, n+1, \dots, ND-1$$

δ = tasa de adopción

$NDE = 1/\delta$

TABLA 3: ESTIMACIONES DEL STOCK DE TECNOLOGIA

Números Índices, base 1960 = 100.

Año	T1	T2	T3	T3
		$\beta = .04$	$\beta = .04$ $\delta = .10$	$\beta = .02$ $\delta = .20$
	(a)	(b)	(c)	(c)
1950	45.40	49.05	44.51	57.32
1951	48.98	52.81	48.82	68.28
1952	52.46	55.74	55.36	73.70
1953	55.98	58.93	64.73	70.99
1954	60.32	62.29	73.28	68.05
1955	64.57	65.50	83.01	66.01
1956	68.74	69.10	91.30	67.95
1957	72.31	71.92	95.42	70.77
1958	78.78	78.25	94.65	76.87
1959	87.09	86.61	95.33	82.64
1960	100.00	100.00	100.00	100.00
1961	115.03	115.32	112.42	132.37
1962	126.48	125.31	130.26	179.88
1963	137.59	136.13	151.54	214.15
1964	152.46	151.20	173.28	244.34
1965	165.11	163.51	200.11	243.39
1966	180.16	178.64	232.32	227.81
1967	195.88	194.78	273.42	242.17
1968	211.37	211.04	304.52	264.68
1969	228.86	229.06	330.68	265.13
1970	246.50	247.22	336.16	287.22
1971	261.18	261.49	331.54	293.08
1972	276.05	274.92	346.75	293.21
1973	295.95	292.81	367.19	300.14
1974	319.84	315.16	372.60	301.76
1975	338.42	331.60	393.09	304.31
1976	354.21	345.42	402.45	328.67
1977	372.00	361.60	409.05	355.58
1978	392.84	381.20	418.84	349.36
1979	414.38	400.68	420.75	312.97

Nota: Idem Tabla 2.

La estimación del stock de tecnología denominada T1 se usó en las estimaciones econométricas cuyos resultados se muestran en la Tabla 1. Los valores que se presentan en las Tablas 2 y 3 para las otras definiciones de tecnología son simplemente conjeturales debido a que se requiere información respecto a las tasas de amortización y adopción, de las que no se tiene información.

Los valores dados a estos parámetros en las estimaciones del stock de tecnología son tentativos y con el solo propósito de poder comparar los distintos métodos.

4. Beneficio y Rentabilidad de la Investigación Agropecuaria

Como ya lo comentamos en un trabajo anterior (3) las inversiones en programas agropecuarios en distintos países han obtenido tasas elevadas de rentabilidad. Permitiendo inferir a priori que la investigación agropecuaria contribuye, juntamente con insumos complementarios, a mejorar la calidad de los insumos y factores, a mejorar las técnicas de producción y a una organización más eficiente, que se manifiestan en un aumento de la productividad agropecuaria.

Es así que en el presente trabajo nos proponemos estimar una tasa de rentabilidad de las inversiones en investigación agropecuaria en la República Argentina en base a las metodologías analizadas en el citado trabajo y a las estimaciones que sobre oferta agropecuaria se presentaron en la sección 2.

En virtud a que la información estadística disponible no es suficiente, la metodología elegida para el cálculo de la tasa interna de retorno responde a una selección con un criterio determinado debido a que no es posible testar o comparar varias metodologías. En consecuencia se eligió la metodología sugerida por Evenson y Kislev (4), quienes proponen el cálculo de la tasa interna de retorno mediante la resolución de la siguiente expresión:

$$\sum_{j=d}^{\infty} \frac{b}{(1+R)^j} = \frac{b}{R} \left(\frac{1}{1+R} \right)^d = 1$$

donde:

b = beneficio marginal de un peso invertido en investigación.

d = lapso en años entre la inversión y el comienzo de la percepción de beneficios.

Se observa fácilmente que si la adopción de las nuevas tecnologías pro

(3) FEIJOO, V. M.; op. cit.

(4) EVENSON, Robert y KISLEV, Yoar; Investigación Agrícola y Productividad. Publicado para el Banco Mundial, por Editorial Techos, 1976.

ducidas por las investigaciones agropecuarias es instantánea, o sea $d=0$, la tasa interna de retorno es igual al beneficio marginal ($R = b$), obteniéndose el valor máximo para la tasa interna de retorno.

Como la función de oferta agropecuaria ha sido definida y estimada por las ecuaciones (1) y (2) se podría aproximar el beneficio marginal como sigue:

$$\text{Para la ecuación (1): } b = \frac{dQ}{dT} = a_4$$

$$\text{Para la ecuación (2): } b = \frac{dQ}{dT} = \gamma \bar{Q}$$

Entonces la tasa interna de retorno para las dos alternativas de funciones de oferta será igual a la raíz positiva de los siguientes polinomios:

$$\frac{a_4}{R_1} \left(\frac{1}{1+R_1} \right)^6 - 1 = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\gamma \bar{Q}}{R_2} \left(\frac{1}{1+R_2} \right)^6 - 1 = 0 \quad (4)$$

En la Tabla 5 se muestran los resultados encontrados para el beneficio marginal y la tasa interna de retorno de las inversiones en investigación agropecuaria.

TABLA 5: BENEFICIO MARGINAL Y TASA INTERNA DE RETORNO DE
LA INVESTIGACION AGROPECUARIA, 1951 - 1978

Ecuación	Beneficio Marginal %	Tasa Interna de Retorno %
1.1	18.09	10.1359
1.2	17.71	9.9980
2.1	18.32	10.2187
2.2	17.71	9.9980
3.1	17.42	9.8915
3.2	16.61	9.5889

Se reconoce que los valores encontrados son una aproximación, pudiéndose observar que no son tan elevados como los obtenidos para otros países.

Creemos que podrían mejorarse, aunque no demasiado, si se resolvieran algunos de los siguientes problemas que dejamos pendientes:

- Stock inicial para la estimación del stock de tecnología (5).
- Poder contar con tasas de amortización y adopción que sean representativas para este tipo de inversiones.
- Incluir la inversión privada en investigación agropecuaria, ya que solamente se consideró al INTA.

(5) Se exploró la forma de evitar este problema mediante primeras diferencias, pero como los resultados no fueron satisfactorios no se reportan resultados.