

LA EVOLUCION DE CULTIVOS EN EL CAMPO DE CARTAGENA COMO VARIABLE DEPENDIENTE DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE RIEGO Y DE LOS PRECIOS AGRICOLAS. CORRELACION Y PREVISIONES

1. INTRODUCCION

El proceder a la cuantificación en este estudio tiene por finalidad medir, mediante coeficientes de correlación, las circunstancias reales que llevan al agricultor a adoptar una u otra clase de cultivo. El análisis de regresión múltiple permitirá predecir, en función de los precios agrícolas y la superficie ocupada, qué producción podrá obtenerse, en los próximos años, en cultivos tradicionales del área como es el melón y en otros sustitutivos de las importaciones, como el algodón y los forrajeros. En tanto que los índices de precios, particularmente el de Fisher serán indicadores de la revaloración o desvaloración, a veces coyuntural, de los distintos productos. En último término, se comprobará que la reestructuración de cultivos de las 23.000 Has. del Campo de Cartagena afectadas por los nuevos regadíos puede contribuir a contrarrestar una buena parte del déficit originado por las importaciones de productos agropecuarios.

2. CORRELACION ENTRE CULTIVOS Y CALIDAD DE LAS AGUAS DE RIEGO.

Por razones metodológicas y puesto que Torre Pacheco es centro de la red infraestructural del Trasvase en el Campo de Cartagena, a la vez que traduce sus connotaciones agrícolas y la relevante evolución de su paisaje, he tomado su información como representativa de este campo. En relación con la calidad del agua para riego, basta señalar, como ejemplo de tal evolución, que en el corto período de 6 años (1976-81)

empieza a notarse una disminución de las tierras dedicadas a cultivos altamente tolerantes al agua salina de pozo. Ahora bien, conviene que conozcamos el grado de asociación existente entre dicha disminución y la medida en que el agua subterránea está siendo sustituida por los nuevos regadíos. En este sentido, el "coeficiente de correlaciones, de Spearman, por rangos" (1) nos muestra que existe una correlación negativa entre la extensión de los cultivos de riego en general y la evolución del uso de agua de pozo, siendo $r_s A = -0,13$, y positiva entre la primera variable y el creciente empleo de agua trasvasada de mejor calidad ($r_s B = 0,60$). Para ello, he tabulado los cultivos que se efectúan en condiciones de regadío, agrupándolos según sus niveles de tolerancia máxima a la salinidad (2). El grupo 1 engloba los cultivos medianamente tolerables que pueden soportar conductividades eléctricas de 10 a 12 milimohos/cm en el estrato de saturación del suelo; el grupo 2 se refiere a cultivos muy tolerantes, capaces de resistir hasta 14 y 16 milimohos/cm mientras que el grupo 3, inexistente pocos años atrás, se compone esencialmente de limoneros y legumbres, mucho más exigentes en la calidad química del agua que consumen. A continuación, anotamos para cada cultivo el crecimiento o descenso porcentual de su superficie ocupada (X), la evolución porcentual de las tierras dedicadas a él y que se riegan con agua subterránea salina (Y) y por último, el crecimiento, en tantos por cien, que experimenta, para cada cultivo, la superficie beneficiada por el agua del Trasvase (Z). A las correlaciones XY y XZ denominaremos respectivamente A y B.

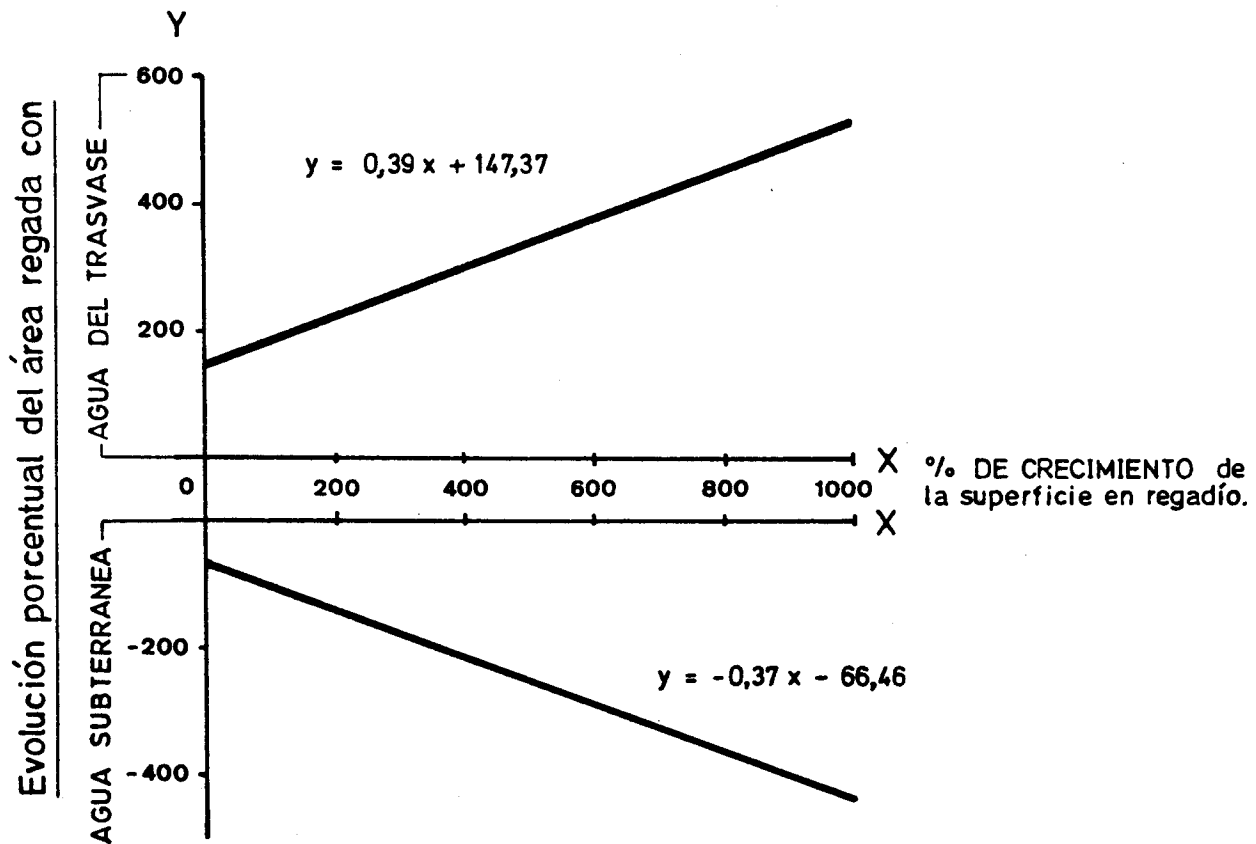


Fig. 1: Rectas de regresión que ajustan el crecimiento de la superficie de regadío con la nube de puntos que representan los porcentajes de evolución del área regada con agua del Trasvase y subterránea.

Sobre la base de los niveles máximos de tolerancia antes señalados, estableceremos 6 nuevas relaciones que son función de aquéllas y se expresan en: A1, A2, B1, B2, B3, según pertenezcan a uno y otro de los grupos anunciados. Los coeficientes r_s obtenidos son:

$$\begin{array}{ll} r_s A1 = -0,49 ; & r_s B1 = 0,66 \\ r_s A2 = 0,88 ; & r_s B2 = -0,20 \\ r_s A3 = -1,00 ; & r_s B3 = 1,00 ; \end{array}$$

de lo que se desprende:

Que, en términos generales, existe una correlación negativa entre la ampliación de las tierras regadas y el grado de utilización de las aguas subterráneas. Disociación totalmente direccional cuando se trata de relacionar con dicha variable la amplia aceptación que están teniendo los cítricos en gran parte del área (coeficiente = -1). Debe señalarse, sin embargo, que no todos los cultivos experimentan una evolución inversa a la del empleo de agua subterránea. Me refiero a los altamente tolerables (coeficiente = 0,88), algunos de los cuales (el melón o la alcachofa) ven disminuida su calidad al ser regados con agua del Trasvase. Sólo así se explica la escasa aceptación que tuvieron en los mercados ingleses las remesas de melón exportadas en 1981, durante el que se empleó principalmente agua trasvasada.

- Que la correlación XZ (a la que denominamos B) resulta positiva en cuanto se refiere a cultivos no tolerables o de resistencia media a las sales (coeficientes 1 y 0,66 respectivamente). Lo contrario sucede con los muy tolerables. Estos sufren un decrecimiento sensiblemente acorde con la disponibilidad de aguas de mejor calidad que, al ser mucho más pobres en cloruros y sulfatos, se orientan hacia otros cultivos de mayores exigencias.

- Que la enorme expansión del limonero no sólo se expresa en términos absolutos sino también por el grado de exclusividad que tengan los nuevos regadíos en el contexto espacial del Campo de Cartagena. (Ver Fig. 1)

- La pendiente de la recta de regresión que ajusta a la nube de puntos que representan a los niveles de utilización del agua subterránea y a los de evolución de la superficie regada con ella es de -0,37 (Tg que equivale a un ángulo de $20^\circ 21'$),

y la ordenada en el origen es igual a -66,46, lo que se expresa mediante la recta de regresión $\hat{y} = -0,37 x + 66,46$ (3). Con respecto al empleo del agua trasvasada, la ecuación que define la recta de ajuste es: $\hat{y} = 0,39 x + 147,37$.

3. CORRELACION DE LA PRODUCCION Y DE LAS SUPERFICIES DE CADA CULTIVO CON RESPECTO A LOS PRECIOS AGRICOLAS

Como corresponde a una economía de tipo comercial es, en definitiva, el precio el que, dependiente de la demanda del mercado, guía la producción y el consumo. Guía, pero no determina, y de ahí que las vicisitudes de la coyuntura agrícola nos demuestren que no existe una perfecta adaptación entre la oferta y la demanda. De hecho, como bien afirmaba Valarche, J. (1961), la oferta agrícola cambia según impongan las circunstancias climáticas una cosecha más o menos fuerte. Además, está lo que Perea Rubiales, E (1980) llama "*condicionamientos de inalterables ciclos biológicos*" que limitan a la actividad agraria en la "*velocidad de giro de su capital circulante*".

Es evidente, por tanto, el elevado número de variables que intervienen en la producción agrícola. Y es por ello que he creído conveniente centrar la atención en dos, particularmente importantes en el Campo de Cartagena: -la calidad de aguas de riego ya expuesta y las reacciones del agricultor a aumentar la producción o superficie dedicada a un cultivo, en función de los precios percibidos. Referente a este último aspecto, aunque conocemos la relación global entre los índices de precios percibidos y pagados (82,2 en 1981, sobre la base 100 en 1976), la reticencia de los propietarios hacia este tipo de información ha hecho imposible calcular el peso específico de los factores empleados en la producción de cada cultivo. En cualquier caso, podrá deducirse, al menos parcialmente, del signo de las correlaciones que se expresan a continuación, (Ver Cuadro 1).

✓ Uno de los cultivos del Campo de Cartagena de mayor fluctuación en su demanda, relacionada en gran medida con su estado y calidad y con el momento de llegada a los centros de mercado, es el melón. Esta fluctuación provoca

CUADRO I

COEFICIENTES DE CORRELACION DE PEARSON ENTRE EL PRECIO DE ALGUNOS CULTIVOS CARACTERISTICOS DEL CAMPO DE CARTAGENA Y LAS VARIABLES PRODUCCION Y SUPERFICIE OCUPADA

	Cebada	Alfalfa	Almendro	Melón	Algodón	Pimiento para pimentón
r ₁	0,554	-0,505	-0,694	-0,881	0,561	0,084
r ₂	-0,083	-0,716	0,756	-0,904	-0,391	0,285

r₁ = correlación entre precios y producción.r₂ = correlación entre precios y superficie ocupada.

Nivel de significación del 99 por ciento.

CUADRO II

VALORACION ESTADISTICO-ECONOMICA DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE TORRE PACHECO, DURANTE EL PERIODO 1976-1981

Año	TRIGO			CEBADA			MAIZ FORRAJERO			ALFALFA		
	Prod.	Prec.	Valor	Prod.	Prec.	Valor	Prod.	Prec.	Valor	Prod.	Prec.	Valor
1976	0,31	10,38	3,218	14,01	8,47	118,665	0,95	10,65	10,117	1,15	6,26	7,199
1977	0,90	11,95	10,755	15,80	9,45	149,310	1,29	11,25	14,512	1,29	5,77	7,443
1978	1,22	14,00	17,080	18,27	10,29	187,998	1,29	12,59	16,241	1,51	5,92	8,939
1979	1,02	15,41	15,718	11,03	11,53	127,176				1,35	8,68	11,718
1980	2,13	16,75	35,677	22,43	12,64	283,515				1,14	9,45	10,773
1981	0,97	18,36	17,809	20,26	14,67	197,214				1,16	11,27	13,073

Año	ALMENDRA			MELON			ALGODON			PIMIENTO-PIMENTON		
	Prod.	Prec.	Valor	Prod.	Prec.	Valor	Prod.	Prec.	Valor	Prod.	Prec.	Valor
1976	1,17	31,47	36,820	25,60	6,81	174,336	0,87	46,34	40,316	0,83	46,70	38,761
1977	0,80	51,48	41,184	15,66	19,14	299,732	0,67	54,00	36,180	1,37	52,31	71,665
1978	1,16	60,00	69,600	14,58	19,32	281,686	0,47	59,91	28,158	1,70	57,20	97,240
1979	0,68	84,72	57,610	14,00	15,35	214,900	0,63	70,00	44,100	1,67	51,04	85,237
1980	0,82	85,92	70,454	16,00	19,50	312,000	1,05	76,00	79,800	1,39	55,30	76,867
1981	0,97	62,26	60,392	18,49	16,76	309,892	1,76	83,00	146,080	0,82	63,50	52,070

FUENTE: Ministerio de Agricultura. Anuario Estadístico (INE) y Estadística Agraria Provincial de Murcia.

NOTAS: Prod. = Producción en miles de toneladas métricas.
 Prec. = Precios percibidos por los agricultores en ptas/Kg (pesetas corrientes).
 Valor = en millones de ptas (pesetas corrientes).

variaciones de precios que repercuten directamente en su campaña agrícola. El coeficiente de correlación del precio con la producción del melón es de $-0,881$ y con su superficie ocupada $-0,904$. La pendiente de la recta de regresión es $-0,785$ y $-0,52$ respectivamente, mientras que la ordenada en el origen es $4,71$ en el primer caso y $5,98$ en el segundo. Las ecuaciones que expresan las rectas de ajuste correspondientes son: $\hat{y} = 0,785x + 4,71$; $\hat{y} = -0,52x + 5,98$

El precio de la alfalfa presenta también una clara correlación negativa, más con respecto a su superficie cultivada que con su producción, de lo que se intuye que a un aumento del mismo corresponde una disminución en los rendimientos por Ha. No sucede igual con la reacción del agricultor ante la regular subida de precio en los cultivos industriales. En el caso del pimiento para pimentón la correlación es muy poco significativa. No así, la del alza del precio percibido por el algodón que supone incrementar considerablemente los rendimientos de la tierra.

4. BASE ESTADÍSTICA SOBRE PRODUCCION PRECIO Y VALOR DE LOS CULTIVOS.

En el cuadro II se apuntan los datos que junto a los de las superficies cultivadas, han sido necesarios para establecer las correlaciones. Al presentar la evolución en términos absolutos, tienen, por sí solos, un interés especial para el lector.

5. PREVISIONES

Conjeturas a los índices de precios.

Sobre la estadística del cuadro II han sido elaborados los índices de precios de Laspeyres, Paasche y Fisher (4), que tienen por formulaciones matemáticas las siguientes:

INDICE DE LASPEYRES:

$$L_t(P) = \frac{\sum_{i=1}^I P_{it} \cdot q_{i0}}{\sum_{i=1}^I P_{i0} \cdot q_{i0}} \times 100$$

INDICE DE PAASCHE:

$$p_t(P) = \frac{\sum_{i=1}^I P_{it} \cdot q_{it}}{\sum_{i=1}^I P_{i0} \cdot q_{it}} \times 100$$

INDICE DE FISHER:

$$F_t(P) = \sqrt{L_t \cdot p_t}$$

siendo p el precio; q la producción; i el cultivo; t el año en análisis y 0 el año base. Estos índices son indicativos de la medida en que crece el valor de una producción dada. (Ver Cuadro III).

Cuadro del que se desprende que:

- Tanto los cereales como los cultivos industriales, en particular el algodón, experimentan en 1981 un aumento de valor que duplica el crecimiento normal de los índices anuales anteriores.
- El valor obtenido por la producción de almendra sufre una fuerte caída en 1981, más en función de la baja del precio percibido por ella que por la reducción del número de almendros en producción.
- Las fluctuaciones del precio del melón influyen mucho en la variabilidad del valor recaudado por campaña.
- Los forrajeros presentan una tendencia de incremento bastante acusada, con un índice de 180,03 en 1981.

De continuar el ritmo de evolución de los últimos años, puede apuntarse como previsible para el próximo lustro el siguiente orden de cultivos, según la importancia del crecimiento de sus índices de precios:

1. el melón
2. los cultivos forrajeros y el algodón
- ✓ 3. el almendro
4. los cereales
5. el pimiento para pimentón

Y ello sin contar con cultivos actualmente

CUADRO III

**INDICES DE PRECIOS DE FISHER (BASE 1976: 100)
(MUNICIPIO DE TORRE PACHECO).**

	Cereales	Forrajeros	Almendra	Melon	Cultivos	Industriales
Año					(1)	(2)
1977	111,73	100,34	163,58	281,06	116,53	112,01
1978	122,17	108,48	190,66	283,70	129,28	122,48
1977	136,91	138,66	269,21	225,40	151,06	109,29
1980	150,02	150,96	273,02	286,34	164,00	117,86
1981	173,35	180,03	197,84	246,11	179,11	135,97

FUENTE: Elaboración propia.

(1) algodón.

(2) pimienta para pimentón.

CUADRO IV

**ESTADISTICA SOBRE SUPERFICIE, PRECIOS Y PRODUCCION DEL MELON
EN TORRE PACHECO**

	Superf. cultivada (Km ²) (x ₁)	Precio (ptas/Kg) (x ₂)	Prodc. (miles Tons) (y)
1976	20,0	6,81	25,60
1977	13,5	19,14	15,66
1978	13,5	19,32	14,58
1979	12,5	15,35	14,00
1980	12,9	19,50	16,00
1981	13,9	16,76	18,49

FUENTE: Elaboración propia, Anuarios de Estadística Agraria (Ministerio de Agricultura) y datos de superficies cultivadas de la Cámara Agraria Local de Torre Pacheco.

CUADRO V

**CALCULO DE LOS VALORES DE LA ECUACION DE REGRESION MULTIPLE
APLICADA AL EJEMPLO ANTERIOR**

x ₁	x ₂	y	x ₁ y	x ₂ y	x ₁ ²	x ₁ x ₂	x ₂ ²
20,0	6,81	25,60	512,0	174,3	400,0	136,2	46,4
13,5	19,14	15,66	211,4	299,7	182,2	258,4	366,3
13,5	19,32	14,58	196,8	281,7	182,2	260,8	373,3
12,5	15,35	14,00	175,0	214,9	156,2	191,9	235,6
12,9	19,50	16,00	206,4	312,0	166,4	251,5	380,2
13,9	16,76	18,49	257,0	309,9	193,2	233,0	280,9
Σ x ₁ = 86,30		Σ y = 104,33	Σ x ₁ y = 1558,6	Σ x ₂ y = 1592,5	Σ x ₁ ² = 1280,2	Σ x ₁ x ₂ = 1682,7	
Σ x ₂ = 96,88		Σ x ₁ x ₂ = 1331,80					

en auge en el Campo de Cartagena, como son las hortalizas y los cítricos, que no he incluido en este análisis porque adolecen de la falta de regulaciones, sobre todo el grupo último, que es el más perecedero y necesita una atención especial por parte de la Administración.

Análisis de regresión múltiple. Predicciones.

La fórmula de la ecuación de regresión múltiple es de la misma naturaleza que la de regresión simple. Sólo difiere en que se añaden varias constantes a cada variable independiente (x).

En el caso de este estudio nos interesa aplicarla para intentar predecir la producción que puede darse de cada cultivo, en condiciones muy concretas y a corto plazo. Esta producción (y), variable dependiente, está en función de la superficie cultivada y del precio de cada producto agrícola (x_1 y x_2). Además existen otros muchos factores de influencia menor por ser más constantes: el clima, los suelos son prácticamente los mismos durante el período en análisis. Como serie cronológica de información he escogido la de 1976-81, en que se producen los cambios de cultivos más importantes hasta el momento. Obsérvese el caso del melón en el cuadro 4 y elaboraciones siguientes.

La fórmula de regresión es: $\hat{y} = b_1x_1 + b_2x_2 + a$, en la que para despejar las constantes (b_1 , b_2 y a) pueden emplearse las ecuaciones normales:

$$\begin{aligned} \sum y &= na + b_1 (\sum x_1) + b_2 (\sum x_2) \\ \sum x_1 y &= a (\sum x_1) + b_1 (\sum x_1^2) + (\sum x_1 x_2) \\ \sum x_2 y &= a (\sum x_2) + b_1 (\sum x_1 x_2) + b_2 (\sum x_2^2) \end{aligned}$$

Sus valores se calculan en el cuadro V.

Una vez desarrolladas tales ecuaciones, la ecuación de regresión múltiple de nuestro ejemplo es: $\hat{y} = 0,135 + 1,036x_1 + 0,238x_2$

El valor a (0,135) representa la producción teórica que puede obtenerse al margen de las variables independientes x_1 y x_2 . Por cada Km^2 que se cultive, teóricamente podrán recogerse unas 1.036 Tons de melón, y cada pta que perciba el agricultor en el precio por Kg supondrá un aumento adicional de 238 Tons.

Siguiendo el mismo procedimiento para la alfalfa y el algodón, se infieren las ecuaciones:

$$\begin{aligned} \hat{y} &= 0,281 + 0,115x_1 + 0,030x_2 \\ \hat{y} &= 0,112 + 0,082x_1 + 0,011x_2 \end{aligned}$$

respectivamente. Por lo que puede señalarse que:

– Si el precio de la alfalfa continúa elevándose al mismo ritmo de los últimos 6 años y su superficie llega a reducirse a 400 Has, a nivel municipal, la producción previsible para 1986 se estimaría en torno a 1.230 Tons, y, por consiguiente, difícilmente se cumplirían las previsiones hechas para este cultivo a raíz de la introducción de nuevos regadíos en el Campo de Cartagena. Sólo si la superficie dedicada a este forraje supera la extensión de 1979 (790 Has), y sus rendimientos rebasan los 20 Qm/Ha/año, se producirán más de 1.500 Tons anuales en Torre Pacheco, y empezará a reconocerse, por tanto, la viabilidad de los cultivos forrajeros en las nuevas ordenaciones.

– De seguir creciendo el precio percibido por Kg de algodón bruto al ritmo actual y de producirse paralelamente un incremento de su superficie, si no idéntico, al menos sí parecido al que ha supuesto contar con mayores disponibilidades hídricas, cabe esperar que en 1986 se alcancen las 2.000 Tons en el municipio, lo que obedece en cierto modo a las iniciativas de los técnicos en política agraria de fomentar este tipo de cultivo para reducir el déficit creado por su importación.

El propio IRYDA prevé que, al finalizar la primera fase del Trasvase, aumente la superficie de cultivos industriales y forrajeros en unas 5.700 Has, lo que supondrá doblar la ya existente en el Campo de Cartagena. En cualquier caso, aunque el reto es grande y las previsiones difíciles de cubrir en su totalidad, las estadísticas y las elaboraciones matemáticas del presente análisis demuestran que las nuevas orientaciones de cultivos están en marcha, y que el agricultor de esta comarca está empezando a adoptar productos sustitutivos de algunas de las importaciones que actualmene sangran la economía española.

REFERENCIAS

- (1) Coeficiente cuyo cálculo se establece según la fórmula: $r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n^3 - n}$ siendo d la diferencia entre los rangos de cada par de valores y n el número de pares de valores.
- (2) Para la determinación de los umbrales máximos de tolerancia a las sales, utilizamos los datos del Boletín N° 60 del Departamento de Agricultura de E.U.A., así como los obtenidos por el Dr. León Bernstein, publicados en el Boletín del mismo Departamento con el título "Sant Tolerance of Plants".
- (3) Pendiente hallada por el método de mínimos cuadrados: pendiente (b) = $\frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$, con lo que la ordenada en el origen (a) se determinará según $a = \bar{y} - b \cdot \bar{x}$, y la recta de ajuste: $\hat{y} = b \cdot x + a$.
- (4) Índices desarrollados en el apartado 12 de la obra de ESCUDER VALLES, R. (1982): *Introducción a la Estadística Económica*. Madrid, Tebar Flores, p. 312-313.

BIBLIOGRAFIA

- ARTES CALERO, F. (1979): "Consecuencias económicas y sociales del Trasvase Tajo-Segura". Texto de la Conferencia pronunciada en el Ateneo de Totana el día 9 de marzo de 1979.
- BARBUT, M.; FOURGEAUD, C. (1971): *Elements d'analyse mathématique des chroniques*. París, Hachette, 209 p.
- DIAZ ALVAREZ, J.R. (1977): "La investigación estadística como auxiliar en el diseño de experimentos geográficos". V. Coloquio Nacional de Geografía. Granada.
- EBDON, D. (1982): *Estadística para geógrafos*. Barcelona, Oikós-Tau, p. 153-174.
- ESCUDER VALLES, E. (1982): *Introducción a la Estadística Económica*. Madrid, Tebar Flores, p. 293-312.
- ESTEBANEZ ALVAREZ, J.; BRADSHAW, R. P. (1979): *Técnicas de cuantificación en geografía*. Madrid, Tebar Flores. p. 277-337.
- FISHER, I. (1976): *The Making of Index Numbers. A study of their varieties test and reliability*. A.M. Kelloy. (1ª edic. 1922).
- GRUPO CHADULE (1980): *Iniciación a los métodos estadísticos en Geografía*. Barcelona, Aries, p. 119-164.
- PEREA RUBIALES, E. (1980): "Problemática de la financiación agraria". *Papeles de Economía Española*, N° 1.
- RACINE, J.B.; REYMOND, H. (1973): *L'analyse quantitative en géographie*, París, P.U.F. p. 247-290.
- VALARCHE, J. (1961): *Economía agraria*. Madrid, Tecnos, p. 93-105.