

Cambio tecnológico, productividad y crecimiento económico en Puerto Rico

José I. Alameda Lozada*
Alfredo González Martínez**

Extracto:

Este trabajo estima la productividad total de los factores de producción (PTF) para Puerto Rico mediante una función de producción utilizando los datos de las Cuentas Nacionales entre 1947 a 1999. Fueron consideradas cuatro etapas tecnológicas: mano de obra intensiva (1947-1965); capital intensivo (1966-1976); alta –tecnología (1977-1992) y el Nuevo Modelo de Desarrollo Económico (1993 al presente).

Los resultados empíricos muestran que entre 1947 y 1999, el capital total—incluye el capital físico y los intangibles—constituye la variable estadística más significativa. Este resultado contrasta con el encontrado por Baumol y Wolff el cual señala a la educación como el principal medio de producción en el desarrollo. Sin embargo, al considerar cada etapa, la significancia estadística de las variables que miden los medios de producción, cambia a través de cada una de las etapas.

“Productivity isn’t everything, but in the long run it is almost everything”
Paul Krugman (1998)

“.....the distinctive feature of modern economic growth, the high rate of growth of per capita product is for the most part attributable to a high rate of growth in productivity.....”
Simon Kuznetz (1971)

Introducción

El análisis empírico del crecimiento económico de Puerto Rico ha estado fundamentado en estudiar las cifras de producto bruto o producto interno, sin profundizar en los cambios estructurales reflejados en los medios de la producción, tales como la tecnología, el capital humano, el capital físico, los activos intangibles, la materia prima, entre otros. Es evidente que el nivel de crecimiento de la producción para alcanzar niveles superiores de desarrollo económico se debe en gran medida a la combinación efectiva de los recursos productivos y al ajuste eficaz de éstos a los cambios en los precios relativos de los mismos en cada etapa tecnológica. Además, las instituciones sociales operantes juegan un papel importante para inducir, mantener y encauzar los niveles superiores del desarrollo económico.

En la década de los cincuenta, la experiencia del crecimiento económico de Puerto Rico fue presentada mundialmente como una “vitrina” que podría brindar lecciones a otros países en vía de desarrollo de cómo prosperar al amparo de las instituciones de la democracia norteamericana. El fin de la Segunda Guerra Mundial y el surgimiento de la llamada Guerra Fría unido a un programa de industrialización basado principalmente en exenciones contributivas, tanto en el ámbito local como en el plano del gobierno federal de Estados Unidos, propiciaron las bases para un influjo masivo de

* Catedrático, Universidad de Puerto Rico, Departamento de Economía, Recinto de Mayagüez.

** Catedrático retirado, Universidad de Puerto Rico, Departamento de Economía, Recinto de Mayagüez.

capital norteamericano y empresarios en el sector manufacturero. Frente a la escasez local de capital, empresarios y tecnología a fines de los 1940, el programa de exención contributiva insular y federal, por ejemplo, equivalía a subsidiar el costo del capital de forma tal que aumentara la rentabilidad de la inversión norteamericana en sus operaciones insulares.

Este esquema fue parte de los elementos que propiciaron la expansión de la producción bruta per cápita de \$342 en 1950 a \$9,200 en 1999. Para 1990, Puerto Rico ocupaba la posición número veintisiete dentro de 131 países del mundo en el ingreso per cápita y éste era mayor que en muchos países de América Latina¹.

Un estudio de Hall y Jones (1998), muestra a Puerto Rico como la economía con el nivel superior en el mundo de productividad total de los factores, relativo a Estados Unidos. Esta condición hace que el nivel de producto por trabajador sea el mayor entre 110 economías nacionales de un total de 127 países² (ver Tabla 1). De acuerdo a sus cálculos, los factores determinantes del nivel de producto interno por trabajador no parecen descansar en la intensidad del capital o en el capital humano y sí en la productividad (residual). Sin embargo, los autores mencionan que esta alta productividad puede atribuirse igualmente a una sobre-estimación del producto interno debido al mecanismo de transferencia de precios entre empresas, practicado por las corporaciones multinacionales de E.U., con el propósito de evitar el pago de contribuciones federales.

Tabla 1
Cálculos de Productividad Total y Ubicación de Puerto Rico En niveles relativos a Estados Unidos

ORDEN	PAISES	PRODUCTO POR TRABAJADOR	INTENSIDAD DEL CAPITAL	CAPITAL HUMANO POR TRABAJADOR	PRODUCTIVIDAD (RESIDUAL)
1	PUERTO RICO	0.711 (17)*	0.827 (76)*	0.550 (58)*	1.564 (1)*
2	Italia	0.834	1.063	0.650	1.207
3	Francia	0.818	1.091	0.666	1.126
4	Hong Kong	0.608	0.741	0.735	1.115
5	España	0.682	1.018	0.605	1.107
6	Luxemburgo	0.986	1.116	0.805	1.098
7	Singapur	0.606	1.031	0.545	1.078
8	Siria	0.438	0.812	0.515	1.048
9	Arabia Saudita	0.528	0.904	0.560	1.043
10	Canadá	0.941	1.002	0.908	1.034
11	Yemen	0.212	0.617	0.336	1.022
12	Reino Unido	0.727	0.891	0.808	1.011
13	Estados Unidos	1.000	1.000	1.000	1.000

* posición relativa de Puerto Rico con respecto a 127 países de mundo.

Fuente: Hall, R. y C. Jones (1998), "Why Do Some Countries Produce So Much More Output per Worker than Others?". Datos provienen de <http://www.stanford.edu/~chadj/HallJones400.asc>

¹ Ver Baumol, W. And E. Wolff (1996) "Catching-Up in the Post War Period: Puerto Rico as the Fifth "Tiger" ?; **World Development** 24(45) págs. 869-885

² Ver Hall, R. y C. Jones (1998), "Why Do Some Countries Produce So Much More Output per Worker than Others ?". Documento en el Internet <http://www.stanford.edu/~rehall/page2.html>

Según Baumol y Wolff (1996) la economía de Puerto Rico muestra contradicciones inherentes a su desarrollo económico. Por un lado, muestra un nivel de crecimiento aceptable al igual que un nivel de productividad laboral relativo al 1950 satisfactorio si se compara con Estados Unidos. La gráfica 1 muestra el índice de la productividad promedio laboral (producto interno real entre empleados) para Puerto Rico y Estados Unidos tomando como base el nivel de 1950. El crecimiento de la productividad laboral en Puerto Rico ha estado por encima del de Estados Unidos. En 1999 el valor de índice fue de 682.0 para Puerto Rico y 249.0 para Estados Unidos. Apuntan Baumol y Wolff que, sin embargo, la economía de Puerto Rico todavía depende de las transferencias federales para programas sociales y posee altos niveles relativos de pobreza.

No empuja el alto nivel relativo de productividad laboral en 1999, es importante apuntar que el crecimiento anual de esta productividad, durante las cuatro décadas, muestra una tendencia de crecimiento negativa. La tendencia ha sido trazada por un filtro Hodrick-Prescott para suavizar variaciones a corto plazo, el cual es óptimo al nivel de frecuencia de la serie de tiempo (ver gráfica 2). Esta tendencia, sin embargo, cambia desde 1989 en donde comienza a ascender.

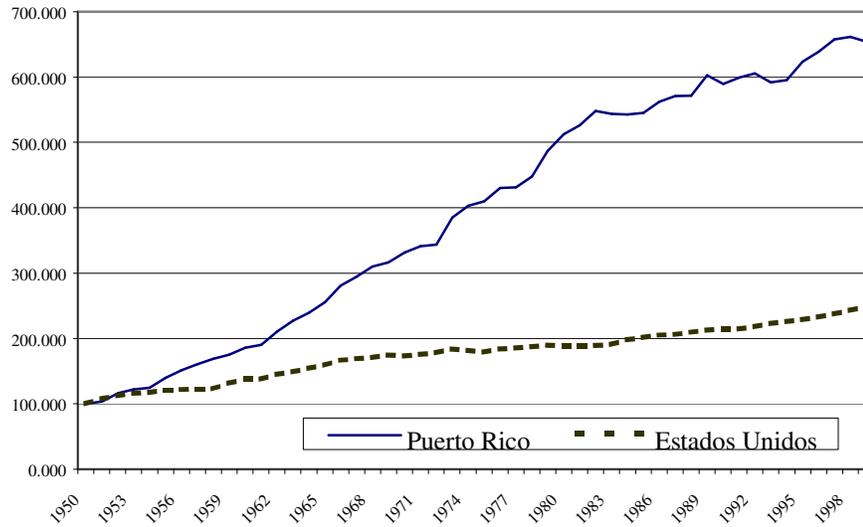
De acuerdo con Baumol y Wolff los factores que permitieron el alto nivel de crecimiento de la productividad entre 1950 a 1990 son la tasa de inversión, incluyendo la inversión pública; la tasa de escolaridad (tasa de matrícula); el nivel de apertura del comercio; y la baja tasa de crecimiento poblacional. De acuerdo a estos autores, el determinante fundamental lo ha sido la educación, seguido de la inversión física. El tercero es el efecto de alcance (“catch-up effect”) pues éste es mucho más fuerte en la medida que el país está más rezagado. Este se reduce en la medida que la nación progresa económicamente. En el cuarto lugar, se encuentra la apertura de la economía.

En Puerto Rico parece existir un consenso sobre el efecto del cambio tecnológico en la estructura productiva, todas ligadas en mayor o menor grado al desempeño del sector de la manufactura. Muchos economistas y profesionales especialistas en desarrollo económico, proponen la existencia de cuatro etapas tecnológicas:

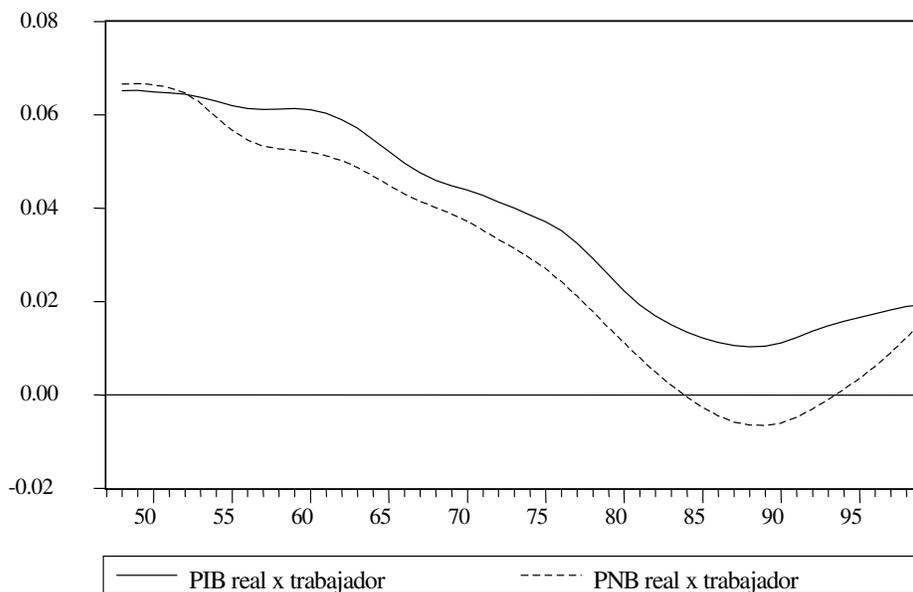
1947 - 1965:	Etapas de mano de obra intensiva
1966 - 1976:	Etapas de capital intensivo con la promoción de las petroquímicas
1977 - 1992:	Etapas de alta-tecnología
1993 - presente:	Nuevo Modelo de Desarrollo Económico

En este estudio modelamos una función de producción para cada etapa tecnológica de forma tal que nos permita entender los factores de producción que intervinieron en el proceso de crecimiento económico por etapa tecnológica.

Gráfica 1
 Índice de Productividad Laboral entre Puerto Rico y Estados Unidos (1950=100) Años Fiscales 1950 a 1999



Gráfica 2
 Tendencia en el Producto por Trabajador en Puerto Rico 1950 a 1999



Nota: Se usó el filtro Hodrick-Prescott

1. Las Cuatro Etapas Tecnológicas

En torno al 1948, entre el liderato del Gobierno del P.P.D. dominó el consenso de que la industrialización era un requisito indispensable para alcanzar mayores niveles de productividad y calidad de vida en general. Un sector dominante en ese Gobierno entendía que la actividad agrícola no había podido crear el repunte de la productividad y al igual no había podido generar el efecto de “trickle-down” (efecto filtración) en donde las clases trabajadoras se beneficiaran del crecimiento económico.

La estrategia de desarrollo económico pareció descansar en los conceptos neoclásicos de desarrollo que presentan a la importación de capital y la promoción de las exportaciones manufactureras como la piedra angular del desarrollo. El programa de exención contributiva insular acompañado de aquella en el plano federal, resultó ser vital para promoción de altos rendimientos en la inversión de capital y el fomento de las exportaciones manufactureras no tradicionales.

El excedente de mano de obra no cualificada, lo cual hacía que el salario promedio fuera más bajo que en Estados Unidos, aunque superior a otros países subdesarrollados, permitía abaratar los costos de producción siempre y cuando los niveles de productividad fueran crecientes.

La implantación de la referida estrategia de desarrollo, unida a los cambios en la división internacional del trabajo y a la evolución general de la tecnología, parecen haber formado las mencionadas cuatro etapas tecnológicas en el desarrollo económico de Puerto Rico.

La Tabla 2 muestra el nivel de producción por trabajador en Puerto Rico y Estados Unidos asociado a las etapas indicadas. Como se percibe, el crecimiento de la productividad laboral ha estado descendiendo a través de tiempo aunque la misma crece a una tasa mayor que en Estados Unidos, con excepción de la etapa tecnológica de 1993-99. La etapa tecnológica que experimenta un mayor crecimiento es 1947-65 con 6.4% en términos de PIB real por trabajador, ó 5.9% en el PNB real por trabajador. En la presente etapa se nota un crecimiento de 1.7% en el PIB real por trabajador, el cual es ligeramente inferior, por primera vez, a la experimentada por Estados Unidos.

Tabla 2
Crecimiento Anual Promedio del Producto por Empleado Puerto Rico versus Estados Unidos

ETAPAS	PIB REAL POR TRABAJADOR		PNB REAL POR TRABAJADOR	
	PUERTO RICO	ESTADOS UNIDOS	PUERTO RICO	ESTADOS UNIDOS
1947-65	6.4%	3.1%	5.9%	2.7%
1966-76	4.2	1.0	3.7	1.0
1977-92	2.3	1.1	-0.1	1.1
1993-99	1.7	1.9	0.8	1.9

Nota: se usa el Producto Interno Bruto o Producto Nacional (PIB real /PNB real) entre el nivel de empleo anual promedio.

a. La etapa de mano de obra extensiva

La primera etapa aludida se caracterizó por la gran importancia de la manufactura de mano de obra intensiva mayormente destinadas a la exportación hacia el continente americano. Para el 1954, el Censo Federal de Manufactura muestra que las industrias de alimentos, tabaco, ropa y textiles representaban el 65.1 % del valor añadido y el 70.0 % del empleo directo generado por la manufactura. Al aproximarse el cierre de esa etapa, en 1963, estas industrias representaban un 52% del valor añadido y 60% del empleo.

A pesar que el salario por hora para esta época osciló entre \$0.45 y \$1.20, el determinante de la inversión directa no fue el resultado de la diferencia salarial entre Puerto Rico y Estados Unidos. El inversionista americano tenía para considerar salarios más bajos en muchos otros países latinoamericanos y asiáticos. Debe recordarse que un salario bajo es indicativo de bajos niveles de productividad industrial.

La evidencia examinada por dos profesores de la Universidad de Yale, L. Reynolds y P. Gregory (1965) apunta a que la diferencia salarial no es por sí solo un determinante de la inversión. Es necesario considerar el crecimiento y el diferencial en la productividad laboral atribuida al adiestramiento, el mejor equipo y las capacidades gerenciales de las empresas locales comparadas con otras posibles localizaciones (página 20)³. Los autores señalan que muchas compañías norteamericanas que se establecieron en la Isla se sentían satisfactoriamente sorprendidas por los altos ritmos de crecimiento de la productividad laboral, y a la par, conscientes por el rápido aumento en el salario.

Examinando la evidencia al respecto, la Tabla 3 examina el ritmo de crecimiento de la productividad laboral y el salario real en la manufactura. Si tomamos el 1955 como base se nota que el salario real superaba a la productividad. No obstante, al tomar como base el 1958, se percibe un ritmo de crecimiento mayor en la productividad que en el salario real. Según Reynolds y Gregory este aumento consistente en la productividad fue capaz de contrarrestar el incremento en el salario por hora y así proteger el margen de ganancia de las plantas manufactureras.

Tabla 3
Crecimiento de la Productividad Laboral y el Salario Real en la Manufactura 1952 a 1965

Año Fiscal	Salario real 1955=100	PIB real empleado 1955=100	Salario real 1958=100	PIB real /empleado 1958=100
1952 a/	88.0	92.0	65.0	77.0
1955	100.0	100.0	73.3	83.5
1958	137.0	120.0	100.0	100.0
1960	145.0	128.0	106.0	107.1
1965	165.0	151.0	120.7	125.9
1965	169.0	149.0	123.5	124.2

a/ diciembre de 1952

³ L. Reynolds y Gregory P. 1965. **Wages, Productivity, and Industrialization in Puerto Rico**, The Economic Growth Center. Yale University, Richard D. Irwin, Inc, Homewood, Illinois.

Frente a los continuos aumentos en el salario promedio de la manufactura debido a la aplicación del salario mínimo federal, al efecto de la liberalización del comercio internacional y los aumentos inferiores en la productividad, las industrias de mano de obra de intensiva evidenciaron la pérdida de su ventaja comparativa de localización en Puerto Rico vis a vis otros países de América Latina, Caribe y Asiáticos. Un informe de Departamento Federal de Comercio, conocido popularmente como Informe Kreps, señalaba por ejemplo que entre 1965-77, la industria de ropa evidenció un aumento en el salario de 6.8% (incluyendo beneficios marginales) mientras que la productividad creció en tan sólo 2.3%. El informe revela:

Since 1974 there appears to be slight increase in the hourly wage rate and some decline in labor productivity suggesting the possibility that the industry [apparel] may become more sensitive to wage trends. (Vol II, pág. 65)⁴

Incide en esta etapa, las negociaciones del Tratado General sobre Aranceles y Comercio (GATT) [en especial, la Ronda Kennedy (1964-1967) y la Ronda de Tokio (1973-1979)] y la Orden Ejecutiva del presidente Ford que establece un sistema generalizado de preferencias para las importaciones norteamericanas de países en desarrollo (1975). Ante ese panorama de cambios institucionales en los Estados Unidos para liberalizar el comercio internacional reduciendo multilateralmente los aranceles, el crecimiento de las importaciones estadounidenses hasta 1976, se debió más a la expansión industrial y del mercadeo internacional de determinados países en América Latina, en el Mediterráneo y en Asia más que al efecto estimulante de las reducciones arancelarias y otorgaciones no-arancelarias.

Sea por un impacto directo o por un efecto de expectativa empresarial, los inversionistas establecidos y los potenciales ya no consideraban a Puerto Rico como un mercado protegido a la competencia extranjera. Se observa una disminución en el empleo en la industria de ropa y calzado en Puerto Rico durante el periodo 1965-1976 a la medida en que los salarios crecen y la industria local de esos renglones traslada su producción a la de artículos de superior valor-añadido que implica, a su vez, un mayor nivel de productividad.⁵

De Jesús-Toro (1982), por otro lado, argumentaba que entre 1952 a 1972, “la productividad subió más rápidamente que los costos laborales en las industrias de maquinaria eléctrica, instrumentos, productos químicos y maquinaria no eléctrica de ambos países” [Puerto Rico y Estados Unidos (pág 421)]⁶. Añadía que Puerto Rico había perdido terreno en todos los sectores y grupos que pagaban salarios relativamente bajos y decía”La causa principal de estos desarrollos fue que los aumentos en los costos de la

⁴ U.S. Department of Commerce, **Economic Study of Puerto Rico**, Vol. I. December 1979. Washington D.C.

⁵ U.S. Department of Commerce, **Economic Study of Puerto Rico**, Vol. II. Washington, D.C. December 1979. pp.113-116.

⁶ R. de Jesús Toro, **Historia Económica de Puerto Rico**, South-Western Publishing Co. 1982

nómina en Puerto Rico excedieron a los considerables aumentos registrados en la productividad” (pág 421).

En un estudio realizado por un Comité Interagencial (1975) se recomendaba cambiar hacia la promoción de industrias menos sensibles a los cambios en los niveles de salarios y que el aumento en la productividad permitiera contrarrestar las tendencias alcistas en los jornales. Un sector industrial que ganó notabilidad fue el petroquímico en el cual se cifraron las esperanzas de mayor integración vertical y de creación y estabilidad en el empleo.

b. Etapa de capital intensivo

Varias razones motivaron a pensar que las industrias de capital intensivo promoverían un nivel adecuado y estable de crecimiento y productividad. Primero, las empresas de capital intensivo podrían pagar salarios más altos pues utilizaban proporcionalmente más el factor capital, con un nivel de productividad mayor. Así, las empresas a promoverse habrían de depender más de la exención contributiva y menos del costo de la mano de obra vis a vis la productividad.

En segundo lugar, se pensaba que la producción de las mismas era más resistente a las recesiones durante el ciclo económico de Estados Unidos. De esta manera, las exportaciones de derivados del petróleo podrían seguir aumentando aún bajo episodios recesivos de la economía norteamericana.

En tercer lugar, el abasto barato de petróleo, materia prima para la elaboración de productos químicos y petroquímicos, era abundante y fácilmente accesible desde Venezuela, país productor de petróleo. A este hecho se añade la condición peculiar de Puerto Rico en su relación política y económica con Estados Unidos, en la que se podía entrar libre del arancel impuesto a otras naciones que exportaban petróleo crudo y semi-elaborado para las refinerías de la parte sur de Estados Unidos. Los crudos de países extranjeros entraban libre de aranceles a una zona libre que el Gobierno Federal estableció en el sur de Puerto Rico.

En cuarto lugar, se pensaba que estas industrias podrían generar un impacto multiplicador de ingreso y empleo mucho más alto en la medida que se habría de planificar para tener un nivel mayor de eslabonamientos hacia atrás y hacia adelante, especialmente de la industria petroquímica. Según De Jesús-Toro, el resultado fue:

“.....el complejo petroquímico tuvo una expansión apreciable durante la década terminada en el 1975. Esto fue particularmente cierto en las refinerías, de los establecimientos de productos petroquímicos básicos y de los fabricantes de productos petroquímicos intermedios (Op.Cit. pág. 447).

Pero la realidad es que el grado de integración alcanzado por los sectores de productos semi-terminados y terminados ha sido pequeño. (Op. Cit., pág. 449)”

Como cuestión de hecho la generación de empleos esperados por medio de los eslabones de unos 100,000 nunca llegó a materializarse. Según Dietz (1989) las empresas que se establecieron ya estaban integradas en Estados Unidos y en otros países.

Para fines de 1973, la Organización de Países Exportadores de Petróleo marcó el principio de un nuevo régimen de precios en el petróleo crudo al subir el precio del barril de unos \$2 a \$8. A este aumento, le siguieron subsiguientes alzas llegando a unos \$40 por barril en 1981. Frente a estos incrementos, la industria de refinería y elaboración de productos semi-terminados y terminados, comenzó a perder su ventaja comparativa de costos⁷. La primera crisis petrolera tronchó definitivamente las potencialidades anticipadas por la Administración de Fomento Económico para el complejo petroquímico. Aquí se prepara el escenario para la próxima etapa tecnológica de producción, la era de la alta tecnología.

c. La etapa de la alta tecnología

Antes de 1976, muchas de las subsidiarias de las empresas manufactureras operaban bajo en la Sección 931 del Código de Rentas Internas de Estados Unidos. La Reforma Contributiva de 1976 reemplazó las Sección 931 por la Sección 936 la cual brindaba ventajas contributivas a las subsidiarias norteamericanas y limitaba la reinversión de sus fondos para ampliar operaciones insulares. Frente a este cambio, la legislatura local aprobó una nueva ley de Incentivos Industriales en 1978 en donde brindaba un 90% de exención del ingreso corporativo en los primeros cinco años y luego se reducía gradualmente. El período de exención contributiva iba desde 10 a 25 años dependiendo de la localización geográfica de la empresa.

⁷ En 1977, un estudio de la compañía Arthur D. Little encontró que la industria petroquímica local no estaba en posición competitiva frente a los estados de Golfo de México pues los costos operacionales habían subido un 27% antes de “entitlements” y 17% sin éstos (Ver Arthur D. Little, Inc., **Competitive Cost Position of the Puerto Rico Petrochemical Industry in 1977**, octubre de 1977).

Según la economista Wanda Marrero (1990) en su disertación doctoral:

“.....during the period of major changes in the tax exemption programs in Puerto Rico and United States, 1977-82, high-tech industries seem to have benefited more from local conditions than the other industries in term of the larger regional advantage reflected relative to their counterparts in United States (pág. 14).⁸

....during the 1977-82 period nearly all of the high tech industries such as pharmaceutical (SIC 2834), switchgear and switchboard (SIC 3613), electronic components (SIC 3679), and surgical appliances (SIC 3842) expanded rapidly in Puerto Rico (pág. 36).”

En 1982, el Congreso de Estados Unidos aprobó una nueva ley contributiva que modificaba los requisitos a las corporaciones norteamericanas operando en la economía insular. El propósito era evitar el ahorro “excesivo” del pago federal de impuestos y promover una mayor presencia de las operaciones en Puerto Rico.

Puesto que las operaciones manufactureras de subsidiarias de farmacéuticas, electrónica, preparación de alimentos, entre otras, transferían y atribuían los activos intangibles a las operaciones locales, el producto interno nominal por empleado de la manufactura aumentó fundamentalmente por el crecimiento del pago a la propiedad y no debido a la compensación laboral (Ver Tabla 4). Entre 1977 al 1981, por ejemplo la contribución de la ganancia al crecimiento del PIB por trabajador fue de 74% mientras que entre 1981 al 1992 esta aportación aumentó a 86%. Entre 1950 a 1965 esta contribución fue tan sólo 52%.

Según el Quinto Informe del Tesoro Federal sobre las corporaciones 936, la ventaja de localización de Puerto Rico favorecía más la acumulación de activos financieros e intangibles que a la acumulación de activos físicos por parte de las empresas promovidas⁹. Es quizás por esta razón que un 50% del ingreso de estas corporaciones provenía del rendimiento de los activos intangibles desarrollados o comprados por las subsidiarias que operaban en Puerto Rico. Si la transferencia de los activos intangibles hubiere estado acompañada de un aumento de los activos físicos de producción, se reflejarían un aumento en la productividad. Sin embargo, a juzgar por los resultados presentados, el aumento en los activos físicos no fue proporcional al aumento significativo de los activos intangibles y financieros. El Cuarto Informe del Tesoro Federal muestra evidencia que la inversión de los activos fijos — tierra, edificios, maquinaria y equipo, etc. — era proporcionalmente menor a la realizada por una

⁸ Wanda Marrero. 1990. **The Effects of Tax Exemption on Industrial Location: The Case of Puerto Rico**, disertación no publicada de la Universidad de Texas en Austin.

⁹ Dice el informe, págs. 59-60, “Puerto Rico can be, on tax grounds, a more attractive location than the United States for plant and equipment and other operating assets. But tax advantages of a Puerto Rico location for physical assets may not be significantly better than those available in a low-tax developing countries.....Puerto Rico under section 936 offers unique advantages for financial assets, such as deposits and bonds, and for the use of certain intangible assets. (Ver **The Operation and Effect of the Possessions Corporation System of Taxation**, Fifth Report. Department of the Treasury, julio de 1985).

industria homóloga en los Estados Unidos¹⁰. Esta situación podría explicar la alta tasa de aumento en el PIB por trabajador de la manufactura como resultado del aumento en la ganancia corporativa para los dos periodos 1971-81 y el 1981-92.

Tabla 4
Contribución Funcional al Crecimiento del Producto Interno por
Empleado Sector Manufactura-Puerto Rico

	1950-65	1966-77	1977-81	1981-92
PIB/Empleado	9.2%	13.4%	14.1%	8.6%
% Labor	48%	37%	26%	14%
% Ganancia	52%	63%	74%	86%

Fuente: *Ingreso y Producto*, Junta de Planificación, San Juan

En agosto de 1996 y mediante la ley federal *Small Business Jobs Protection Act*, se deroga la Sección 936 y se extiende un período de gracia (Grandfather Clause) hasta el 2005. Frente a estos cambios, el gobierno propone un nuevo modelo de desarrollo económico el cual se basa, entre otras cosas, en una dependencia menor de las exenciones contributivas como atractivo de la inversión internacional.

d. El Nuevo Modelo de Desarrollo (NMDE)

En principio el NMDE descansa en el mercado, la libertad de empresa y a los siguientes postulados:

1. Pone énfasis en los fundamentos de la capacidad competitiva.
2. Sustituye y/o complementa los incentivos generales con otros de carácter específico, por ejemplo, aquellos dirigidos a:
 - Mejorar la calidad de la fuerza trabajadora
 - Fortalecer la infraestructura científica y tecnológica
 - Crear un clima reglamentario facilitador y apropiado
3. Amplía la base promocional para incorporar servicios básicos de apoyo y de exportación.
4. Provee una estructura de apoyo para la promoción del turismo y de la agro-industria.
5. Da énfasis a la promoción de la capacidad empresarial interna complementaria a la importación de capital.

¹⁰ Las subsidiarias operando en Puerto Rico invertían un 12.4% de los activos en planta, equipo y tierra, mientras que en aquellas operando en E.U. esta proporción era 36.6%. Aún considerando como propiedad de la subsidiaria aquellos activos alquilados a la Compañía de Fomento Industrial, la proporción subiría a 14.6%, todavía menor a la mantenida por la misma industria en E.U. (Op. Cit., Informe del Departamento del Tesoro Federal, cuarto informe, febrero de 1983, pág. 102).

6. Se creará un ambiente reglamentario estable y el fomentar una nueva actitud del gobierno hacia la empresa privada y su función en el desarrollo.
7. Reestructurar el sistema financiero y fiscal mediante el fortalecimiento de un mercado de capital.
8. Un sector gubernamental reducido, ágil y que ejerza un rol de facilitador, no competidor ni obstaculizador del estímulo al desarrollo económico.
9. Crear una base productiva más diversificada que aminore la importancia relativa de la manufactura.
10. Recuperar la capacidad de crecimiento hasta llevarla a por lo menos 4.4 por ciento.

Los dos nuevos componentes que guiarían el crecimiento en la productividad económica en general son: (a) inversiones directas en el sector de la ciencia y la tecnología, y (b) inversiones de capital en el sector privado para levantar nuevos negocios. Estos dos componentes estarían apoyados por una inversión significativa en levantar y/o “poner al día” la infraestructura gubernamental.

La Tabla 5 compara el crecimiento de producto interno por empleado para dos períodos 1977-92 y 1993-99 además de la contribución de cada sector industrial a este crecimiento. Lamentablemente, no se pudo ajustar a los efectos de la inflación, como hubiese sido lo correcto, debido a la ausencia de índices implícitos de precios para deflacionar el producto de cada sector industrial. Entre 1977-92 se percibe una notable aportación de la manufactura al crecimiento del producto por empleado de un 46%. Esta contribución aumenta a casi 55%, o sea, un aumento de casi nueve puntos para el 1993-99. El segundo sector de mayor aportación es Finanzas, seguro y bienes raíces, pero reduce su contribución en casi 10 puntos entre ambos períodos, debido al aumento de la aportación del sector manufacturero.

En resumen, en cada etapa tecnológica se evidencia que los niveles de productividad local son explicados por los cambios en la competitividad de costos, tomando en consideración las transformaciones estructurales en la economía de Estados Unidos y en la global. En una decisión de localización industrial, el nivel y el crecimiento del salario han de evaluarse en conjunto con el nivel y la tendencia de la productividad. El costo laboral por sí solo no es la variable determinante de la inversión directa.

Tabla 5
Producto Interno Nominal por Empleado
Tasa de crecimiento anual promedio y contribución sectorial
1977-92 y 1993-99

Tasa crecimiento anual	1977-92		1993-99	
	5.3%		5.8%	
Contribución	Puntos	(%)	Puntos	(%)
Agricultura	0.2	3.8	0.3	5.3
Manufactura	2.4	45.9	3.2	54.7
Construcción	0.1	2.5	0.1	2.2
Transportación y otros sectores	0.4	7.6	0.5	7.7
Comercio	0.1	2.2	0.2	3.9
Finanzas, seguros y bienes raíces	1.7	31.7	1.3	21.7
Servicios	0.1	2.7	0.1	1.6
Gobierno	0.2	3.6	0.2	2.9
Total	5.3	100.0	5.8	100.0

Nota: no se ajusta para efectos de la inflación pues no hay índice para los sectores industriales. Se pondera la tasa de crecimiento por la razón del producto interno por empleado para cada sector relativo al producto interno por empleado para todos los sectores. Luego se multiplica la tasa de crecimiento de cada sector por su debida ponderación.

3. Construcción de las Variables y Metodología

Esta investigación estima una función de producción agregada para cada una de las cuatro etapas tecnológicas discutidas. En primer término se usan cuatro factores de producción, para luego estimar la misma usando sólo los dos factores de producción tradicionales—capital total y capital humano.

En primer lugar se seleccionan las variables independientes que fundamentalmente equivalen a los factores de producción, tradicionales dentro del análisis de la función de producción agregada. Se utilizan las variables en términos por trabajador y usando logaritmo natural. En segundo, se realiza la prueba de Chow para determinar si las demarcaciones en las cuatro etapas tecnológicas son apropiadas y estadísticamente válidas.

La función de producción a considerarse es como sigue:

$$(1) \quad QPW(t) = A(t) \cdot F [HKPW(t), MHPW(t), TKPW(t), RMPW(t)]$$

Donde:

- QPW(t) = Producto Interno real por trabajador a precios de 1954,
- HKPW(t) = Capital Humano por trabajador,
- MHPW(t) = Horas-Hombres trabajadas por trabajador,
- TKPW(t) = Valor del Acervo de Capital Físico e Intangibles, por trabajador a precios de 1954, excluye el acervo de vivienda,
- RMPW(t) = Importaciones de materia prima y productos intermedios por trabajador, a precios de importaciones de 1954,
- A(t) = residual o Productividad Total de los Factores (PTF).

El producto interno bruto por empleado, QPW (t), proviene de las cuentas nacionales que publica la Junta de Planificación y se refiere a la producción generada dentro de los límites territoriales usando los medios de producción tanto de los residentes como de los no-residentes. En Puerto Rico, desde mediados de los 1970, la característica fundamental es que el producto interno bruto ha sido cada vez mayor que el producto nacional (el generado por los residentes). La diferencia surge primordialmente del pago neto a factores externos, que son virtualmente las ganancias corporativas de las compañías multinacionales norteamericanas que aprovechaban los beneficios contributivos que brindaba la sección 936 del Código Federal de Rentas Internas.

Al estimar el capital humano por trabajador (HKPW) se utilizó el siguiente procedimiento. En primer lugar, se calcula el capital humano total a base de los años de escolaridad y las expectativas de vida. La inversión en capital humano—educación y salud—debe transformar los recursos humanos de manera que éstos aumenten su nivel de escolaridad, experiencia y conocimiento mientras que aquellos en salud, deberán aumentar la longevidad del recurso. Las variables años de escolaridad y años de expectativas de vida se presume en asociadas positivamente con la productividad en el largo plazo. Este argumento tiene su raíz teórica en los hallazgos del laureado premio Nobel de Economía, Theodore W. Shultz, quien considera a la inversión de capital humano como uno de los principales determinantes del crecimiento en Estados Unidos pues la inversión tanto pública como privada en educación y salud redundan en mayores beneficios sociales y productividad para la población en general.

Mediante los años de escolaridad y los años en expectativas de vida, se puede computar un índice de incremento del factor trabajo, (“labor-augmented”), el cual se define como:

$$(2) \quad \text{ILA (t)} = [(E(t) \div E(o)) + (V(t) \div V(o)) \div 2]$$

donde:

ILA (t) =	Índice de aumento cualitativo en el factor trabajo
E (t) =	mediana de años en escolaridad de los empleados en el año t, (t=1947,1948,1999)
E (o) =	mediana de años de escolaridad en el año base de 1947,
(E(o) =	3.6 años)
V (t) =	años de expectativas de vida en el año t,
	(t=1947,1948,.....1999)
V (o) =	años de expectativas de vida en el año base de 1947,
	(V(o) = 55.95 años)

Para evitar que el alto valor numérico de la variable de años de expectativas de vida dominara el índice, se promediaron ambas series.

Una vez computado el índice ILA(t), se multiplicó por el número de empleados en cada año fiscal para computar el capital humano total. Este se puede interpretar como el valor del recurso trabajo en términos de años educación-expectativa de vida.

$$(3) \quad \text{HKT}(t) = L(t) \times \text{ILA}(t)$$

Por último, este índice se divide entre el número de empleados para expresar la serie en términos por trabajador.

El número de horas-hombres trabajadas se estima usando como base un estudio publicado dentro del **Informe Económico al Gobernador de 1980**, intitulado *Cambio en la Productividad Total de los Factores* en el cual se incluye un estimado de las horas-hombres entre 1948 a 1979. Para estimar las horas-hombres entre 1980 a 1999, se usa la siguiente ecuación (4):

$$(4) \quad \ln(H/Q) = f(\ln(L/Q));$$

En donde:

(H/Q) = Horas-hombres/Producto Interno real precios de 1954

(L/Q) = Número de trabajadores/ Producto Interno real precios de 1954

El resultado de la regresión fue el siguiente para valores entre 1947 y 1979:

$$\ln(H/Q) = 5.45 + 0.78 \ln(L/Q) \quad R^2 \text{ adj} = 0.99 \quad D.W. = 1.28 \quad F(\text{prob}) = 0.000$$

(56.1) (64.5)

Usando la regresión derivada para convertir número de trabajadores en hombres-horas, se proyectaron los valores de $\ln(H/Q)$ entre 1980 a 1999. Basado en esta proyección, y el correspondiente valor del producto interno bruto, se obtuvo un estimado de las horas-hombres trabajadas entre 1980 a 1999. Luego se procedió a dividir la misma entre los empleados.

En el caso de la variable TKPW, es la combinación de dos acervos de capital; (1) el acervo de capital productivo físico, excluyendo la vivienda, y (2) los activos intangibles de las corporaciones multinacionales norteamericanas. En el primer caso, se estima el mismo usando los siguientes supuestos y procedimientos:

(a) se supone una razón capital/producto para equivalente a 2.5 en 1947. Este supuesto es similar al usado en el conocido Informe Tobin¹¹. Por lo tanto, el

¹¹ En el citado Informe Tobin (conocido así debido a su principal miembro, el conocido economista y premio Nobel, James Tobin), se usan dos estimaciones; una suponiendo un capital/producto de 2.4 y otra suponiendo 2.0, ambos para 1947. Véase **Informe al Gobernador del Comité para el Estudio de las Finanzas de Puerto Rico**, Editorial Universitaria, 1976. pág 23.

acervo inicial de capital en 1947 se estima en \$1,660 millones a precios de 1954.

(b) se utiliza la formula de inventario perpetuo;

$$(5) \quad K(t) = In(t-1) + K(t-1)$$

donde:

$$\begin{aligned} K(t) &= \text{acervo de capital en tiempo } t, \\ In(t-1) &= \text{inversión neta en } t-1 \text{ (inversión bruta} \\ &\quad \text{menos depreciación),} \\ K(t-1) &= \text{acervo de capital inicial en } t-1 \end{aligned}$$

(c) se ajusta el acervo de capital por un índice de utilización del capital. Puesto que en Puerto Rico no se genera un índice de tal naturaleza, se usa aquel de Estados Unidos, pues suponemos que el acervo de capital interno se habrá de utilizar en igual magnitud.

(d) las cifras provienen de las cuentas nacionales y fueron deflacionadas usando el deflador de precios de la inversión bruta a precios de 1954.

(e) El otro componente de la variable TKPW (t) son los activos intangibles. Muchos economistas reconocen que los gastos en investigación y desarrollo son esenciales para el avance de la tecnología y la productividad. En el caso de la economía de Puerto Rico y en especial, desde mediados de la década del 1970, las leyes contributivas de E.U. beneficiaban a las corporaciones multinacionales de E.U. al transferir activos intangibles tales como marcas, patentes, etc., los cuales eran desarrollados fuera, pero transferidos a Puerto Rico para hacer que las ganancias generadas por la corporación fueran contabilizadas localmente y así eximir las del pago contributivo al gobierno federal. Este procedimiento contable ha sido ampliamente discutido en la literatura asociada a las corporaciones multinacionales y la tributación global.

El Quinto Informe del Tesoro Federal sobre las corporaciones en posesiones de los Estados Unidos, las ya mencionadas como corporaciones 936, revela que para el 1980 cerca de un 50% del ingreso generado por éstas, era obtenido debido a los activos intangibles¹². En el caso de las farmacéuticas esta proporción subía hasta un 75%. Sin embargo, esta práctica contable fue posteriormente reglamentada por leyes de Congreso de Estados Unidos la cual reducía la transferencia de los activos intangibles a Puerto Rico al poner condiciones a la tributación de estos activos intangibles y su transferencia a Puerto Rico.

Para estimar el valor de estos activos intangibles se siguió el siguiente procedimiento:

¹² Departamento del Tesoro de Estados Unidos, "The Operation and Effect of Possessions Corporation System of Taxation", Fifth Report, julio de 1985. pág. 61.

- (a) se estima el valor sólo entre 1975 a 1999, pues la Sección 936 fue firmada por el Congreso en 1976 y duró hasta 1996. Suponemos que los activos intangibles hubieran tenido una importancia tan significativa antes de 1975.
- (b) se usan las ganancias (ingreso de la propiedad) de la manufactura y se aplica el 50% entre 1980 a 1993, luego se reduce a 35% hasta 1999. De esta manera se estima el valor la ganancia que proviene de los activos intangibles.
- (c) Las ganancias se deflacionan usando el índice implícito para deflacionar el producto bruto a precios de 1954.
- (d) Se estima el acervo de activos intangibles suponiendo una tasa de rendimiento de 25%, que es aproximadamente la tasa de rendimiento de todos los activos de las corporaciones 936. Por lo tanto, se divide el estimado de ganancia generada por los activos intangibles entre .25 y así se obtiene el estimado del valor de los activos intangibles.

Finalmente, se estima mediante el método residual la productividad total de los factores (PTF). Este método ideado por Solow (1957) establece que la parte no explicada por los factores en una función de producción, es atribuible a la productividad. Sin embargo, este método no ha estado exento de críticas y algunos aseveran que este residual “no es otra cosa que una medida de nuestra ignorancia”. Existen otros elementos institucionales y no institucionales que intervienen en el proceso de desarrollo y que pueden muy bien no ser explicados por las variables independientes (factores de producción) dentro de la función de producción.

En el modelo de regresión, la variable de tendencia dentro de la función de producción puede recoger el crecimiento de la variable dependiente no atribuible a las variables independientes. Por lo tanto, el coeficiente de regresión de la tendencia es considerado como el crecimiento de la productividad total de los factores (PTF)¹³.

Finalmente, el uso del logaritmo natural se aplica a todas las variables y se denota con la letra L al principio de cada variable.

4. Prueba de Chow para las etapas.

La creencia de la existencia de cuatro etapas tecnológicas en el desarrollo económico de Puerto Rico debe validarse desde su punto de vista estadístico. La prueba de Chow es un estadístico que permite evaluar la existencia de cambios estructurales a base del ajuste de los parámetros para un número escogido de ecuaciones las cuales deberán representar diversos sub-períodos de tiempo. Una diferencia significativa en el

¹³ Un enfoque similar es usado en Aukrust, O. 1959. “Investment and Growth”. *Productivity Measurement Review*, 16: 35-53 y en Intriligator, Michael. 1978. **Econometrics Models, Techniques and Applications**, Prentice Hall Inc. New Jersey, págs. 288-292.

estadístico indica la presencia de cambios estructurales en la relación, en este caso, la función de producción.

En la Tabla 6 se presentan los resultados de la prueba de Chow usando como años críticos el 1965, 1976 y 1993 del periodo abarcador de 1965 al 1999. El resultado muestra un estadístico F de 9.68 el cual es significativo a un nivel de 1%. Igualmente el estadístico “log likelihood ratio” resulta ser significativo al 1%, mostrando la veracidad estadística de reconocer cuatro etapas tecnológicas en la función de producción.

Tabla 6

Prueba de Chow para las Funciones de Producción en Puerto Rico

Chow Forecast test: forecast from 1965 to 1999			
F-statistic	4.09	Probability	0.0026
Log likelihood ratio	144.6	Probability	0.000000
Chow Breakpoint Test: 1965 1976 1993			
F-statistic	9.68	Probability	0.000000
Log likelihood ratio	103.1	Probability	0.000000

5. Resultados empíricos

5.1 Función de producción con cuatro insumos

Usando el típico modelo de regresión para estimar los parámetros de la función agregada de producción con todos los factores de producción aludidos entre 1947 a 1999, encontramos los siguientes resultados (ver Tabla 7). En la misma se obtiene que el factor capital humano resulta ser la variable más significativa desde el punto de vista del valor de la distribución del “t de Student” a un nivel de 1%. El capital total es igualmente significativa al nivel de 5% aunque se obtiene con signo negativo. Por último, la importación real de materia prima y producto intermedios por trabajador resulta ser significativa al nivel de 5%. Igualmente, obtenemos que el crecimiento anual de la productividad total de los factores, evidenciado por el coeficiente de la variable de tendencia es 0.49%. Este resultado apunta a que la productividad total de los factores explica un 13.2% del crecimiento de largo plazo de la economía de Puerto Rico que se estima en 3.7%, según se indica en la tabla 11.

Sin embargo, esta ecuación muestra problemas de autocorrelación de los residuales, pues el estadístico Durbin-Watson es 0.374, lo cual lleva a rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación de los residuos y aceptar la hipótesis alterna de la existencia de autocorrelación.¹⁴ Con el propósito de corregir la autocorrelación, se aplica a la regresión el método de Cochrane-Orcutt, el cual puede corregir la autocorrelación de primer orden.

¹⁴ A un 5% y con N=53 y k= 5, el D1 = 1.35 y el Du = 1.77.

Tabla 7
Resultado de la Función de Producción—Cuatro Factores 1947 a 1999

VARIABLE DEPENDIENTE : LOG (PRODUCTO POR TRABAJADOR)				
Método: Mínimos Cuadrados				
1947 1999				
Número de Observaciones: 53				
Variables	Coefficients	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Constante	5.952239	3.638389	1.635955	0.1085
Tendencia	0.004885	0.006097	0.801236	0.4270
LHKPW	1.066823	0.196910	5.417813	0.0000
LRMPW	0.237518	0.111002	2.139752	0.0376
LTKPW	-0.359585	0.156371	-2.299569	0.0260
LMHPW	0.401604	0.483661	0.830341	0.4105
R-squared	0.980088	Mean dependent var	8.319927	
Adjusted R-squared	0.977970	S.D. dependent var	0.593347	
S.E. of regression	0.088068	Akaike info criterion	-1.915141	
Sum squared resid	0.364532	Schwarz criterion	-1.692089	
Log likelihood	56.75125	F-statistic	462.6775	
Durbin-Watson stat	0.373538	Prob(F-statistic)	0.000000	

El resultado usando el método Cochrane-Orcutt se presenta en la Tabla 8. En la misma se muestra que la variable capital total por trabajador (LKTPW) es significativa a un nivel de 5%. Los otros factores no resultaron tener significancia estadística, con excepción de la constante. El valor de la productividad, sin embargo sube a 1.3% lo que representaría el cambio promedio de la productividad total de los factores a través del tiempo. Esto significa que un 32% del crecimiento económico de Puerto Rico entre 1948 a 1999 es el resultado directo de la productividad total de los factores ($1.3\% \div 3.7\%$).

El valor de AR(1) es de 0.94 y significativo, lo cual demuestra la existencia de autocorrelación de los residuos de primer orden violando uno de los supuestos clásicos de la teoría de la regresión múltiple de independencia de los residuales ($AR(1) = 0$). La convergencia se obtuvo con nueve iteraciones y los coeficientes de esta regresión deben ser eficientes e insesgados.

Tabla 8
Resultados de la Función de Producción-cuatro factores Usando el
Procedimiento Cochrane-Orcutt
1948 a 1999

VARIABLE DEPENDIENTE: LOG (PRODUCTO POR TRABAJADOR)				
Muestra ajustada: 1948 1999				
Included observations: 52 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 10 iterations				
Variables	Coefficients	Std. Error	t-Statistic	Probabilidad
Constante	7.818730	1.382692	5.654714	0.0000
Tendencia	0.012197	0.009479	1.286712	0.2048
LHKPW	0.383253	0.294873	1.299722	0.2003
LTKPW	0.189317	0.073350	2.580999	0.0132
LRMPW	-0.050129	0.040963	-1.223742	0.2274
LMHPW	-0.140224	0.121330	-1.155726	0.2539
AR(1)	0.940108	0.040757	23.06611	0.0000
R-squared	0.998120	Mean dependent var		8.344216
Adjusted R-squared	0.997870	S.D. dependent var		0.571912
S.E. of regression	0.026398	Akaike info criterion		-4.306440
Sum squared resid	0.031357	Schwarz criterion		-4.043772
Log likelihood	118.9674	F-statistic		3982.279
Durbin-Watson stat	2.028971	Prob(F-statistic)		0.000000
Inverted AR Roots	0.94			

5.2 Resultados por etapa tecnológica

Resulta interesante analizar cada una de las etapas tecnológicas y observar si existe diferencia entre las variables que determinan el crecimiento de la economía para cada una de las mismas. En la Tabla 9 se resume los resultados de la regresión para cada etapa.

En la etapa 1947-65 se encuentra que la productividad total, el capital total, la materia prima y las horas trabajadas resultaron significativas, aunque a diferentes niveles de significancia. El estadístico D.W. pasa la prueba de no autocorrelación a un nivel de 5%. En el período 1966-76, el capital total y el capital humano resultaron tener la significancia estadística, pero el estadístico D.W. cae en la zona de no-conclusión. En el período 1977-92, la tendencia, el capital total y las horas-personas trabajadas son significativas, y el estadístico D.W. cae en la zona de no autocorrelación. Por último, se observa el período 1993-99 en donde ninguna de las variables resultaron significativas y el estadístico D.W. cae en la zona de no autocorrelación.

Tabla 9
Resultados de la Regresión Función de Producción –Cuatro Factores

Variables	1947-65	1966-76	1977-92	1993-99
	N=19	N=11	N=16	N=7
Tendencia (PTF)	0.069 (12.5)*	-0.097 (-1.54)	0.0107 (2.17)**	-0.007 (-0.82)
LTKPW	0.46 (4.52)*	0.564 (2.15)***	0.275 (2.13)***	-0.05 (-0.08)
LHKPW	-0.27 (-1.32)	2.45 (2.34)***	-0.38 (-0.43)	4.46 (0.89)
LMHPW	-0.26 (-2.0)***	-0.63 (-1.51)	0.34 (2.11)***	-0.05 (-0.79)
LRMPW	-0.135 (-2.27)***	0.11 (1.00)	-0.06 (-1.56)	0.193 (1.09)
R sq adj	0.998	0.974	0.953	0.998
F stat(prob)	2582 (0.00) *	83.05 (0.000) *	62.5 (0.000) *	40.6 (0.119)
D.W.	2.42 (no autocorrelación)	2.74 (no autocorrelación)	2.11 (no autocorrelación)	2.80 (no autocorrelación)

* significativa a 1%; ** significativa 5%; *** significativa 10%
t de student en paréntesis

5.3 Función de producción tradicional (dos insumos)

En esta sección estimamos la función de producción para cada una de las etapas siguiendo la manera tradicional de dos insumos: acervo de capital total y el capital humano. La omisión de los otros factores de producción permite tener un mayor grado de libertad especialmente durante la etapa del nuevo modelo de desarrollo (1993-1999) pues al tener cinco variables independientes (incluyendo la tendencia) y siete observaciones, se reduce a tan sólo dos los grados de libertad.

Los resultados de la función de producción tradicional con dos factores de producción; capital total y capital humano se presentan en la Tabla 10. Considerando el período completo de 1947 a 1999, el crecimiento de la productividad total de los dos factores es 1.0%, lo que explica el 27% del crecimiento de largo plazo. La variable capital total resultó ser significativa al nivel de 5%, más no así el capital humano.

Tabla 10
Función de Producción con dos Factores

Variables	1947-65	1966-76	1977-92	1993-99
	N=19	N=11	N=16	N=7
Tendencia (PTF)	0.056 (11.0)*	-0.03 (-0.81)	0.006 (1.96)	-0.014 (-2.63)
LTKPW	0.39 (2.7) **	0.31 (1.53)	0.430 (3.52)*	0.136 (1.57)
LHKPW	-0.26 (-0.81)	1.34 (2.06)**	-0.95 (-0.98)	10.0 (6.60)*
R sq adj	0.996	0.975	0.937	0.97
F stat(prob)	2089.0*	131.0 *	78.5	69.1
D.W.	1.98 (no autocorrelación)	2.53 (no autocorrelación)	1.81 (no autocorrelación)	2.55 (no autocorrelación)

(t de student en paréntesis) * significativa 1%; ** significativa 5%; *** significativa 10%

Al considerar cada etapa tecnológica, la primera era de 1947-65 muestra que tanto el capital total como la productividad total resultaron ser variables significativas. Se observa, al igual un bajo nivel de autocorrelación de los residuales. Del resultado estadístico se infiere la conclusión que el gran aumento de la productividad total (PTF) es el resultado de un incremento en el capital físico. El capital humano no resulta significativo en explicar el aumento de la productividad durante esta etapa.

En la segunda etapa, 1966-76, se presenta una reducción de la productividad total similar a cuando se utiliza la función de producción con cuatro factores. En este caso la reducción de la productividad total es de 4.5% mientras como cuatro factores es 9.7%. Es posible que el impacto de la crisis petrolera de 1973-75, el cual fue el causante principal de una recesión global, evite la manifestación de posibles aumentos de productividad entre 1966 y 1973. La variable de capital humano surge como significativa a un nivel de 5%.

En la etapa de alta tecnología de 1977-92, la variable capital total es estadísticamente significativa y el aumento de la productividad total es tan sólo de 0.8%. Es evidente que el aumento vertiginoso de los activos intangibles registrados en los libros de las corporaciones 936, pero no producidos localmente, inflaron el nivel del producto interno (ingreso interno), pero su efecto en la productividad total de los recursos no parece haber sido significativo. Otro factor atenuante de la productividad pudo haber sido la recesión global 1981-82, al igual asociada con altos niveles de los precios de petróleo y elevadas tasa de interés. Ambas variables contrajeron el nivel de inversión real, tan vital para una economía pequeña y abierta como Puerto Rico.

En la cuarta etapa 1993-99, el cambio a un nuevo modelo de desarrollo ha creado niveles negativos de la productividad total con -1.3% . Todo parece indicar que al igual que 1966-76, el aumento de producto fue el resultado de un crecimiento extensivo y no

intensivo. Dicho de otra manera, el crecimiento viene de un aumento de los recursos y no de una mayor eficiencia productiva de los mismos. Es probable que en las etapas incipientes de este nuevo modelo, el mejoramiento de la infraestructura física y social no haya permitido un repunte de la productividad. Una vez mejorada esta infraestructura, se logre aumentar los niveles de inversión empresarial y con ello, la productividad.

6. Conclusiones

La intención fundamental de esta investigación fue determinar los niveles de productividad total de los factores en Puerto Rico mediante una función agregada de producción. Dos tipos de funciones de producción fueron utilizados; una con cuatro factores y otra con los dos insumos tradicionales, capital físico e intangibles y el capital humano.

La Tabla 11 resume los resultados de ambas funciones de producción para cada una de las etapas tecnológicas. No empecé a que los valores de los parámetros son diferentes, existen resultados que llevan a conclusiones inequívocas:

- (1) La productividad total (PTF) parece explicar sólo entre el 27% al 32% del crecimiento de largo plazo en la economía local. Es claro, entonces, por contraposición, que el crecimiento extensivo ha dominado el crecimiento económico de Puerto Rico. Este debe explicar entre el 68% al 73% del crecimiento en el largo plazo.
- (2) El capital total por trabajador, que incluye el acervo de capital físico y los activos intangibles, resultó ser la variable independiente significativa cuando se usan el método de Cochrane-Orcutt para corregir la autocorrelación de los residuales.
- (3) El capital total por trabajador a precios de 1954, aumentó de \$2,760 en 1950 a \$13,910 en 1999 para un aumento anual promedio de 3.9%. Este aumento debe haber contribuido entre un 18.6% y 20% del crecimiento de largo plazo de la economía de Puerto Rico entre 1950 y 1999.
- (4) Al considerar las etapas tecnológicas se nota un cambio de importancia de los factores de producción y en los niveles de productividad. En términos de la productividad total, se nota un aumento significativo en la etapa de 1947 a 1965, considerada de mano de obra intensiva. Entre un 89% a un 110% del aumento en el producto por trabajador es el resultado del incremento en la productividad total de los factores de producción.

Tabla 11
Tasa de Crecimiento del Producto por Trabajador y la Contribución de la Productividad
Total de los Factores (PTF) al Crecimiento Económico

FUNCION DE PRODUCCIÓN CON CUATRO FACTORES					
	1947-65 (N=19)	1966-76 (N=11)	1977-92 (N=16)	1993-99 (N=7)	1947-99 (N=52)
Tasa crecimiento QPW(t)	6.3 %	4.2	1.1	1.9	3.7
PTF (Tendencia)	6.9%	-9.0	1.07	-0.7	1.2
% del Total	110 %	-240 %	97 %	-37 %	32%
FUNCION DE PRODUCCIÓN CON DOS FACTORES					
	1947-65 (N=19)	1966-76 (N=11)	1977-92 (N=16)	1993-99 (N=7)	1947-99 * (N=52)
Tasa crecimiento QPW(t)	6.3 %	4.2	1.1	1.9	3.7
PTF (Tendencia)	5.6%	-3.0	0.6	-1.4	1.0
% del Total	89%	-71%	55%	-74%	27%

* resultado con procedimiento Cochrane-Orcutt

- (5) Este aumento puede haber sido explicado por el incremento en el capital físico. A pesar que la tasa promedio del capital por trabajador fue 3.2%, la elasticidad de la producción por trabajador relativo al capital total en esta etapa, duplica a la misma para todo el período entre 1947 a 1999. Por lo tanto, este aumento de 3.2% contribuyó al crecimiento económico de esta etapa entre un 20% a un 23% del crecimiento del producto por trabajador en esta etapa.
- (6) El capital humano por trabajador resultó ser significativo sólo en la segunda etapa. Cuando se usa una función de producción con cuatro factores la elasticidad de la producción relativo al capital humano es de 2.45. Cuando se estima la función de producción con dos factores, el capital humano por trabajador es significativo en la segunda y última etapa tecnológica.
- (7) Las horas-hombres por trabajador son significativa en las etapas primera y tercera, aunque en la primera, el coeficiente es negativo lo que mayores horas laboradas reducen el nivel de producto por empleado. Este coeficiente parece reconocer la condición de rendimientos decrecientes de un mayor número de horas-hombres en la producción.
- (8) La materia prima por trabajador no parece jugar un papel importante en el crecimiento de la producción. Solamente en la primera etapa tuvo un valor significativo aunque su signo es negativo. Nuevamente, este signo parece acusar la presencia de rendimientos negativos en la producción.

Tabla A.1
Variables usadas en la Función de Producción 1947-1999

Años Fiscales	QPW	HKPW	MANHPW	TOTALKPW	RAWMPW
1947		3,600	1,126	2,612	259
1948	0.0365	3,700	1,162	2,653	269
1949	0.1137	3,700	1,103	2,746	259
1950	0.0487	3,700	1,147	2,760	259
1951	0.0226	3,800	1,188	2,913	347
1952	0.1124	3,900	1,190	3,078	370
1953	0.0808	4,000	1,169	3,391	409
1954	0.0587	4,000	1,124	3,164	430
1955	0.0521	4,100	1,158	3,432	473
1956	0.0344	4,200	1,221	3,418	552
1957	0.0597	4,300	1,233	3,454	623
1958	0.0231	4,400	1,220	3,259	615
1959	0.1023	4,500	1,255	3,760	739
1960	0.0754	4,600	1,272	3,865	824
1961	0.0514	4,900	1,329	3,759	836
1962	0.0673	5,300	1,257	4,105	996
1963	0.0937	5,700	1,243	4,400	1,003
1964	0.0479	6,000	1,339	4,637	1,236
1965	0.0515	6,500	1,353	4,949	1,365
1966	0.0197	7,000	1,467	5,118	1,425
1967	0.0453	7,500	1,399	5,071	1,531
1968	0.0310	8,000	1,426	5,333	1,622
1969	0.0057	8,600	1,483	5,431	1,747
1970	0.1147	9,600	1,486	5,317	1,970
1971	0.0445	10,200	1,480	5,594	2,137
1972	0.0173	10,800	1,456	6,192	2,033
1973	0.0492	11,100	1,505	6,992	2,260
1974	0.0018	11,400	1,464	7,034	3,355
1975	0.0378	12,000	1,572	8,152	4,272
1976	0.0830	12,100	1,525	9,671	4,343
1977	0.0518	12,100	1,503	10,355	4,904
1978	0.0260	12,200	1,609	10,728	5,038
1979	0.0414	12,200	1,618	10,928	5,740
1980	-0.0086	12,300	1,613	11,177	7,033
1981	-0.0020	12,400	1,565	11,303	7,822
1982	0.0050	12,400	1,567	11,412	7,796
1983	0.0313	12,400	1,578	12,329	7,810
1984	0.0153	12,500	1,583	12,671	7,390
1985	0.0004	12,600	1,583	12,750	8,159

Continuación Tabla A.1.....

Años Fiscales	QPW	HKPW	MANHPW	TOTALKPW	RAWMPW
1986	0.0537	12,600	1,602	12,920	8,162
1987	-0.0228	12,700	1,594	13,247	10,410
1988	0.0173	12,700	1,666	13,545	11,263
1989	0.0100	12,700	1,694	13,455	13,183
1990	-0.0228	12,800	1,624	13,113	14,265
1991	0.0063	12,800	1,612	12,901	14,818
1992	0.0457	12,800	1,657	14,018	13,977
1993	0.0242	12,800	1,652	14,634	12,510
1994	0.0291	12,900	1,699	13,716	13,101
1995	0.0057	12,900	1,694	13,819	13,939
1996	-0.0111	12,900	1,689	13,939	13,126
1997	0.0131	12,900	1,668	14,083	14,011
1998	0.0548	13,000	1,655	15,187	16,702
1999	0.0419	13,100	1,670	13,910	18,587

Bibliografía

- Aukrust, O. 1959. "Investment and Growth". **Productivity Measurement Review**, 16: 35-53.
- Alameda-Lozada, J. 1996. **An Analysis of the Transmission of Real and Monetary Shocks on the Economy of Puerto Rico from the United States**. Ph. D. disertación University of Wales, United Kingdom.
- Alameda-Lozada, J., 1983. **Energy Substitutability in the Manufacturing Sector of Puerto Rico**, master thesis Rutgers University, New Brunswick, New Jersey.
- Baumol, William, E. Wolff. 1996. "Catching-Up in the Post War Period: Puerto Rico as the Fifth "Tiger"? **World Development**, 24 (45) págs. 869-885.
- Comité Interagencial de la Estrategia de Puerto Rico. 1975. **El Desarrollo Económico de Puerto Rico: una Estrategia para la Próxima Década**. San Juan, Puerto Rico, noviembre de 1975.
- Delgado-Méndez, O. 1996. **An Historical Analysis of the Economic Development Administration: Inception, Structure, Programs, and Contribution to the Development of Puerto Rico, 1942-1993**. Ph.D. disertación, School of Education, University of New York. New York.
- Dietz, James, L. 1997. **Historia Económica de Puerto Rico**, Ediciones Huracán, junio de 1997.
- Greene, William. 1990. **Econometric Analysis**. MacMillan Publishing Company. Second Edition. 1993.
- Hall, Robert, C. Jones. 1998. "Why Do Some Countries Produce So Much More Output per Worker than Others?" Universidad de Stanford, California. Documento en el Internet <http://www.stanford.edu/~rehall/page2.html>
- Intriligator, Michael. 1978. **Econometrics Models, Techniques and Applications**, Prentice Hall Inc. New Jersey.
- Little, Arthur. D. 1977. **Competitive Cost Position of the Puerto Rico Petrochemical Industry in 1977**. October de 1977.
- Marrero, Wanda. 1990. **The Effects of Tax Exemption on Industrial Location: The Case of Puerto Rico**, Ph.D. disertación University of Texas, Austin. 1990.
- Planificación, Junta de, **Informe Económico al Gobernador de 1980**, capítulo *Cambio en la Productividad Total de los Factores*.

Planificación, Junta de, **Ingreso y Producto**, (various issues) Negociado de Análisis Económico, 1983.

Reynolds L., Gregory P. 1965. **Wages, Productivity, and Industrialization in Puerto Rico**. The Economic Growth Center. Yale University, Richard Irwin, Inc, Homewood, Illinois.

Tobin, James. 1976. **Informe al Gobernador del Comité para el estudio de las Finanzas de Puerto Rico**. Editorial Universitaria. 11 de diciembre de 1975.

Treasury, Department of the. 1985. **The Operation and Effect of the Possessions Corporation System of Taxation**, Fifth Report, July de 1985.

Treasury, Department of the. 1983. **The Operation and Effect of the Possessions Corporation System of Taxation**, Fourth Report, February de 1983.

U.S. Department of Commerce, **Economic Study of Puerto Rico**, December 1979.