

Proposición de una forma funcional para describir la evolución mercado-técnica del henequén en México



Ciurlizza, G., A. y Gómez, P., R.

Sección de Graduados de la Escuela Superior de Ingeniería Textil del Instituto Politécnico Nacional (México). Unidad Profesional de Zacatenco, México 14, D.F.

En el presente estudio se emplea un modelo de campana, que ha sido reportado por médicos homeópatas⁽¹⁾, tratando de encontrarle aplicación a la Econometría. El modelo en cuestión es un modelo de campana pero de índole potencial⁽¹⁾ y no exponencial⁽²⁾ ⁽³⁾. El modelo que menciona el párrafo anterior fue aplicado a datos observados del mercado del henequén en México⁽²⁾ ⁽³⁾ desde 60 años a la fecha, pudiéndose mostrar que describe esos datos a nivel estadístico de muy bueno y que postula que el henequén producido en la República Mexicana tiende a hacerse asintótico y permanecer estable en 100,000 Tons. por año.

Elementos de juicio de índole filosófico⁽⁸⁾ de la Economía dan la razón a esta fenomenología que muestra la per-ecuación empleada en el presente estudio.

En la actualidad es indudable la influencia que ejerce la Economía en la vida del hombre, y no se puede negar que tanto en la Ingeniería como en la mayoría de las actividades humanas, las decisiones más importantes se basan en razones de índole económica; estas razones son más objetivas cuando pueden establecerse cuantitativamente en un lenguaje matemático adecuado y los fenómenos económicos de producción o consumo, resultantes de complejos mecanismos sociales y políticos, pueden englobarse dentro de un modelo económico que en

forma abstracta los explica o generaliza y cuya utilidad más importante radica en la facultad de predecir un probable comportamiento futuro.

En la historia del desarrollo científico frecuentemente se han dado casos en que un modelo de un determinado campo del conocimiento humano se puede usar para explicar hechos o fenómenos de otro campo. En el presente trabajo se aplicará al fenómeno de producción de henequén en México un modelo originalmente desarrollado en farmacocatálisis homeopática y estrechamente relacionado con la cinética de evolución poblatoria.

Resulta interesante observar como los conceptos anteriormente mencionados han sido aplicados exitosamente en el campo econométrico, pero es más interesante considerar que la aplicación de la metodología del presente estudio puede reportar beneficios a diferentes áreas tales como la Economía, la Ingeniería, la Agricultura, etc.; posiblemente esta faceta multidisciplinaria constituya la importancia de este trabajo.

Antecedentes biográficos

En virtud del tenor del presente estudio y el objetivo del mismo, resulta adecuado que los antecedentes



bibliográficos los constituyan los dos siguientes puntos:

A) El henequén en México

Existen dos trabajos en la literatura⁽²⁾⁽³⁾ que poseen un amplio capítulo de antecedentes bibliográficos acerca del henequén en la República Mexicana y por esa razón se prefiere en este estudio omitir prácticamente este inciso porque resulta poco ético repetir lo que ya se ha dicho en el acervo bibliográfico⁽²⁾⁽³⁾ con las mismas palabras o con otras.

B) La per-ecuación propuesta

Existen dos trabajos en la literatura⁽²⁾⁽³⁾ poseen una per-ecuación que pretende describir al henequén con una forma funcional que es clásica en la cinética de evolución poblatoria⁽⁴⁾, que resulta ser la campana cuadrática.

Los estudios que se mencionan anteriormente poseen como base que los modelos que se observan en cinética de evolución poblatoria rigen adecuadamente los fenómenos econométricos y en base a esta observación se elaboraron los mencionados estudios.

La forma abstracta de la per-ecuación que ahí se produce es la siguiente:

donde:

W : cantidad producida o consumida en un mercado a una fecha t .

W_M : máxima cantidad que puede alcanzarse de producción o de consumo en un mercado a una fecha t_M .

W_∞ : cantidad producida o consumida en un determinado mercado de índole asintótico, o sea cantidad producida o consumida en dicho mercado en que se tiende a la estabilidad al pasar el tiempo.

K_1 : constante de velocidad de evolución del mercado en estudio.

$$W = (W_M - W_\infty) \operatorname{sech}^2 \frac{K_1}{2} (t - t_M) + W_\infty \quad (1)$$

En base a la ecuación (1) los Homeópatas⁽¹⁾, han desarrollado una teoría fármaco-catalítica; nada más que ellos se enfrentaron al problema de que la homeopatía parece responder potencialmente y no exponencialmente, y en virtud de eso idearon un cambio de argumento en la ecuación (1) para volverla una campana potencial, porque obviamente la ecuación (1) es una campana exponencial. El artificio elaborado por los homeópatas en esencia matemática es aplicar la función logaritmo a la ecuación (1) del presente estudio, o sea cambiar el argumento de la secante hiperbólica para expresarlo de la siguiente manera:

$$W = (W_M - W_\infty) \operatorname{sech}^2 \frac{K_1}{2} (\ln t - \ln t_M) + W_\infty \quad (2)$$

Resulta una cosa evidente que mediante simples cambios algebraicos la forma funcional (2) conduce de inmediato a la siguiente ecuación:

$$W = (W_M - W_\infty) \left[\frac{2 (t/t_M)^\gamma}{(t/t_M)^{2\gamma} + 1} \right]^2 + W_\infty \quad (3)$$

donde:

γ : velocidad específica de evolución del mercado para efectos de utilizar una forma funcional de campana potencial. Este parámetro puede verse también como la constante de esbeltez del modelo de campana al que hace referencia abstracta la ecuación (3).

El modelo matemático (3) es el modelo propuesto para los fenómenos de fármaco-catálisis homeopática⁽¹⁾ y en el presente estudio se emplea como per-ecuación para juzgar el mercado del henequén



con objeto de saber si es un mercado que también responde a las formas funcionales potenciales de campana, habiendo ya sido demostrada la eficiencia de las formas funcionales exponenciales de campana en otros dos trabajos que existen en la literatura⁽²⁾⁽³⁾.

Datos econométricos observados

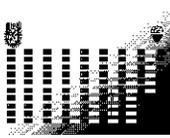
Los datos econométricos del presente estudio fueron tomados de la literatura⁽⁵⁾ y aparecen en forma

tabular en la tabla I de este trabajo y en forma cartesiana en la figura 1 del mismo.

Estos datos econométricos se explican por sí mismos, tanto en la tabla I como en la figura 1, así que la observación de esos cuadros de este trabajo es suficiente para explicar los datos observados que se emplean en este estudio.

No.	Fecha Año	W Tons.	No.	Fecha Año	W Tons.
1	1925	136,930	31	1955	109,679
2	1926	117,206	32	1956	111,156
3	1927	147,492	33	1957	118,806
4	1928	139,140	34	1958	123,391
5	1929	121,456	35	1959	148,881
6	1930	118,595	36	1960	155,761
7	1931	95,004	37	1961	156,005
8	1932	109,156	38	1962	136,445
9	1933	113,011	39	1963	171,681
10	1934	104,090	40	1964	195,444
11	1935	81,138	41	1965	148,535
12	1936	115,230	42	1966	142,664
13	1937	100,538	43	1967	148,399
14	1938	80,065	44	1968	137,052
15	1939	85,711	45	1969	137,735
16	1940	96,242	46	1970	145,911
17	1941	101,975	47	1971	144,320
18	1942	112,836	48	1972	148,152
19	1943	131,533	49	1973	147,456
20	1944	129,817	50	1974	154,228
21	1945	106,003	51	1975	140,439
22	1946	108,105	52	1976	133,359
23	1947	117,105	53	1977	101,197
24	1948	122,857	54	1978	98,273
25	1949	104,056	55	1979	87,561
26	1950	101,107	56	1980	89,254
27	1951	95,420	57	1981	79,762
28	1952	97,297	58	1982	83,160
29	1953	91,221	59	1983	71,537
30	1954	104,801	60	1984	79,621

TABLA I. Forma tabular de la función que se estudia en este trabajo⁵. W: tonelaje de henequén producido en la República Mexicana a una fecha t.



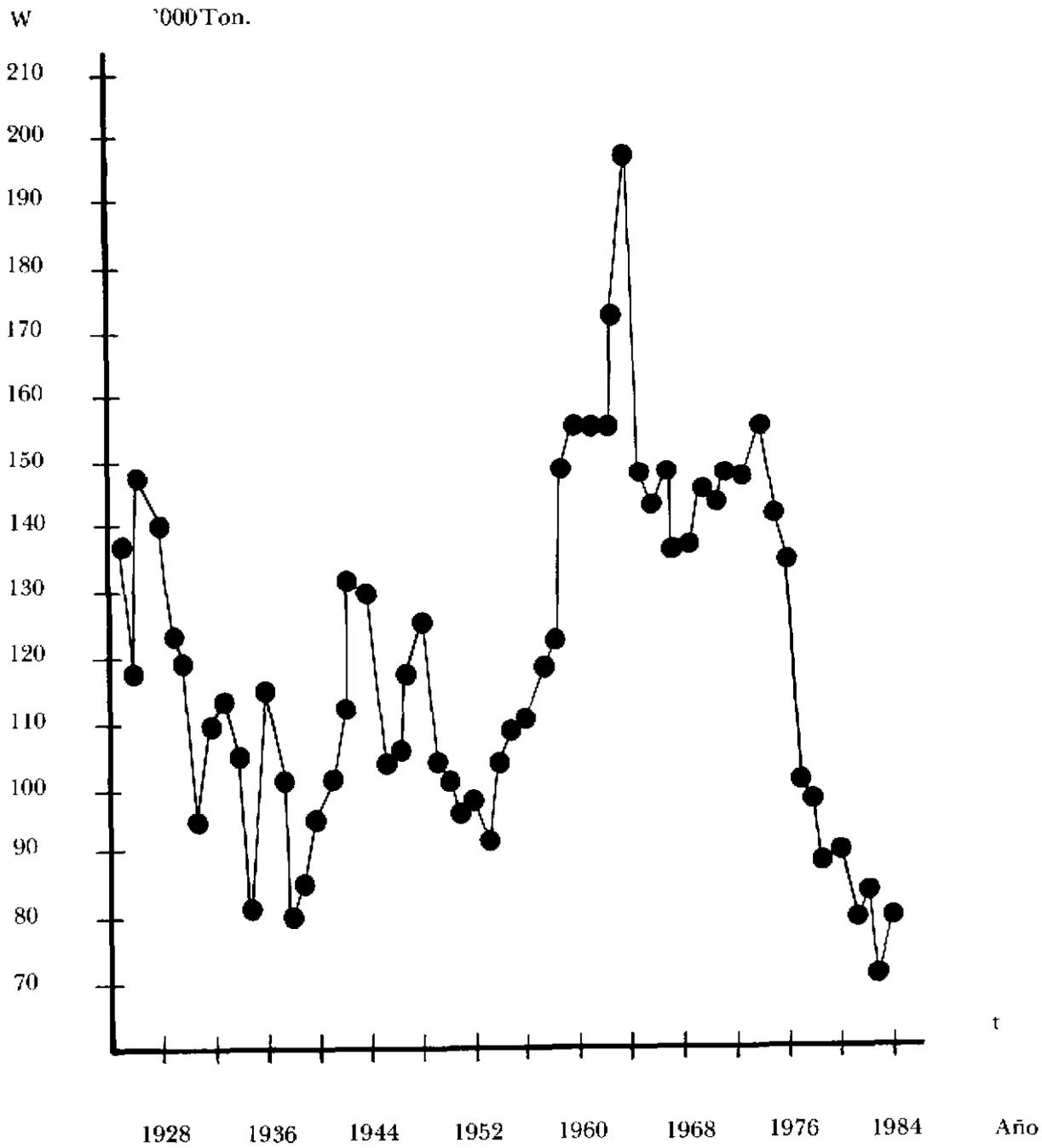


FIGURA 1. Forma cartesiana de los datos observados⁵ que analizaron en el presente estudio. W; tonelaje de henequén producido en la República Mexicana en una fecha t.



Análisis de los resultados

El análisis de los resultados observados⁽⁵⁾ en el presente estudio, se llevó a efecto de la siguiente forma:

El primer paso a seguir, fue obtener promedios móviles de los datos observados que presentan la figura 1 y la tabla I. La razón de la necesidad de promedios móviles, es que el ruido estocástico en el mercado de henequén en México es considerable y fue necesario alisar la curva mediante promedios móviles. Atendiendo a las reglas para la obtención de promedios móviles⁽⁶⁾, en este trabajo se seleccio-

naron 20 datos como base numérica de los 60 existentes y de esa manera se obtuvieron los promedios móviles tanto de tonelajes de henequén producidos en la República Mexicana como de fechas; estos datos numéricos aparecen en la tabla II del presente estudio y en la figura 2 del mismo.

Debe enfatizarse que la figura 2 muestra un gráfico cartesiano de campana y por ello resulta adecuada la prueba de forma funcional efectuada en el presente estudio, que ya se explicó en el capítulo introductorio del mismo.

No.	60:20 t_m	60:20 W_m	No.	60:20 t_m	60:20 W_m
1	1934.5	111,858.25	21	1954.5	124,761.05
2	1935.5	110,311.90	22	1955.5	126,887.65
3	1936.5	109,856.85	23	1956.5	128,615.60
4	1937.5	108,337.50	24	1957.5	130,180.30
5	1938.5	107,523.35	25	1958.5	130,890.05
6	1939.5	106,653.35	26	1959.5	132,574.00
7	1940.5	105,778.95	27	1960.5	134,814.20
8	1941.5	105,799.75	28	1961.5	137,259.20
9	1942.5	105,206.80	29	1962.5	138,801.95
10	1943.5	104,117.30	30	1963.5	142,613.70
11	1944.5	104,152.85	31	1964.5	145,085.05
12	1945.5	105,579.90	32	1965.5	146,623.05
13	1946.5	105,376.20	33	1966.5	147,733.20
14	1947.5	106,289.60	34	1967.5	146,852.75
15	1948.5	108,455.90	35	1968.5	145,596.85
16	1949.5	111,614.40	36	1969.5	142,530.85
17	1950.5	114,590.35	37	1970.5	139,205.50
18	1951.5	117,291.85	38	1971.5	135,393.35
19	1952.5	119,472.30	39	1972.5	131,729.10
20	1953.5	121,479.70	40	1973.5	126,721.90
			41	1974.5	120,930.75

TABLA II. Valores de los promedios móviles obtenidos en el presente estudio con objeto de determinar la ecuación econométrica deseada en este trabajo. $W^{60:20}$: Promedio móvil del tonelaje de henequén producido en la República Mexicana⁵, tomando como base el promedio a 20 individuos de los 60 datos observados que se obtuvieron en la literatura⁵; correspondientes a una fecha móvil $t_m^{60:20}$.



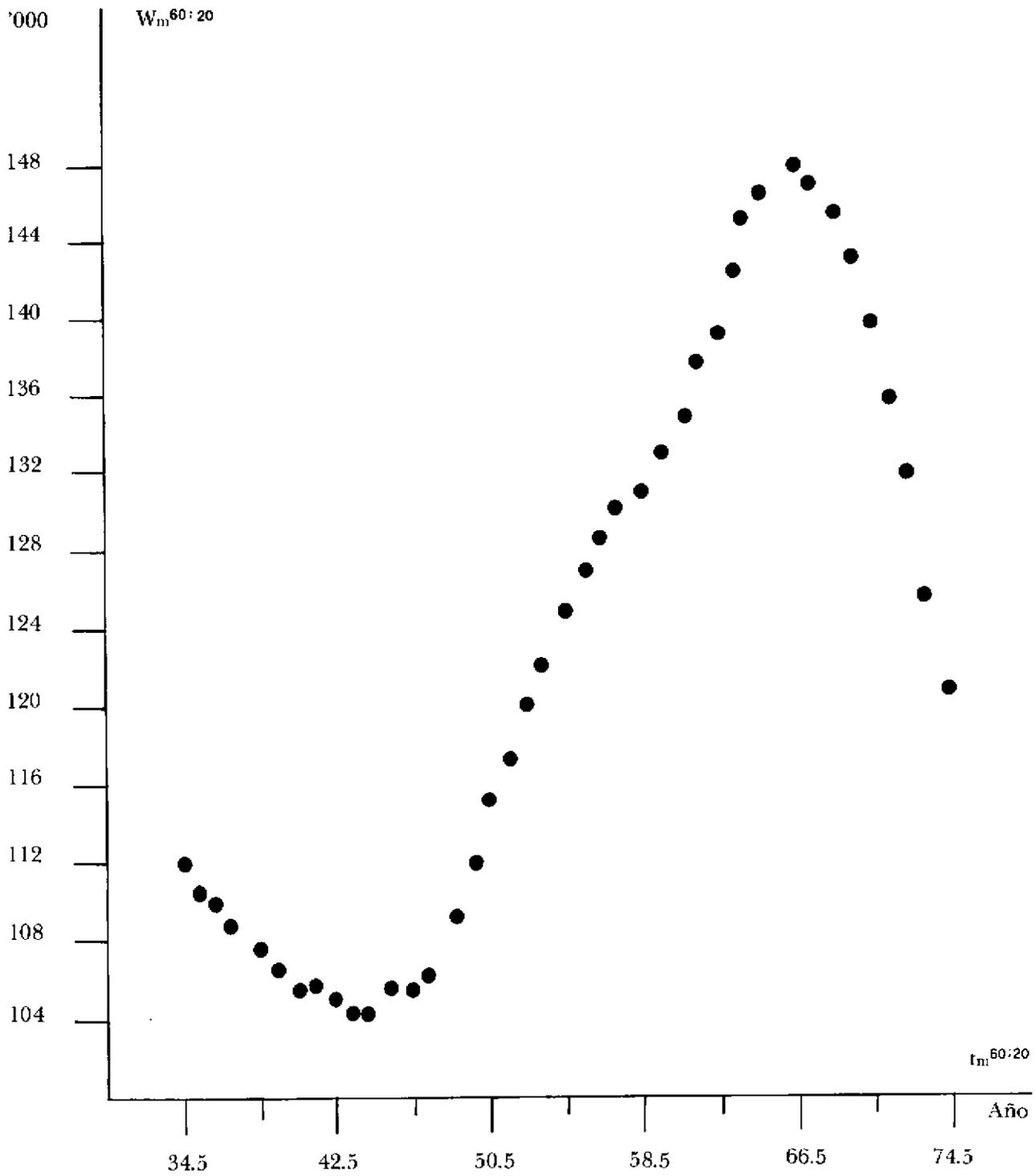


FIGURA 2. Gráfico cartesiano que se obtuvo en el presente estudio mediante los promedios móviles determinados en el mismo, que enlista y define la tabla II de este trabajo.



Mediante el método de Newton-Row⁽⁷⁾ se determinó en este trabajo el máximo tonelaje de henequén producido en la República Mexicana, desde luego en cuanto a promedio se refiere sin la consideración de ruido estocástico, habiéndose llegado así al siguiente valor numérico:

$$W_M = 147,736.51 \text{ Ton} \quad \dots(4)$$

De la observación directa de la figura 2 de este trabajo resulta una cosa evidente inferir el parámetro de subíndice infinito que ya fue definido anteriormente, es decir, la asíntota inferior de la campana a la que da lugar el mercado del henequén en México; este parámetro es el siguiente:

$$W_\infty = 100,000 \text{ Ton} \quad \dots(5)$$

Con el conocimiento de los valores numéricos que exponen las ecuaciones (4) y (5) del presente estudio, resulta un hecho muy simple la linearización de la ecuación (3) en virtud de que no contiene ningún otro problema que un artificio de trigonometría hiperbólica efectuado sobre la ecuación (2), o sea que es una cosa simple llegar de la forma funcional (2) a la siguiente expresión matemática:

$$\text{Ln } t_m^{60\ 20} = \pm \text{I arc cosh} \sqrt{\frac{W_M^{60:20} - W_\infty}{W_m^{60:20} - W_\infty}} + \text{Ln } t_M^{60\ 20} \quad \dots(6)$$

La forma funcional (6) indica de manera clara que al graficar el logaritmo neperiano del tiempo contra el arc cosh que ella contiene, si la forma funcional potencial que se prueba en el presente estudio es adecuada, se obtendrá una línea recta de la cual podrán derivarse el parámetro gamma del modelo matemático en análisis y el parámetro t^M de dicho modelo matemático. Al llevar a efecto lo anteriormente explicado se llegó en el presente estudio a

una recta de magníficos coeficientes de seguridad estadística⁽¹⁰⁾ habiéndose obtenido de dicha recta los siguientes valores numéricos:

$$\gamma = 172.8401039 \quad \dots(7)$$

$$t_M^{60\ 20} = 1965.589444 \quad \dots(8)$$

Resulta una cosa sumamente importante aclarar en este trabajo que la simple observación de la figura 2 del mismo conduce a concluir que existe una onda a la izquierda en dicha figura que no debe ser considerada en virtud de que dicha onda introduciría un ruido estocástico innecesario en la determinación de parámetros y además correspondiendo a fechas sumamente atrasadas que tienen poca influencia económica en el mercado que se estudia.

En virtud de lo anteriormente aclarado, los autores del presente estudio decidieron desechar para efectos de la determinación de las magnitudes aritméticas que expresan la ecuación (7) y la ecuación (8) los nueve puntos de la izquierda de la figura 2, y de esa manera fueron obtenidos los parámetros anteriormente aludidos, logrando así una mayor precisión en cuanto a utilidad econométricas de la per-ecuación que constituye el objeto del presente estudio.

Los valores que exponen las ecuaciones (4), (5), (7) y (8) al ser aplicados a la ecuación (3) producen una forma numérico-funcional, la cual se adapta a los datos que muestra la tabla II de este trabajo con un error absoluto medio de 12.77%; resultando este error absoluto medio al nivel estadístico de muy bueno, lo que conduce a concluir que la forma numérico-funcional que ahora se discute es adecuada como per-ecuación, para la descripción del fenómeno de evolución del henequén en México; además del cálculo del error absoluto medio para juzgar la solidez de la per-ecuación que se determina en este trabajo, se calculó en el presente estudio la desviación típica funcional como se cacula clásicamente ese parámetro, es decir: con la forma numérico-funcional anteriormente mencionada, o sea, con la per-ecuación econométrica en sí, obte-



nida en este trabajo, fueron calculados todos los valores desde 48 años a la fecha que se tenían como datos observados y que expone la tabla I de este trabajo. A esos valores se les restó el valor observado que expone la tabla I, luego fueron elevados al cuadrado y su suma se dividió entre 48 menos 1, es decir entre 47, o sea entre el número de observaciones menos uno, obteniéndose así la desviación típica funcional, que fue la siguiente:

$$S_{W_{tf}} = 18,089.47 \text{ Ton} \quad \dots(9)$$

Conviene aclarar que la forma funcional de la que habla el párrafo anterior resulta ser a per-ecuación que se deseaba determinar en el presente estudio y que afortunadamente resultó a nivel estadístico de muy bueno, y ello contribuye al estudio de la Econometría en la República Mexicana debido a que aporta una per-ecuación para analizar el mercado del henequén.

Proyecciones al futuro

En el presente estudio además de haber determinado la per-ecuación que era el objeto del mismo, se reportan proyecciones al futuro con objeto de lograr una cierta utilidad de este trabajo en el sistema económico de la República Mexicana. Las proyecciones a futuro efectuadas en el presente estudio fueron llevadas a cabo mediante el método ya tradicional de hacerlo, es decir, mediante la siguiente ecuación:

$$W = W_{calc} \pm 2 \delta S_{W_{tf}} \quad \dots(10)$$

donde:

W_{calc} : consumo o producción que se obtiene mediante una determinada per-ecuación.

δ : coeficiente de incertidumbre en el transcurso del tiempo.

Los valores tomados en el presente estudio para el coeficiente delta fueron los siguientes:

0.98 ; 1.00 ; 1.02 ; 1.04 ; y 1.06

estos coeficientes son los ya tradicionales⁽⁹⁾ para hacer proyecciones al futuro para el primer año o sea el año siguiente a la fecha en el que se hace el análisis, para el segundo año y así sucesivamente hasta llegar al quinto. Conviene aclarar que nunca debe proyectarse más de cinco años a la fecha porque la cantidad de incontables sube de una manera tan alta que la proyección más allá de cinco años a la fecha resulta una falacia, aunque existen economistas que se inclinan por ser optimistas y efectúan proyecciones hasta diez años a la fecha. Según las explicaciones anteriores, de esta parte V del presente estudio, se llegó en el mismo a los siguientes valores numéricos que se exponen a continuación:

FECHA Años	W Tons/año
1985	105,985 ± 35,455
1986	105,081 ± 36,179
1987	104,307 ± 36,903
1988	103,646 ± 37,626
1989	103,084 ± 38,350

TABLA III. Valores de las proyecciones a futuro de la producción del henequén en México considerando 5 años futuros.

Debe hacerse énfasis que la ecuación (10) es una expresión estadística para 95.45% de confianza estadística, que es la confianza más usual en los medios ingenieriles de la Econometría y por eso se empleó esa expresión matemática y se realizaron proyecciones a futuro con la misma.

Conclusiones

1. La per-ecuación determinada en el presente estudio de índole potencial, funciona de manera satisfactoria al igual que las per-ecuaciones de índole exponencial que han sido propuestas en la literatura^{(2) (3)}.



2. La per-ecuación determinada en el presente estudio así como las per-ecuaciones de índole exponencial, señalan que el mercado del henequén en México es un mercado que se extingue debido a la existencia de cuerdas de nylon, que son mucho más baratas y funcionan mejor para todos los usos en los que el ser humano requiere una cuerda.
3. Dado que el mercado henequenero es un mercado que se extingue, como lo señala la per-ecuación determinada en el presente estudio y los filósofos de la Economía⁽⁸⁾, sería deseable provocar que nuestros compatriotas que se dedican a la extracción del henequén, que ya resulta ser un mercado con poco futuro, se les capacitara para hacer algún otro tipo de labor que crezca exponencialmente en el género humano y no tenerlos sometidos a hacer una labor que decrece exponencialmente.

Bibliografía

1. Ciurlizza, G., A.; y Pulido, A., M. E.; "Estudio Preliminar de Fármaco-Catálisis Homeopática"; *Acta. Mex. Ci. Tecn.*; (1984).; (en prensa).
2. Ciurlizza, G., A.; y Quevedo, C., R.; "Proposición de una per-ecuación para describir el mercado del Henequén en México"; *Acta Mex. Ci. Tecn.*; (1984).; (en prensa).
3. Quevedo, C., R.; y Ciurlizza, G., A.; "Empleo de la Campana Cuadrática en el Fenómeno Henequenero Mexicano"; *Primeras Jornadas Politécnicas de Graduación*.
4. Philips., H. B.; "Ecuaciones Diferenciales"; Editorial U.T.E.H.A.; pág. 82; (1967).
5. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Dir. Gral. Eco. Agr.; "Econotecnia Agrícola"; Vol. 7: No. 9.; Septiembre de 1983.
6. Ya-Lung-Choli.; "Análisis Estadístico"; Nueva Editorial Interamericana.; pág. 627.; (1971).
7. Lipka., J.; "Computaciones Gráficas y Mecánicas"; Editorial C.E.C.S.A.; pág. 283.; (1970).
8. Hersche., F. J.; "Introducción a la Predicción Económica"; Fondo de Cultura Económica; pág. 168.; (1978).
9. Sánchez, G., R. (Ph. D.); Grupo BANAMEX.; (1983).; *Comunicación Personal*.
10. Laidler., K. J.; "Cinética de Reacciones"; Editorial Alhambra.; Vol. I.; pág. 210.; (1971).

