UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE ECONOMIA

EL ACERVO DE CAPITAL EN MEXICO

1939 - 1979

TRABAJO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN ECONOMIA
OPCION "C" PRESENTA

Leticia Martínez López

ERREY, N. L. FEBRERO DE 1983

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE ECONOMIA

EL ACERVO DE CAPITAL EN MEXICO

1939 - 1979

TRABAJO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN ECONOMIA
OPCION "C" PRESENTA

Leticia Martínez López

MONTERREY, N. L.

FEBRERO DE 1983

Este trabajo de investigación corresponde al requisito para obtener el título de Licenciado en Economía, según opción "C" del Reglamento en Vigor.

A Elena ...mi querida madre, ejemplo y guía

A mi padre

A mis hermanos

A mis maestros y amigos

A todo aquél que lea este escrito.

NOTA DE AGRADECIMIENTO

Mi eterno agradecimiento por la valiosa ayuda del jurado que revisó este escrito, haciendo acertadas críticas y sugerencias, el cual estuvo integrado por:

Lic. Leoncio Durandeau Palma

Lic. Jesús Duque

Lic. Ernesto Bolaños

Quisiera agradecer igualmente al Lic. Alejandro G. Santos Leal por la sugerencia del tema, su colaboración en la recopilación de la bibliografía y su gran ayuda en el desarrollo matemático de este escrito; además de hacer extensivo mi agradecimiento a la Srita. Alma Rosa Arrambide por su gran eficiencia en la labor de transcripción.

Desde luego, todos los errores que pudiesen existir son de mi entera responsabilidad.

I N D I C E

I. INTRODUCCION

A pesar de que el concepto "capital" es continuamente utilizado por el estudiante de Economía al introducirse a la teoría económica, su utilización es tan teórica que casi nunca se tiene la oportunidad de ponerse a pensar si: ¿realmente dentro del agregado económico es posible contar con una unidad que mida verídicamente esta variable?

Esta interrogante no es nueva, desde hace largo tiempo eminentes expertos en economía han venido discutiendo este gran acertijo: ¿es posible tener una unidad de medida del capital independiente de la distribución y los precios?, ¿bajo qué condiciones es posible agregar el capital en una economía?, como éstas, muchas otras preguntas fueron hechas y, así nacieron las grandes obras económicas sobre teoría del capital y acumulación, sobre las funciones de producción y su agregación, etc.; hoy en día la contestación a estas grandes interrogantes parece todavía obscura, pues los supuestos empleados para contestarlas son en la mayoría de los casos muy restrictivos.

La meta de este escrito no es tan ambiciosa como para pretender dar contestación a esas grandes interrogantes, sino simplemente hacer un compendio de algunos de los grandes escritos que fueron publicados con esa finalidad, y al final tratar de estimar con métodos muy simples y por medio de una serie de inversión como única herramienta estadística para el período 1939-1979, una aproximación del acervo de capital para el último año, y una serie de capital para el período completo.

Fue así que se ideó dividir este escrito en nueve secciones; las Secciones II y III son simplemente una descripción del tratamiento que se le dio a algunas series estadísticas y de definiciones de conceptos teóricos empleados por algunos autores en sus obras; la Sección IV es una enumeración cronológica de las principales obras que salieron a luz como respuesta a las grandes interrogantes sobre el capital; la Sección V es meramente matemática, trata de poner en claro la relación que existe entre el acervo de capital y la inversión, ya que en este escrito se partirá, como ya se mencionó antes, de una serie de inversión intentando llegar con ella a medir el acervo de capital; la Sección VI trata de los métodos prácticos utilizados por algunos países para medir el acervo de capital como es el Método de Inventarios Perpetuos (MIP), y al final se utilizan algunas simulaciones para tratar de obtener una serie completa de acervo de capital; la Sección VII trata de elegir qué metodos de los dados en la Sección VI son menos restrictivos, o qué supuestos de los empleados son más probables de ocurrir en la realidad; la Sección VIII contiene las conclusiones a que se llegó, que, como se darán cuenta son muy parcas; y la Sección IX contiene la bibliografía empleada.

Por último, es importante aclarar que este escrito, más que una aportación teórica de las discusiones académicas sobre el capital, es simplemente un ejercicio de simulación que toma por dada la existencia de algo llamado acervo de capital, cuya medición es el propósito final de este escrito. Si de paso, esto despierta el interés de alguna persona para seguir investigando, la misión de este escrito se habrá cumplido en su mayor parte.

II. NOTAS METODOLOGICAS

Primeramente y antes de empezar con el material objeto de estudio de este trabajo, es necesario hacer algunas observaciones acerca de la metodología empleada, sobre todo relacionada a la información disponible y a sus limitaciones implícitas, además de los problemas estadísticos de algunas de las estimaciones llevadas a cabo en este trabajo.

La primera limitante encontrada viene cuando se trata de medir el acervo de capital por medio del método de inventarios perpetuos con supuesto de vida útil para los diferentes activos; dado que en México no se cuenta con información de este tipo, se tomaron como base algunos estudios hechos para otros países como el del Reino Unido (Griffin, 1979) y el de E.U.A. (Young y Musgrave, 1980), donde se da para construcción y estructuras una vida útil de 80 y 50 años respectivamente en el Reino Unido y E.U.A., y para planta y maquinaria de 16 a 50 años en el Reino Unido, y de 15 a 22 años en E.U.A.

Por otro lado, el rubro de inversión de las Cuentas Nacionales viene descompuesto en tres apartados que son: Construcción, Producción Interna de Maquinaria y Equipo, Importación de Maquinaria y Equipo y Otros.

Dado que no había razón suficiente y por simplicidad se supuso que tanto Producción como Importación de Maquinaria y Equipo tenían la misma longitud de vida útil, por lo tanto se hablará solamente de Maquinaria y Equipo; en cuanto al apartado Otros, puesto que su participación en la Inversión Bruta Total fue muy baja a lo largo de toda la serie (1939-1979) se creyó conveniente sumarla a Maquinaria y Equipo, aunque no hubo razón suficiente para hacer esto, tampoco hubo información que indicara lo contrario. Así, se trabajó con dos apartados generales de la inversión: Construcción y Maquinaria y Equipo, dándole al primero un rango de vida útil de 40 a 80 años y para el segundo un rango de 10 a 40 años.

Sin embargo, el Método de Inventarios Perpetuos da por hecho que se conoce una serie de inversión tan larga como la longitud de vida útil del activo que dure más tiempo. Dado que no se conoce la serie de construcción antes de 1939, si se conoce la serie de Producto Interno Bruto, y además se observó que para el período estudiado, la razón construcción/PIB es una función monotónicamente creciente en el tiempo. Por lo tanto, se supuso que la razón anteriormente mencionada fue la misma para el período de años anterior al dato más antiguo (1939), un 5 % del PIB constante hacia atrás. De esta manera se obtuvo una burda aproximación para construcción antes de 1939. Tal aproximación está más cerca de ser una sobrestimación siempre y cuando la monotonicidad de la razón observada después de 1939, estuviera presente antes de ese año.

En cuanto a los índices de precios utilizados para deflactar las cifras de inversión bruta y consumo de capital de las cuentas de ingreso nacional, se utilizó el de la inversión bruta como una aproximación de los bienes de capital, pues en México no se cuenta con un índice de este tipo.

Por otro lado, y en lo que a la forma de la depreciación se refiere, se utilizó por simplicidad una depreciación de tipo lineal.

En cuanto a los problemas de estimación, cuando se evalúa la ecuación (7.4) por medio del método de mínimos cuadrados ordinarios (OLS) se encontró que el Durbin-Watson mostraba autocorrelación positiva de los errores; no obstante tal problema no sesga la estimación de los parámetros de la regresión, por lo cual no se le dió mayor importancia.

En realidad la información es poca y las limitantes muchas; sin embargo, como todo trabajo que trata de llegar a término con pocas herramientas hace uso de supuestos y aproximaciones muchas veces poco reales, este trabajo no es la excepción como el lector podrá darse cuenta conforme vaya avanzando en la lectura de las diferentes secciones.

III. NOTAS DE CONCEPTOS TECNICOS

Esta sección tiene como única finalidad aclarar diferentes conceptos técnicos manejados por algunos autores en la Sección IV, la cual es netamente teórica. Se tratará de ser muy breve, ya que los conceptos que requieren de una definición técnica no son muchos.

1. MODELOS DE COSECHA.- Son modelos que dividen el capital total de una economía, en secciones o "cosechas" de acuerdo a la edad de los activos; las cosechas se distinguen entre sí, porque tienen diferentes productividades y rendimientos, es decir, una cosecha de hace 10 años no tiene la misma productividad que la de hace 2 años.

2. MALEABILIDAD.- Este concepto es muy usado en los primeros modelos neoclásicos utilizados para explicar las condiciones bajo las cuales era posible una agregación del capital. El término en sí, significa que un bien de capital puede ser convertido en otro sin ningún costo, es decir, se habla de un capital total homogéneo en la economía.

3. PROGRESO TECNICO INCORPORADO.- Este concepto representa una violación al supuesto neoclásico de homogeneidad completa en el capital (maleabilidad). Está íntimamente relacionado con el concepto de "cosecha", lo que implica, que el capital

es diferente técnicamente, es decir, las últimas máquinas (de años más recientes) tendrán una mayor eficiencia y un menor costo de mano de obra.

4. PROGRESO TECNICO NO INCORPORADO.- Este concepto está muy relacionado con el concepto de maleabilidad, y al contrario del Progreso Técnico Incorporado, supone un capital totalmente homogéneo, es decir, tanto las antiguas como las nuevas máquinas podrán beneficiarse de los progresos técnicos posteriores y, por lo tanto, no tendrán requerimientos fijos de mano de obra.

5. RENDIMIENTOS CONSTANTES A ESCALA (RCE).- Propiedad de ciertas funciones de producción en las cuales un aumento proporcional en todos los factores productivos, aumenta en esa misma proporción el nivel de producción. Matemáticamente es el caso en el cual la función de producción $Q=f(K,L)$ es homogénea de grado uno. Es decir, f tiene RCE si y sólo si: $\lambda Q=f(\lambda K, \lambda L)$.

6. RENDIMIENTOS CONSTANTES GENERALIZADOS DE CAPITAL (RCGC).- Propiedad de ciertas funciones de producción que se convierten en homogéneas de grado uno (RCE) una vez que el capital ha sufrido una transformación monotónica generalmente no lineal. Matemáticamente $Q=f(K, L)$ tiene (RCGC) si y sólo si: $Q=g|h(K), L)|$ en donde g es homogénea de grado uno en h(K)

y L. Un ejemplo puede ser, cuando la función de producción es homogénea de grado uno en el logaritmo del capital y en trabajo medido, este último sin hacerle ninguna transformación.

7. CAPITAL AUMENTANTE (Capital Aumenting).- Tipo especial de cambio tecnológico en el cual una isocuanta tiene un movimiento descendente paralelo para cada nivel de trabajo. Es decir, en una función de producción normal $Q=f(K, L)$ se multiplica el capital por una constante $Q=g|b(K), L|$ $b>0$. El concepto inverso se usa para definir el cambio tecnológico trabajo aumentante.

8. CAPITAL ALTERANTE (Capital Altering).- Tipo de cambio tecnológico que es capital aumentante una vez que se ha hecho una transformación monotónica al capital. Matemáticamente $Q=f(K, L)$ tiene un cambio tecnológico capital alterante si $Q=g|bh(K), L|$ $b>0$ y $h(K)$ monotónica.

Para una mayor información acerca de los anteriores conceptos se recomienda ver Hahn Matthews. "Crecimiento y Progreso Técnicos: Reseña", en Economía del Crecimiento. Amartya Sen. Fondo de Cultura Económica (1979) y F. M. Fisher. The Existence of Aggregate Production Functions. Econometrica, Vol. 37, Octubre, 1969.

Es necesario aclarar que las anteriores definiciones no son textualmente las mismas, sino que se ha tratado de interpretarlas y exponerlas de una manera clara.

IV. TEORIA DE LA EXISTENCIA Y UNIDADES DE MEDICION DEL ACERVO DE CAPITAL.

"Al estudiante de teoría económica se le enseña a escribir $O = f(L, C)$, donde L es una cantidad de trabajo, C una cantidad de capital y O una tasa de producción de bienes (sin contar la tierra como factor de producción). Se le pide suponer que todos los trabajadores son iguales, y que mida L en horas-hombre de trabajo; se le dice algo acerca del problema de números índices involucrados en la elección de una unidad de producto, y luego debe pasar de prisa a la cuestión siguiente, con la esperanza de que no se le ocurra preguntar en qué unidades se mide C. Antes de que llegue a preguntar ya se habrá convertido en profesor, y así se trasmiten de una generación a la siguiente hábitos de pensamiento torpe".[1/]

Para dar principio a las discusiones y controversias sucitadas alrededor de la teoría del capital que surgen en la posguerra por los problemas del crecimiento económico y la distribución del ingreso en el tiempo; se citarán varios autores de una manera cronológica en cuanto a sus contribuciones, tendientes a aclarar y ampliar los problemas relacionados con la teoría del capital.

1/ Joan Robinson. Capital y Crecimiento. G. C. Harcourt y N. F. Laing. Lectura 1. pág. 51. Fondo de Cultura Económica 1977.

El origen de todas estas controversias se centra en el ya antiguo problema de encontrar una medida agregativa para el capital social,[2/] independiente de los precios relativos y la distribución, para emplearse posteriormente en la explicación de la producción, las participaciones y el conjunto de precios independientemente en un estado estacionario.

Uno de los principales autores, cuyo artículo famoso pulicado en 1953 y sobre el cual se origina la última disputa sobre la Teoría del Capital entre Cambridge, Inglaterra y Cambridge, Massachussetts; fue el de Joan Robinson, artículo que trae a la par una serie de artículos con otros puntos de vista como el de D. G. Champernowne publicado también en 1953 "La Función de Producción y la Teoría del Capital: Un Comentario"; el de T. W. Swan publicado en 1956 "Crecimiento Económico y Acumulación de Capital"; R. M. Solow publicado en 1963 "Teoría del Capital y la Tasa de Rendimiento" y por último el de P. A. Samuelson publicado en 1962 "Parábola y Realismo en la Teoría del Capital: La Función de Producción Sustituta".

Se comenzará, por lo tanto, con una simple descripción de los modelos de cada uno de los autores anteriormente mencionados.

2/ Entendiéndose por éste, bienes físicos heterogéneos existentes en la economía y que contribuyen junto con el trabajo y otros insumos a hacer posible la producción.

A. ARGUMENTOS NEOKEYNESIANOS

De acuerdo a Joan Robinson, la medición del capital debe ser en términos del tiempo de trabajo o de "capital real" como lo nombró; para Robinson, la observación de Wicksell (1934) de "que un incremento del capital social es en parte absorbido por el aumento de los salarios (y las rentas), de modo que sólo el residuo es realmente eficaz en el aumento de la producción", es la clave de toda la teoría de la acumulación y de la determinación de los salarios y beneficios. Siguiendo con el pensamiento de Robinson y de su unidad para medir el capital en términos de tiempo de trabajo; un conjunto de equipo de capital con el debido conocimiento de las capacidades productivas (cuando son combinados con cantidades dadas de trabajo) deberán ser valuados en términos del tiempo de trabajo requerido para producirlos combinados a varias tasas dadas de interés. Por lo tanto, los mismos conjuntos de equipos podrían tener diferentes valores para cada tasa de ganancia y diferentes conjuntos tendrían diferentes valores a la misma tasa de ganancia.[3/]

El equilibrio es definido por ella, como una situación en la cual las expectativas son completamente realizadas, así que

---

3/ Robinson se adelante así, a lo que más tarde P. A. Samuelson llamará "el doble cambio (double-switching) y reversión del capital (capital-reversing)".

si una tasa dada de ganancia ha prevalecido por largo tiempo se espera que continue así en el futuro. En tal situación, un artículo dado de equipo de capital tiene el mismo valor si es valuado a sus ganancias esperadas futuras, descontando en el presente la tasa prevaleciente de ganancia, o como el trabajo hecho para producirlo.

Se tiene así que, la acumulación futura en el presente a una tasa prevaleciente de ganancia es:

$$(A.1) \quad K = wLg(1+r)^t = \frac{O - wLc}{r}$$

donde:

K = capital medido en términos de una mezcla de bienes

w = tasa de salario en términos de los bienes

r = tasa de ganancia

Lg = insumo de trabajo requerido para producir una unidad de equipo de t períodos antes, donde t es el período de gestación de la inversión

O = Producción de bienes, cuando Lc hombres trabajan con una unidad de equipo (el cual se supone que dura por siempre).

Por lo tanto, el capital en términos de tiempo de trabajo (K_L) es:

$$(A.2) \quad K_L = \frac{K}{w} = Lg(1+r)^t$$

Dado Lg, K_L es una función creciente de r. Si se tiene un conocimiento completo de todas las técnicas, los equipos (que producen una producción final de bienes) son ordenados de acuerdo a las magnitudes de sus productos percápita (de una fuerza de trabajo constante) y cada uno es "valuado" a varias tasas de interés y expresado como K_L percápita; así se podrá derivar el conjunto de relaciones de equilibrio entre el producto percápita, capital en términos de el tiempo de trabajo (o capital real) y todas las tasas de salarios concevibles.

Cada equipo tendrá su propia relación como sigue:

$$(A.3) \qquad 0 = wLc + rwLg(1 + r)^t$$

y por lo tanto:

$$w = \frac{0}{Lc + rLg(1 + r)^t}$$

Para encontrar la r máxima asociada con este equipo se tiene que: cuando $r = 0$ y el producto percápita $\frac{0}{Lc}$ = w máximo $\geq$ w dado.

Este proceso se repite para todos los equipos, tasas de salarios y tasas de ganancias y se encuentran las relaciones entre el capital real (K_L) y w, suponiendo que la competencia conducirá a los empresarios a seleccionar aquellos equipos con una r más alta asociada con un nivel dado de w.

Posteriormente viene D. G. Chapernowne, con su artículo publicado en 1953 "La Función de Producción y la Teoría del Capital: Un Comentario", donde acepta la lógica del Enfoque de Robinson, pero rechaza la posibilidad que el mismo capital físico pueda tener valores diferentes en dos situaciones debido a que fue asociado con un conjunto diferente de tasas de salarios y ganancias de equilibrio. Supone que debe haber una medida de capital tal que los pagos al trabajo y al capital puedan ser obtenidos por diferenciación parcial de la relación entre producto por un lado y capital (así medido) y trabajo por el otro. Chapernowne maneja la idea de su "índice en cadena" que determina las cantidades de capital existentes en cada serie discreta[4/] de equipos básicos seleccionados; así, la unidad de capital se define en tal forma que cuando:

(A.4) $C(s, R, V)$

donde:

C = costo por unidad de capital,

s = Equipo del tipo E_s,

R = tasa de interés, y

V = tasa salarial.

4/ Extiende la definición para una serie continua de equipos E_u. Aquí no se expondrá.

para todo s y V las unidades deben ser tales que:

(A.5) $C(s, R_s, V) = C(s + 1, R_s, V)$

donde:

R_s = tasa de interés a la que son competitivos los equipos E_s y E_{s+1}

Este índice en cadena, por medio del cual la usual relación cóncava entre el producto percápita de una fuerza de trabajo constante y el capital puede ser establecida, establece que cualquier técnica que ha venido siendo la técnica más redituable a una tasa dada o a un rango de tasas de interés nunca podrá aparecer redituable otra vez en otra tasa o rango de tasas de interés, el factor importante para que pase esto es que las técnicas presentan rendimientos constantes a escala.

Cuando se mide el capital por medio de este índice en cadena, el pago a los factores de producción corresponden a una derivación parcial:
Siendo la función de Producción $O = f(L, C)$

(A.6) $\frac{\delta O}{\delta L} = w$

$\frac{\delta O}{\delta K} = rC$ 5/

5/ Precio del capital, que es en sí mismo, un precio del índice en cadena.

siendo:

w = tasa de salario en términos de bienes,

r = tasa de ganancia,

C = Precio del Capital.

Por lo tanto, el método del índice en cadena depende del conocimiento de la tasa de ganancia (o tasa de salario) y del cálculo de un precio del producto, el cual iguale el costo unitario de producirlo, por esto, esta medida no es independiente de precios y distribución.

T. W. Swan, en su artículo "Crecimiento Económico y Acumulación de Capital" (1956), presenta un modelo en el que se encuentra de una manera relevante el supuesto de maleabilidad sobre el cual descansan muchos modelos neoclásicos. Para Swan, la mano de obra y la tierra son hombres-horas y hectáreas respectivamente, ambos homogéneos; el capital se compone de un gran número de "meccanos" de juguete que nunca se desgastan y pueden juntarse, separarse y volverse a ensamblar con costos o demoras insignificantes en una gran diversidad de modelos como para trabajar con diversas combinaciones de mano de obra y tierra para producir diversos bienes y para incorporar las últimas inovaciones[6/] técnicas ilustradas en números sucesivos del manual de instrucciones; el producto

---

6/ Swan habla de un progreso técnico no incorporado, es decir se puede hablar de capital homogéneo técnicamente. Ver Economía del Crecimiento. Amartya Sen. Lectura 17. "Crecimiento y Progreso Técnico: Reseña. F. H. Hahn y R. C. O. Matthews. Fondo de Cultura Económica. 1979.

consiste en bienes (incluyendo los "meccanos") producidos y vendidos a razones de precios constantes entre sí, independientemente de los cambios experimentados por los salarios, las rentas y las ganancias, o sea que todos los bienes se producen mediante combinaciones similares (pero continuamente variables) de mano de obra, tierra y capital, con condiciones competitivas y eficiencia similares.

En el modelo de crecimiento de Swan, las razones capital-trabajo necesitan cambiar considerablemente a como la acumulación lo hace en el tiempo, para que de acuerdo a esto las razones capital-trabajo de equilibrio estable puedan ser establecidas siguiendo un cambio en otros parámetros como la razón ahorro, pues establece que:

(A.7) $S = I = K$

siendo:

S = ahorro

I = inversión

K = acumulación (producción corriente de "meccanos").

Trabaja con una función Cobb-Douglas y supone competencia perfecta, la inversión se determina por el ahorro, rendimientos constantes a escala y pleno empleo, así que el salario del trabajo (w) iguala su producto marginal y la tasa de ganancia sobre el capital (r) iguala su producto marginal, es decir en equilibrio:

$$(A.8) \qquad \frac{\delta Q}{\delta K} = rp \equiv \frac{\delta Q}{\delta Kp} = r$$

donde:

Q = producto

K = capital medido en términos de sus unidades técnicas ("meccanos")

r = tasa de ganancia

p = precio de la unidad técnica de capital en términos de producto (el cual no cambia cuando la acumulación ocurre).

Es útil que antes de pasar a otros modelos ligados con la teoría del capital, se muestre la solución de P. Sraffa en su artículo "Reducción a Cantidades de Mano de Obra Fechadas" (1960) ya que muestra una gran afinidad con el pensamiento de J. Robinson.

Se puede decir que fue P. Sraffa a la vez que J. Robinson de los primeros autores que empiezan a manejar el concepto de modelos de "cosecha" (vintages) terminando así con el supuesto de maleabilidad de los modelos clásicos. Sraffa encontró la solución a la búsqueda de una unidad de medida para el capital con su modelo de reducción a cantidades fechadas de mano de obra o reducción, la cual consiste en "una operación mediante la cual se sustituyen los diversos medios de producción en la ecuación de un bien por una serie de cantidades de mano de obra, cada una con su fecha apropiada",[7/] o lo que él llamó "bien estándar".

La ecuación que representa la producción del bien "a" (y donde se expresan el salario y los precios en términos del bien estándar) es:

$$\text{(A.9)} \quad (Aap_a + Bap_b + \ldots + Kap_K)\,(1 + r) + L_a w = Ap_a$$

Se sustituyen los bienes que forman los medios de producción de A con sus propios medios de producción y cantidades de mano de obra, o sea los bienes y la mano de obra que deben emplearse para producir tales medios de producción, como los bienes y la mano de obra se habrán gastado un año antes se multiplicarán por un factor de ganancia a tasa compuesta durante el período apropiado, es decir, los medios de producción por $(1 + r)^2$ y la mano de obra por $(1 + r)$. Se puede llevar esta reducción hasta donde se desee, para obtener la ecuación del producto en forma de una serie infinita, colocando enseguida de la mano de obra directa las cantidades sucesivas agregadas que se colectan en cada paso La_1, La_2,... La_n; por lo tanto se tiene:

7/ Capital y Crecimiento. G. C. Harcourt y N. F. Laine. Lectura 4. "Reducción a Cantidades de Mano de Obra Fechadas". Pág. 124. Fondo de Cultura Económica. 1977.

$$(A.10) \quad L_a w + L_{a_1} w(1+r) + \ldots + L_{a_n} w(1+r)^n + \ldots = Ap_a$$

Esta reducción deberá llevarse tan adelante a como la tasa de ganancia se encuentre más cerca del máximo para tener un grado dado de aproximación.

Si el salario se expresa en términos del producto neto estándar, cuando la tasa de ganancia r cambia, el salario w se mueve así:

$$(A.11) \quad w = 1 - \frac{r}{R}$$

siendo:

w = salario

r = tasa de ganancia

R = tasa máxima de ganancia

Si se sustituye el salario por esta expresión en cada uno de los términos de la ecuación de reducción, la forma general de cualquier término número "n" de mano de obra se convierte en:

$$(A.12) \quad L_{a_n}(1-\frac{r}{R})(1+r)^n$$

A como r avanza desde 0 hasta su máximo R, los términos se dividen en dos grupos:

1. Los correspondientes al trabajo realizado en un pasado más reciente, cuyo valor comienza a bajar de inmediato y lo sigue haciendo en forma sostenida, y
2. Los correspondientes al trabajo más alejado en el tiempo, cuyo valor sube al principio y a medida que va alcanzando su nivel máximo, inicia el movimiento descendente.

Así, cuando $r = R$, el salario se desvanece y con él desaparece el valor de cada uno de los términos de mano de obra. Así, a cualquier valor de la tasa de ganancia, el término que alcance su máximo tiene la "fecha":

(A.13) $$n = \frac{1}{R-r}$$

Del mismo modo, la tasa de ganancia a la que cualquier término de fecha "n" alcanza su máximo es:

(A.14) $$r = R - \frac{1}{n}$$

Por lo tanto, todos los términos para los que $n \leq \frac{1}{R}$ tienen su máximo en $r = 0$ y forman el grupo de "fechas recientes".

B. ARGUMENTOS NEOCLASICOS

Un giro totalmente nuevo a la teoría del capital, es el asociado con R. M. Solow en su artículo "El Capital y la Tasa de Rendimiento" (1963), en realidad es una rehabilitación de una de las contribuciones más importantes de Irving Fisher a la Teoría Económica respecto al análisis de los problemas de la teoría del capital en términos de su concepto de "la tasa de rendimiento sobre el sacrificio". Se puede decir que fue una manera en que Solow se las ingenió para escapar a los problemas de la medición del capital y para contestar desde un punto de vista teórico y empírico a la cuestión fundamental: ¿Cuál es la remuneración futura, para la sociedad, de un poco más de ahorro ahora?

Para contestar esta pregunta, Solow considera una economía planeada, la cual tiene un acervo de bienes de capital heterogéneos, produciendo un cierto volúmen de un bien de consumo y que se encuentra en pleno empleo con sus insumos eficientemente distribuidos.[8/] Compara esta situación con una posible situación circunvecina arreglada eficientemente en la cual hay un poco menos de consumo y por lo tanto más bienes de capital. Cambiando de la primera a la segunda alternativa por medio del ahorro (reducción del consumo). Esto permite una ganancia en consumo sobre lo que de otra manera podría haber sido, en el próximo período.

8/ La eficiencia, para Solow, implica que no haya desempleo "no estructural" de la mano de obra ni de otros recursos primarios ni de la capacidad productiva.

Esto es, la economía, durante tres períodos ha decidido un flujo de consumo de esta manera:

(B.1) $C_0 - h, C_1 + K, C_2$

donde:

h = reducción de consumo en el primer período (0)

K = lo que aumenta "h" de sobreconsumo en el próximo período (1).

Por lo tanto, una definición natural de la tasa de rendimiento de la inversión (r_1), en un período es:

(B.2) $r_1 = \frac{K-h}{h} = \frac{K}{h} - 1$

Si se quiere obtener la tasa promedio de rendimiento a perpetuidad de la inversión, por medio de la cual una reducción de consumo ahora (h) agrega por siempre (p) consumo extra por período, sobre lo que podría haber sido de otra manera, en este caso se tiene:

(B.3) $r_{0\theta} = \frac{p}{h}$

Con lo anterior, Solow dice que, para medir la tasa de rendimiento no se requiere ninguna medida del acervo de capital, y aún más, no se requiere ni mencionarlo.

Algo muy importante a mencionar es que Solow identifica la tasa de interés con la tasa de rendimiento sobre la inversión.

Como uno de los puntos finales a esta parte teórica, es conveniente hablar del debate del cambio doble y la reversión del Capital, que fue una de las últimas explosiones de la rivalidad entre los neoclásicos y neokeynesianos, que pueden ser finalizadas con el artículo de P. A. Samuelson "Parábola y Realismo en la Teoría del Capital: La Función de Producción Substituta", pero que en realidad se habían empezado a explorar desde mediados de los años veinte por Sraffa[9/] y por Joan Robinson y Champernowne a principios de los años cincuenta.

P. A. Samuelson maneja su concepto de función de Producción Substituta con el fin de proveer cierta racionalización para la validez de las parábolas sencillas neoclásicas, según las cuales hay una cosa singular llamada "capital" que puede ponerse en una sola función de producción y generar junto con la mano de obra y otros insumos el producto total. Empleando sus nuevas herramientas trata de mostar cómo en ocasiones se puede pronosticar exactamente la conducta de ciertos modelos de capital heterogéneo complicados tratándolos como si proviniesen de una sencilla función de producción, sin emplear ningún concepto de "capital" agregado.

9/ Sraffa realmente publicó sus artículos en 1960.

Comienza con un modelo de capital heterogéneo en el cual hay muchas formas diferentes de producir un bien de consumo, el cual requiere insumos de trabajo directos e indirectos, y por lo tanto, diferentes insumos del mismo bien, que es tratado como bien de capital en sí mismo.[10/] Tomando cada método lo "valúa" a diferentes tasas de ganancia para encontrar la tasa de salario real máxima de equilibrio que debería estar asociada con cada método. Así encuentra, lo que él llama "la frontera de precios de los factores" asociada con cada método, por lo tanto, el equilibrio estacionario sólo es posible en la "envolvente" de todas las líneas rectas (en respuesta al postulado de proporciones fijas). Esta envolvente o frontera se compone de líneas rectas y vértices de ángulos; en todo vértice de ángulo hay una mezcla de dos procesos adyacentes; las participaciones relativas caracterizan allí a cada proceso por separado. Geométricamente se puede decir que el ángulo tiene todas las pendientes entre las que limitan cada proceso separado; cada mezcla genera una de estas pendientes intermedias, y a partir de esa pendiente se puede inferir las participaciones relativas para la sociedad en conjunto como un promedio de las participaciones relativas de los procesos componentes.

10/ Cuando el bien de capital se produce a sí mismo (es decir, no se requiere del bien de capital A para producir el B, ni viceversa) su forma varía de método a método, por lo tanto, se tienen bienes de capital heterogéneos.

Es decir, Samuelson sólo habla de obtener una simple pendiente ordinaria[11/] (si el punto donde se desea calcular las participaciones relativas de salarios e ingresos de la propiedad) se encuentra en un punto donde la curva es suave, conociendo en ese solo punto las tasas de salarios e interés, llegando a lo siguiente, si:

$\varepsilon = 1$, la nómina de salarios y la nómina de intereses equivalen cada una a la mitad del Producto Nacional Neto Total.

$\varepsilon < 1$, la mano de obra obtiene menos de la mitad y los intereses más de la mitad del Producto Nacional Neto Total.

$\varepsilon > 1$, lo opuesto de lo anterior.

Samuelson prueba lo anterior para un modelo clásico con un bien de capital físico homogéneo (que llama gelatina), argumentando que las conclusiones que se aplican a uno se aplican a otro.

Con esto, Samuelson da respuesta a la primera cuestión del debate de la teoría del capital: la búsqueda de un concepto de capital agregado utilizado en la función de producción. Sin embargo, quedaba la segunda cuestión, la aplicabilidad de los resultados obtenidos de parábolas sencillas de la productividad marginal neoclásica a los modelos de capital heterogéneo.

11/ Es decir, obtener una simple elasticidad Marshalliana en cada punto de la envolventa o frontera de precios: $\varepsilon = \frac{-r}{w} \frac{dw}{dr} = \frac{rk}{w}$ la cual mide la distribución del ingreso.

Según los Neokeynesianos, los neoclásicos creen que las verdades profundas pueden ser dichas como parábolas, sacando a relucir cuatro parábolas neoclásicas, sobre las que se centra el debate del cambio doble y la reversión del capital.

Las cuatro "verdades neoclásicas" son:

1. Una asociación entre bajas tasas de ganancia y valores altos de capital por hombre empleado.

2. Una asociación entre bajas tasas de ganancia y altas razones de capital-producto.

3. Una asociación entre tasas bajas de ganancia y (a través de que la inversión se hace más mecanizada) estados estables sostenidos de consumo percápita más alto.

4. Que, en condición competitiva, la distribución del ingreso entre ganadores de ganancias y ganadores de salarios puede ser explicada por un conocimiento de los productos marginales y ofertas de factor.

El fenómeno del doble cambio y la reversión del capital surge como una contrapartida a esas cuatro verdades neoclásicas. El doble cambio (double-switching) es asociado esencialmente con la posibilidad de que el mismo método de producción podría ser el más lucrativo o redituable de un número de métodos de producción a más de una tasa de ganancia (r), sin embargo, otros métodos son más redituables a valores intermedios de (r); la reversión del capital implica que el valor del capital se mueve en la misma dirección a como lo hace la tasa de interés. Ambos conceptos implican que los mismos bienes de capital físico podrían tener más de un valor, debido a que una diferente tasa de salario real y un conjunto de precios relativos podrán ser asociados con cada tasa de ganancia y los bienes de capital asociados con su método respectivo tienen que ser valuados con su apropiado conjunto de precios relativos.[12/]

C. PONIENDONOS DE ACUERDO SOBRE LA EXISTENCIA DE UN ACERVO DE CAPITAL AGREGADO

Después de haber revisado extensamente algunas de las aportaciones Neoclásicas y Neokeynesianas a la teoría del Capital, los desacuerdos son muchos y los puntos de concordancia pocos. En realidad los únicos que han llegado a una solución son áquellos (Solow y Samuelson) que saliéndose del acertijo de buscar una unidad en la que se pueda medir el capital independiente de la distribución y precios relativos, han enfocado el problema a la búsqueda de una teoría del interés

12/ Para una mejor explicación de estos conceptos ver: Capital y Crecimiento. G. C. Harcourt y N. F. Laing. Lectura 11 "Resumen". P. A. Samuelson. Pág. 231-247. Fondo de Cultura Económica. 1977.

(tasa de rendimiento) en lugar de a una teoría del capital y sus problemas de agregación.

Sin embargo, es necesario tomar un enfoque como el más viable y resumir las condiciones bajo las cuales un acervo de capital agregado existe, para esto se ha pensado que la metodología y los resultados obtenidos, por Franklin M. Fisher en su artículo "La Existencia de Funciones de Producción Agregada" (1965 y 1969), ponen de relieve de una manera clara y satisfactoria uno de los últimos trabajos realizados con respecto a este gran debate de la Teoría del Capital.

Se empezará suponiendo que hay "n" empresas. La "Vésima" empresa usa una sola clase de capital K(V) y una sola clase de trabajo L(V) para producir un solo producto Y(V). La función de producción de la "Vésima" empresa es:

(C.1) $Y(V) = f^{V}[K(V), L(V)]$

Se puede pensar en todos los Y(V) como el mismo producto, así que tiene sentido hablar de un producto total (Y). Similarmente, ya que hay solamente una clase de trabajo, tiene sentido hablar de un trabajo total (L). Sim embargo, el capital podría diferir de empresa a empresa. Por lo tanto, no hay un sentido físico inmediato en el cual se pueda decir que el capital existe (este modelo puede implicar un cambio tecnológico incorporado, con los K(V) representando bienes de capital de diferentes cosechas).

El problema aquí es encontrar las condiciones bajo las cuales es posible escribir el producto total (Y) como un resultado de una función de producción agregada.

$$(C.2) \quad Y \equiv \sum_{V=1}^{n} Y(V) = F(K, L)$$

donde:

$$K = [K(1), K(2), \ldots, K(n)]$$

$$L = \sum_{V=1}^{n} L(V)$$

Nataf (1938) dice que la función de producción agregada y el acervo de capital agregado podrían existir si, y solamente si, la función de producción de cada empresa es aditivamente separable en capital y trabajo. Esto es, si cada f^V puede ser escrito como:

$$(C.3) \quad f^V[K(V), L(V)] = \phi^V[K(V)] + \psi^V[L(V)] \qquad (V = 1, 2, \ldots, n)$$

Este resultado tan restrictivo es cierto. Sin embargo, nada en lo anterior impide que el capital sea físicamente homogéneo o que la función de producción de cada empresa muestre rendimientos constantes a escala (RCE). El resultado dado en (C.3) se mantiene, aún si todas las empresas tienen la misma tecnología, la misma clase de capital y rendimientos constantes. En este caso se debería esperar una función de producción agregada y un acervo de capital agregado.

Sin embargo, ¿Qué es lo que está equivocado en la condición (C.3)? El problema es que es la respuesta a la pregunta equivocada. En realidad no se estaban buscando condiciones de agregación sin ningún sentido, sino las condiciones de agregación con la restricción de eficiencia, esto es, la organización de la producción para obtener la máxima producción con factores dados.

Por lo tanto, el problema es el siguiente. Dado que Y es maximizada con respecto a la distribución de trabajo en las empresas y poniendo los valores resultantes de Y como Y*, se deberían buscar aquellas circunstancias bajo las cuales es posible escribir:

$$(C.4) \quad Y^* = F(J, L) \quad J=J[K(1), K(2), \ldots, K(n)]$$

También es evidente que Y* puede ser escrito como:

$$(C.5) \quad Y^* = G[K(1), K(2), \ldots, K(n), L]$$

Por el teorema de Leontief sobre funciones separables, (C.4) y (C.5) son equivalentes si, y solamente si, la tasa marginal de sustitución entre cualquier par de K(V) en la producción de Y* es independiente de L. El problema es ver lo que esto implica respecto a la función de producción de la empresa original. Si se suponen estrictamente rendimientos decrecientes en el trabajo, así que $f^V_{LL} < 0$ (V = 1, 2, ..., n) donde los subíndices denotan diferenciación, entonces, la condición necesaria y suficiente para la agregación del capital es que la función de producción de cada empresa satisfaga una ecuación de diferenciación parcial en la forma:

$$\text{(C.6)} \qquad \frac{f^V_{KL}}{f^V_K \; f^V_{LL}} = g(f^V_L)$$

donde la función g es la misma para todas las empresas.

Aquí se pueden distinguir por lo menos tres casos donde la condición (C.6) se mantiene:

1) Cuando la función de producción de cada empresa es aditivamente separable como en (C.3). Esto es natural, ya que se conoce de antemano que la separabilidad aditiva es una condición suficiente para la agregación del capital, sin importar si el trabajo es óptimamente distribuido o no.

2) Cuando la función de producción de cada empresa muestra RCE y difieren entre ellas solamente por una diferencia técnica de capital aumentante (capital aumenting), esto es, que

cada f^V pueda ser escrito como:

$$\text{(C.7)} \quad f^V[K(V), L(V)] = f'[b_V K(V), L(V)]$$

$$b_V > 0 \quad (V = 1, 2, \ldots, n)$$

3) Cuando la función de producción de cada empresa muestra "rendimientos constantes generalizados de capital" (RCGC); es decir, si cada f^V puede ser de RCE después de una adecuada (generalmente no-lineal) extensión de los ejes de capital.

$$\text{(C.8)} \quad f^V[K(V), L(V)] = F^V\{H^V[K(V)], L(V)\}$$

donde las F^V son homogéneas de grado uno en sus argumentos y las H^V son monotónicas. Y también, si cada f^V difiere por una diferencia técnica "capital alterante" (capital altering), esto es, si las f^V difieren solamente en la manera en la cual el eje de capital es extendido en las funciones H^V pero no en las funciones F^V en (C.8).

Los mismos resultados se pueden aplicar cuando hay varios productos o varios tipos de trabajo, ya que las condiciones tales como (C.6) son reemplazadas por matrices equivalentes pero más complicadas. La presencia de más de una clase de bien de capital para cada empresa no trae ninguna diferencia.

Si se supone que hay un solo producto, un solo tipo de trabajo pero dos bienes de capital. Se tendría entonces que la función de producción para la "Vésima" empresa viene siendo:

$$f^V(K_1, K_2, L)$$

Aquí hay dos cuestiones que contestar: 1) ¿Cuáles son las condiciones bajo las cuales es posible agregar solamente el primer tipo de bien de capital? y 2) ¿Cuándo es posible formar un agregado de todo el capital junto?

La contestación a la primera pregunta es una ecuación de diferenciación parcial tal como (C.6). Sin embargo, la mera existencia de una empresa con una función de producción particular de rendimientos constantes podría impedir la agregación de una sola clase de capital.

La condición necesaria para la agregación de todo el capital junto es que sea posible primeramente construir tal agregado para cada empresa tomada separadamente. Muchas empresas con funciones de producción que tengan apariencia razonable podrían permitir tal construcción; por ejemplo, una función de Producción Cobb-Douglas de tres factores. La condición necesaria y suficiente para la agregación completa del capital en el caso de rendimientos constantes, dada la existencia de agregados de empresas individuales, es que todas las empresas difieran por una diferencia técnica de capital aumentante (capital aumenting).

V. RELACION ENTRE EL ACERVO DE CAPITAL Y LA INVERSION

La meta de esta sección está más allá de la simple afirmación tautológica, la cual define el acervo de capital en un período de tiempo dado (K_t) como el acervo de capital en un período anterior (K_{t-1}) más la inversión bruta hecha durante el período (I_t) menos la depreciación del capital en ese período (D_t).

(5.1) $$K_t = K_{t-1} + I_t - D_t$$

La cuestión que se podría tratar de considerar con esto es: ¿Qué se puede decir acerca del acervo de capital, si solamente se observa la inversión bruta? o, poniendo esto de otra manera, ¿qué se puede decir acerca de la razón capital-producto si solamente se observa la razón inversión-producto? (una información adicional que se tiene es que la razón inversión-producto es una función no decreciente en el tiempo en los países subdesarrollados). El problema que surge con este "enfoque de razones" es que el capital es un monto (stock) y el producto es un flujo. La ventaja que se tiene es que se puede tratar con números cuya magnitud es más tratable.

Primeramente, se definen las siguientes variables e identidades:

a) K_t = acervo de capital en el período t

b) I_t = inversión en el período t

c) Q_t = producto en el período t

d) D_t = depreciación del acervo de capital en el período t

e) $\delta(t) = D_t/K_t > 0$

f) $I_t = (dK_t/dt) + \delta(t)K_t$

g) $\lambda(t) = (dK_t/dt)/K_t$

h) $\beta(t) = (dI_t/dt)/I_t$

i) $\gamma(t) = (dQ_t/dt)/Q_t$

j) $k(t) = (K/Q)_t > 0$

k) $\theta(t) = (I/Q)_t > 0$

l) $\varepsilon(t) = (I/K)_t \equiv [\theta(t)/k(t)] > 0$

Se podría analizar la relación entre capital e inversión en dos casos: El primer caso podría ser un caso general, donde K_t, I_t y Q_t fueran funciones desconocidas en el tiempo; el segundo caso podría ser una situación de estado estable (steady-state), en el cual todas las variables (K_t, I_t y Q_t) están creciendo a una tasa constante, aunque no necesariamente a la misma tasa.

A. CASO GENERAL

De las cuentas de ingreso nacional se puede conocer la conducta o comportamiento de la razón inversión-producto, pero no se puede observar el comportamiento de la razón capital-producto o de la razón inversión-capital. ¿Qué puede ser inferido de esas razones dada la información acerca de la razón inversión-producto? Se empezará con la razón capital-producto. Por la definición j) se tiene:

$$(5.2) \qquad K_t = k(t)Q_t$$

Obteniendo la derivada con respecto al tiempo,

$$(5.3) \qquad \frac{dK_t}{dt} = k(t)\,\frac{dQ_t}{dt} + Q_t k'(t)$$

Sustituyendo la ecuación (5.3) en la definición f)

$$(5.4) \qquad I_t = k(t)\,\frac{dQ_t}{dt} + Q_t k'(t) + \delta(t)K_t$$

Dividiendo (5.4) por Q_t

$$(5.5) \qquad \theta(t) = [\gamma(t) + \delta(t)]k(t) + k'(t)$$

Obteniendo la derivada con respecto al tiempo

$$(5.6) \qquad \theta'(t) = [\gamma(t) + \delta(t)]k'(t)+[\gamma'(t)+\delta'(t)]k(t)+k''(t)$$

Un hecho que se conoce es que en los países subdesarrollados $\theta'(t)\geq 0$; lo cual implica que:

$$(5.7) \qquad k'(t)\geq -\left\{\frac{k(t)[\gamma'(t) + \delta'(t)] + k''(t)}{\gamma(t) + \delta(t)}\right\}$$

Esto significa que la razón capital-producto puede ser creciente, constante o decreciente en el tiempo, dependiendo de los valores de los parámetros que están al lado derecho de la ecuación (5.7).

Ahora se tratará de derivar las condiciones bajo las cuales la razón capital-producto pueda ser creciente en el tiempo. En este punto, se tienen que distinguir dos casos:

i) $\gamma(t) + \delta(t) > 0$.- Esto es, si la tasa de crecimiento del producto es positiva (dado $\delta > 0$); o si es negativa, pero no mayor en valor absoluto que la tasa de depreciación.

- La condición suficiente para que $k'(t) > 0$ es:

  (5.8) $k(t)[\gamma'(t)+\delta'(t)]+k''(t)<0$

- Un caso especial de la condición suficiente para que $k'(t) > 0$ es:

  (5.9) $\gamma'(t) \leq 0$, $\delta'(t) \leq 0$ y que $k''(t) \leq 0$ pero no todas iguales a cero al mismo tiempo.

ii) $\gamma(t) + \delta(t) < 0$.- Esto es, si la tasa de crecimiento del producto es negativa y mayor que la tasa de crecimiento de la depreciación en valor absoluto. Las condiciones suficiente y necesaria son las mismas que en i) pero con signo opuesto.

El caso relevante para propósitos de analizar la Economía Mexicana es el i) ya que $\gamma(t)$ ha sido positiva a través de todo el período sujeto a estudio (1939-1979). El otro concepto que se quería ver en esta sección es lo que pasa con la razón inversión-capital. Primeramente se divide (5.4) por K_t, lo que da:

$$(5.10) \qquad \varepsilon(t) = \gamma(t) + \delta(t) + \frac{k'(t)}{k(t)} = \delta(t)+\lambda(t)$$

Obteniendo la derivada con respecto al tiempo

$$(5.11) \qquad \varepsilon'(t) = \gamma'(t) + \delta'(t) + \left\{\frac{k(t)k''(t)-[k'(t)]^2}{[k(t)]^2}\right\}$$

$$\varepsilon'(t) = \delta'(t) + \lambda'(t)$$

Por lo tanto:

$$(5.12) \qquad \varepsilon'(t) \gtreqless 0 \quad \text{a como} \quad k''(t) \gtreqless \frac{[k'(t)]^2-[\gamma'(t)+\delta'(t)][k(t)]^2}{k(t)}$$

$$\delta'(t)+\lambda'(t) \gtreqless 0$$

El caso especial de la condición suficiente del inciso i), implica que $\varepsilon'(t)<0$. Por lo tanto, este caso especial implica:

$$(5.13) \qquad \lambda(t)>\beta(t)>\gamma(t)$$

B. ESTADO ESTABLE (STEADY-STATE)

Por definición, en un estado estable las siguientes ecuaciones se mantienen:

$$(5.14) \qquad K_t = Ae^{\lambda t} \qquad \lambda>0$$

(5.15) $I_t = Be^{\beta t} \qquad \beta > 0$

(5.16) $Q_t = Ge^{\gamma t} \qquad \gamma > 0$

Ya que las ecuaciones (5.14) y (5.15) están relacionadas por la definición f), el valor de sus parámetros no es independiente. Diferenciando (5.14) con respecto al tiempo, se tiene:

(5.17) $\frac{dK_t}{dt} = \lambda K_t$

Esto significa que la inversión neta crece a la misma tasa que el acervo de capital (λ), mientras que la inversión bruta crece a la tasa β. La pregunta que surge ahora es, ¿a qué tasa debería crecer la depreciación? Se sabe de antemano que, la tasa de crecimiento de una suma es el promedio ponderado de las tasas de crecimiento de sus componentes. Definiendo $\pi_N(t)$ como la participación de la inversión neta en la inversión bruta; $\pi_D(t)$ como la participación de la depreciación en la inversión bruta y $\sigma(t)$ como la tasa de crecimiento de la depreciación, se puede escribir por la definición f):

(5.18) $\beta = \lambda\pi_N(t)+\sigma(t)\pi_D(t)$

Resolviendo para $\sigma(t)$

(5.19) $\sigma(t) = \frac{\beta-\lambda\pi_N(t)}{\pi_D(t)}$

Así, β, λ y $\sigma(t)$ podrían ser diferentes en cualquier momento en una economía que no estuviera en una situación de estado estable. Pero, en una situación de estado estable, β, λ y $\sigma(t)$ no pueden tomar cualquier valor independiente. Se tienen que distinguir tres casos:

i) $\lambda>\beta$.- Esto significa que π_N podría ser creciente, pero no pudiendo crecer más una vez que haya alcanzado el valor de 1 (ya que la depreciación no puede tomar valores negativos). En ese momento $\pi_D=0$, $\pi_N=1$ y por (5.18) $\lambda=\beta$ lo cual contradice el primer caso. Por lo tanto, esta posibilidad ($\lambda>\beta$) es descartada.

ii) $\lambda=\beta$.- Esto implica una π_N constante, y ya que $\pi_N+\pi_D=1$, π_D debería ser una constante también. Esto significa que $\lambda=\beta=\sigma$. Debería ser obvio por una simple observación de la definición f), que si $\lambda=\beta=\sigma$, entonces $\delta(t)$ es una constante, independiente del tiempo.

iii) $\lambda<\beta$.- Esto genera una π_N decreciente cuyo valor asintótico es cero. Evaluando el límite de $\sigma(t)$ en (5.19) cuando $\pi_N\to 0$, se tiene:

(5.20) $$\lim_{\pi_N\to 0} \sigma(t) = \beta$$

Tomando la derivada de (5.19) con respecto a π_N

(5.21) $$\frac{\partial\sigma(t)}{\partial\pi_N} = \frac{\beta-\lambda}{(1-\pi_N)^2} > 0$$

Esto implica que para cualquier valor positivo de π_N, $\sigma(t)>\beta$. Por lo tanto, se llegó a lo siguiente: $\lambda<\beta<\sigma(t)$.

Debería ser claro, que en este caso $\delta'(t)>0$, ya que por la definición f) se tiene:

$$(5.22) \qquad \varepsilon(t) = [\lambda+\delta(t)]$$

y se supuso que $\varepsilon'(t)>0$.

Por lo tanto $\lambda\leq\beta\leq\sigma(t)$.

Después de conocer que en los países subdesarrollados $\theta'(t)>0$ podría implicar que $k'(t)>0$.

Pero, otra vez, β puede ser diferente de γ en cualquier momento en el tiempo, pero no puede tomar cualquier valor independiente. Por lo tanto, se tienen otra vez tres posibiliades.

i) $\beta>\gamma$.- Esto implica $\theta'(t)>0$. Aunque θ no tiene un acotamiento superior (ya que matemáticamente, la participación de las importaciones en el ingreso o producto puede ser tan negativa como se desee), esto ciertamente es un estado inestable o "poco probable". Debido a esto, se excluye la posibilidad de una θ creciente en un estado estable.

ii) $\beta=\gamma$.- Esto significa una θ constante, la cual es consistente con un estado estable. Ya que $\lambda\leq\beta$, implica que $k'(t)\leq 0$.

iii) $\beta<\gamma$.- Esto genera una θ decreciente cuyo valor asintótico es cero. Otra vez, ya que $\lambda\leq\beta$, implica que $k'(t)<0$.

Por lo tanto, en un estado estable definido por (5.14), (5.15) y (5.16) se tienen las siguientes condiciones:

(5.23) $\lambda\leq\beta\leq\sigma(t)$, $\delta'(t)\geq 0$, $\varepsilon'(t)\geq 0$, $\theta'(t)\leq 0$, $k'(t)\leq 0$

Aquí, es importante mencionar dos puntos:

A) Si se impone una tasa de depreciación constante $\delta'(t)=0$ y el patrón de depreciación es el mismo, eso garantizaría la igualdad entre λ, β y σ(ver Sección VI para más detalles).

B) El estado estable definido por (5.14), (5.15) y (5.16) no es un estado estable generalizado, ya que no excluye la posibilidad de que cualquier otra variable pueda crecer a una tasa creciente o decreciente. En particular el estado estable que se definió al principio implica que $\sigma'(t)<0$ si $\lambda<\beta$. Esto también implica una tasa de crecimiento creciente del consumo, exportaciones o gasto de gobierno cuando se permite $\beta<\gamma$. Por lo tanto, en un estado estable generalizado donde todas las variables deben crecer a una tasa constante debe ser a la misma tasa, lo cual implicaría que:

(5.24) $\lambda=\beta=\sigma=\gamma \quad \delta'(t)=\varepsilon'(t)=\theta'(t)=k'(t)=0$

$$\varepsilon = (\lambda+\delta) = \frac{B}{A}$$

$$\theta = \frac{B}{G} = \frac{A}{G}(\lambda+\delta)$$

$$k = \frac{A}{G} = \frac{B}{G}\left(\frac{1}{\lambda+\delta}\right)$$

$$B = (\lambda+\delta)A$$

VI. MEDICION PRACTICA DEL ACERVO DE CAPITAL Y PROBLEMAS IMPLICITOS

A. METODO DE INVENTARIOS PERPETUOS, VALOR EN LIBROS, CENSOS Y VALOR DE SEGUROS DE LOS BIENES DE CAPITAL.

Como dicen K. D. Patterson y K. Schott(1979), existen cuatro métodos para medir el acervo de capital que pueden ser usados específicamente cada uno o una combinación de los cuatro; sin embargo, cada uno de ellos tiene sus desventajas, así:

Valor en Libros.- Se refiere más bien a la contabilidad del acervo de capital en algún sector de la economía, pues se requiere que las empresas registren el valor y cantidad de activos cuando fueron comprados, que supongan una depreciación para fines contables y una vida promedio de vida productiva, registrando al final el valor de retiro. Este método es muy incompleto ya que a nivel agregado la economía no lleva un recuento de las compras y retiros de los bienes, además de que a nivel contable y para propósitos de impuestos, la depreciación y la vida útil se puede prestar a malas interpretaciones.

Censos.- Este método es el más directo para obtener la medida del acervo de capital bruto y así estimar su valor corriente y su edad. Por su minuciosidad podría resultar extremadamente difícil y costoso.

<u>Valor de Seguros</u>.- Este método de valuación, el cual se basa en un censo para compilar las estadísticas de seguros relacionando así los valores de los activos fijos. Tiende a generar valores de capital sobre bases de costo de reemplazo hipotéticos y además incluye un elemento de depreciación. Por lo tanto, tales valuaciones solamente están disponibles para los principales equipos y para algunas contrucciones. Además, hoy en día los valores de seguros podrían ser especialmente afectados por la inflación, siendo extremadamente difícil generar un deflactor de precios en un período de rápido incremento en precios, debido a que incrementos anticipados de precios son algunas veces tomados en cuenta cuando se intenta revaluar el capital, mientras que otras empresas podrían no querer aumentar el valor de seguros de sus activos.

Los tres métodos de valuación anteriores no son independientes entre sí, tanto el de Valor en Libros, como el de Valor de Seguros tienen que tener como antecedente un censo llevado anteriormente y por lo tanto para fines prácticos son inoperables.

Sin embargo, prácticamente existe el método de Inventarios Perpetuos (MIP) con el cual se puede llegar a obtener la medida del acervo de capital en un año dado.

<u>Método de Inventarios Perpetuos</u>.- Antes de empezar, es importante establecer la diferencia entre dos conceptos íntimamente

relacionados del acervo de capital. Esto es, hay acervo de capital bruto y acervo de capital neto.

El acervo de capital bruto es una cantidad a la cual se puede llegar simplemente acumulando los gastos de capital año con año, y deduciendo de aquéllos los gastos de capital sobre los activos, los cuales se supone han terminado su vida esperada. La diferencia esencial entre el acervo de capital bruto, como fue definido arriba, y el acervo de capital neto, es que mientras para el acervo de capital bruto el total del valor original de los activos fijos permanece en el monto hasta el año del retiro, para el acervo de capital neto, el valor original de los activos se supone que declina gradualmente sobre sus servicios de vida. Si una maquinaria se espera que dure 20 años (y se dice que la depreciación es lineal) entonces, esa maquinaria debe ser depreciada o consumida a la tasa de un veinteavo por año.

Cada concepto tiene sus ventajas sobre el otro para propósitos específicos, pero ninguno puede tener total superioridad. Un acuerdo general es que el acervo de capital bruto es más tratable como un indicador del producto potencial bruto corriente y el acervo de capital neto es, sin embargo, un mejor indicador del producto potencial total futuro.

Lo que se pretende estimar en este escrito es el acervo de capital neto en lugar del acervo de capital bruto. De ahora en adelante se hará mención al acervo de capital neto simplemente como "acervo de capital".

La descripción del método de Inventarios Perpetuos es muy simple, se basa en la siguiente identidad:

(6.1) $K_t = K_{t-1} + I_t - D_t$ ó

$$K_t = \sum_{i=o}^{m} (I_{t-i} - D_{t-i}) + K_{t-i-1}$$

cuando $m = L$, $K_{t-L-1} = 0$

donde:

K_t = acervo de capital (neto)

I_t = inversión bruta

D_t = depreciación o consumo de capital

L = longitud de vida del activo que vive más tiempo.

Por lo tanto, el método de Inventarios Perpetuos usado para estimar el acervo de capital es simplemente una suma ponderada del flujo de inversión bruta pasada.

Se puede observar de (6.1) que por lo menos la estimación de un valor inicial está disponible, la inversión bruta es acumulada desde tanto tiempo atrás como la vida del activo que viva más tiempo y, como en el caso de las construcciones, se requieren datos para 80 o más años.

En resumen, para las series de tiempo de valores monetarios de la inversión bruta, se necesitan índices de precios de bienes de capital, supuestos de longitud de vida útil para cada uno, y cada clase de activo, y su patrón de depreciación.

La precisión de las estimaciones por medio del método de inventarios perpetuos depende primeramente de la seguridad de los datos de inversión básicos, de la validez de los supuestos concernientes a la longitud promedio de vida y de los patrones de depreciación de los diferentes tipos de activos de capital; así como también, de los índices de precios de los bienes de capital empleados.

Los principales problemas surgen con la valuación o "preciación" del capital. Para medir el volúmen de nuevos bienes de capital, se divide su valor por un índice de precios.

Pero si el supuesto implícito es falso, esto es, si los nuevos bienes de capital son intrínsecamente diferentes de los bienes de capital viejos, entonces no se tienen bases seguras para seleccionar un índice de precios. Los índices de precios son designados para medir cambios en el precio promedio o total de una agregación de bienes cuya especificación no cambia. En la práctica, la dificultad que surge es que los activos son comúnmente descontinuados o sus especificaciones cambian. Los índices de precios generalmente no contabilizan reducción en costos debido a cambios en las especificaciones de la maquinaria.

Como Usher (1980) ha dicho: "Hay dos principales escuelas de pensamiento sobre este resultado. Una escuala mediría el capital real por el lado de la oferta, comparando máquinas nuevas y antiguas de acuerdo a sus costos de producción y, por lo tanto, excluyendo mejoramientos por reducción en costos en los bienes de capital para la medida de el tamaño del acervo de capital. El otro punto de vista mediría el capital real por el lado de la demanda, comparando máquinas nuevas y antiguas de acuerdo a sus utilidades asignadas por características representativas tales como velocidad, tamaño y seguridad de los automóviles o número de calculadoras adicionales por segundo".

El capital puede ser medido con precisión y sin ambiguedad por el lado de la demanda si: hubiera un número infinito de características representativas en la economía como un todo; si la naturaleza de las características representativas fueran invariantes en el tiempo; si el valor de cada tipo de bien de capital fuera una función constante de las cantidades de características representativas contenidas en ellas y si se pudiera determinar siempre las cantidades de características representativas diferentes en cualquier bien de capital.

Por otro lado, se puede medir el capital con precisión y sin ambiguedad por lado de la oferta si el precio relativo de, por un decir, las máquinas dentro de cualquier categoría permanece constante en el tiempo.

La valuación es la parte problemática del método de Inventarios Perpetuos. Las estimaciones de las vidas económicas, sin embargo, se consideran como el aspecto más débil de los ejercicios de simulación, ya que muchas de las curvas de sobrevivencia que comúnmente se adoptan tienden a tener alguna debilidad empírica. Entre las curvas de sobrevivencia que se tienen, están: (a) la curva de sobrevivencia rectangular, (b) la curva de sobrevivencia de declinación lineal, (c) la curva de sobrevivencia de declinación exponencial, (d) la distribución de retiros triangular, (e) la curva de sobrevivencia cuasi-logística, (f) distribución de retiros con apuntamiento negativo, (g) distribución de retiros con apuntamiento positivo, y (h) las curvas de Winfrey.

Hay un gran número de otras curvas de sobrevivencia, pero no se explorará ninguna de ellas, ya que empíricamente parece más importante hacer supuestos sobre longitud de vida útil de los diferentes activos en lugar de que se hagan sobre sus patrones de sobrevivencia. Como Ward (1976a) ha dicho: "Las estimaciones de acervos parecen ser más sensitivas a cambios en los supuestos de vidas promedio de activos que a variaciones en las funciones de sobrevivencia.

Estudios hechos por OECD han mostrado que los modelos de inventarios perpetuos basados en distribuciones de sobrevivencia de Winfrey S-3, densidad de probabilidad-gamma y rectangular, generan estimaciones de acervo de capital que raramente difieren por más de diez porciento en un año cualquiera y en la mayoría de los casos las diferencias fueron muy pequeñas. Posteriormente, ningún conjunto de estimaciones parece ser consistentemente mayor que otro. Cualquier cambio en un supuesto con el que se esté trabajando, sin embargo, podría afectar inversamente las estimaciones anuales de consumo de capital. El efecto sobre las estimaciones de acervo de capital puede ser considerable".

Finalmente, hay dos puntos en contra del método de inventarios perpetuos:

1) En ningún punto en el método de inventarios perpetuos es necesario comparar cantidades de bienes de capital directamente. Aunque los incrementos no son cantidades que puedan ser comparadas directamente de un año al próximo. Hay razones de valores y precios y cualquier error puede venir por no haber una manera inambigua de decidir cual índice de precios es el apropiado para las series de tiempo.

2) El método de inventarios perpetuos nunca falla en dar una

serie de tiempo de capital real, sin importar que tan larga sea, o que tan radicalmente la tecnología y la naturaleza de los bienes de capital pueda cambiar entre el inicio y el final del año. No hay nada que alerte, no hay una revisión interna que diga cuando el proceso total viene siendo absurdo.

B. ESTIMACION DEL ACERVO DE CAPITAL EN UN MOMENTO EN EL TIEMPO

Esta subsección se puede dividir en dos partes. En la primera, se tratará de estimar el acervo de capital para el año más reciente sujeto a estudio (1979). Haciendo diferentes supuestos de longitud de vida útil para distintas clases de activos, de tal manera que se tenga un conjunto de estimaciones de acervo de capital dadas las combinaciones de tales supuestos. En la segunda parte, se tratará de construir una serie de tiempo de acervo de capital (no solamente una estimación para el año más reciente) tomando diferentes valores iniciales (o puntos de partida) para el capital y diferentes tasas de depreciación (δ).

En ambas partes se encarará el mismo problema respecto a los índices de precios, pues en México no hay un índice de precios para los bienes de capital. El más parecido o índice de precios más cercano que se tiene, es el de la inversión bruta, por supuesto, no hubiera ningún problema al tomarlo, si toda la estructura del acervo de capital hubiera permanecido incambiada. Como Ward (1976a) dijo: "A menos que la composición de la formación anual sea la misma que la del acervo de capital total (lo cual es improbable), errores desconocidos serán introducidos en las series resultantes". En particular, este no parece ser el caso para la economía Mexicana durante el período 1939-1979 el cual es, el único período para el cual hay información disponible en cifras anuales. En 1939, la producción doméstica de maquinaria fue cerca del 3 % de la inversión bruta fija; en 1979, ese porcentaje fue del 30 %. Se espera que los "errores desconocidos" introducidos por el uso de los índices de precio de la inversión en lugar de los índices de precio de los bienes de capital no sesgue seriamente las estimaciones.

B.1. <u>Supuestos de Vida Util y Patrones de Depreciación.</u>

Las cifras de inversión fija bruta disponibles para la economía Mexicana están divididas en cuatro rubros:[13]

1. Construcción (52.7 %)
2. Producción Doméstica de Maquinaria y Equipo (24.1 %)
3. Importación de Maquinaria y Equipo (20.9 %)
4. Otros (0.02 %)

Debido a la participación tan pequeña del rubro "otros" parece razonable considerar el supuesto de vida útil de tal rubro

---

13/ Las cifras entre paréntesis son promedios ponderados para el período 1939-1979.

como sin importancia. Por esta razón, se incluye éste como parte de maquinaria y equipo, a pesar de saber que es arbitrario, se piensa que no es de mucha importancia.

Ya que no se tienen razones fuertes para suponer una diferencia entre la longitud de vida útil de maquinaria y equipo producida domésticamente y la de maquinaria y equipo importada, se considera que ambas tienen la misma longitud de vida útil. Siempre alguien podría arguir que las importaciones están compuestas de maquinaria pesada y que la producción doméstica es principalmente de maquinaria ligera; por lo tanto, la maquinaria importada debería tener una longitud de vida útil más larga que la maquinaria doméstica; aunque es probable, no hay evidencia al respecto. En cualquier caso, un solo supuesto de vida útil para maquinaria y equipo simplemente significaría algún promedio ponderado de la longitud de vida útil de maquinaria importada y producida domésticamente.

Dado lo anterior, solamente se hicieron supuestos de vida útil para construcción y para maquinaria. Pero ¿qué hay acerca del patrón de depreciación durante el tiempo requerido para que un activo desaparezca o sea retirado? Como fue mencionado anteriormente, hay evidencia (Ward 1976a) que el patrón de depreciación no cambia mucho la estimación final del acervo de capital. Por esta razón, y principalmente por simplicidad, se supone una depreciación lineal.

Regresando a los supuestos de vida útil para construcción y equipo, se tiene para ambos activos un rango máximo y mínimo posible basado en algunos trabajos hechos para otros países, tales como el del Reino Unido (Griffin, 1979) y el de E.U.A. (Young y Musgrave, 1980).

Por lo tanto, se tomará un rango posible de longitud de vida útil para construcción de 40 a 80 años y para maquinaria de 10 a 40 años. El lector precavido podrá notar que solamente se tiene información para 40 años (1939-1979). ¿Cómo se pudo obtener la información para el caso de la construcción tan atrás como para 80 años? La respuesta es muy simple, se hizo una estimación aproximada.

Dado que no se conoce la serie de construcción antes de 1939 si se conoce la serie de Producto Interno Bruto. Se observó que para el período 1939-1979, la razón construcción/PIB es una función monotónicamente creciente en el tiempo. Se supuso, por lo tanto, que la razón anteriormente mencionada fue la misma para el período de años anterior al dato más antiguo (1939). De esta manera se obtuvo una aproximación muy cruda para construcción antes de 1939. Parece que la aproximación está más cercana a ser una sobrestimación que una subestimación, siempre y cuando la monotonicidad observada después de 1939 estuviera presente antes de ese año, lo que parece ser muy posible. En este sentido, las estimaciones de capital incluyendo construcción por más de 40 años representan un tope máximo.

En la tabla 6.1 se resumen las razones capital-producto para 1979 con el rango posible de longitudes de vida útil para construcción y maquinaria. Se dejó la selección de combinaciones de supuestos más probables para la sección de conclusiones, donde se tendrá más evidencia indirecta sobre este asunto.

B.2. Estimación de una Serie de Acervo de Capital.

En esta sección, como se mencionó anteriormente, se tratará de construir una serie de acervo de capital tomando diferentes valores iniciales (o puntos de partida) para el capital y diferentes tasas de depreciación (δ).

- Simulaciones con un valor inicial y una tasa constante de depreciación.

El uso de una tasa constante de depreciación ha sido ampliamente criticado. Feldstein y Rothschild (1974) muestran que excepto para accidentes numéricos sin ningún interés económico, RAZON CAPITAL-PRODUCTO (k) ESTIMADAS PARA 1979

CON DIFERENTES SUPUESTOS DE LONGITUD DE VIDA UTIL

Longitud de Vida Util para Construcción (en años)	Longitud de Vida Util Supuesta para Maquinaria y Equipo (en años)			
	10	20	30	40
40	1.66	1.95	2.13	2.25
50	1.76	2.04	2.22	2.34
60	1.82	2.11	2.29	2.41
70	1.88	2.16	2.34	2.46
80	1.92	2.21	2.38	2.50

TABLA 6.1

este supuesto es válido solamente en casos muy restrictivos. Estos son:

i) Cuando cada pieza de equipo produce conforme a su edad, menos producto a la misma tasa exponencial constante, o

ii) Cuando el acervo de capital entero crece a una tasa constante (exponencial).

El primer caso, o lo que Feldstein y Rothschild llaman "producto exponencial declinante"(exponential output decay), parece implicar una razón capital-producto constante. En la Sección V se dijo que una condición suficiente para esto y para una tasa constante de depreciación era un estado estable generalizado donde todas las variables crezcan a una tasa constante (y necesariamente la misma).

El segundo caso no es tan obvio, como no lo fue para Feldstein y Rothschild. Cuando el acervo de capital está creciendo a una tasa constante, la inversión neta está también creciendo a esa tasa, pero nada excluye la posibilidad de que la inversión bruta crezca a una tasa diferente. Se puede imaginar un patrón bizarro de depreciación en que la inversión bruta y neta crezcan a distinta tasa en cualquier momento. De la ecuación (5.22) se sabe que:

$$(6.2) \qquad \frac{I_t}{K_t} = \lambda+\delta(t)$$

Cuando λ es una constante, la única posibilidad de que δ sea una constante es que I_t crezca a la misma tasa que λ. De la ecuación (5.18) se sabe que la tasa de crecimiento de la inversión bruta es un promedio ponderado de las tasas de crecimiento de la inversión neta y de la inversión en reemplazo.

$$(6.3) \qquad \beta(t) = \lambda \pi_N(t) + \sigma(t)\left[1 - \pi_N(t)\right]$$

Una posible solución a esta ecuación es que $\beta = \lambda = \sigma$ lo cual implica una δ constante, pero ésta no es la única solución.

Sin embargo, una δ constante es la única solución cuando el patrón de depreciación es el mismo y la inversión bruta está creciendo a una tasa constante. Explicando lo anterior, si se supone que el patrón de depreciación es tal que incluye α_0 de la inversión bruta real presente, α_1 de la inversión bruta real del año pasado, y así sucesivamente hasta α_L de la inversión bruta real de L años antes (donde L es la longitud de vida útil del capital).

$$(6.4) \qquad D_t = \alpha_0 I_t + \alpha_1 I_{t-1} + \alpha_2 I_{t-2} + \dots + \alpha_L I_{t-L}$$

Si la inversión bruta está creciendo a una tasa constante β, entonces $(1+\beta)^i = I_t / I_{t-1}$, por lo tanto se puede escribir la ecuación anterior como:

(6.5) $$D_t = I_t\{\alpha_0 + \frac{\alpha_1}{1+\beta} + \frac{\alpha_2}{(1+\beta)^2} + \ldots + \frac{\alpha_L}{(1+\beta)^L}\}$$

Si todas las α's permanecen igual (patrón de depreciación constante), es obvio que tanto la inversión bruta como la inversión en reemplazo crecen a la misma tasa, la cual es β. Así que $\sigma=\beta$. Reescribiendo (6.3)

(6.6) $$\beta=(\lambda-\beta)\pi_N+\beta$$

La única solución a (6.6) es que $\lambda=\beta$.

Resumiendo, solamente cuando la inversión está creciendo a una tasa constante y el patrón de depreciación permanece igual la aseveración de Feldstein y Rothschild se mantiene. Si uno o ambos de los supuestos iniciales no se mantiene, la proposición de Feldstein y Rothschild es falsa.

Con todas las limitaciones involucradas al suponer una tasa de depreciación constante, se pasará ahora a los ejercicios de simulaciones. Se tomarán valores externos para las tasas de depreciación — de 0.02 a 0.07 — , y también valores extremos para el valor inicial de la razón capital-producto —de 0 a 5.[14/] Los resultados se presentan en las Tablas 6.2 a 6.7.

14/ Las estimaciones de capital fueron hechas con la fórmula $K_t = K_{t-1} + I_t - \delta K_{t-1}$ ó $K_t = (1-\delta)K_{t-1} + I_t$

Es importante mencionar como la estimación de la razón capital-producto converge alrededor de un valor a medida que el tiempo transcurre para una tasa dada de depreciación y como la discrepancia decrece a medida que la tasa de depreciación se incrementa.

La Tabla 6.8 resume todas las estimaciones de la razón capital-producto para 1979 con todas las posibles combinaciones de supuestos. Es interesante notar que es más importante tener una buena idea de la tasa de depreciación que de un valor inicial, ya que en el primero el error puede estar aproximadamente entre 50 y 60 porciento, y en el último el error puede estar entre 2 y 9 porciento. Otra vez, se dejará la selección de alguna combinación de tasa de depreciación y valor inicial de capital para la sección de conclusiones.

RAZONES CAPITAL-PRODUCTO (k) SIMULADAS

CON UNA TASA DE DEPRECIACION (δ) DE 0.02 (1939-1979)

Año	Valor Inicial de la Razón Capital-Producto (k)						
	(A) 0	(B) 1	(C) 2	(D) 3	(E) 4	(F) 5	(F/A)-1 (%)
1939	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	∞
1944	0.39	1.08	1.76	2.45	3.13	3.82	872.5
1949	0.98	1.48	1.97	2.47	2.98	3.46	253.0
1954	1.37	1.70	2.03	2.36	2.69	3.02	120.4
1959	1.66	1.88	2.10	2.32	2.54	2.76	66.6
1964	1.75	1.89	2.03	2.17	2.31	2.45	39.9
1969	1.97	2.06	2.15	2.24	2.33	2.42	23.0
1974	2.21	2.28	2.34	2.40	2.46	2.52	13.6
1979	2.51	2.56	2.60	2.64	2.69	2.73	8.6

TABLA 6.2

RAZONES CAPITAL-PRODUCTO (k) SIMULADAS

CON UNA TASA DE DEPRECIACION (δ) DE 0.03 (1939-1979)

	Valor Inicial de la Razón Capital-Producto (k)						
Año	(A) 0	(B) 1	(C) 2	(D) 3	(E) 4	(F) 5	(F/A)-1 (%)
1939	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	∞
1944	0.39	1.04	1.69	2.34	2.99	3.64	844.9
1949	0.95	1.40	1.84	2.29	2.74	3.19	236.1
1954	1.31	1.59	1.87	2.16	2.44	2.72	108.5
1959	1.56	1.74	1.92	2.10	2.28	2.46	57.8
1964	1.62	1.73	1.84	1.95	2.05	2.16	33.3
1969	1.82	1.89	1.95	2.02	2.09	2.15	18.3
1974	2.04	2.08	2.13	2.17	2.21	2.25	10.4
1979	2.30	2.33	2.35	2.38	2.41	2.44	6.2

TABLA 6.3

RAZONES CAPITAL-PRODUCTO (k) SIMULADAS

CON UNA TASA DE DEPRECIACION (δ) DE 0.04 (1939-1979)

Año	(A) 0	(B) 1	(C) 2	(D) 3	(E) 4	(F) 5	(F/A)-1 (%)
	Valor Inicial de la Razón Capital-Producto (k)						
1939	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	∞
1944	0.38	1.00	1.62	2.23	2.85	3.47	817.6
1949	0.91	1.32	1.73	2.13	2.53	2.94	220.1
1954	1.24	1.49	1.72	1.97	2.21	2.46	97.5
1959	1.46	1.61	1.76	1.90	2.05	2.19	50.0
1964	1.51	1.59	1.68	1.76	1.84	1.93	27.6
1969	1.69	1.74	1.79	1.84	1.88	1.93	14.4
1974	1.89	1.92	1.95	1.98	2.01	2.04	7.8
1979	2.11	2.13	2.15	2.17	2.19	2.21	4.5

TABLA 6.4

RAZONES CAPITAL-PRODUCTO (k) SIMULADAS

CON UNA TASA DE DEPRECIACION (δ) DE 0.05 (1939-1979)

	Valor Inicial de la Razón Capital-Producto (k)						
Año	(A) 0	(B) 1	(C) 2	(D) 3	(E) 4	(F) 5	(F/A)-1 (%)
1939	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	∞
1944	0.37	0.96	1.55	2.13	2.72	3.31	790.8
1949	0.89	1.25	1.62	1.98	2.34	2.71	204.8
1954	1.19	1.39	1.60	1.81	2.01	2.22	87.4
1959	1.38	1.50	1.62	1.73	1.85	1.97	43.0
1964	1.41	1.47	1.54	1.60	1.67	1.73	22.7
1969	1.57	1.61	1.64	1.68	1.72	1.75	11.3
1974	1.76	1.78	1.80	1.82	1.84	1.86	5.8
1979	1.95	1.96	1.98	1.99	2.00	2.01	3.2

TABLA 6.5

RAZONES CAPITAL-PRODUCTO (k) SIMULADAS

CON UNA TASA DE DEPRECIACION (δ) DE 0.06 (1939-1979)

Año	Valor Inicial de la Razón Capital-Producto (k)						
	(A) 0	(B) 1	(C) 2	(D) 3	(E) 4	(F) 5	(F/A)-1 (%)
1939	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	∞
1944	0.36	0.92	1.48	2.03	2.59	3.15	775.0
1949	0.86	1.19	1.51	1.84	2.17	2.50	190.7
1954	1.13	1.31	1.49	1.66	1.84	2.02	78.8
1959	1.30	1.40	1.49	1.59	1.68	1.78	36.9
1964	1.32	1.37	1.42	1.47	1.52	1.56	18.2
1969	1.47	1.50	1.52	1.55	1.58	1.60	8.8
1974	1.64	1.65	1.67	1.68	1.69	1.71	4.3
1979	1.81	1.82	1.83	1.84	1.85	1.85	2.2

TABLA 6.6

RAZONES CAPITAL-PRODUCTO (k) SIMULADAS

CON UNA TASA DE DEPRECIACION (δ) DE 0.07 (1939-1979)

	Valor Inicial de la Razón Capital-Producto (k)						
Año	(A) 0	(B) 1	(C) 2	(D) 3	(E) 4	(F) 5	(F/A)-1 (%)
1939	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	∞
1944	0.36	0.89	1.41	1.94	2.47	3.00	733.3
1949	0.83	1.13	1.42	1.71	2.01	2.30	177.1
1954	1.08	1.23	1.38	1.53	1.68	1.83	69.4
1959	1.23	1.31	1.38	1.46	1.54	1.62	31.7
1964	1.24	1.28	1.31	1.35	1.39	1.43	15.3
1969	1.38	1.40	1.42	1.44	1.46	1.48	7.2
1974	1.54	1.55	1.55	1.56	1.57	1.58	2.6
1979	1.69	1.70	1.70	1.71	1.71	1.72	1.8

TABLA 6. 7

RAZONES CAPITAL-PRODUCTO (k) PARA 1979 CON DIFERENTES

SUPUESTOS RESPECTO A LA TASA DE DEPRECIACION (δ) Y VALORES INICIALES PARA EL CAPITAL

Tasas de Depreciación (δ)		Valor Inicial de la Razón Capital-Producto (k) en 1939 (A) 0	(B) 1	(C) 2	(D) 3	(E) 4	(F) 5	(F/A)-1 (%)
(i)	0.07	1.69	1.70	1.70	1.71	1.71	1.72	1.8
(ii)	0.06	1.81	1.82	1.83	1.84	1.85	1.85	2.2
(iii)	0.05	1.95	1.96	1.98	1.99	2.00	2.01	3.2
(iv)	0.04	2.11	2.13	2.15	2.17	2.19	2.21	4.5
(v)	0.03	2.30	2.33	2.35	2.38	2.41	2.44	6.2
(vi)	0.02	2.51	2.56	2.60	2.64	2.69	2.73	8.6
(vi/i)-1 %		48.5	50.6	52.9	54.4	57.3	58.7	

TABLA 6.8

VII. EN REALIDAD ... ¿QUE SUPUESTOS SON MAS PROBABLES DE OCURRIR?

En la sección anterior se presentó un conjunto de estimaciones para diferentes supuestos. En esta sección se tratará de desarrollar métodos que ayuden a tener una mejor idea de cuáles de aquellos supuestos son más probables de ocurrir verdaderamente. Específicamente, se tratará con métodos que ayuden a seleccionar entre los supuestos de longitud de vida útil, tasas de depreciación y valores iniciales para el acervo de capital.

A. TIEMPO DE VIDA DE LOS ACTIVOS DE CAPITAL.

La vida económica útil esperada de los activos de capital puede ser estimada por tres métodos diferentes de acuerdo a Ward (1976a):

i) La observación real del intervalo entre la fecha de instalación y la fecha final de retiro de los activos específicos.

ii) De los balances de las empresas a diferentes períodos, conociendo los desembolsos intermedios en inversión y tasas de depreciación aplicadas a grupos particulares de activos.

iii) Usando las tasas de depreciación estándares utilizadas por el fisco para gravar el ingreso a las corporaciones y así obtener los tiempos de vida implicados.

Resulta claro que el primer método es el más conveniente. Desafortunadamente no hay un solo estudio a este respecto para la economía mexicana. El segundo método es una buena aproximación. Sin embargo, las depreciaciones permitidas no siempre se relacionan con la vida real del activo específico. Además, esa clase de información es muy difícil de obtener y agregar en México.

Finalmente, el tercer método contiene información la cual es fácil de obtener, pero como Ward (1976b) ha dicho: "Las leyes impositivas de depreciación en los países menos desarrollados son frecuentemente ideadas con el objeto de estimular un rápido crecimiento en la inversión en lugar de reflejar las necesidades de reemplazo de capital para las empresas".

En cualquier caso, los expertos parecen coincidir en qué supuestos de longitud de vida útil de cerca de 50 años para construcción y aproximadamente de 20 años para maquinaria y equipo son los más adecuados. Lo cual genera una razón capital-producto de 2.04 para 1979.

B. VALORES INICIALES PARA EL ACERVO DE CAPITAL

Se podría construir un valor inicial para el capital si hubiera suficientes registros de activos en algún momento. Pero ya que en México no se tienen datos al respecto, se considerarán métodos indirectos para estimar estos valores iniciales. Entre los métodos que se puede pensar que existen, se tienen:

<u>Distribución Funcional del Ingreso</u>: De el sistema de cuentas nacionales se sabe que el ingreso es igual a inversión (I) más otros componentes de la demanda agregada (A) y esto iguala a los pagos al capital (rK) más otros factores productivos (F). Si se supone una tasa constante de depreciación y si supone también un mundo sin incertidumbre o fricción, donde la tasa de rendimiento sobre el capital (r) es constante e igual a la tasa de interés, se tiene la siguiente ecuación:

$$(7.1) \qquad A_t + \frac{dK_t}{dt} + \delta K_t = F_t + rK_t$$

Esta es una ecuación diferencial cuya solución es:

$$(7.2) \qquad K_t = e^{-(\delta-r)^t} [\int e^{(\delta-r)^t} (F_t - A_t)dt + C]$$

El problema con este método es que genera una constante desconocida cuyo valor depende de cualquier solución particular; otro problema es que no se tiene información acerca de los pagos al capital en las cuentas nacionales.

<u>Asumiendo un Estado Estable</u>: Aquí, se tienen dos métodos similares de estimación de un valor inicial para el acervo

de capital. El primero, al cual se le llamó "OLS" (mínimos cuadrados ordinarios), consiste en estimar por OLS una ecuación como esta:

$$(7.3) \qquad I_t = Be^{\beta t}$$

Si del estado estable generalizado presentado en la Sección V se conoce que:

$$(7.4) \qquad K_t = \frac{B}{(\beta+\delta)} e^{\beta t} \quad \Rightarrow \quad A = \frac{B}{(\beta+\delta)}$$

Por lo tanto, $B/(\beta+\delta)$ constituye un acotamiento inferior en $t = 0$. En las tablas 7.1 y 7.2 se muestran las diferentes razones capital-producto generadas por medio de este enfoque con varios supuestos sobre la tasa de depreciación. La diferencia entre la primera y la segunda tabla consiste en la corrección Cochrane-Orcutt al método "OLS" en la segunda.

El segundo método al cual se ha llamado "integración" es como sigue: Se asume un estado estable generalizado donde la razón inversión-capital es igual a la tasa de crecimiento del capital más la tasa de depreciación. Por lo tanto, se puede escribir:

$$(7.5) \qquad I_t = (\lambda+\delta)Ae^{\lambda t}$$

RAZONES CAPITAL-PRODUCTO (k) SIMULADAS CON SUPUESTOS DE ESTADO ESTABLE (STEADY STATE) POR EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS ORDINARIOS (OLS) PARA DIFERENTES TASAS DE DEPRECIACION (δ) (1939-1979)

	Tasa de Depreciación (δ)					
Año	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
1939	1.02	0.93	0.85	0.79	0.73	0.68
1944	1.09	1.18	0.90	0.83	0.77	0.72
1949	1.49	1.36	1.26	1.17	1.10	1.03
1954	1.71	1.57	1.45	1.35	1.26	1.18
1959	1.88	1.72	1.59	1.47	1.37	1.28
1964	1.89	1.72	1.58	1.46	1.35	1.26
1969	2.06	1.88	1.73	1.60	1.49	1.39
1974	2.28	2.08	1.91	1.77	1.65	1.54
1979	2.56	2.32	2.13	1.96	1.82	1.69

TABLA 7.1

RAZONES CAPITAL-PRODUCTO (k) SIMULADAS CON SUPUESTOS DE ESTADO ESTABLE (STEADY STATE) POR EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS ORDINARIOS (OLS) CON CORRECCION POR COCHRANE-ORCUTT PARA DIFERENTES TASAS DE DEPRECIACION (δ) (1939-1979)

	Tasa de Depreciación (δ)					
Año	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
1939	0.94	0.85	0.79	0.73	0.68	0.63
1944	1.04	0.94	0.86	0.80	0.74	0.69
1949	1.45	1.33	1.23	1.15	1.08	1.02
1954	1.68	1.55	1.43	1.34	1.25	1.18
1959	1.87	1.71	1.58	1.46	1.37	1.28
1964	1.88	1.71	1.57	1.46	1.35	1.26
1969	2.05	1.88	1.73	1.60	1.49	1.39
1974	2.28	2.08	1.91	1.77	1.65	1.54
1979	2.55	2.32	2.13	1.96	1.82	1.69

TABLA 7.2

Integrando ambos lados:

$$(7.6) \qquad \int_0^T I_t dt = (\lambda+\delta)A\int_0^T e^{\lambda t}dt$$

$$= \frac{\lambda+\delta}{\lambda} A(e^{\lambda T}-1)$$

Resolviendo para A se tiene:

$$(7.7) \qquad A = \frac{\lambda \int_0^T I_t dt}{(\lambda+\delta)(e^{\lambda T}-1)}$$

Donde $\int_0^T I_t dt$ se puede aproximar por $\sum_{t=0}^{T} I_t$, y donde λ puede ser aproximada por la tasa de crecimiento de la inversión (la β estimada por OLS en el método anterior). De esta manera A podría ser un valor inicial (o acotamiento inferior) en t=0, y esa A puede ser evaluada para varias tasas de depreciación. En las tablas 7.3 y 7.4 se muestran las diferentes razones capital-producto estimadas por este método (integración). Al igual que en el método anterior la segunda tabla muestra las diferentes razones capital-producto corregidas por medio de Cochrane-Orcutt.

Algunos lectores se podrán preguntar: ¿Por qué se toma el valor inicial en t=0 en lugar de en t=T? Después de todo, si se está suponiendo un estado estable y no se está en él. Se podría aproximar conforme el tiempo transcurra.

RAZONES CAPITAL-PRODUCTO (k) SIMULADAS CON SUPUESTOS DE ESTADO ESTABLE (STEADY STATE) POR EL METODO DE INTEGRACION PARA DIFERENTES TASAS DE DEPRECIACION (δ)

(1939-1979)

	Tasa de Depreciación (δ)					
Año	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
1939	1.14	1.04	0.95	0.88	0.82	0.76
1944	1.18	1.06	0.97	0.89	0.82	0.76
1949	1.55	1.41	1.30	1.21	1.13	1.06
1954	1.71	1.60	1.47	1.37	1.28	1.20
1959	1.91	1.74	1.60	1.48	1.38	1.29
1964	1.91	1.73	1.59	1.47	1.36	1.27
1969	2.07	1.89	1.74	1.60	1.49	1.40
1974	2.29	2.09	1.92	1.77	1.65	1.54
1979	2.56	2.33	2.13	1.96	1.82	1.69

TABLA 7.3

RAZONES CAPITAL-PRODUCTO (k) SIMULADAS CON SUPUESTOS DE ESTADO ESTABLE (STEADY STATE) POR EL METODO DE INTEGRACION Y CON CORRECCION POR COCHRANE ORCUTT PARA DIFERENTES TASAS DE DEPRECIACION (δ) (1939-1979)

Año	Tasa de Depreciación (δ)					
	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
1939	1.06	0.96	0.88	0.82	0.76	0.71
1944	1.12	1.01	0.93	0.85	0.79	0.73
1949	1.51	1.38	1.28	1.19	1.11	1.04
1954	1.72	1.58	1.46	1.36	1.27	1.19
1959	1.89	1.73	1.59	1.48	1.37	1.28
1964	1.90	1.73	1.58	1.46	1.36	1.26
1969	2.07	1.88	1.73	1.60	1.49	1.39
1974	2.28	2.08	1.92	1.77	1.65	1.54
1979	2.56	2.32	2.13	1.96	1.82	1.69

TABLA 7.4

La respuesta puede ser expresada de esta manera: Primero se supuso un estado estable generalizado, y ciertamente no se está en ese estado. Lo único que se puede observar es un crecimiento exponencial de la inversión representado por (7.3). Resolviendo la ecuación diferencial de la definición f) en la Sección V insertándole la ecuación (7.3), daría la siguiente ecuación:

$$(7.8) \qquad K_t = \frac{B}{(\beta+\delta)} e^{\beta t} + Ce^{-\delta t}$$

Donde C es una constante desconocida. Segundo, si se evalúa K_t en la ecuación (7.4) en t=T se observó que el acervo de capital estimado es más pequeño que el acervo de capital de la simulación, suponiendo un valor inicial de cero. Es decir, la estimación de 7.4 en t=T es más baja que el mínimo posible. Esto da alguna información indirecta acerca de que la constante desconocida de la ecuación (7.8) es posiblemente positiva. En este sentido, el valor inicial en t=0 se podría establecer como un acotamiento inferior en la estimación.[15/]

Sin embargo, al tratar de evaluar (7.4) con (7.3) corregida por Cochrane-Orcutt en t=T se encontró que el acervo de capital

---

15/ Esta evaluación se hizo con (7.3) estimada por OLS, la cual mostró autocorrelación positiva de los errores. Esto no sesga la estimación de (7.3) sino que la estimación de la varianza es inconsistente.

estimado es más grande que el acervo de capital de la simulación suponiendo un valor inicial de cero; es decir, la estimación de (7.4) en t=T es más alta que el mínimo posible, lo que lleva a la completa incertidumbre acerca de la constante de la ecuación (7.8) y al establecimiento de un acotamiento inferior en la estimación.

C. TASAS DE DEPRECIACION

La única manera por medio de la cual se puede obtener información indirecta acerca de las tasas de depreciación es disponiendo del rubro consumo de capital (D) de las cuentas de ingreso nacional. Esta información puede dar alguna idea de la tasa promedio de depreciación y del acervo promedio de capital. El procedimiento es el siguiente: Se pueden poner las cifras de consumo de capital como igual a alguna tasa de depreciación por el acervo de capital; de esta manera se tienen las siguientes ecuaciones:

(7.9) $D_t = \delta(t)K_t$

(7.10) $D_{t-1} = \delta(t-1)K_{t-1}$

(7.11) $K_t = [1-\delta(t)]K_{t-1}+I_t$

Como se puede observar se tienen tres ecuaciones y cuatro incógnitas. Si se supone que $\delta(t)=\delta(t-1)$ se puede resolver el sistema de ecuaciones.

Resolviendo para K_t y K_{t-1} en (7.9) y (7.10) y sustituyendo en (7.11) se obtiene:

$$(7.12) \qquad \frac{D_t}{\delta} = (1-\delta)\,\frac{D_{t-1}}{\delta} + It$$

Despejando δ se tiene:

$$(7.13) \qquad \delta = \frac{D_t - D_{t-1}}{I_t - D_{t-1}}$$

La solución para K se puede obtener resolviendo ya sea (7.9) ó (7.10) ó ambas. Los resultados podrían ser inconsistentes, ya que se está forzando a que la tasa de depreciación sea constante. Sin embargo, la estimación promedio del acervo de capital para el período completo puede dar una buena idea del acervo, aunque muy apenas puede ser usado como valor inicial debido a que esa cifra no se puede atribuir a ningún año específico.

De nuevo, como en la sección anterior, se tiene un problema de valuación: las cifras de consumo de capital están generalmente en valor monetario. Lo mejor que se puede hacer es, probablemente, deflactarlas con el índice de precios de los bienes de capital. Desafortunadamente, como ya se mencionó anteriormente, no se cuenta con esta clase de índices. Como otra alternativa para este problema se tiene el índice de precios de la inversión bruta.

Por supuesto, cualquier par de observaciones podrán dar una estimación de la tasa de depreciación. No es necesario tomar cifras en el período t y t-1. La Tabla 7.5 muestra los cálculos para el período t y t-1. Probablemente sería mejor si se resolviera δ para el conjunto de combinaciones de observaciones. Sin embargo, el valor de hacerlo no compensaría el costo de realizarlo. Los resultados de la tabla muestran una tasa de depreciación promedio de cerca del 4 % y una razón capital-producto promedio de 2 durante el período 1960-1979, único período con el que se cuenta información disponible acerca de las cifras de consumo de capital.

D. VALOR INICIAL DE CAPITAL Y TASA DE DEPRECIACION.

Este enfoque es muy simple y requiere solamente cifras de consumo de capital (D_t) y las cantidades de depreciación generadas implícitamente por las simulaciones de la sección anterior ($\hat{\delta}K_t$). El criterio es seleccionar la tasa de depreciación y el valor inicial de capital que minimize la desviación media al cuadrado entre D_t y $\hat{\delta}K_t$.

RAZONES CAPITAL-PRODUCTO (k) Y TASAS DE DEPRECIACION PROMEDIO (δ) IMPLICITAS EN LAS CIFRAS DE CONSUMO DE CAPITAL EN LAS CUENTAS DE INGRESO NACIONAL

AÑOS	δ (%)	k_t
1960-1961	4.63	1.49
1961-1962	3.94	1.77
1962-1963	1.89	3.53
1963-1964	4.72	1.39
1964-1965	4.17	1.60
1965-1966	3.50	1.90
1966-1967	3.88	1.75
1967-1968	4.57	1.51
1968-1969	4.19	1.70
1969-1970	4.26	1.70
1970-1971	4.61	1.64
1971-1972	4.10	1.85
1972-1973	3.57	2.13
1973-1974	2.39	3.15
1974-1975	5.04	1.60
1975-1976	5.17	1.66
1976-1977	6.66	1.37
1977-1978	3.18	2.79
1978-1979	4.18	2.12
PROMEDIO	4.14	1.93

TABLA 7.5

$$(7.14) \qquad \text{Min } \frac{\Sigma(D_t - \hat{\delta}K_t)^2}{n} \qquad\qquad n = \text{número de años}$$

Los resultados, presentados en la Tabla 7.6, muestran que el mínimo descanza entre los límites de una tasa de depreciación de 3 y 5 % y un valor inicial para la razón capital-producto entre 1 y 3.

DESVIACIONES MEDIAS AL CUADRADO DE LA DEPRECIACION SIMULADA CON RESPECTO A LAS CIFRAS DE CONSUMO DE CAPITAL EN LAS CUENTAS DE INGRESO NACIONAL

(Miles de Millones de Pesos Cuadrados)

Valor Inicial para la razón Capital-Producto (k)	Tasa de Depreciación (δ)					
	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
0	116 738.4	31 094.1	1 572.1	7 285.2	34 849.1	75 641.2
1	107 446.0	26 003.4	665.6	9 502.3	39 003.7	80 752.3
2	98 661.9	21 545.8	386.2*	12 269.2	43 605.2	86 208.4
3	90 386.3	17 721.2	734.1	15 585.9	48 653.5	92 009.6
4	82 619.1	14 529.6	1 709.2	19 452.3	54 148.7	98 155.9
5	75 360.3	11 971.0	3 311.5	23 868.6	60 090.6	104 647.0

*Valor Mínimo

TABLA 7.6

VIII. CONCLUSIONES

En esta sección se tratará de poner en claro los resultados obtenidos. Dada la ignorancia acerca de la longitud de vida útil para los diferentes activos en el país, la selección hecha de los supuestos empleados parece buena (ver página 71).

Sin embargo, si se creyera en las cifras de las Cuentas Nacionales, el rubro correspondiente a consumo de capital y la depreciación generada por las diferentes simulaciones de la Sección VI parecen indicar que la tasa de depreciación debería ser aproximadamente 4 %. Ahora, independientemente del valor que se le de al valor inicial para el capital, esto parece implicar que la razón capital-producto para 1979 varía entre 2.1 y 2.2, como se puede observar en la Tabla 6.4.

Pero ¿qué se puede decir acerca del valor inicial para el acervo de capital?

En la Sección VII se tuvo problemas para establecer este valor, de hecho, cuando se aplicó a la regresión hecha por OLS la correción por Cochrane-Orcutt ya no se pudo decir nada acerca de la constante de la ecuación (7.8) y por lo tanto

$\frac{B}{\beta+\delta}$ que se había propuesto como acotamiento inferior al acervo de capital dado los supuestos de estado estable, ya no se pudo tomar como límite inferior. Sin embargo, la autocorrelación de los errores (en este caso positiva) no sesga la estimación de los parámetros, lo único que hace es subestimar la varianza de éstos, con lo cual cualquier intento de prueba de hipótesis estaría totalmente equivocado. Por lo tanto, haciendo a un lado lo anterior, se tomó la evaluación de la ecuación (7.4) sin corrección en t=T y se comparó con el mínimo posible de las simulaciones dado un valor inicial de cero para el acervo de capital en t=0; así, bajo condiciones de estado estable se estableció un acotamiento inferior o valor inicial a la razón capital-producto el cual fue de 0.85 para una tasa de depreciación del 4 % (ver Tabla 7.1), lo cual brinda una estimación de 2.13 en la razón capital-producto para 1979 (ver pág. 74).

Si la anterior sospecha es cierta, eso implicaría que la tasa de crecimiento de la inversión (β) es mayor que la tasa de crecimiento del capital (λ).[16/]

Matemáticamente, re-escribiendo (7.8):

$$K_t = \frac{B}{\beta + \delta} e^{\beta t} + Ce^{-\delta t}$$

16/ En el límite, cuando tienden a infinito, ambas tasas son iguales.

Derivando con respecto al tiempo

$$\frac{dK_t}{dt} = \frac{\beta B}{\beta+\delta} \quad e^{\beta t} - \delta C e^{-\delta t}$$

Dividiendo por K_t

$$\lambda = \frac{dK_t/dt}{K_t} = \frac{\beta B e^{\beta t} - (\beta+\delta)\delta C e^{-\delta t}}{B e^{\beta t} + (\beta+\delta)\ C e^{-\delta t}}$$

Si se supone que la constante de (7.8) C>0, entonces

$$\lambda = \frac{\beta B e^{\beta t} - (\beta+\delta)\delta C e^{-\delta t}}{B e^{\beta t} + (\beta+\delta) C e^{-\delta t}} \gtrless \beta$$

Reacomodando, se tiene que:

$$\beta B e^{\beta t} - (\beta+\delta)\delta C e^{-\delta t} \gtrless \beta B e^{\beta t} + \beta(\beta+\delta) C e^{-\delta t}$$

Lo que implica que: $-\delta < \beta$ y $\lambda < \beta$.

Lo anterior no permite tener un acotamiento superior, ya que si $\beta > \gamma$ y $\beta > \lambda$, entonces $\lambda \gtrless \gamma$, por lo tanto se pueden tener tres casos:

1. Si $\lambda > \gamma$ entonces $k'(t) > 0$ y la razón K/Q sería creciente.

2. Si $\lambda = \gamma$ entonces $k'(t) = 0$ y la razón K/Q sería constante.

3. Si $\lambda < \gamma$ entonces $k'(t) < 0$ y la razón K/Q sería decreciente.

Sin embargo, la historia económica de México hace suponer que el primer caso, de los tres nombrados anteriormente, es el más probable de que haya ocurrido, ya que antes de 1939 (fecha con la que se inicia este estudio) el país tenía poco de haber pasado por una Revolución que destruyó parte del acervo de capital que se tenía y se piensa que los niveles de formación de capital en ese lapso de tiempo (1910 - 1930) fueron muy bajos y si a esto se agrega la repercusión de la Gran Depresión de los 30s se tienen más bases para pensar en bajos niveles de formación de capital en ese período. Todo lo anterior hace pensar que la razón capital-producto debió ser creciente durante el período de estudio (1939-1979). En el límite dicha razón se mantuvo constante. Esta presunción da bases para tener un acotamiento superior en el cual, dada una tasa de depreciación probable la razón capital-producto no varía desde 1939 hasta 1979. Dicho acotamiento para una tasa de depreciación del 4 % es una razón capital-producto inicial en 1939 de alrededor de 2, esto brinda una estimación de la misma razón para 1979 de 2.15 (ver pág. 65), la cual está muy por debajo de lo que cualquier persona interesada en el tema podría suponer para un país como México.

IX. ANEXO ESTADISTICO

PRODUCTO INTERNO BRUTO

Miles de Millones de Pesos de 1960

Año		Año	
1900	22 975	1940	46 693
1901	24 950	1941	51 241
1902	23 170	1942	54 116
1903	25 765	1943	56 120
1904	26 218	1944	60 701
1905	28 943	1945	62 608
1906	28 615	1946	66 722
1907	30 294	1947	69 020
1908	30 248	1948	71 864
1909	31 136	1949	75 803
1910	31 414	1950	83 304
1911	31 626	1951	89 746
1912	31 838	1952	93 315
1913	32 053	1953	93 571
1914	32 269	1954	102 924
1915	32 486	1955	111 671
1916	32 705	1956	119 306
1917	32 925	1957	128 343
1918	33 146	1958	135 169
1919	33 370	1959	139 212
1920	33 594	1960	150 511
1921	33 820	1961	157 931
1922	34 608	1962	165 310
1923	35 797	1963	178 516
1924	35 212	1964	199 390
1925	37 402	1965	212 320
1926	39 646	1966	227 037
1927	37 902	1967	241 272
1928	38 137	1968	260 901
1929	36 662	1969	277 400
1930	34 364	1970	296 600
1931	35 503	1971	306 800
1932	30 207	1972	329 100
1933	33 620	1973	354 100
1934	35 889	1974	375 000
1935	38 549	1975	390 300
1936	41 633	1976	398 600
1937	43 011	1977	411 600
1938	43 708	1978	441 600
1939	46 058	1979	476 900

FUENTE: Producto Interno Bruto y Gasto. Banco de México, 1960-1977.

*Las cifras de PIB de 1911 a 1920 son interpolaciones con una tasa de crecimiento constante (no existen datos del PIB durante la Revolución).

INVERSION FIJA BRUTA Y PRODUCTO INTERNO BRUTO

Millones de Pesos de 1960

AÑOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO	IFB/PIB %	INVERSION FIJA BRUTA[1/] TOTAL	CONSTRUCCION	PRODUCCION INTERNA DE MAQ. Y EQUIPO	IMPORTACION DE MAQ. Y EQUIPO	OTROS
1939	46 058	7.3	3 351	2 214	89	595	453
1940	46 693	9.4	4 375	2 689	677	558	451
1941	51 241	10.4	5 337	2 780	1 060	1 032	465
1942	54 116	8.5	4 624	2 960	665	516	483
1943	56 120	8.2	4 628	3 149	116	860	503
1944	60 701	9.6	5 823	3 810	140	1 350	523
1945	62 608	13.4	8 365	4 956	424	2 461	524
1946	66 722	16.7	11 151	5 913	1 132	3 560	546
1947	69 020	18.2	12 567	6 032	1 836	4 141	558
1948	71 864	16.6	11 913	5 843	1 703	3 790	577
1949	75 803	14.3	10 855	5 913	1 619	2 733	590
1950	83 304	15.0	12 470	6 965	1 677	3 205	623
1951	89 746	17.6	15 812	7 625	2 826	4 814	547
1952	93 315	17.6	16 394	8 594	3 104	4 151	545
1953	93 571	16.9	15 804	7 920	2 788	4 537	559
1954	102 924	15.9	16 403	8 538	2 731	4 573	561
1955	111 671	16.6	18 502	9 507	3 170	5 133	692
1956	119 306	18.0	21 476	10 982	4 300	5 688	506
1957	128 343	18.1	23 267	12 414	4 092	5 935	826
1958	135 169	16.2	21 902	11 993	3 695	5 645	569
1959	139 212	15.9	22 196	12 260	4 593	4 700	643
1960	150 511	16.9	25 507	14 043	4 725	6 025	714
1961	157 931	16.3	25 718	13 955	5 188	5 803	772
1962	165 310	16.4	27 108	14 834	5 736	5 792	746
1963	178 516	16.9	30 227	16 936	6 380	6 042	369
1964	199 390	18.2	36 381	19 727	7 140	8 508	1 006
1965	212 320	18.4	39 054	19 461	8 035	10 551	1 007
1966	227 037	18.7	42 515	22 194	9 092	10 216	1 013
1967	241 272	20.0	48 341	24 932	10 340	11 890	1 179
1968	260 901	20.3	52 981	26 730	11 822	13 317	1 112
1969	277 400	20.5	56 889	29 590	13 585	12 597	1 117

Continúa

Continuación

AÑOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO	IFB/PIB %	INVERSION FIJA BRUTA[1/] TOTAL	CONSTRUCCION	PRODUCCION INTERNA DE MAQ. Y EQUIPO	IMPORTACION DE MAQ. Y EQUIPO	OTROS
1970	296 600	20.8	61 605	31 240	15 689	13 376	1 300
1971	306 800	19.3	59 311	30 433	15 893	11 603	1 382
1972	329 100	20.4	67 245	35 783	17 617	12 451	1 394
1973	354 100	22.0	78 001	41 440	20 455	14 777	1 329
1974	375 000	22.6	84 794	43 886	22 863	16 819	1 226
1975	390 300	23.2	90 682	46 465	25 254	17 571	1 392
1976	398 600	22.1	88 091	45 482	24 875	16 605	1 129
1977	411 600	19.6	80 722	44 572	23 656	11 408	1 086
1978	441 600	21.2	93 451	50 500	28 553	13 233	1 165
1979P/	476 900	23.2	110 542	57 620	33 550	18 526	846

FUENTE: Producto Interno Bruto y Gasto. Banco de México. 1960-1977.

1/ Las estimaciones anuales de la Inversión Fija Bruta a precios corrientes, se realizan en base al método indirecto de disponibilidades de bienes de capital, dada la falta de información existente de los gastos directos en bienes de capital por empresas y por las administraciones públicas. La formación bruta de capital fijo se calculó extrapolando el valor determinado en el Cuadro Insumo Producto de 1960 a partir de índices de valor que se construyeron para los siguientes componentes principales:

a) Construcción e instalaciones
b) Importación de bienes de capital
c) Producción interna de maquinaria y equipo, y
d) Un renglón de "otros" que incluye cultivos permanentes y animales de trabajo, de cría, de pie y esquila.

P/ Cifras preliminares.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. Banco de México (1980): Producto Interno Bruto y Gasto, Cuadernos de Trabajo (1960-1977) (1970-1979), México, D. F.

2. Feldstein, M. S. y Rothschild, M. (1974): "Toward an Economic Theory of Replacement Investment", Econometrica, Vol. 42, Mayo, 1974.

3. Fisher, F. M. (1965): "Embodied Technical Change and the Existance of an Aggregate Capital Stock", Review of Economic Studies, Vol. 39.

4. Fisher, F. M. (1969): "The Existance of Aggregate Production Functions", Econometrica, Vol. 37, Octubre, 1969.

5. Griffin, T. (1979): "The Stock of Fixed Assets in the United Kingdom: How to Make Best Use of the Statistics", en Patterson y Schott eds. (9).

6. Harcourt, G. C. (1969): "Some Cambridge Controversies in the Theory of Capital", Journal of Economic Literature, Vol. 7

7. Harcourt, G. C. y Laing, N. F. (eds.) (1977): Capital y Crecimiento, Fondo de Cultura Económica, 1977.

8. Hicks, J. (1974): "Capital Controversies: Ancient & Modern", American Economic Review, Mayo, 1974.

9. Patterson, K. D. y Schott, K. (eds.) (1979): The Measurement of Capital, Theory and Practice, MacMillan Press Ltd. 1979.

10. Samuelson, P. A. (1962): "Parable and Realism in Capital Theory: The Surrogate Production Function", Review of Economic Studies, Vol. 29. También en (7).

11. Usher, D. (ed.) (1980): The Measurement of Capital, NBER.

12. Ward, M. (1976a): The Measurement of Capital, The Methodology of Capital Estimates in OECD Countries, OECD, Paris.

13. Ward, M. (1976b): "Problems of Measuring Capital in Less Developed Countries", Review of Income and Wealth, series 22, No. 3.

14. Young, A. H. y Musgrave, J. C. (1980): "Estimation of Capital Stock in the United States", en Usher ed. (11).