

00861



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ECONOMÍA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**CRECIMIENTO ECONÓMICO, URBANIZACIÓN
Y CONCENTRACIÓN URBANA EN MÉXICO
1970-2001: UNA APROXIMACIÓN
POR SERIES DE TIEMPO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ECONOMÍA
P R E S E N T A:
IGOR LUGO OLMOS



ASESOR: DR. ROBERTO I. ESCALANTE SEMERENA

MÉXICO, D.F.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

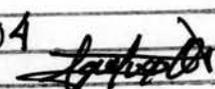
Crecimiento Económico, Urbanización y Concentración Urbana en México 1970 – 2001: una aproximación por Series de Tiempo

Introducción	6
1. Teoría del Crecimiento	6
1.1 Modelo Neoclásico de Crecimiento : Estructura Básica	9
1.1.1 Supuestos del Modelo de Crecimiento	13
1.2 Modelo de Crecimiento Endógeno	15
1.2.1 Modelo con Externalidades de Capital	17
1.2.2 Aprendizaje por la Práctica y Desbordamiento de Conocimiento	19
1.2.3 Capital Humano	22
1.2.4 Progreso Tecnológico Endógeno con Investigación y Desarrollo (R&D)	24
2. Proceso de Urbanización	26
2.1 Urbanización	26
2.1.1 Índice de Urbanización	29
2.2 Concentración Urbana	31
2.2.1 Índice de Concentración Urbana	33
3. Especificación del Modelo	37
3.1 Metodología Econométrica	42
4. Evidencia Empírica: el Caso de México	64
4.1 Etapas del Proceso de Urbanización	64
4.2 Pruebas Econométricas y Estimaciones	74
Conclusiones	90
Recomendaciones	102
Bibliografía	104
Anexo	113

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: IGOR LOAÑO OLIVERA

FECHA: 12/09/04

FIRMA: 

Introducción

En la vasta literatura existente sobre el proceso de urbanización se hace referencia a las diferentes teorías, metodologías y modelos econométricos empleados para relacionar y cuantificar éste proceso con el crecimiento económico de un país o un conjunto de países. Los esfuerzos de los análisis económicos en materia de crecimiento dirigen algunos de sus estudios para identificar los factores que pueden determinar y explicar la diferencia de crecimiento a largo plazo entre países, en donde además de los factores conocidos y analizados por la teoría del crecimiento, se une un elemento más, que al parecer tiene las características teóricas fundamentales para incorporarse en los análisis empíricos: el proceso de urbanización; que complementa la explicación económica del crecimiento. La principal idea de incluir al proceso de urbanización dentro de los modelos de crecimiento económico se debe a la evidencia encontrada de que en un inicio la urbanización fue el resultado de un mayor ritmo de crecimiento económico (Williamson, 1965; Henderson, 2003), donde en etapas posteriores, esta relación se ha revertido y sugiere una mejor explicación del crecimiento económico nacional. Así, el proceso de urbanización se explica por dos vertientes que presentan características teóricas, en las cuales divergen en su consistencia lógica interna: la urbanización y la concentración urbana; ambas se refieren a un mismo objeto de estudio - el proceso de urbanización - pero difieren en la forma de afrontar el análisis dentro del sistema lógico en su conjunto. La discusión en este tema se basa en la idea de que en un nivel dado de desarrollo urbano, existe un nivel óptimo de urbanización o un nivel óptimo de concentración urbana, con pérdidas económicas si existe una desviación sobre este nivel. En lo que se refiere a la urbanización, autores como Gullup, Sacks y Mellinger (1999), señalan que la urbanización *per se* promueve el crecimiento económico, mientras en Henderson (2003) muestra evidencia econométrica de que esta relación no existe. Por lo tanto, el concepto de concentración urbana toma mucho más fuerza e importancia para realizar análisis en donde se pueda determinar y medir los efectos intrínsecos de la formación de aglomeraciones urbanas, además de las

respuestas presentadas sobre el crecimiento económico. En la relación que esto conlleva los efectos de las externalidades en la formación de las ciudades como zonas de desarrollo, son un punto fundamental, que explican la formación de aglomeraciones urbanas. Las teorías existentes, interpretan este fenómeno en donde las innovaciones y las mejoras tecnológicas ocurren en una empresa que incrementa su productividad y hace que las demás empresas presenten un mismo comportamiento pero sin una completa compensación, a este proceso se le conoce como externalidades tecnológicas, en donde existe un derrame de conocimientos (Loury, 1979; Dasgupta and Stiglitz, 1980; Griliches, 1979; Glaeser, Kallal, Scheinkman and Shleifer, 1992; Chao and Yu, 1994; Henderson, 1997, 2001).

El proceso de urbanización que se ha presentado en México a lo largo del siglo pasado y en especial del periodo de 1970 al 2001, indica un aumento en el nivel de urbanización que se ha reflejado en un cambio en la estructura territorial y organizacional de las principales zonas que contienen a las ciudades más importantes del país. Siendo estas, polos de desarrollo regional que dirigen y distribuyen actividades a todo el territorio nacional. Es importante mencionar que la medición de las externalidades tecnológicas dentro de la investigación se analizo de forma agregada, es decir, no se realizo el cálculo que las diferentes teorías (Marshall – Arrow – Romer (MAR), Poter (1990), Jacobs (1969) existentes señalan para medir y especificar el tipo de externalidades que pueden presentarse, por lo tanto se pretende demostrar en un segundo momento la existencia externalidades y que éstas, a su vez, son un factor determinante en el proceso de urbanización y crecimiento económico nacional. Así, por la importancia y desarrollo del proceso de urbanización a nivel nacional y regional, se puede decir que éste ha experimentado gran influencia en el ritmo de crecimiento del ingreso per cápita a nivel nacional. Para medir y comparar el proceso de urbanización en México se formaron tres índices: índice de urbanización (Unikel, 1976), índice H de concentración (Hirschman, 1964) y un índice de primacía

urbana (Wheaton and Shishido, 1981). El primero hace referencia a la urbanización, mientras los dos últimos miden la concentración urbana.

El análisis aplicado actual sugiere como requisito fundamental, el cuantificar y medir la distancia entre el funcionamiento de la economía vigente y su objeto de estudio. La economía aplicada hace posible el conocimiento de la economía vigente en términos de magnitudes y estructuras específicas, así como de su posición respecto al objetivo (Noriega, 2001). A comparación de otras investigaciones el presente trabajo consiste en la utilización de métodos econométricos modernos por medio de utilizar series de tiempo, a diferencia de otros métodos utilizados (Wheaton and Shishido, 1981; Henderson, 2003) para hacer el mismo análisis: modelos de corte transversal y de panel. Por lo tanto, el trabajo econométrico consiste en realizar la interpolación por medio de diferentes técnicas para encontrar los valores anuales de los distintos índices, bajo la restricción que se presenta en la base de datos. Hallar un vector de cointegración para cada modelo realizado, utilizando las variables de producto (Y), Inversión (I) y los tres índices que explican el proceso de urbanización (IUR, 1/H, PDF) por medio del procedimiento de Johansen (1988). Se realizan pruebas de raíces unitarias para determinar el orden de integración de cada serie. Se hace un modelo de vectores de corrección de errores (VECM) para poder realizar las pruebas de exogeneidad: exogeneidad débil y la prueba de no causalidad de Granger. Ambas pruebas se realizan con el propósito de hacer inferencia estadística y pronóstico sobre los parámetros encontrados. El análisis de impulso respuesta y descomposición de varianza explican y confirman la relación entre las variables y su grado de exogeneidad.

En el primer capítulo se expondrán los planteamientos básicos de la teoría del crecimiento económico, ligando el conjunto de condiciones iniciales, hipótesis y resultados del modelo neoclásico al modelo de crecimiento endógeno. En éste último, los rendimientos constantes o crecientes a escala se encuentran relacionados con las externalidades de capital, el aprendizaje por la práctica y

desbordamiento de conocimiento, el capital humano y el progreso tecnológico endógeno con investigación y desarrollo (R&D). En el siguiente capítulo, se analiza al proceso de urbanización por medio de la urbanización y la concentración urbana, así como la explicación para formar los diferentes índices a analizar. El capítulo tercero se especifica el modelo teórico a evaluar y la metodología econométrica aplicada para determinar la relación entre el crecimiento económico y el proceso de urbanización. En el último capítulo se presenta la evaluación del caso de México por medio de sus etapas de urbanización, pruebas econométricas y estimaciones. Se finaliza la investigación con las conclusiones y recomendaciones, así como un anexo en donde se explica y se presenta la metodología utilizada para realizar las interpolaciones de los índices, además de poner la tabla con los datos que se utilizaron para realizar las estimaciones.

El análisis se realizó con datos de la CONAPO (sistema urbano nacional) y el INEGI (Censos de Población y Vivienda, Banco de Información Económica).

Esquema General de la Investigación

CRECIMIENTO ECONÓMICO, URBANIZACIÓN Y CONCENTRACIÓN URBANA

CRECIMIENTO ECONÓMICO

PROCESO DE URBANIZACIÓN

TEORÍA DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO

URBANIZACIÓN

CONCENTRACIÓN URBANA

MODELOS DE CRECIMIENTO ENDÓGENO
MODELOS AK

ÍNDICE DE URBANIZACIÓN

→ ÍNDICE DE CONCENTRACIÓN
→ ÍNDICE DE PRIMACÍA

ECONOMETRÍA

Cointegración

Procedimiento de Johansen

Exogeneidad
→ Débil
→ Fuerte

El Caso de México

Resultados

1. Teoría del Crecimiento

El crecimiento económico ha sido un fenómeno que a lo largo de su historia se ha intentado explicar por medio de la teoría económica, la cual por ser provisional e incompleta, plantea por sí sola, la necesidad perenne de incrementar el conocimiento en la materia, para anticipar la expansión de las capacidades institucionales ante los fenómenos menos conocidos (Noriega, 2001).

El estudio del crecimiento en la economía es muy importante, ya que se intenta responder a la cuestión de cuáles son los factores de crecimiento que permiten obtener tasas de crecimiento sostenidas durante un largo periodo, que inciden principalmente en el nivel de ingreso per cápita de un país (Sala – I – Martin, 2000). Entender el proceso que caracteriza al crecimiento económico por medio del crecimiento del producto y capital per cápita, la tasa de retorno del capital, la relación entre el capital – producto, la proporción del trabajo y el capital en el producto nacional y las diferencias entre países en su patrón de crecimiento y bienestar, son los principales objetivos que la teoría del crecimiento intenta explicar por medio de modelos (Barro and Sala – I – Martin, 1995; Argandoña, Gámez y Mochón, 1997; Sala – I – Martin, 2000). Así, a medida que la economía se encuentra en una fase de crecimiento, se activan un conjunto de factores que realizan cambios importantes en la estructura económica nacional, que se caracterizan por una pérdida en la importancia del sector agrario y un acelerado proceso del crecimiento de ciudades, una concentración de la población y de la actividad económica propiciada por economías de escala en la producción, así como la existencia de economías de aglomeración, por mencionar algunas (Argandoña, Gámez y Mochón, 1997).

La información existente, señala que de 1960 a 1989, se presentó un incremento en el ingreso per cápita mundial, con una tasa anual del 2.25%. Esto refleja también la gran variedad de las tasas de crecimiento del ingreso per cápita mundial que se presentan en determinados países. El promedio sobre el periodo

de 1960 a 1964 del 10% de las economías más pobres, tuvieron un ingreso per cápita menor al 0.22% sobre el promedio mundial y contenían un 26% de la población mundial. En contraste el 10% de las economías más ricas presentaron tasas de ingresos per cápita superiores al 2.7% sobre el promedio mundial y contenían el 12.5% de la población mundial. Del periodo de 1985 a 1989 el 10% de las naciones más pobres presentaron una disminución de 0.15% en el promedio del crecimiento per cápita con respecto al promedio mundial, al mismo tiempo en donde el 10% de los países más ricos incrementaron en un 3.08% su crecimiento del ingreso per cápita sobre el promedio mundial (Durlauf and Quah, 1998). Esta información muestra que los países pobres se hicieron más pobres y los países ricos mucho más ricos. El analizar el patrón de crecimiento per cápita a largo plazo, es fundamental para poder proponer una aproximación adecuada, de cuáles son las condiciones y factores que explican este comportamiento.

La importancia de la teoría del crecimiento en los análisis económicos se basa en los nuevos desarrollos en el área de organización industrial y las técnicas de análisis de los sistemas dinámicos, así como en el análisis del crecimiento a largo plazo en donde no intervienen factores monetarios (del lado de la demanda), sino únicamente factores reales (lado de la oferta). En este punto es preciso mencionar que las políticas de demanda que se llevan a cabo inciden solo en las variables reales a corto plazo pero no alteran el comportamiento del crecimiento a largo plazo. De aquí se desprende el principal interés el cual es conocer los factores que determinan una trayectoria de crecimiento en el largo plazo (Argandoña, Gámez y Mochón, 1997). Otro hecho fundamental es la evidencia empírica, que justifica un análisis más detallado del crecimiento económico y que por lo tanto intenta explicar las diferencias observadas en los niveles de vida de diferentes países.

Resumiendo, el crecimiento económico se puede definir como: un proceso constante de incrementos en la capacidad productiva de la economía y, por lo tanto, en el ingreso nacional (Bannock, Baxter y Rees, 2001); incrementos en el

nivel real del producto nacional que depende de la forma en que se esté midiendo el producto nacional (Pearce, 1992). La medición del ingreso per cápita es una mejor aproximación al análisis del crecimiento económico, así cuando se habla de crecimiento económico el ingreso per cápita es una expresión que capta los impactos del crecimiento sobre un individuo particular. La teoría del crecimiento es el estudio de la economía que determina la tasa a la cual se crece, a través del tiempo, en donde se permite que existan cambios en stock de capital, la fuerza de trabajo y el progreso tecnológico, que en su conjunto son los factores que determinan el nivel de producción (Pearce, 1992; Bannock, Baxter y Rees, 2001).

Existen dos grandes grupos de teorías de crecimiento: teoría de crecimiento neoclásica y teoría de crecimiento keynesiana (y neo – keynesiana). La primera considera a la economía estable y que tiende al pleno empleo, mientras la segunda considera a la economía inestable y sin pleno empleo, aunque bajo ciertas restricciones el equilibrio se puede presentar; ambas enfrentan los problemas de estabilidad y de desempleo.

Así, para avanzar en el conocimiento de la naturaleza y causa del crecimiento económico, existe un amplio bagaje de conocimientos relacionados a las grandes aportaciones de Adam Smith, Malthus, Ricardo, Marx y Schumpeter, pero fue hasta la década de 1930 en donde la modelización del crecimiento tuvo su arranque. Los primeros trabajos por Harrod (1939) y Domar (1946) que ampliaban la dinámica a corto plazo introducida por Keynes (1936); Solow (1956) y Swan (1956), que elaboraron un modelo básico de una economía dinámica; Cass (1965) y Koopmans (1965) a partir de un modelo elaborado por Ramsey (1928), donde completaron la teoría neoclásica bajo el supuesto de optimización racional de los consumidores; pero fue hasta la década de los ochentas en donde Romer (1986), Lucas (1988) y Rebelo (1991), le dieron un nuevo respiro a la teoría del crecimiento económico, donde se permitía abandonar el supuesto de los rendimientos decrecientes del capital. Los trabajos de Romer (1987, 1990) Aghion y Howitt (1992) y Grossman y Helpman (1991), modelizaron un sector en donde la

investigación y desarrollo (R&D) generaba el progreso tecnológico en una economía sin competencia perfecta.

El punto de inicio para el análisis del crecimiento económico se debe a los trabajos desarrollados por Solow (1956) y Swan (1956), por lo que se conoce como el modelo Solow – Swan, donde sus hipótesis e implicaciones se toman como referencia para el estudio de las fuentes del crecimiento económico. La estructura principal de este primer apartado es realizar un análisis particular de cada una de las aportaciones realizadas a la teoría del crecimiento económico, iniciando con las bases de los modelos del crecimiento, para así ir uniendo las bases de los modelos AK y su relación con las propuestas de Lucas (1988) y principalmente de Romer (1984). Esto se debe al esquema teórico propuesto para realizar el estudio del crecimiento económico y el proceso de urbanización.

1.1 Modelo Neoclásico de Crecimiento: Estructura Básica

La estructura básica del modelo de crecimiento económico se puede representar por medio de dos agentes económicos, un consumidor y un productor. Si pensamos en una economía a la Robinson Crusoe el análisis se sintetiza en una sola unidad (familia – productora), en donde esta unidad es dueña de sus recursos y maneja la tecnología para transformar éstos en producto (Barro and Sala – I – Martin, 1995). Existen dos factores de producción, el capital (K_t) y el trabajo (L_t), en donde su combinación da como resultado un nivel de producto (Y_t), esto se representan por medio de una función de producción Neoclásica de la siguiente forma:

$$(1) \quad Y_t = F(K_t, L_t)$$

Se supone un sector de producción, donde el producto es homogéneo y que se consume, C_t , o invierte, I_t , para crear nuevas unidades de capital. También se

supone que la economía es cerrada y que la tasa de ahorro es exógena (fracción del producto que es ahorrada).

$$(2) \quad C_t = Y_t - sY_t$$

donde s se define como una constante (Solow, 1956; Swan, 1956):

$$(3) \quad s(\bullet) = s > 0$$

y como sabemos que en esta economía el ahorro es igual a la inversión se tiene que:

$$(4) \quad sY_t = I_t$$

el capital se define como:

$$(5) \quad K_t = K_{t-1}(1-\delta) + I_t$$

donde el capital depende de una forma dinámica de su comportamiento histórico, de una tasa de depreciación, δ , y la inversión. Arreglando los términos de la ecuación (5) se puede llegar a expresar el capital en forma de un incremento en el stock de capital a través del tiempo de la forma:

$$(6) \quad \dot{K}_t = I_t - \delta K_{t-1}$$

y por lo tanto sustituyendo (4) en (6) y expresándola en forma general se tiene que:

$$(7) \quad \dot{K} = sF(K, L) - \delta K$$

la ecuación (7) determina la dinámica del capital dado un nivel de tecnología y fuerza de trabajo (Barro and Sala – I – Martin, 1995).

La fuerza de trabajo se supone que es una proporción fija de la población total:

$$(8) \quad L_t = aP_t$$

donde L_t es la fuerza de trabajo, P_t la población y a es una constante.

Este supuesto implica que en la caso de una economía cerrada, la fuerza de trabajo crece a la misma tasa que la población total. Así, la población y por tanto la fuerza de trabajo crecen a una tasa constante y exógena (Jones, 1988). Por lo tanto, la fuerza de trabajo, L_t , varía en el tiempo a causa del crecimiento de la población, la cual refleja el comportamiento de la fertilidad, mortalidad y la migración; cambios en las tasas de participación y movimientos en la cantidad de tiempo trabajado por el trabajador típico (Barro and Sala – I – Martin, 1995). Estas características del comportamiento de la fuerza de trabajo se representan como:

$$(9) \quad \frac{\dot{L}}{L} = n; n \geq 0$$

donde también se puede representar como:

$$(10) \quad L_t = e^{nt}$$

esta expresión dice que la fuerza de trabajo crece a partir de un nivel inicial L_t , a una tasa proporcional constante n (Jones, 1988). Concepto conocido como crecimiento continuo a una tasa constante.

Para determinar la ecuación fundamental del modelo de Solow – Swan con un nivel de población dado y bajo el supuesto de que no existe progreso tecnológico la ecuación (7) si la dividimos por L se obtiene:

$$(11) \quad \frac{\dot{K}}{L} = sf(k) - \delta k$$

para expresar las variables en términos per cápita se realiza lo siguiente:

$$(12) \quad \frac{K}{L} \Rightarrow \frac{d\left(\frac{K}{L}\right)}{dt} = \dot{k} = \frac{\dot{K}}{L} - kn$$

sustituyendo (11) en (12) se obtiene:

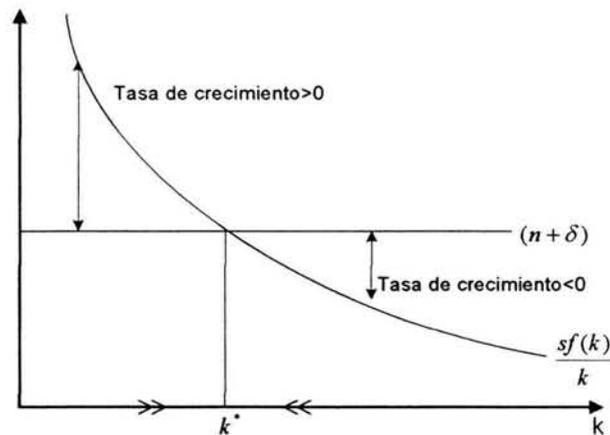
$$(13) \quad \dot{k} = sf(k) - (n + \delta)k$$

la ecuación (13) es la ecuación fundamental del modelo que define la trayectoria temporal del stock de capital per cápita. Si dividimos a la ecuación (13) por k se llega a:

$$(14) \quad \gamma_k = \frac{sf(k)}{k} - (n + \delta)$$

donde (14) es la tasa instantánea de crecimiento del capital per cápita.

Gráfica 1: Dinámica del Modelo de Solow - Swan



La distancia entre la curva de ahorro y la línea de depreciación es igual a la tasa de crecimiento del capital per cápita, γ_k , el punto donde se unen es el estado estacionario donde $\gamma_k=0$.

1.1.1 Supuestos del Modelo de Crecimiento

La función de producción neoclásica que se analiza es la conocida función de producción agregada continua, la cual permite la sustitución del capital por trabajo para obtener una determinada cantidad de producto. Esta debe cumplir las siguientes propiedades:

$$(P.1) \quad \begin{array}{ll} \frac{\partial F}{\partial K} > 0, & \frac{\partial^2 F}{\partial K^2} < 0 \\ \frac{\partial F}{\partial L} > 0, & \frac{\partial^2 F}{\partial L^2} < 0 \end{array}$$

los productos marginales de cada factor deben ser positivos y la productividad marginal decreciente.

$$(P.2) \quad F(\lambda K, \lambda L) = \lambda F(K, L) = \lambda Y \quad \text{para todo } \lambda > 0$$

debe ser una función de producción homogénea que está sujeta a rendimientos constantes a escala

$$(P.3) \quad \begin{aligned} \lim_{K \rightarrow 0} (F_K) &= \lim_{L \rightarrow 0} (F_L) = \infty \\ \lim_{K \rightarrow \infty} (F_K) &= \lim_{L \rightarrow \infty} (F_L) = 0 \end{aligned}$$

el producto marginal del capital (trabajo) se aproxima a infinito a medida que el volumen de capital (trabajo) tiende a cero, y se aproxima a cero conforme el volumen del capital (trabajo) se acerca a infinito (Barro and Sala – I – Martin, 1995; Argandoña, Gámez y Mochón, 1997). Esto se conoce como las condiciones de Inada, Inada (1963).

Una vez expuestas las condiciones que requiere una función de producción neoclásica se puede representar y llegar a la siguiente ecuación:

$$(15) \quad Y = F(K, L) = LF \left(\frac{K}{L}, 1 \right) = Lf(k)$$

$$(16) \quad y = f(k)$$

la ecuación (16) es la función de producción intensiva o por trabajador. La última propiedad que se cumple en una función de producción neoclásica es:

$$(P.4) \quad \text{dado } y = f(k), \text{ si } k=0 \Rightarrow y=0$$

que expresa que sin factores no existe producción.

1.2 Modelo de Crecimiento Endógeno

Para determinar el crecimiento a largo plazo, algunos de los supuestos del modelo neoclásico se deben dejar de lado para introducir al progreso tecnológico dentro del modelo.

Si decimos que la función de producción es lineal en el stock de capital se tiene:

$$(17) \quad Y_t = AK_t$$

donde A es una constante que representa el progreso tecnológico, así la función (17) de producción se llama de tecnología AK. Si tenemos presente el concepto de capital humano, el factor K de capital se divide en: capital físico y capital humano. El factor trabajo aumenta de forma similar al capital, es decir, sacrifica consumo actual (Sala – i – Martín, 1994). Si todos los factores de producción son capital y si presentan rendimientos constantes a escala, la función de producción se dice que tiene la forma AK.

Las propiedades de la función AK presenta diferencias con respecto a las propiedades del modelo neoclásico, que son las siguientes:

$$(P.5) \quad \frac{\partial F}{\partial K} = A, \quad \frac{\partial^2 F}{\partial K^2} = 0$$

tiene rendimientos positivos pero no decrecientes del capital.

$$(P.6) \quad \lim_{K \rightarrow 0} (F_K) \neq 0, \Rightarrow \lim_{K \rightarrow 0} (F'_K) = A$$
$$\lim_{K \rightarrow \infty} (F_K) \neq \infty, \Rightarrow \lim_{K \rightarrow \infty} (F'_K) = A$$

no satisface las condiciones de Inada en el capital.

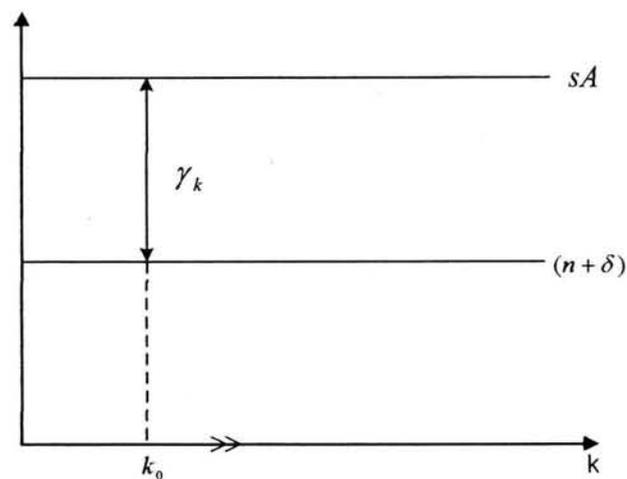
Si suponemos el resto del modelo exactamente igual al neoclásico de la ecuación (13), se obtiene:

$$(18) \quad \dot{k} = sAk - (n + \delta)k$$

dividiendo por k:

$$(19) \quad \gamma_k = \frac{\dot{k}}{k} = sA - (n + \delta)$$

Gráfica 2: Modelo AK



si $sA > (n + \delta)$ la tasa de crecimiento es positiva y constante, por lo que la economía se considera productiva. Si el producto per cápita, y , es proporcional al capital per cápita, k , esto es $y = Ak$, la tasa de crecimiento presenta el mismo comportamiento en las dos variables. El consumo también es proporcional por lo que $\gamma_k = \gamma_y = \gamma_c = \gamma^*$. Todas las variables crecen al mismo ritmo (Sala – i – Martín, 1994).

Las principales diferencias entre el modelo Ak y el modelo neoclásico de crecimiento son:

- 1) La tasa de crecimiento del producto per cápita, y , puede ser positiva sin la necesidad de tener que suponer que alguna variable tiene un crecimiento continuo y es una variable exógena.
- 2) Las tasas de crecimiento están determinadas por factores visibles.
- 3) La economía crece de una transición hacia el estado estacionario porque siempre crece a una tasa constante, con independencia en el stock de capital.
- 4) No predice convergencia condicional ni absoluta.
- 5) el modelo Ak presenta efectos permanentes a causa de un factor exógeno como pueden ser los desastres naturales o las guerras.

1.2.1 Modelo con externalidades de Capital

La idea general del modelo de Romer (1988) es que cuando una empresa aumenta su stock de capital por medio de la inversión, aumenta su producción y el de las demás empresas que la rodean.

La función de producción se expresa como:

$$(20) \quad Y_t = AK_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \kappa_t^\eta$$

donde κ_t^η representa la externalidad, η mide la importancia de la externalidad. Si $\eta=0$ se obtiene una función de producción neoclásica. Si especificamos que $\kappa = k$ la externalidad es igual al capital per cápita, la función de producción queda especificada como (Lucas, 1988):

$$(21) \quad Y_t = AK_t^{\alpha+\eta} L_t^{1-\alpha-\eta}$$

si obtenemos la forma intensiva de la función de producción se tiene:

$$(22) \quad Y_t = Ak_t^{\alpha+\eta}$$

la tasa de crecimiento del capital per cápita es:

$$(23) \quad \gamma_k = sAk^{\alpha+\eta-1} - (n + \delta)$$

obtenida la ecuación (22) y (23) existen dos casos los cuales son importantes de mencionar:

$$(C.1) \quad \alpha+\eta=1$$

por lo que la ecuación (23) se expresa como:

$$(24) \quad \gamma_k = sA - (n + \delta)$$

la tasa de crecimiento del capital coincide con el modelo AK.

$$(C.2) \quad \alpha+\eta>1$$

Existe el estado estacionario aunque es inestable (Sala – i – Martin, 1994).

Si se sigue el supuesto de Romer en donde el stock de capital relevante para la existencia de externalidades es $\kappa = k$, y se hace el supuesto que la población no crece, de la ecuación (20) se llega a una función de producción en forma intensiva expresada como:

$$(25) \quad y_t = Ak_t^\alpha \kappa_t^\eta$$

y si sustituimos el supuesto de capital agregado de Romer en la ecuación (25) se llega a:

$$(26) \quad y_t = Ak_t^{\alpha+\eta} L_t^\eta$$

en donde la tasa del crecimiento del capital pasa a ser:

$$(27) \quad \gamma_k = sAk^{\alpha+\eta-1} L^\eta - \delta$$

en esta ecuación queda señalado que $n=0$, bajo el supuesto de que L_t es constante (Sala – i – Martin, 1994). Si el caso (C.1) se presenta se tiene que:

$$(28) \quad \gamma_k = sAL^\eta - \delta$$

la tasa de crecimiento está relacionada positivamente con el tamaño de la población, esto es lo que se conoce como los efectos de escala. Si L crece a una tasa constante, n , la tasa de crecimiento del capital sería mucho mayor, lo cual contradice el supuesto de que la tasa de crecimiento es más o menos constante. Si se presenta el caso donde $\alpha+\eta < 1$, la economía se comporta como en el modelo neoclásico.

1.2.2 Aprendizaje por la Práctica y Desbordamiento de Conocimiento

Dos de los principales supuestos para explicar el avance importante dentro de los modelos de crecimiento endógeno son: el aprendizaje por la práctica (learning by doing) y el derrame de conocimientos (knowledge spillovers). Ambos son factores determinantes para explicar el crecimiento económico y la diferencia de crecimiento entre países. El papel que juega el conocimiento en la teoría de

crecimiento endógeno es de suma relevancia. El conocimiento tiene las siguientes características: a) el de ser un bien no rival, no excluible (Romer, 1990). Este puede ser utilizado por distintas personas al mismo tiempo, por lo que su uso no puede ser restringido por medio de un precio o por parte de otra persona, esto lo hace ser un bien público. b) puede presentarse como un bien rival, excluible. Su uso es impedido por medio de otros agentes así por la existencia de un precio por dicho bien. El precio indica que es rentable dedicar recursos a producir conocimientos (R&D). Estas características señalan que los problemas del crecimiento que enfrentan los países pobres se deben no a las dificultades para acceder a las nuevas tecnologías, sino a la falta de capacitación para usarlas (Argandoña, Gámez y Mochón, 1997). Expresando la función de producción de manera agregada se tiene:

$$(29) \quad Y_t = F(K_t, A_t L_t)$$

donde K_t , L_t y A_t son el capital, el trabajo y la tecnología, esta última se denomina como potenciadora del trabajo, y suponiendo que L_t es constante. A diferencia del modelo neoclásico de crecimiento se supone que A_t no presenta un crecimiento exógeno, x (Argandoña, Gámez y Mochón, 1997; Sala – i – Martín, 1994; Barro and Sala – i – Martín, 1995).

La adquisición de conocimientos, como señala Arrow (1962), por parte de las empresas se vincula a la experiencia, en donde existe una estrecha relación entre la experiencia acumulada y los aumentos en la productividad. Así, un aumento de la experiencia se debía principalmente a la inversión, por lo que un buen indicador de la experiencia es la inversión acumulada. Esto se conoce como el *aprendizaje por la práctica*. Si este supuesto es aceptado, entonces el conocimiento o nivel tecnológico es un bien público, el cual una vez inventado se esparce por toda la economía. En todo momento A_t es el nivel de conocimiento agregado de la economía. A este fenómeno se le conoce como *derrame de conocimientos*. Por lo tanto, si se juntan los dos supuestos se tiene que:

$$(30) \quad A_t = \kappa_t$$

en donde κ_t es el capital agregado. El conocimiento es proporcional al stock de capital (Argandoña, Gámez y Mochón, 1997). Rescribiendo la función (29) y sustituyendo (30) en (29) se obtiene:

$$(31) \quad Y_t = K_t^\alpha (\kappa_t L_t)^{1-\alpha}$$

esta ecuación presenta rendimientos constantes de escala cuando κ_t permanece constante. Si aumenta K_t , también aumenta κ_t en la misma medida ya que es el capital agregado (Sala – i – Martín, 1994). Los dos factores explicados en esta sección permiten generar un crecimiento endógeno.

Bajo el supuesto de que L_t es constante y tomando la ecuación (28), en donde se determina que existen efectos de escala, estos se relacionan con las externalidades, la complementariedad entre empresas o en situaciones de aprender haciendo, la inversión en capital humano o en la formación de conocimientos científicos (R&D) (Argandoña, Gámez y Mochón, 1997). Para explicar los efectos de escala es importante mencionar la unidad en que estos se están midiendo, la unidad escalar sería el área en la cual un determinado tipo de conocimientos se desborda, es decir, para realizar análisis empíricos es necesario delimitar el área de estudio si se refiere a la industria, a un área geográfica delimitada o por medio de otro tipo de restricción (Sala – i – Martín, 1994; Barro and Sala – i – Martín, 1995). Este tipo de efectos explica que si la población crece a lo largo del tiempo, presentará el mismo comportamiento el producto, dando como consecuencia la inexistencia de un estado estacionario, porque la tasa de crecimiento de la economía es creciente.

1.2.3 Capital Humano

El conocimiento se debe incorporar en algún equipo o tecnología, así como también en la fuerza de trabajo, este último fenómeno es lo que se conoce como capital humano. El capital humano se define como la suma de capacidades que influyen sobre la producción y están incorporadas a individuos o a grupos de individuos. Estas capacidades son la educación, la formación profesional, la salud, la convivencia, etc. (Argandoña, Gámez y Mochón, 1997). El conocimiento en este caso es un bien rival y excluible. Así la razón por la que algunos países tienen ritmos de crecimiento muy lento es debido no al acceso a la tecnología, sino que presentan falta de capacitación para utilizar la tecnología. Por lo tanto, cambios moderados en la acumulación del capital físico y humano traen grandes cambios en los niveles de producto por trabajador. La existencia del capital humano implica elevar los incentivos de la participación del producto que corresponde a cualquier tipo de capital, así, la acumulación de capital humano es similar a la acumulación de capital físico, por lo que si se dedican más recursos a la acumulación de ambos se incrementará el producto en el futuro. (Mankiw, Romer and Weil, 1992). Los modelos de capital humano presentan posibles fallas de mercado, las cuales son de tres tipos (Argandoña, Gámez y Mochón, 1997): a) externalidades positivas: aumento de la productividad por trabajador debido al intercambio de ideas, conocimientos y experiencias con otros trabajadores; b) externalidades negativas: el no aumento de la productividad por trabajador debido a un mecanismo de selección que supone el éxito y fracaso de otros trabajadores; c) ausencia de mercados financieros perfectos: no se puede financiar la inversión en capital humano por la falta de mercados financieros perfectos.

El modelo en donde coexiste el capital físico y humano se puede expresar como:

$$(32) \quad Y_t = AK_t^\alpha H_t^{1-\alpha}$$

donde $0 \leq \alpha \leq 1$. El capital humano, H_t , esta formado por una *cantidad* de trabajadores, L_t , y por una *calidad* de trabajadores, h_t , ambos son sustitutos perfectos en la producción. Solamente una combinación de ellos, $L_t h_t$, pueden llevar a cabo la producción. La fuerza de trabajo, L_t , se supone fija, por lo tanto los crecimientos en H_t son resultado en la mejoras promedio alcanzadas por h_t . Además se omite cualquier progreso tecnológico en la ecuación (32) (Barro and Sala – i – Martin, 1995).

El producto puede ser usado para el consumo o la inversión en capital físico o humano, y se asume que la tasa de depreciación de ambos es igual (Sala – i – Martin, 1994; Barro and Sala – i – Martin, 1995. Una expresión que sintetiza lo anterior es:

$$(33) \quad \dot{K} + \dot{H} = AK_t^\alpha H_t^{1-\alpha} - C - \delta_K K_t - \delta_H H_t$$

donde el cambio en el stock de capital individual es:

$$(34) \quad \dot{K} = AK_t^\alpha H_t^{1-\alpha} - C - \delta_K K_t$$

$$(35) \quad \dot{H} = AK_t^\alpha H_t^{1-\alpha} - C - \delta_H H_t$$

si suponemos que las dos tasas de depreciación son idénticas y que los rendimientos de cada activo, dados por su productividad marginal, coincidan

$\frac{\partial \dot{K}}{\partial K} = A\alpha \left(\frac{K}{H}\right)^{\alpha-1} - \delta$, y $\frac{\partial \dot{H}}{\partial H} = A(1-\alpha) \left(\frac{K}{H}\right)^\alpha - \delta$, se obtiene:

$$(36) \quad \frac{K}{H} = \frac{\alpha}{(1-\alpha)}$$

condición requerida para la coexistencia entre el capital físico y humano producidos con la misma tecnología (Sala – i – Martin, 1994). De la ecuación (36), si se despeja H, y se incorpora a la ecuación (32) se llega a una relación equivalente con el modelo de crecimiento endógeno, donde se presenta la coexistencia entre el capital físico y humano, bajo la condición de que los rendimientos de ambos capitales sean iguales en todo momento:

$$(37) \quad Y = AK \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \right)^{(1-\alpha)}$$

1.2.4 Progreso Tecnológico Endógeno con Investigación y Desarrollo (R&D)

La tecnología en este apartado se define como la *formula o conocimiento* que permite combinar al capital y trabajo para producir un producto. En donde su característica principal es el ser un bien no rival, porque puede ser utilizado por muchos individuos al mismo tiempo, y además presenta diferentes grados de exclusión (Sala – i – Martin, 1994).

Para representar un modelo simple de crecimiento endógeno con R&D se considera al progreso tecnológico en la forma de un aumento en el número de productos o bienes de capital disponibles como factores de producción. Se parte de la ecuación (20) que es una función de producción con externalidades (Romer, 1986) y se sustituye el capital por Nx , y el termino de la externalidad por N, así también se supone que nos encontramos en el caso de $\alpha+\eta=1$, dando como resultado:

$$(38) \quad Y_t = AL_t^{1-\alpha} (N_t x_t)^\alpha N_t^{1-\alpha}$$

En donde K_t esta formado por bienes intermedios agregados que tienen la siguiente forma:

$$(39) \quad K_t^\alpha = (N_t x_t)^\alpha$$

así de la ecuación (38) y (39) se tiene que $(N_t x_t)$ es el total de bienes intermedios usados para producir un nivel de producto; N_t son los bienes constantes que se acumulan (número de bienes intermedios de capital anteriores); x_t son los bienes de capital intermedios que se requieren (bienes nuevos de capital); y A es el progreso tecnológico, que mide la eficiencia del total de las empresas.

De la ecuación (38) se dice que para un valor de N_t la función de producción tiene rendimientos constantes respecto a L_t y $(Nx)_t$. Para un valor de L_t y $(Nx)_t$ la producción aumenta al aumentar N_t . Si L_t es dado, la producción presenta rendimientos decrecientes respecto a $(Nx)_t$, si el aumento de $(Nx)_t$ procede de un aumento de x_t , pero no es así si el aumento proviene de N_t (Sala – i – Martin, 1994).

Para establecer la relación entre el crecimiento económico, por medio de un modelo AK, con efectos de escala, y el proceso de urbanización, a continuación se estudia y define a este proceso.

2. Proceso de Urbanización

El crecimiento económico y el proceso de urbanización al parecer tienen una estrecha relación, un crecimiento económico sostenido es acompañado por un proceso de urbanización (Fay and Opal, 2000), en donde el proceso de urbanización se divide en dos vertientes que presentan diferencias teóricas en sus consistencias lógicas, pero que intentan explicar este proceso: la urbanización y la concentración urbana. Ambas describen un proceso geográfico de migración que es afectado por las políticas públicas (Henderson, 2003). Estos fenómenos se caracterizan por tener importantes cambios en la distribución y composición de la población, incorporar progresivamente grandes sectores sociales a un estilo de vida urbano, es decir, por transformaciones continuas y aceleradas en la estructura rural – urbana (González, 2001). El proceso de urbanización es un fenómeno multidimensional que se refleja en el orden básico de la sociedad, como puede ser el orden económico, social, psicológico – social, político y el demográfico – ecológico (Unikel, 1972). Si se parte del supuesto de que el proceso de urbanización afecta directamente la distribución espacial de la población, las actividades económicas y la migración, es fundamental relacionar el factor regional dentro del proceso de urbanización (De Pablo, 1983). Por lo general los economistas se enfocan más en el tema de concentración urbana que en el de urbanización *per se* (Henderson, 2003). En el tema de concentración urbana por un lado se señala que ésta es el principal soporte del desarrollo industrial por medio de aglomeraciones y economías de escala, mientras por otro lado se generan serios costos sociales que son resultado de fuerzas históricas o políticas en vez de factores económicos (Wheaton and Shishido, 1981).

2.1 Urbanización

La urbanización se refiere al cambio que se presenta en la relación rural – urbano, es decir, los cambios que ocurren de la actividad rural – agrícola a la actividad urbano – industrial. La transformación que ocurre en el desarrollo

económico de un país que pasa del sector rural agrícola como base de la economía a una economía basada en la industria y los servicios envuelve lo que se conoce como urbanización (Henderson, 2003). Generalmente el desarrollo económico en los países en vías de desarrollo están acompañados por un crecimiento explosivo urbano, el cual depende de tres factores: la migración rural – urbana, la jurisdicción administrativa urbana y el incremento natural de la población urbana. En donde el primero se debe a una racionalidad económica y fundamental, mientras los últimos dos están relacionados con el factor político de desarrollo rural. (Bruekner, 1990; Kojima, 1996). Las decisiones de los individuos de migrar hacia otras zonas son una respuesta a los incentivos y oportunidades económicas características de la urbanización. Donde por incentivos económicos sobresale el referente a los salarios, los cuales son un factor de decisión para que se presente un movimiento de las áreas rurales a las áreas urbanas, aún si estas últimas áreas se encuentra bajo un esquema de empleo débil (Fay and Opal, 2000).

Dentro de los factores no económicos que determinan la migración a las áreas urbanas se encuentran las condiciones sociales y políticas (Gugler and Flanagan, 1978). La influencia de los gobiernos es fundamental para entender el proceso, ya que estos pueden favorecer a los sectores urbano – industriales con políticas de protección comerciales, inversión en infraestructura o subsidiando al mercado de capitales, también por medio de una discriminación en contra del sector rural por medio de un control de precios agrícolas (Renaud, 1891), lo cual causa una migración de trabajadores del sector rural al sector urbano. La tendencia de las políticas en cuestiones de urbanismo afectan la composición de los sectores, que ésta, a su vez influye en la urbanización (Davis and Henderson, 2003). La relación es intuitiva y simple por lo que su efecto es indirecto. Las instituciones y los procesos políticos juegan un papel más determinante en la urbanización. El grado de democratización puede afectar la migración rural – urbano, sobre o por debajo de la composición del sector. Los gobiernos pueden restringir la libertad de movimiento (Davis and Henderson, 2003). Así, dentro de la

discusión de que si la urbanización puede presentar una relación directa, que causa, el crecimiento económico (Gallup, Sacks and Mellinger, 1999; Galindo, Escalante y Asuad, próximo), existen evidencias econométricas (Henderson, 2003) en donde la relación *per se* entre la urbanización y el crecimiento económico no existe, lo que hace suponer que la urbanización emerge como parte del proceso de crecimiento. Por lo tanto, si un país promueve políticas que fomentan la urbanización *per se*, generalmente éstas no pueden mejorar un crecimiento económico y no se puede determinar un grado óptimo de urbanización (Henderson, 2003b).

La idea de que la urbanización *per se* explica el crecimiento se refiere a que existen dos factores que producen esto: un desplazamiento del sector agrícola como base de la economía y un desarrollo efectivo dentro del sector manufacturero. Para cualquier país que se encuentra en una etapa de urbanización, cualquier nivel de ingreso puede representar el mejor grado de urbanización el cual promueve el crecimiento económico (Henderson, 2003).

Existen tres dificultades para encontrar resultados significativos en este tipo de relación (Henderson, 2003): primera, la urbanización es resultado de una variedad de factores relacionados con el cambio en la composición del producto nacional y las condiciones sociales, no es una fuerza que promueve el crecimiento *per se*, es decir, en esta primera observación la urbanización se considera una variable exógena. Segundo, la urbanización es un proceso transitorio, en donde si existe crecimiento económico, en algún momento todos los países tendrán una urbanización total. Finalmente la definición de urbanización varía dependiendo de qué es lo que se considera urbano en un país determinado.

La hipótesis que se maneja es que a cualquier nivel de ingreso, existe el mejor grado de urbanización. Si se considera que la urbanización promueve el crecimiento no se estará de acuerdo de que países con bajos niveles de ingreso, alto grado de agricultura de subsistencia y altos niveles de analfabetas, puedan

presentar, de la noche a la mañana, una completa urbanización. Así, los beneficios intrínsecos de la urbanización son el promover formas de aglomeraciones en donde se presenta un derrame de conocimientos e información la cual promueve el crecimiento económico. (Henderson, 2003, 2003b). Esta última afirmación explica que los efectos de escala que se dan en las formas de aglomeraciones, son el resultado de la urbanización, pero que pertenecen a una forma más precisa de analizar al proceso de urbanización, el grado de concentración espacial. En el siguiente apartado se analiza el índice de urbanización desarrollado por Unikel (1976), el cual, representa una aproximación para analizar los movimientos de sector rural al sector urbano.

2.1.1 Índice de Urbanización

Para quitarnos en cierto grado las críticas antes mencionadas, como medida de urbanización se tomó el índice de urbanización desarrollado por Unikel (1976), el cual, el INEGI lo ha incorporado en sus estadísticas como un índice que considera con mayor peso relativo a la concentración de población en ciudades de mayor tamaño. La utilización de este índice se debe a que se hace más evidente las diferencias regionales de la urbanización en México, además que es fácil de calcular (INEGI, 2000). Al parecer el concepto de urbanización con el concepto de concentración urbana se confunde con la definición que el INEGI presenta, lo cual sugiere una crítica en la forma teórica y técnica de definir y medir el índice de Unikel.

El índice además presenta ventajas por la forma en cómo se define y calcula la población urbana. En el estudio de Unikel las variables seleccionadas para formar el índice son el resultado de estudios anteriores para determinar las características de la población urbana y rural en México. Las variables seleccionadas fueron: 1) por ciento de la población económicamente activa dedicada a actividades no agrícolas (PEA no agrícola), 2) por ciento de población analfabeta, 3) por ciento de la población que ha terminado sus estudios primarios,

4) por ciento de la población asalariada, 5) por ciento de la población que habla español, usa zapatos y vestidos no indígenas, o bien que usa zapatos (Unikel, 1976).

El cálculo se realiza por medio de la siguiente fórmula:

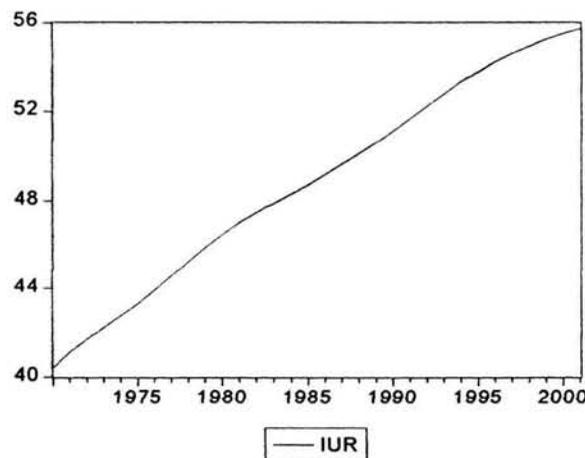
$$(40) \quad IU = (\%POB)(factorE)$$

el factor E se define como:

$$(41) \quad E = (0.25P_1 + 0.50P_2 + 0.75P_3 + P_4)$$

P_i = porcentaje respecto a la población urbana que vive en localidades de n habitantes. En donde P_4 = de 35,000 a 99,999; P_3 = 100,000 a 499,999; P_2 = 500,000 a 999,000 y P_1 = 1,000,000 y más habitantes (INEGI, 2000).

Gráfica 3: Comportamiento del índice de urbanización en México 1970 - 2001



Gráficamente se observa una tendencia creciente en el comportamiento del índice de urbanización, la cual se relaciona con una de las dificultades explicadas

con anterioridad, la de que en algún momento el país presentará un nivel de urbanización total.

2.2 Concentración Urbana

La concentración urbana se refiere al grado en que los recursos urbanos están concentrados en una o dos grandes ciudades, en oposición a la idea que estos se extiendan en la mayoría de las demás ciudades (Henderson, 2003). Existe la hipótesis en la literatura de desarrollo económico (Williamson, 1965; y adoptado en el contexto urbano por Hansen, 1990) de que un alto grado de concentración urbana en las etapas iniciales del desarrollo económico se ha visto como benéfico, esto es, en un inicio el mejor punto de concentración urbana aumenta con un ingreso bajo, para después alcanzar el mayor grado de concentración urbana con un mayor nivel de ingreso, y así alcanzando este nivel empieza a caer la concentración con mayores aumentos en el ingreso. La concentración industrial espacial, principalmente localizada en la ciudades, conservan su infraestructura económica – infraestructura física de capital (telecomunicaciones y transporte) – y su manejo de recursos. Esta concentración espacial permite una salida de información (spillovers) y conocimientos en el tiempo cuando la información económica es deficiente. Un ejemplo en donde se muestra este tipo de comportamiento se presenta en Henderson y Lee (2001), en donde se estiman la naturaleza y magnitud de las externalidades de escala en Korea del periodo de 1983 a 1993, periodo en donde se presenta una rápida desconcentración industrial de Seoul hacia otras áreas metropolitanas. A un proceso de desarrollo creciente, eventualmente se presenta una desconcentración por dos razones: primero, la economía derrama sus recursos en infraestructura y conocimiento a las áreas interiores del mismo. Segundo, la concentración inicial en las ciudades empieza a tener altos costos, se presenta una saturación en la zona que disminuye la eficiencia espacial para los productores y consumidores (Henderson, 2003; Davis and Henderson, 2003).

Varios autores (El – Shakhs, 1972; Alonso, 1980; Wheaton and Shishido, 1981; Junius, 1999) han demostrado el patrón inicial de crecimiento para después disminuir la concentración urbana a lo largo del territorio conforme aumenta el ingreso. En este trabajo se intentará demostrar el mismo patrón con datos para México en series de tiempo a comparación de Wheaton and Shishido (1981) que utilizan modelos de corte transversal y Davis and Henderson (2003) que utiliza modelos de panel.

La discusión actual en este tema se centra en los factores que determinan la concentración urbana. La política económica (políticas del gobierno) y las instituciones políticas nacionales afecta el grado de concentración urbana. Este tipo de factores determinan en cierto grado una *sobre – concentración*, en la cual se ven favorecidas las principales ciudades, como por ejemplo la capital del país (Ades and Glaeser, 1994; Renaud, 1981; Henderson, 1988; Moomaw and Shatter, 1993; Henderson and Becker, 2000, Davis and Henderson, 2003). Existen también otros factores que determinan la concentración como son la infraestructura en transporte que afecta directamente dependiendo del tamaño de la ciudad (Fujita and Mori, 1996); el grado de apertura comercial (Berry, 1961; Linsky, 1965); y la importancia política y comercial de las primeras ciudades como centros de atracción, así como el aspecto étnico y de capital cultural (Jefferson, 1939).

En el contexto internacional este tipo de ciudades se clasifican de dos formas: megaciudades y ciudades mundiales o globales. La primera se refiere a inmensas concentraciones de población que tienen un papel principal en su país y regiones, además presentan una velocidad de crecimiento demográfico que tiende a estabilizarse, como son el caso de Lagos, Bangkok o Dakha. Las segundas también son gigantes demográficos que presentan una relación de mando y control en una red mundial de ciudades similares, son centro de decisiones de las transnacionales y de los centros financieros internacionales; son puntos nodales en las telecomunicaciones y los transportes; también son emporios turísticos, centros de investigación, de desarrollo tecnológico y núcleos de desarrollo cultural.

En México se encuentra una gran zona, la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), la cual por sus características particulares y realizando un análisis comparativo con otras ciudades del mundo se considera que se acerca más a la definición de megaciudad deficiente por tener una creciente inseguridad, una ineficiencia en los servicios de transporte público, una desordenada distribución en la vivienda, irregularidad en la tenencia de suelo, por mencionar algunos (Iracheta, 2001). En esta discusión de qué variables afectan a la concentración urbana en México se deja para una investigación posterior que complemente al presente trabajo.

2.2.1 Índice de Concentración Urbana

El concepto de primacía (primacy) se define inicialmente en el sentido de Jefferson el cual significa que el tamaño de la principal ciudad es desproporcionadamente mayor en relación al tamaño de la segunda ciudad. Cualquiera que sea el ratio del tamaño de la primera ciudad en referencia a la segunda, si el ratio excede de dos, la primera ciudad se dice que tiene primacía (Jefferson, 1939; Mutlu, 1989). La definición de primacía varía de acuerdo a como se agrupan las demás ciudades en su análisis. Por ejemplo: algunos utilizan un promedio de la medida de primacía (El – Shakhs, 1972; Sheppard, 1982), mientras otros investigadores toman el ratio de la población de la principal ciudad en relación a los dos siguientes, a los tres siguientes y así sucesivamente (Rose and Resnick, 1980), y por último, algunos utilizan un índice de concentración (Wheaton and Shishido, 1981). Todas estas medidas de concentración llevan la concepción de Jefferson en su medición.

Para representar la medida de primacía se formaron dos índices: el índice H Hirschman-Herfindahl (Hirschman, 1964) y un índice de primacía urbana (Wheaton and Shishido, 1981). ¿Por qué estos índices? Porque son dos medidas que están correlacionadas (Henderson, 2003). La idea principal conceptual de esta relación se debe a la evidencia presentada por la Ley de Zipf's (Gabaix, 1999) o también

conocida como the rank - size rule (Fujita, Krugman, and Venables, 2001). Cuando el rango va de la ciudad más grande (rank 1) a la más pequeña, el producto del rango (clasificación) por el tamaño de la población es aproximadamente la misma constante para todas las ciudades. Si este es el caso, el tamaño de la ciudad más grande delinea el tamaño de las demás ciudades y es información suficiente para calcular cualquier índice comparativo de concentración urbana (Henderson, 2003; Davis and Henderson, 2003). Para medir la primacía por medio de un índice de concentración es deseable usar el índice Hirschman-Herfindahl, a pesar de que el índice de primacía urbana es una medida cruda también se puede utilizar como medida de primacía por su estrecha correlación con el otro índice (Davis and Henderson, 2003).

El índice Hirschman-Herfindahl de concentración se define como:

$$(42) \quad H = \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{P} \right)^2$$

en donde P_i es la población de la ciudad i , P es la población urbana total, n es el número de ciudades incluidas es al cálculo. El inverso del índice $1/H$ se puede considerar como un índice de no concentración o descentralización urbana, donde varía de 1, en el caso de concentración total, a n en casos de total dispersión. Conforme el índice se aproxima a 1 aumenta al grado de concentración urbana.

En la formación del índice se presentan dos importantes definiciones técnicas: ¿qué unidades de observación se utilizaran, las ciudades o las áreas metropolitanas?. Al tomar el tamaño de las ciudades se basan en los límites políticos definidos para cada ciudad, mientras las zonas metropolitanas en su definición incluyen a toda la población que vive dentro de un área urbana económicamente cohesiva, es decir es un área en donde cada parte se interrelaciona funcionalmente a otras partes dentro de la misma área, usualmente a través del comercio y sus comunidades (Mera, 1973; Wheaton and

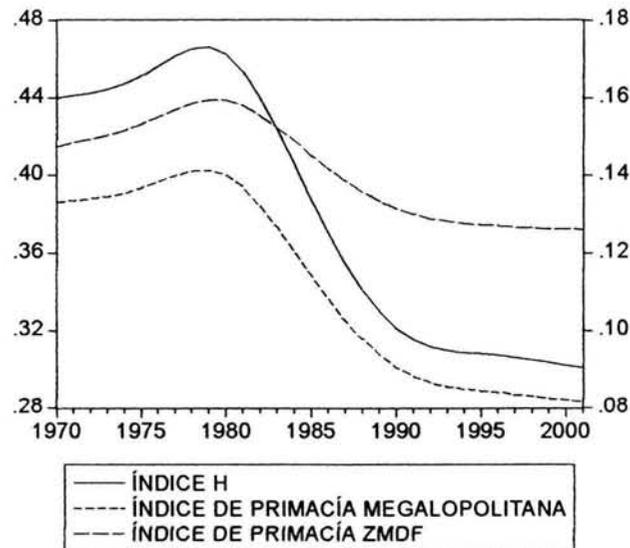
Shishido,1981). Si se escoge a las áreas metropolitanas como nuestras unidades de observación es indispensable utilizar algún tipo de criterio para limitar y agrupar el tamaño del área. Una opción es eliminar aquellas áreas que tienen un efecto mínimo por su tamaño. Esta opción presenta la desventaja de exagerar las diferencias en el número de áreas utilizadas en cada país, donde por lo general los países en vías de desarrollo limitan su estudio a una o dos áreas en sus datos. El criterio alternativo, que necesita un tratamiento más complejo, es utilizar las áreas metropolitanas más grandes que representen una fracción del total de la población urbana, dentro de un rango de 65% - 70% (Wheaton and Shishido,1981; Mutlu, 1989).

El índice de primacía urbana (UP por sus siglas en inglés) se define como:

$$(43) \quad UP = \frac{P_1}{P}$$

donde P_1 es la población en la ciudad más grande y P es la población total urbana. Este índice puede adoptar diferentes combinaciones que se presentan al momento de definir P_1 como son: escoger un conjunto de áreas importantes, la megalópolis que contiene las principales 8 zonas metropolitanas de la República Mexicana , ó al área metropolitana más grande, que en este caso es la zona metropolitana de la Ciudad de México. En la siguiente gráfica se observa el comportamiento de los índices que miden la concentración urbana.

Gráfica 4: Comportamiento de los índices de concentración en México 1970 - 2001



Como se observa los tres índices presentan el mismo comportamiento a lo largo del tiempo, lo cual refleja una disminución en la concentración urbana a nivel nacional a partir del año de 1980. Cada uno de ellos, aunque tienen diferentes unidades de medición, señalan que del periodo de 1970 a 1980 existía un comportamiento concentrador en las ciudades, pero a partir de 1980 al 2001 la concentración urbana fue disminuyendo y transfiriendo recursos de las principales ciudades hacia otras zonas metropolitanas de menor tamaño dentro del país.

La formación de los índices presentan bases teóricas fuertes, por lo que se pueden realizar análisis generales del proceso de urbanización nacional. Para fraguar el análisis de estos índices es necesario realizarles pruebas de raíces unitarias, para así completar la propuesta de la investigación, e incorporarles a modelos econométricos que puedan explicar el comportamiento del crecimiento económico nacional.

3. Especificación del Modelo

Para especificar el modelo se partió de una función de producción de la forma de (25) y relacionando la ecuación (38), en donde el factor de los efectos de escala, que relaciona a las externalidades (Romer, 1986, Lucas, 1988) se medirá por medio del proceso de urbanización. La unidad escalar relevante para el análisis en donde el conocimiento se desborda son las principales áreas metropolitanas del país. En donde el crecimiento de la población urbana o el crecimiento de la concentración poblacional en zonas urbanas tiene efectos importantes sobre el crecimiento económico nacional. Por lo tanto, los países con mayores efectos de escala (medidos por el proceso de urbanización) tenderán a crecer más. Esta afirmación va a depender de que índice se escoja para medir los efectos de escala y las externalidades que hay detrás. Una observación importante es que L_t de la ecuación (26) a la (28) se puede entender como la población urbana que vive en determinada zona lo que quita uno de los principales problemas relacionados a la validez de los datos y las posibles predicciones que estos llevan. Así el crecimiento de la población que vive o se concentra en una zona hará crecer la variable del producto.

La expresión que relaciona a la teoría económica del crecimiento y el proceso de urbanización queda formada por:

$$(44.1) \quad Y_t = A(N_t x_t)^\alpha L_t^{1-\alpha} U_t^{1-\alpha}$$

$$(44.2) \quad Y_t = AK_t^\alpha L_t^{1-\alpha} U_t^{1-\alpha}$$

aplicando logaritmos en ambos lados de la ecuación en la forma intensiva (al normalizar la ecuación (38) por el trabajo disponible y asumiendo que la tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo corresponde a la tasa de crecimiento de la población que es constante y exógena, $n=0$) se llega a la función principal a estimar:

$$(45) \quad \log y^* = \log A + \alpha \log(k_t) + (1 - \alpha) \log(U_t) + e_t$$

en donde y_t^* es el producto (PIB), k_t es el total de bienes intermedios usados, identidad definida de (39), A es el progreso tecnológico, U_t representa a los índices de urbanización y concentración que reflejan el proceso de urbanización. La evidencia empírica de (45) confirman una relación positiva entre el crecimiento del producto y la inversión, apoyados por el progreso tecnológico (Levine y Renelt, 1992; Ross, 2000). La evidencia encontrada del producto, inversión y el proceso de urbanización, apoyadas por el progreso tecnológico y las externalidades, afirman que existe una relación positiva entre el producto y la inversión, mientras el proceso de urbanización puede presentar diferentes comportamientos, los cuales dependen del índice empleado y del análisis por país o países (MacCoskey and Kao, 1998; Henderson, 1997; Henderson and Becker, 2000, Henderson, 2000b; Henderson, Lee and Joon Lee, 2001; Henderson, 2003).

Los parámetros deben cumplir con las siguientes restricciones:

$$(R.1) \quad \alpha > 0 \text{ y } (1 - \alpha) > 0 \quad \text{ó} \quad (1 - \alpha) < 0$$

α es la elasticidad del capital por trabajador la cual debe ser positiva, $(1 - \alpha)$ es la elasticidad del proceso de urbanización, donde esta última está condicionada dependiendo del índice que se esté utilizando, si es el índice de urbanización se espera un efecto positivo pero si estamos midiendo el índice de concentración puede variar de acuerdo a la existencia de una concentración o una descentralización urbana, el factor A en el modelo se puede interpretar como el factor de cambio en la producción a causa de un cambio tecnológico (elemento estocástico tecnológico que varía con la media) y e_t es el término de error. Se espera que la suma de los coeficientes sea igual o mayor a uno, $\alpha + (1 - \alpha) \geq 1$, para así determinar si los modelos de crecimiento endógeno explican el crecimiento económico nacional. Se le da un mayor énfasis a que la suma de los

exponentes debe ser mayor a uno, para que así los supuestos del modelo de Romer puedan ser comprobados, y así presenta un análisis que sustente todo el bagaje teórico y empírico de la investigación.

Definición del problema.

- i. ¿Cuál de los índices, que se refieren al proceso de urbanización, explica con más detalle su influencia en el crecimiento económico de México?
- ii. ¿Serán los índices complementarios pero no sustitutos para explicar el proceso de urbanización y por lo tanto su influencia en el crecimiento económico de México?

De aquí se desprenden varias preguntas:

- iii. ¿Los modelos econométricos por medio de series de tiempo podrán explicar en gran medida la relación existente entre el crecimiento económico y el proceso de urbanización?
- iv. ¿Qué factores inciden para crear un índice (variable) que refleje el proceso de urbanización?
- v. ¿Qué otros índices se pueden aplicar en el estudio del proceso de urbanización?
- vi. ¿Los índices son un buen indicador para reflejar las externalidades causadas por la concentración o desconcentración urbana?
- vii. ¿Las técnicas de interpolación serán una buena aproximación para obtener los índices anualizados?

- viii. ¿La teoría económica del crecimiento, modelos AK, es coherente para explicar la relación entre el crecimiento y el proceso de urbanización en México?

Hipótesis

1. A mayor grado en el proceso de urbanización en México, mayor nivel de crecimiento económico nacional.
2. A un incremento en el ritmo de urbanización, mejor explicación del crecimiento económico nacional.
3. A mayor concentración urbana, mayor explicación del crecimiento económico nacional.
4. Existe una relación entre los índices, en donde cada uno complementa el análisis del otro.
5. Las externalidades son un fenómeno que apenas se puede percibir con este tipo de análisis.

Objetivos

- a) Medir la influencia del proceso de urbanización en el crecimiento económico de México.
- b) Determinar los mejores índices que reflejen su influencia en el crecimiento económico.

- c) Mostrar que la teoría económica del crecimiento, modelos AK, explica en cierto grado la relación entre el crecimiento y el proceso de urbanización.
- d) Respecto a la discusión de qué modelo es el mejor para realizar este tipo de análisis, demostrar que un análisis basado en series de tiempo es eficiente para explicar la relación entre el crecimiento y el proceso de urbanización.
- e) Realizar un análisis econométrico de la relación crecimiento económico y el proceso de urbanización.
- f) Comprobar que el procedimiento de interpolación en los índices refleja una buena aproximación para explicar el proceso de urbanización en México.
- g) Distinguir con certeza lo que significa un proceso de urbanización por medio de la urbanización y concentración urbana.

El esquema teórico principal de la investigación consiste en la relación que existe entre los modelos de crecimiento endógeno o modelos AK para explicar los factores que determinan el crecimiento económico de México. Para ello, el planteamiento formulado por Romer (1986) es la parte principal en la fundamentación teórica del análisis, en donde una de sus propiedades principales consiste en que los determinantes del crecimiento se encuentran dentro del propio modelo, la ausencia de rendimientos decrecientes en el capital y el considerar que se presentan efectos de escala causados por externalidades que su medición está determinada por una unidad de medición relevante en el área a estudiar. Para hacer el puente entre la teoría económica y el proceso de urbanización se toma como principal elemento a los efectos de escala que se pueden presentar dentro del sistema económico, los cuales se caracterizan por medio de índices de urbanización, que una de sus propiedades es el tener como una explicación de su comportamiento la presencia de externalidades. Los índices de urbanización que

se pretende analizar tienen un gran sustento empírico y teórico que se ha demostrado en diferentes estudios realizados para medir el efecto de la urbanización en el crecimiento económico (Mera, 1973; Wheaton and Shishido, 1981; Mutlu, 1989; Moomaw and Shatter, 1993; Henderson, 1997; Glaeser and Ellison, 1997; Henderson and Becker, 2000; Henderson, 2000b; Fay and Opal, 2000; Henderson, Lee and Joon Lee, 2001; Glaeser, Dumais and Ellison, 2002; Henderson and Davis, 2003). La metodología econométrica a emplear se basa en pruebas de raíces unitarias y cointegración, modelos de vectores autorregresivos (VAR), modelos VAR con corrección de errores (VECM), procedimiento de Johansen, pruebas de exogeneidad y análisis impulso respuesta y descomposición de varianza (Granger and Newbold, 1974; Dickey and Fuller, 1981; Engle, Hendry and Richard, 1983; Engle and Granger, 1987; Phillips, 1987; Johansen, 1988; Phillips and Perron, 1988; Alogoskoufis and Smith, 1991; Charemza and Deadmean, 1992; Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin, 1992; Engle and Hendry, 1993; Ericsson, 1994; Charemza and Syczewska, 1998; por mencionar algunos).

3.1 Metodología Econométrica

Cointegración

El concepto de cointegración se refiere, Engle and Granger (1987), si un par de variables económicas no estacionarias x_t y y_t se encuentran en el mismo sistema económico, éstas deben que presentar una atracción o relación de cointegración que explique el comportamiento tendencial de cada una de ellas, es decir existe una relación de equilibrio que mantiene a las variables moviéndose en conjunto en el largo plazo (Song and Witt, 2000). Esta relación de equilibrio se representa como:

$$(46) \quad y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t$$

en donde el término de error de desequilibrio es:

$$(47) \quad e_t = y_t - \beta_0 - \beta_1 x_t$$

si existe un equilibrio en la relación de largo plazo, el término de error sigue un proceso estacionario, el cual fluctúa alrededor de un valor de cero en el tiempo. Por lo tanto las variables no estacionarias están cointegradas.

La cointegración se define como (Engle and Granger, 1987; Charemza and Deadmean, 1992; Song and Witt, 2000):

si las series x_t y y_t se dice que tienen un orden de cointegración d, b en donde $d \geq b \geq 0$, estas se pueden representar como:

$$(48) \quad x_t, y_t \sim CI(d, b)$$

si

- (i) ambas series tienen un orden de integración d ,
- (ii) existe una combinación lineal de estas variables, donde el vector de parámetros (β_0, β_1) , tiene un orden de integración $d - b$.

Si estas condiciones se cumplen, al vector (β_0, β_1) se le llama vector de cointegración.

Raíces Unitarias

Para entender el procedimiento y realizar las pruebas de raíces unitarias se definirán lo que es una serie estacionario y no – estacionaria. Después se explicará de forma general cada prueba de raíz unitaria por separado.

Series de tiempo estacionarias

Una serie se dice que es estacionaria si su media, varianza y covarianza permanecen constante a través del tiempo (Song and Witt, 2000).

$$(49) \quad E(y_t) = \mu$$

$$(50) \quad E[(y_t - \mu)^2] = \text{Var}(y_t) = \sigma^2$$

$$(51) \quad E[(y_t - \mu)(y_{t-p} - \mu)] = \text{Cov}(y_t - y_{t-p}) = \Omega_p$$

en la ecuación (51) indica que la covarianza entre cualquiera de los dos valores de la serie de tiempo dependen solamente del intervalo de tiempo, p , y no de la misma serie de tiempo (Song and Witt, 2000). Si no se cumple cualquiera de las condiciones se dice que la serie es no – estacionaria.

Series de tiempo no – estacionarias

Una serie de tiempo no – estacionaria se conoce como aquella que tiene raíz unitaria. El número de raíces unitarias que presenta una serie es igual al número de veces que se tiene que diferenciar para llegar a ser estacionaria. Este tipo de series se representa como un proceso autorregresivo de orden p , (AR(p)). Si se dice que se tiene un AR(1) de la forma:

$$(52) \quad y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + e_t$$

la condición para que y_t sea una serie no - estacionaria es si $\beta_1 = 1$. Si se cumple la condición anterior la ecuación (52) es camino aleatorio con constante (RWD). Las pruebas para comprobar el orden de integración de las series en la investigación son: Dickey – Fuller aumentada (ADF), Phillips – Perron (PP), Kwiatkoski, Phillips, Schmidt y Shin (KPSS) y la prueba conjunta ADF y KPSS.

DF (Dickey- Fuller test)

Si se especifica un modelo estocástico de la forma:

$$(53) \quad y_t = \alpha y_{t-1} + u_t, \quad (t=1, 2, \dots);$$

$$(54) \quad \alpha=1$$

bajo la restricción de (54) la ecuación (53) se representa como $y_t = S_t + y_0$ en términos de la suma parcial de $S_t = \sum u_j$ de las perturbaciones secuenciales de (53) y las condiciones iniciales de y_0 (Phillips, 1987).

Las estadísticas para el estimador α y su estadística t_α , bajo la hipótesis nula de (54) son:

$$(55) \quad T(\hat{\alpha}-1) = \left\{ T^{-1} \sum_1^T y_{t-1} (y_t - y_{t-1}) \right\} \left[T^{-2} \sum_1^T y_{t-1}^2 \right]^{-1}$$

$$(56) \quad t_\alpha = \left(\sum_1^T y_{t-1}^2 \right)^{1/2} (\hat{\alpha}-1) / s$$

en donde:

$$(57) \quad \hat{\alpha} = \frac{\sum_1^T y_t y_{t-1}}{\sum_1^T y_{t-1}^2}$$

$$(58) \quad s^2 = T^{-1} \sum_1^T (y_t - \hat{\alpha} y_{t-1})^2$$

(55) y (56) son las pruebas estadísticas para detectar la presencia de raíz unitaria en (53).

ADF (augmented Dickey – Fuller test)

Para corregir la correlación serial se realiza la prueba ADF. Considerando un proceso autorregresivo AR(1), como se presentó en la ecuación (52), donde β_0 , β_1 son los parámetros y e_t se considera ruido blanco, y_t es una serie estacionaria si $-1 < \beta_1 < 1$. Si $\beta_1 = 1$, y_t es una serie no estacionaria. Si el valor absoluto de β_1 es mayor que uno, la serie es explosiva, por lo que la hipótesis de una serie estacionaria se evalúa sobre el valor absoluto de β_1 , el cual debe ser menor a uno. Si restamos y_{t-1} en ambos lados de la ecuación (52) se obtiene:

$$(59) \quad \Delta y_t = \beta_0 + \phi y_{t-1} + e_t$$

donde $\phi = \beta_1 - 1$. Así las hipótesis a comprobar son:

$$(60) \quad H_0: \phi = 0 \text{ y } H_1: \phi < 0$$

Si tenemos un proceso AR(p), el término de error estará autocorrelacionado, lo cual invalida la prueba DF. Para quitar este problema se incluyen rezagos de la variable a analizar y se obtiene:

$$(61) \quad \Delta y_t = \beta_0 + \phi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma \Delta y_{t-i} + e_t$$

un número muy grande de rezagos resultará en rechazar H_0 cuando en realidad es verdadera, mientras un número pequeño de rezagos reduce el poder de la prueba porque disminuyen los grados de libertad (Song and Witt, 2000).

PP (Phillips – Perron test)

Phillips (1987) y Phillips y Perron (1988) realizan una corrección paramétrica, la cual extiende la prueba de raíz unitaria de Dickey y Fuller, que se basa en la estadística de $T(\hat{\alpha}-1)$ y la t_{α} en un modelo Gaussiano AR(1) (Phillips and Xiao, 1999). Definiendo las transformaciones estandarizadas de las estadística son:

$$(62) \quad Z_{\alpha} = \frac{T(\hat{\alpha}-1) - (1/2)(s^2(l) - s_e^2)}{\left(T^{-2} \sum_1^T y_{t-1}^2\right)}$$

$$(63) \quad Z_t = \left(\sum_1^T y_{t-1}^2\right)^{1-2} (\hat{\alpha}-1) / s^2(l) - (1/2)(s^2(l) - s_e^2) \left[s^2(l) \left(T^{-2} \sum_1^T y_{t-1}^2\right)^{1/2} \right]^{-1}$$

en donde:

$$(64) \quad s^2(l) = T^{-1} \sum_{t=1}^T e_t^2 + 2T^{-1} \sum_{s=1}^l w(s,l) \sum_{t=s+1}^T e_t e_{t-s}$$

es el residual de la regresión de y_t sobre x_t . Los parámetros de perturbaciones son estimados consistentemente mediante la técnica no paramétrica de Kernel. Un estimador consistente de σ^2 es $s^2(l)$.

Esta técnica, propone un método no paramétrico para controlar la correlación serial de un proceso (p). Si se toma como base a la ecuación (53) se puede decir que la prueba ADF corrige la correlación serial de un proceso (p) añadiendo términos rezagados, mientras la prueba PP realiza la corrección sobre la t – estadística de los coeficientes de ϕ , que se toman en cuenta para la correlación serial de e_t . La corrección es no paramétrica ya que usa una

estimación del espectro de e_t con frecuencia cero que es robusto para heteroscedasticidad y autocorrelación de formas desconocidas. Para una explicación mas específica del cálculo de la prueba PP dirigirse a la referencia bibliográfica. Para ambas pruebas ADF y PP los valores de la t estadística se leen de la misma forma, los cuales se comparan con los valores críticos de las tablas reportadas por MacKinnon.

KPSS (Kwiatkowski - Phillips - Schmidt – Shin test)

Esta prueba tiene como hipótesis nula la estacionalidad de la serie, y como hipótesis alternativa la existencia de raíz unitaria. La serie se puede expresar como en la suma de una tendencia determinística, camino aleatorio y errores estacionarios, en donde la prueba a realizar es LM (Lagrange Multiplier) bajo la hipótesis que el camino aleatorio tiene varianza cero. Una distribución asintótica sobre la estadística se maneja bajo la hipótesis nula y bajo la alternativa que la serie en diferencia es estacionaria (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin, 1992).

Si se descompone la serie de forma:

$$(65) \quad y_t = \xi t + r_t + \varepsilon_t$$

si r_t es camino aleatorio:

$$(66) \quad r_t = r_{t-1} + u_t$$

en donde $u_t \text{ iid}(0, \sigma_u^2)$, el valor inicial de r_0 se especifica como fijo y cumple la función de un intercepto. La hipótesis de estacionalidad es $\sigma_u^2=0$. En donde ε_t se asume que es estacionario, bajo la hipótesis nula y_t es estacionaria con tendencia. Si consideramos el caso en donde $\xi=0$, la hipótesis nula de y_t es estacionaria alrededor de la constante (r_0).

La estadística de la prueba LM es:

$$(67) \quad LM = \sum_{t=1}^T S_t^2 / \hat{\sigma}_\varepsilon^2$$

donde:

$$S_t = \sum_{i=1}^t e_i, \quad t=1, 2, \dots, T.$$

La varianza de largo plazo se especifica como (Nabeya and Tanaka, 1988):

$$(68) \quad \sigma^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} T^{-1} E(S_T^2)$$

un estimador consistente de σ^2 es $s^2(l)$ y queda expresado:

$$(69) \quad s^2(l) = T^{-1} \sum_{t=1}^T e_t^2 + 2T^{-1} \sum_{s=1}^l w(s, l) \sum_{t=s+1}^T e_t e_{t-s}$$

donde $w(s, l)$ es una función ponderada opcional que corresponde a la opción de una ventana espectral, que en este caso en la Bartlett, $w(s, l)=1-s/(l+1)$, la cual garantiza la no negatividad de $s^2(l)$. Para ser consistentes con $s^2(l)$ que los rezagos en los parámetros presenten $l \rightarrow \infty$ así como $T \rightarrow \infty$. En donde $l=o(T^{1/2})$ (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin, 1992). Por lo tanto las pruebas estadísticas quedan definidas como:

$$(70) \quad \hat{\eta}_\mu = T^{-2} \sum S_t^2 / s^2(l)$$

$$(71) \quad \hat{\eta}_\tau = T^{-2} \sum S_t^2 / s^2(l)$$

Los valores críticos de la prueba se presentan en MacNeill (1978) y Nabeya and Tanaka (1988).

KPSS y PP (joint test)

En esta prueba los valores críticos de las pruebas se remplazan por valores críticos simétricos, que corresponden a la probabilidad del error tipo 1 para la prueba DF y la prueba KPSS, en el caso donde ambas distribuciones marginales acumulativas son iguales (Charemza and Syczewska, 1998).

La estadística de la prueba DF, Z_D , se define por medio de la ecuación:

$$(72) \quad y_t = \rho_0 + \rho y_{t-1} + \varepsilon_t$$

la ausencia o presencia de la constante depende si $\rho_0=0$ en el proceso generador de datos.

Para la prueba KPSS, Z_K , se define por medio de la estadística LM como en (70):

$$(73) \quad Z_K = \hat{\eta}_\mu = T^{-2} \sum S_t^2 / s^2(l)$$

Procedimiento de Johansen

Para entender el procedimiento de Johansen, se puede iniciar con un modelo VAR, el cual puede ser explicado como una extensión de la prueba Dikey – Fuller univariada a una prueba multivariada (Song and Witt, 2000). Si extendemos el proceso autorregresivo de orden uno a m variables se tiene un VAR(1):

$$(74) \quad Y_t = BY_{t-1} + U_t$$

por lo que se obtiene:

$$(75) \quad \begin{aligned} \Delta Y_t &= (B - I)Y_{t-1} + U_t \\ &= \Phi Y_{t-1} + U_t \end{aligned}$$

donde Y_t es un vector ($m \times 1$) de variables, Φ es una matriz de ($m \times m$) de parámetros y U_t es un vector de ($m \times 1$) de errores. El principal objetivo de la prueba de cointegración presentada es encontrar el rango de la matriz Φ , lo que determina el número de vectores de cointegración. El supuesto estadístico principal para evaluar la prueba es que $U_t \sim N(0,1)$. De cualquier manera, si las variables utilizadas son $I(1)$, el término de error de la ecuación (75) se encuentra altamente correlacionado por presentar alguna tendencia en los datos, por lo tanto se viola el supuesto de que los errores no presentan una distribución normal (Song and Witt, 2000). Para superar este problema se aumenta el proceso autorregresivo y se obtiene que:

$$(76) \quad Y_t = B_1 Y_{t-1} + B_2 Y_{t-2} + \dots + B_p Y_{t-p} + U_t$$

en donde los errores U_t tienen un mejor comportamiento, es decir, se acercan a una distribución normal. Si restamos Y_{t-1} en ambos lados de la ecuación (76) obtenemos:

$$(77) \quad \Delta Y_t = (B_1 - I)Y_{t-1} + B_2 Y_{t-2} + \dots + B_p Y_{t-p} + U_t$$

sumando y restando en ambos lados de la ecuación $(B_1 - I) Y_{t-2}$ se tiene:

$$(78) \quad \Delta Y_t = (B_1 - I)\Delta Y_{t-1} + (B_1 + B_2 - I)Y_{t-2} + \dots + B_p Y_{t-p} + U_t$$

repetiendo el mismo procedimiento pero ahora con $(B_1 + B_2 - I) Y_{t-3}$:

$$(79) \Delta Y_t = (B_1 - I)\Delta Y_{t-1} + (B_1 + B_2 - I)\Delta Y_{t-2} + (B_1 + B_2 + B_3 - I)\Delta Y_{t-3} + \dots + B_p Y_{t-p} + U_t$$

y así sucesivamente se llega a:

$$(80) \quad \Delta Y_t = \sum_{i=1}^{\rho-1} \Phi_i \Delta Y_{t-i} + \Phi Y_{t-\rho} + U_t$$

donde $\Phi_i = (B_1 + B_2 + \dots + B_i - I)$ y $\Phi = (B_1 + B_2 + \dots + B_p - I)$. Esta ecuación se conoce como un modelo de vectores de corrección de errores (VECM). Los parámetros de las matrices Φ_i son los ajustes de corto plazo y Φ son los ajustes de largo plazo a un cambio en Y_t . Por lo tanto la matriz Φ se puede expresar como:

$$(81) \quad \Phi = \alpha\beta'$$

en donde α es la velocidad de ajuste del desequilibrio y β es la matriz de coeficientes de largo plazo. El segundo término de la ecuación (80) representa el vector de cointegración que asegura que Y_t converge en el largo plazo al equilibrio (Song and Witt, 2000). Si suponemos que las variables contenidas en Y_t son $I(1)$, el ΔY_{t-i} debe ser $I(0)$ y el término de error, U_t , es ruido blanco, por lo que se dice que la ecuación está balanceada y por lo tanto existen $r \leq (m-1)$ relaciones de cointegración. Si las variables en niveles son estacionarias se quita el problema de regresión espúrea y el modelo en niveles es adecuado para explicar la relación económica entre las variables. Si no existe una relación de cointegración en niveles, se pasa a realizar el VAR en diferencias (Song and Witt, 2000).

El número de vectores de cointegración se obtienen por medio de encontrar las raíces características de Φ . Se sabe que si el rango de la matriz es cero, las raíces características son cero y por lo tanto las variables contenidas en Y_t no cointegran.

El número de raíces características se calculan por medio del estadístico de la traza y la raíz máxima, los cuales son:

$$(82) \quad \lambda_{traza} = -T \sum_{i=r+1}^m \ln(1 - \hat{\lambda}_i)$$

la hipótesis nula es la existencia de al menos r vectores de cointegración, es decir el rango de la matriz es menor o igual a r , y la hipótesis alternativa es la existencia de $r+1$ vectores de cointegración, la existencia de más de un vector de cointegración.

$$(83) \quad \lambda_{max} = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_{r+1})$$

en esta estadística la hipótesis nula es que se asume que el rango es r , r vectores de cointegración, y la hipótesis alternativa es que el rango es $(r+1)$, $r+1$ relaciones de cointegración.

En ambas pruebas $\hat{\lambda}_i$ son las i – ésima raíz característica estimada de la matriz Φ y T es el número total de observaciones. La ecuación (80) puede extenderse e incluir componentes determinísticos (constante, tendencia y variables ficticias) que pueden formar parte del VAR y/o parte del vector de cointegración de largo plazo (Song and Witt, 2000).

Exogeneidad

La exogeneidad débil es requerida para realizar inferencia estadística en un modelo condicional (Ericsson, 1994), el cual si suponemos dos variables y_t y z_t que en conjunto están normalmente distribuidas y son independientes, se expresan de la siguiente forma:

$$(84) \quad \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} \sim \text{IN}(\mu, \Omega) \quad t=1, \dots, T.$$

la t especifica el tiempo, T el total de observaciones y la notación $\sim \text{IN}(\mu, \Omega)$ indica que son independientes y se distribuyen normalmente con media μ y una matriz de varianzas y covarianzas Ω . Definiendo las variables y en su notación matricial se tiene que:

$$(85.1) \quad y_t = E(y_t) + \varepsilon_{1t} \Rightarrow y_t = \mu_1 + \varepsilon_{1t}$$

$$(85.2) \quad z_t = E(z_t) + \varepsilon_{2t} \Rightarrow z_t = \mu_2 + \varepsilon_{2t}$$

$$(86) \quad x_t = \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix}, \mu = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{bmatrix}, \varepsilon_t = \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix}$$

$$(87) \quad x_t = \mu + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim \text{IN}(0, \Omega)$$

se sabe que la matriz Ω se obtiene de la forma:

$$(88) \quad E(x_t x_t') = E \begin{pmatrix} y_t^2 & y_t z_t \\ z_t y_t & z_t^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{var}(y_t) & \text{cov}(y_t, z_t) \\ \text{cov}(z_t, y_t) & \text{var}(z_t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \omega_{11} & \omega_{12} \\ \omega_{21} & \omega_{22} \end{pmatrix} = \Omega$$

de la ecuación (85) se puede factorizar en su forma condicional y marginal de la forma:

$$(89.1) \quad y_t = E(y_t | z_t) + \varepsilon_{1t} \Rightarrow y_t = \beta_0 + \beta_1 z_t + v_{1t} \quad (y_t | z_t) \sim \text{IN}(\beta_0 + \beta_1 z_t, \sigma^2)$$

$$(89.2) \quad z_t = E(z_t) + \varepsilon_{2t} \Rightarrow z_t = \mu_2 + \varepsilon_{2t} \quad z_t \sim \text{IN}(\mu_2, \omega_{22})$$

donde:

$$v_{1t} \sim \text{IN}(0, \sigma^2)$$

$$\varepsilon_{2t} \sim \text{IN}(0, \omega_{22})$$

en donde $\beta_1 = \omega_{12}/\omega_{22}$, $\beta_0 = \mu_1 - \beta_1\mu_2$, $\sigma^2 = \omega_{11} - \omega_{12}^2/\omega_{22}$, de la ecuación (89) se desprende que $v_{1t} = y_t - E(y_t | z_t)$, y $v_{1t} = \varepsilon_{1t} - (\omega_{12}/\omega_{22})\varepsilon_{2t}$ por lo tanto v_{1t} contiene la información de y_t que no está correlacionada con z_t y ε_{2t} (Ericsson, 1994; Galindo, 1997). Por lo que se tiene:

$$(90) \quad E(z_t \cdot v_{1t}) = 0 \quad \text{y} \quad E(\varepsilon_{2t} \cdot v_{1t}) = 0$$

la relación simbólica entre (87) y (88) queda expresada como:

$$(91) \quad F_x = (x_t; \theta) = F_{y/z}(y_t/z_t; \lambda_1) \cdot F_z(z_t; \lambda_2)$$

$F_x(x_t; \theta)$ es la función de densidad conjunta de x_t , $F_{y/z}(y_t | z_t)$ es la función de densidad condicional de y_t dado z_t , y $F_z(z_t; \lambda_1)$ es la función de densidad marginal de z_t . El parámetro θ es el total de parámetros del proceso en conjunto, λ_1 y λ_2 son los parámetros del modelo condicional y marginal, por lo tanto $\lambda_1 = (\beta_0, \beta_1, \sigma^2)$ y $\lambda_2 = (\mu_2, \omega_{22})$.

La ecuación (91) aunque está factorizada en sus funciones de densidad se considera que no pierde la generalidad, pero si se analiza únicamente la función de densidad condicional se dice que pierde generalidad por no considerar a la función de densidad marginal, es decir, en general se pierde información en relación al proceso condicional del modelo (Ericsson, 1994).

La independencia entre λ_1 y λ_2 es una condición fundamental para realizar el análisis. La factorización presentada en (91) permite operar un corte secuencial, si y sólo si, λ_1 y λ_2 varían libremente, esto es si (λ_1, λ_2) pertenecen al espacio de parámetros, denotado por Λ , donde el producto de los dos subespacios $\Lambda_1 \times \Lambda_2$ deben de pertenecer a Λ . Si λ_1 y λ_2 varían libremente si el espacio de parámetros Λ_1 no es una función de los λ_2 , y el espacio de parámetros Λ_2 no es una función de λ_1 . (Johansen, 1992; Ericsson, 1994). La condición de independencia por si sola no es suficiente para realizar inferencia de los parámetros de interés, el modelo condicional (89.1), ya que existe el parámetro μ , que también es de importancia, por lo que en notación formal los parámetros de interés principal se denotan como Ψ . Así, se puede definir el concepto de exogeneidad débil como: z_t es débilmente exógena en el periodo de tiempo estudiado con los parámetros Ψ , si y sólo si, existe una reparametrización de θ tal que $\lambda=(\lambda_1, \lambda_2)$ y cumplen con las siguientes condiciones:

- (i) Ψ es función solamente de λ_1 , y
- (ii) la factorización en (91) permite operar un corte secuencial

$$F_x = (x_t; \theta) = F_{y/z}(y_t/z_t; \lambda_1) \cdot F_z(z_t; \lambda_2)$$

donde $\lambda \in \Lambda_1 \times \Lambda_2$ (Engle, Hendry and Richard, 1983; Ericsson, 1994).

Si la exogeneidad débil existe, las estimaciones serán eficientes utilizando el modelo condicional (89.1).

La exogeneidad fuerte es el conjunto de la exogeneidad débil y la no causalidad en el sentido de Granger. El cumplimiento de las condiciones permiten realizar proyecciones y pronósticos validos.

Si la ecuación (87) se modifica de tal forma que la función de densidad conjunta de x_t sea dinámica, se espera que esta función esté condicionada por su

valores pasados, denotada por X_{t-1} , por lo que X_{t-1} afecte la distribución de x_t a través de μ y Ω . Para simplicidad del análisis se espera una dependencia lineal sobre μ dentro de los valores rezagados de la misma, por lo tanto μ es interpretada como la media condicional de x_t dada X_{t-1} (Ericsson, 1994). La constante se deja de lado para simplificar la explicación.

Bajo las simplificaciones anteriores se tiene un vector autorregresivo de primer orden de tal forma que:

$$(92) \quad x_t = \pi x_{t-1} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim \text{IN}(0, \Omega)$$

las ecuaciones (89.1) y (89.2) se transforman en un modelo autorregresivo de rezagos distribuidos:

$$(93.1) \quad y_t = \beta_0 z_t + \beta_1 z_{t-1} + \beta_2 y_{t-1} + v_{1t} \quad \varepsilon_{1t} \sim \text{IN}(0, \sigma^2)$$

$$(93.2) \quad z_t = \pi_{22} z_{t-1} + \pi_{21} y_{t-1} + \varepsilon_{2t} \quad \varepsilon_{2t} \sim \text{IN}(0, \omega_{22})$$

por medio de estas ecuaciones, con una exogeneidad débil solamente, y_{t-1} tiene influencia sobre z_t si $\pi_{21} \neq 0$ en el modelo marginal (93.2). La restricción adicional es que $\pi_{21} = 0$, en este caso se dice que y_t no causa en el sentido de Granger a z_t . La no causalidad de Granger significa que los rezagos de otras variables no se encuentran dentro del modelo marginal de z_t . Por lo tanto la exogeneidad débil más la no causalidad en el sentido de Granger da como resultado la exogeneidad fuerte (Ericsson, 1994). De la ecuación (93.2) se puede generalizar de la forma (Maddala, 1988; Charemza and Deadman, 1992; Galindo, 1997; Song and Witt, 2000):

$$(94) \quad z_t = \alpha + \sum \beta_i y_{t-i} + \sum \gamma_i z_{t-i} + u_t$$

donde el término de error que ha sido utilizado a lo largo del análisis es cambiado por u_t .

Los modelos de corrección de errores (ECM), así como el proceso de cointegración explicado, tienen una gran relación con los modelos autorregresivos de rezagos distribuidos, por lo que, de (93.1) y realizando la misma operación para llegar a la ecuación (80), se obtiene (Ericsson, 1994):

$$(95) \quad \Delta y_t = \gamma_1 \Delta z_t + \gamma_2 (y_{t-1} - \delta z_{t-1}) + \varepsilon_{1t}$$

esta ecuación no pierde generalidad con respecto a (93.1), en donde $\gamma_1 \Delta z_t$ es el impacto inmediato que los cambios en z_t tiene sobre y_t , el término $\gamma_2 (y_{t-1} - \delta z_{t-1})$ es el impacto que se presenta en el corto plazo ante cambios en la ecuación de largo plazo (vector de cointegración), donde se requiere que $\gamma_2 < 0$ para la estabilidad dinámica del sistema.

Las pruebas explicadas se entienden mejor si se ilustra un ejemplo: si consideramos un modelo de vectores autorregresivos de dos variables y se reparametriza suponiendo un solo vector de cointegración en su forma más simple se expresa como (Engle and Granger, 1987; Galindo, 1997):

$$(96.1) \quad \Delta y_t = \alpha_{11} (y_{t-1} - \delta_1 z_{t-1}) + \alpha_{12} \Delta y_{t-1} + \alpha_{13} \Delta z_{t-1} + e_{1t}$$

$$(96.2) \quad \Delta z_t = \alpha_{21} (y_{t-1} - \delta_1 z_{t-1}) + \alpha_{22} \Delta y_{t-1} + \alpha_{23} \Delta z_{t-1} + e_{2t}$$

la prueba de exogeneidad débil para (96.1) es cuando $\alpha_{21} = 0$, y la prueba de causalidad de Granger es cuando $\alpha_{13} = 0$ ó $\alpha_{22} = 0$ (Ericsson, 1994; Hunter, 1992; Johansen, 1992; Galindo, 1997).

El estadístico de la prueba de exogeneidad débil se distribuye como una χ^2 bajo la hipótesis nula (Johansen and Juselius, 1990; Johansen and Juselius, 1992; Galindo, 1997):

$$(97) \quad T \sum_i^r \ln \left[\frac{(1-\gamma_1)}{(1-\gamma_2)} \right] \approx \chi^2(rp)$$

donde γ_1 es la raíz característica del VAR con restricción, γ_2 es la raíz característica del VAR sin restricciones, r es el número de vectores de cointegración, p es el número de parámetros y T es el número total de datos (Johansen, 1992; Galindo, 1997).

En resumen la prueba de exogeneidad débil señala que Δz_t no se ajusta a los desequilibrios captados por el mecanismo de corrección, pero puede reaccionar a movimientos en los valores rezagados de Δy_t . La exogeneidad fuerte es que los Δz_t no es afectada por los desequilibrios entre y_t y z_t ni los cambios pasados en Δy_t (Galindo, 1997).

Análisis Impulso Respuesta

Este análisis es usado para realizar simulación de políticas por medio de shock en las perturbaciones de las variables y ver también el grado de exogeneidad de las variables.

Si se tiene un modelo VAR(1) de la forma:

$$(98) \quad Y_t = \Pi_1 Y_{t-1} + U_t$$

en forma matricial se tiene:

$$(99) \quad \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \pi_{11} & \pi_{12} \\ \pi_{21} & \pi_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{bmatrix}$$

Si se sabe que:

$$(100) \quad Y_{t-1} = \Pi_1 Y_{t-2} + U_{t-1}$$

rezagando la ecuación un periodo y sustituyéndola por Y_{t-1} en la ecuación (98) se llega a:

$$(101) \quad Y_t = \Pi_1^2 Y_{t-2} + U_t + \Pi_1 U_{t-1}$$

realizando este procedimiento n veces se tiene la ecuación:

$$(102) \quad Y_t = \sum_{i=0}^n \Pi_1^i U_{t-i} + \Pi_1^{n+1} Y_{t-n+1}$$

si las series de tiempo son estacionarias se tiene que $0 < |\Pi_1| < 1$, donde $\lim_{n \rightarrow \infty} \Pi_1^n = 0$, que ésta es la condición de estabilidad, la ecuación (102) se

transforma en:

$$(103) \quad Y_t = \sum_{i=0}^{\infty} \Pi_1^i U_{t-i}$$

la ecuación (99) se expresa:

$$(104) \quad \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} \pi_{11} & \pi_{12} \\ \pi_{21} & \pi_{22} \end{bmatrix}^i \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{bmatrix}$$

las variables y_t y z_t pueden ser expresadas por medio de una secuencia de shock en el sistema. Esta representa el cambio de un impacto en el término de error de alguna de las variables sobre otra en el sistema. Como los términos de perturbaciones están correlacionados se hace el proceso de ortogonalización.

Se sabe que de (99) que $E(u_{1t})=0$, $E(u_{2t})=0$, $\text{var}(u_{1t})=E(u_{1t}^2)=\sigma_{11}$, $\text{var}(u_{2t})=E(u_{2t}^2)=\sigma_{22}$ y $\text{cov}(u_{1t} u_{2t})= \sigma_{12}$. Una forma de ortogonalizar es restar el resultado de multiplicar la primera fila de (99) por el término $\delta=\sigma_{12}/\sigma_{11}$, por la segunda fila, lo cual resulta en:

$$(105) \quad \begin{bmatrix} y_t \\ z_t - \delta y_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \pi_{11} & \pi_{12} \\ \pi_{21} & \pi_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{bmatrix}$$

donde $\pi'_{21}=(\pi_{21} - \delta\pi_{11})$, $\pi'_{22}=(\pi_{22} - \delta\pi_{12})$ y $u'_{2t}=(u_{2t} - \delta u_{1t})$, por lo que el término de error (105) no está correlacionado. Realizando operaciones de sustitución y expresando $\Phi_i = \begin{bmatrix} \Pi'_1 & 0 \\ \delta & 1 \end{bmatrix}$ se llega a una expresión compacta donde (Song and Witt, 2000):

$$(106) \quad Y_t = \sum_{i=0}^n \Phi_i U'_{t-i}$$

donde $U'_t = \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{bmatrix}$, la matriz Φ_1 es la función de impulso respuesta, porque representa el comportamiento de las series ante un shock en U'_t (Song and Witt, 2000).

Análisis Descomposición de Varianza

Si se quiere realizar pronóstico y el error de pronóstico, éste puede representarse por medio de (106). El pronóstico de un periodo adelante se expresa como:

$$(107) \quad Y_{t+n} = \sum_{i=0}^{\infty} \Phi_i U'_{t+1-i}$$

y su correspondiente pronóstico de error es:

$$(108) \quad Y_{t+1} - \hat{Y}_{t+1} = \Phi_0 U'_{t+1}$$

siguiendo el mismo procedimiento se llega a:

$$(109) \quad Y_{t+n} - \hat{Y}_{t+n} = \sum_{i=0}^{n-1} \Phi_i U'_{t+n-i}$$

tan lejos como el pronóstico se quiera realizar el pronóstico del error es medido mediante:

$$(110) \quad y_{t+n} - \hat{y}_{t+n} = \Phi_{11}(0)u_{1t+n} + \Phi_{11}(1)u_{1t+n-1} + \dots + \Phi_{11}(n-1)u_{1t+1} \\ \Phi_{12}(0)u'_{2t+n} + \Phi_{12}(1)u'_{2t+n-1} + \dots + \Phi_{12}(n-1)u'_{2t+1}$$

y el pronóstico de la varianza del error es:

$$(111) \quad \text{var}(y_{t+n} - \hat{y}_{t+n}) = \sigma_y^2 [\Phi_{11}^2(0) + \Phi_{11}^2(1) + \dots + \Phi_{11}^2(n-1)] \\ + \sigma_z^2 [\Phi_{12}^2(0) + \Phi_{12}^2(1) + \dots + \Phi_{12}^2(n-1)]$$

La descomposición del pronóstico de varianza del error muestra la variación en la serie de tiempo bajo sus propios shock y el de las otras variables del sistema.

4. Evidencia Empírica: el Caso de México

A continuación se presenta una breve descripción del proceso de urbanización que ha seguido México del periodo de 1900 al 2001, enfocándose principalmente en la última etapa del proceso 1970 al 2001, presentando información que se relacionan con cada uno de las dos vertientes teóricas explicadas anteriormente: urbanización y concentración urbana.

4.1 Etapas del Proceso de Urbanización

Cuando se habla del proceso de urbanización hay que recordar que se distingue como aquél que depende del movimiento presentado de la población rural a la urbana, se está refiriendo a la urbanización, en donde los recursos urbanos están concentrados en algunas ciudades, grado de concentración urbana; existen etapas registradas de este proceso en México, las cuales son las siguientes (INEGI, 2000; Sánchez, 2001):

1. De 1900 – 1940, época identificada como de lento crecimiento, en donde se caracterizó por un fenómeno de aislamiento de la población rural, existía una dificultad de movimiento de las zonas rurales a las ciudades, debido a condiciones sociopolíticas; no existía una infraestructura en caminos que conectara a estas zonas con las ciudades; se inició un progreso en los ferrocarriles pero se detuvo a causa de la revolución de 1910. Después de la revolución, la migración cobró fuerza debido a la seguridad y tenencia de bienes en las ciudades, pero también existió un movimiento inverso ya que la gente sentía un menor temor de vivir en provincia. Del periodo de 1921 – 1930 el desarrollo de las ciudades, y en particular las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey empezaron a diversificar y fortalecer sus funciones sociales, económicas y culturales. A finales de este periodo existían 33 centros urbanos con una población aproximada de 1.4 millones de habitantes, esto a consecuencia de la fuerte migración rural – urbana, unida a

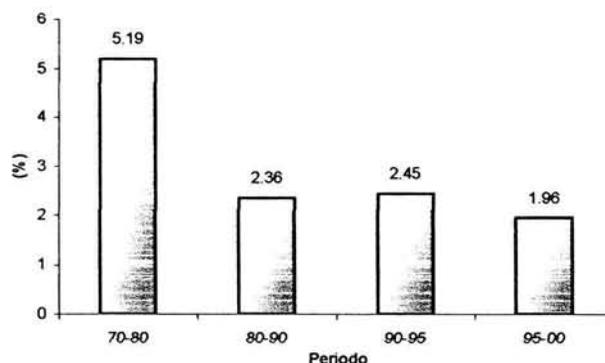
un descenso de la mortalidad y a un alto índice de fecundidad (Poder Ejecutivo Federal, 1995).

2. De 1940 – 1970, existió una rápida urbanización al mismo tiempo que el crecimiento de la población natural. Las actividades industriales se convirtieron en la base del desarrollo económico localizándose principalmente en las ciudades, lo que fomentó un rápido ritmo de urbanización. Se presentó un incremento continuo y acelerado en la tasa de crecimiento natural de la población del 2.7% anual al 3.1% (González, 2001). Acontecimientos externos fomentaron el proceso de urbanización rápida y su esparcimiento a todo el territorio nacional: la Segunda Guerra Mundial, la cual estimuló el desarrollo industrial así como un crecimiento de ciudades en la frontera norte del país.

De 1940 – 1950 se presentó un auge importante en la agricultura y ganadería debido al crecimiento del mercado interno y externo. La política agraria financio su crecimiento dando crédito y creando la infraestructura física necesaria para el desarrollo del país. La agricultura fue el elemento fundamental que impulsó el crecimiento. De 1960 – 1970 el aumento espectacular del área urbana de la Ciudad de México absorbió el flujo migratorio de otras ciudades de la república. Los centros petroleros crecieron aceleradamente. Para este periodo se contaba con 55 ciudades con una población de casi 4 millones de habitantes, para 1960 aumentó a 123 con una población de más de 12 millones, para la década de los 70's la población nacional aumentó a una tasa de 3.5% (González, 2001). La población urbana representaba al 45% respecto al total nacional, alcanzando en 1980 el 80% de participación (Unikel, 1972). Los fenómenos de concentración - dispersión de la población acentuaron los desequilibrios regionales y se centralizaron las actividades económicas, sociales, culturales, políticas y administrativas en las grandes ciudades (Ocampo, 1983).

3. De 1970 – 2001, se inicia un periodo de cambios en el crecimiento del sistema de ciudades debido a una reconfiguración territorial y organización del sistema urbano nacional, manifestándose en transformaciones en el número, tamaño relativo, función económica e interdependencia regional de las ciudades que lo integran. Los cambios registrados en el número de ciudades ha sido significativo, en 1900 se registraban 33; de 1940 a 1950 eran 55; en 1960 123 localidades de 15 mil y más habitantes; 1970 pasó a 166; para 1980 fueron 229; en 1990 eran 309 y al inicio del nuevo siglo se identifican 338 (Olivera, 1997; SEDESOL, 2001; González, 2001). En este periodo el país experimentó transformaciones a escala internacional que han inducido a implementar nuevos modelos de desarrollo a reestructurar la economía y modificar los patrones de organización del territorio nacional. Los tratados de libre comercio con otros países han creado alternativas de desarrollo para las regiones y ciudades del país. La tecnología ha sustituido a la industria convencional como motor de desarrollo económico, donde los nuevos polos de desarrollo son complejos de innovación tecnológica que inciden en el funcionamiento económico de las ciudades y regiones (González, 2001). A continuación se presenta el comportamiento en tasas de crecimiento de las diferentes zonas analizadas en la investigación con base en datos oficiales.

Grafica 5: Tasas de Crecimiento Promedio de la Población que se encuentra en la Megalópolis

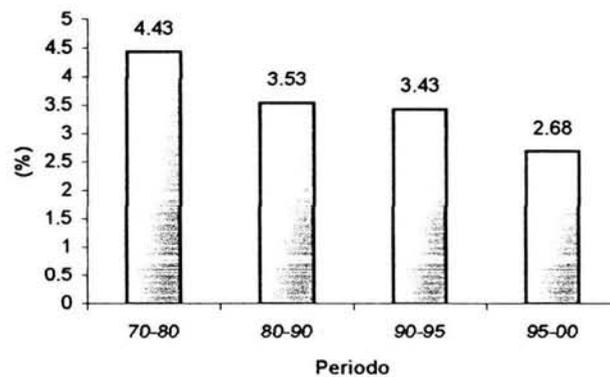


En la región de la Megalópolis se observa una marcada disminución en las tasas de crecimiento promedio de la población, caracterizada por una gran caída

en el periodo de 1980 a 1990, pasando de 5.1% a 2.3%, manteniéndose relativamente constante en el resto del periodo.

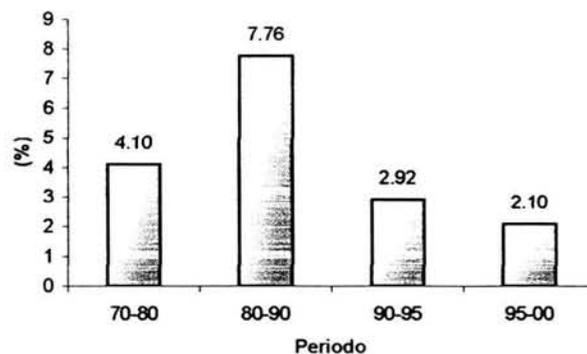
El comportamiento que se presenta en el área de las Metrópolis sigue también un patrón de descenso en sus tasas de crecimiento promedio, descenso que se observa más uniforme que el de la región de la Megalópolis.

Grafica 6: Tasas de Crecimiento Promedio de la Población que se encuentra en la Metrópolis



en el periodo de 1980 a 1995 la gráfica muestra tasas de crecimiento promedio muy similares, pero que no dejan de presentar una caída, lo cual sugiere un ajuste en la distribución de la concentración urbana entre las regiones.

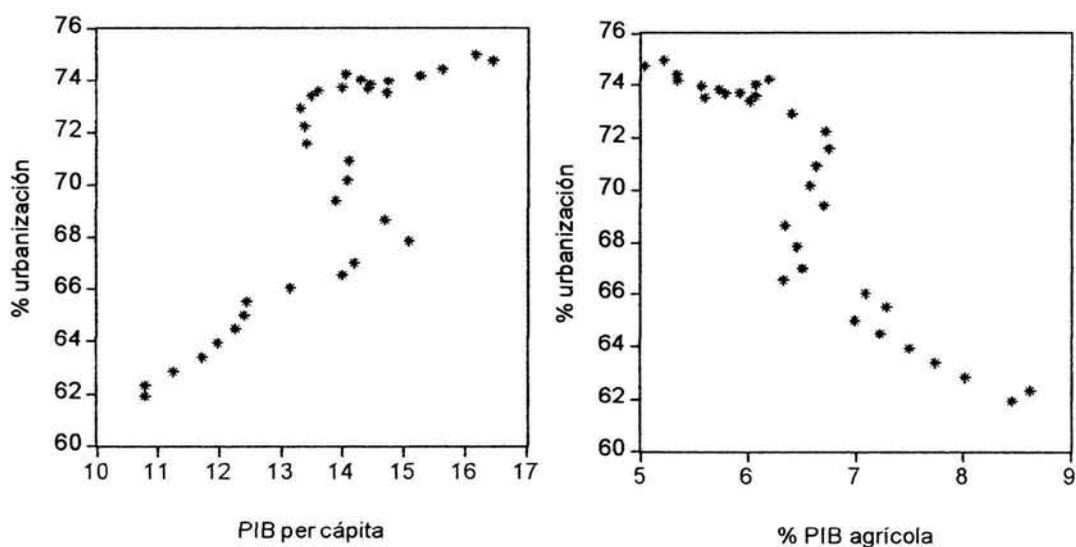
Grafica 7: Tasas de Crecimiento Promedio de la Población que se encuentra en las Aglomeraciones Urbanas Conurbadas



La tasa de crecimiento promedio de las aglomeraciones urbanas conurbadas en el periodo de 1980 a 1990 es muy alta, lo que confirma que en este periodo existió una transferencia de actividades económicas, sociales, políticas y culturales hacia las ciudades medias. Esto reafirma una política de desarrollo urbana destinada a incentivar nuevos centros de desarrollo a nivel nacional. Después de este periodo también se observa un ajuste en la distribución de actividades entre ciudades, lo cual significó el estandarizar las tasas de crecimiento promedio entre las principales regiones del país.

Para analizar de forma particular el proceso de urbanización se empezara por explicar el comportamiento de la movilización rural - urbano. Es importante mencionar que en el periodo analizado se equiparó al desarrollo rural con el crecimiento de la agricultura. Se aplicó un criterio de especialización sectorial y un enfoque centralista de intervención pública en donde se privilegio el análisis de unidades productivas rurales - fincas o explotaciones individuales – en donde en la primera la familia rural es la principal unidad donde se toman decisiones del uso de sus recursos totales a su disposición y se ha caracterizado por tener crecientes ingresos extraagrícolas (FAO, 1998; Escalante y Rello, 2000). Este tipo de ingresos se debe principalmente a las constantes crisis económicas que ha presentado el sector, lo cual hace que las familias busquen una combinación de la actividad agropecuaria junto con otras actividades, donde los miembros de las familias intentan colocar su trabajo en diferentes mercados laborales dentro de las regiones y fuera de éstas y hasta fuera del país (Escalante y Rello, 2000). La migración que existe de las zonas rurales algunas veces es temporal o definitiva, lo cual depende de los incentivos económicos y de las expectativas económicas de oportunidades de empleo en las zonas urbanas. El Plan Nacional de Desarrollo 1988 – 1994 buscó integrar el conjunto de políticas demográficas y de desarrollo urbano y regional para que la distribución territorial de los recursos fuera un elemento esencial para la modernización del país y elevar el nivel de vida de la población. Este proceso de movilidad de la población se aprecia con mayor claridad en las siguientes gráficas.

Gráfica 8: Relación entre el PIB per cápita, la participación del PIB agrícola con respecto al total nacional y la urbanización en México 1970 - 2001



La gráfica muestra en primer lugar cómo el aumento del ingreso per cápita se relaciona con el aumento de la urbanización, lo cual trae consigo incentivos económicos para los flujos migratorios y por lo tanto la búsqueda de ingresos extraagrícolas de las familias rurales. Una observación importante con respecto a la forma de la gráfica es que presenta un comportamiento de **S**, la cual sugiere una relación en donde el producto per cápita aumenta e inicialmente se presenta una baja tasa de urbanización para en un segundo periodo presentar una rápida urbanización antes de que la tasa disminuya, por lo que se propone alternativamente que la urbanización sigue una forma funcional convexa en el ingreso (Henderson and Davis, 2003; Graves and Sexton, 1979; WDR, 2000; Mills and Becker, 1986). Mientras en la parte derecha de la gráfica se observa una correlación negativa entre la urbanización y la participación del PIB agrícola con respecto al total nacional, esto tiene relación con las políticas diseñadas (equiparar el desarrollo rural con el crecimiento agrícola) para apoyar a las actividades agrícolas y pecuarias dejando de lado el apoyo de unidades productoras pequeñas que en conjunto con las grandes ayudan a fomentar la agroindustria y la explotación sustentable de recursos naturales. Es decir, la falta de incentivos para

estructurar unidades rurales al proceso económico del sector. Lo cual trae consigo una desarticulación regional y por lo tanto una disminución de la participación del PIB agrícola dentro del total nacional.

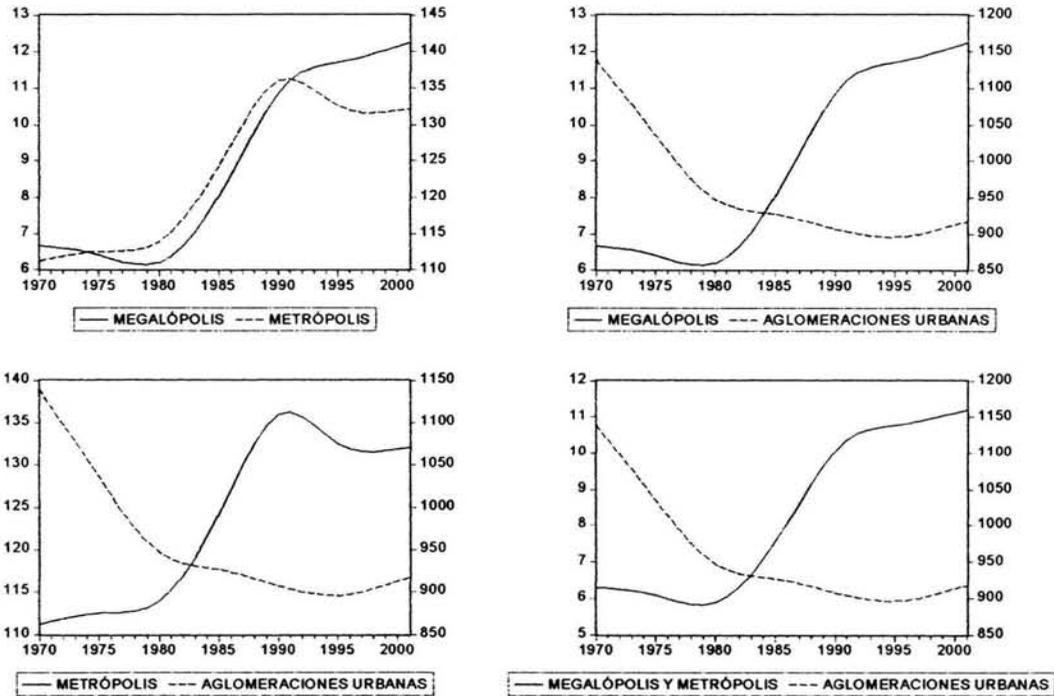
El proceso de urbanización en el sentido del cambio en la relación rural – urbano, se presenta como el cambio en el nivel de participación del sector agrícola con respecto a los sectores industriales y de servicios de la economía. Así cuando el sector de manufacturas y el sector servicios se desarrollan y prosperan en las ciudades la participación del sector agrícola con respecto al PIB nacional declina (Henderson and Davis, 2003).

En lo que se refiere a la concentración urbana a partir de los 70's se empezaba a dar un cambio en la dinámica del crecimiento urbano: la concentración urbana disminuía su velocidad, la migración campo – ciudad bajaba y las tasas de crecimiento de algunas ciudades presentaban el mismo comportamiento. A finales de esta década se estableció una política urbana la que consistió en la descentralización de la vida nacional y el desarrollo regional. En los 80's esta política se orientó al equilibrio económico y social del crecimiento de las ciudades y desalentó la tendencia concentradora de las zonas metropolitanas e impulsó a las ciudades medias (INEGI, 2000). El Plan de desarrollo Urbano 1990 – 1994 tenía como objetivo principal la transformación del patrón territorial de los asentamientos humanos en concordancia con las políticas de descentralización y de desarrollo económico, lo que traería una disminución de los costos sociales de las grandes concentraciones urbanas, mejorar la calidad de los servicios urbanos, atender los requerimientos básicos del suelo, infraestructura y equipamiento y fortalecer la capacidad municipal para activar un desarrollo ordenado de las ciudades. Esto impulsó programas estratégicos, en donde el programa 100 Ciudades, se orientó a interrelacionar el desarrollo y la urbanización, interrelación entre la planeación y la inversión, la eficiencia económica con la equidad, federalismo y descentralización, la participación social en el desarrollo urbano,

coordinación y concurrencia de proyectos de largo alcance y la sustentabilidad del desarrollo urbano (SEDESOL, 1990; González, 2001; SEDESOL – CICM, 1994).

De los 90's al año 2001 se presenta un proceso de descentralización marcado en donde la región megalopolitana disminuye su tendencia, que no sucede con la metrópoli, la cual presenta un comportamiento de concentración pero que en los últimos años retoma el comportamiento de la megalópolis. Las aglomeraciones urbanas conurbadas, que en este caso son las ciudades medias, siguen un proceso de concentración y crecimiento, lo cual significa que existe una transferencia de recursos humanos, económicos y tecnológicos de las dos principales zonas la megalópolis y la metrópoli. Lo dicho anteriormente queda resumido en las comparaciones gráficas entre zonas, en donde se tomó el inverso del índice H de concentración (1/H).

Gráfica 9: Proceso de Descentralización Urbana
Comparaciones entre la Megalópolis, la Metrópoli y las Aglomeraciones Urbanas Conurbadas 1970 - 2001



Para cuantificar el comportamiento en forma de S que anteriormente se presentó en la relación rural – urbano, y tomando la hipótesis fundamental de Williamson (1965), ésta se puede medir por medio de los efectos de la concentración urbana cuando varía el desarrollo económico (Henderson, 2000) por medio de:

$$(112) \quad IC = F(Y, Y^2)$$

el cual se puede estimar por medio de una relación como:

$$(113) \quad IC = \varphi_0 + \varphi_1 \log(Y) + \varphi_2 \log(Y^2)$$

si se quiere medir una versión más sofisticada de la ecuación (113) en donde se reconoce que los resultados de una concentración urbana pueden ser muy pequeños o muy grandes a cualquier nivel de ingresos, se tiene que:

$$(114) \quad IC^2 = \varphi_3 + \varphi_4 \log(Y) + \varphi_5 \log(Y^2)$$

se espera que los coeficientes de la ecuación (113) sean $\varphi_1 > 0$ y $\varphi_2 < 0$, donde en el inicio se presentan efectos positivos de la concentración a un aumento del ingreso, aumentando con un determinado nivel de ingreso, para después con un mayor aumento del ingreso, la concentración empieza a ser peligrosas por sus altos costos que trae consigo el proceso de urbanización. En esta ecuación se mide los beneficios iniciales que tiene la concentración urbana como son las economías de escala explotables, para después llegar aun punto máximo, en el cual pasando el mismo, se sigue con altos costos o pérdidas causadas por la concentración. La ecuación (114) mide una relación más compleja que es más fuertemente significativa e intenta demostrar el grado óptimo de concentración, para lo cual se espera que $\varphi_4 < 0$ y $\varphi_5 > 0$ (Henderson, 2000).

Los resultados para comprobar la hipótesis se exponen a continuación, tomando como índices de concentración al índice H y al índice de primacía (donde P_1 se refiere a la ZMVM):

Cuadro 1: Hipótesis de Williamson

Índice de Concentración	Variables		
	φ_0	$\log(Y)$	$\text{Log}(Y^2)$
H	-36.16 (-2.82)	3.60 (2.91)	-0.08 (-2.98)
H ²	-8.83 (-2.50)	0.88 (2.57)	-0.02 (-2.64)
Pdf	-53.32 (-2.99)	5.33 (3.09)	-0.13 (-3.16)
Pdf ²	-34.95 (-2.78)	3.48 (2.86)	-0.08 (-2.93)

Nota: los valores entre paréntesis son las t estadísticas

como se observa los coeficientes de las estimaciones son significativos, además se presentan los signos esperados en la primera y tercer fila, lo cual se comprueba la hipótesis de Williamson. En la segunda y cuarta fila el signo de los coeficientes no es el esperado, al contrario se siguen comportando de la misma manera que la ecuación (113) supone. Este resultado está diciendo que no se ha presentado un óptimo de concentración urbana en México y que la concentración aunque ha disminuido cada vez más se acerca al punto en que ésta se vuelve perjudicial. Este último resultado concuerda con el obtenido por Henderson (2000), en donde México aparece en el conjunto de países que presentan un exceso de concentración urbana.

Las grandes zonas metropolitanas siguen siendo protagonistas de un aumento del proceso de concentración económica, dejando a las áreas rurales en desventaja y presentando gran cantidad de población que emigra a las grandes zonas metropolitanas y ciudades medias. Las ciudades siguen cumpliendo su papel de ser un polo esencial de actividades económicas y un centro de producción de innovaciones y que en ambos aspectos tienen que responder a las necesidades y satisfacciones de la población.

4.2 Pruebas Econométricas y Estimaciones

El concepto de cointegración es fundamental en el análisis de series de tiempo en la econometría moderna ya que éste tiene la propiedad estadística de describir el comportamiento de largo plazo entre series de tiempo económicas y además reúne en él diferentes áreas de la economía, por ejemplo relaciona la noción económica a la relación de largo plazo entre variables económicas junto con los modelos estadísticos; utiliza la teoría estadística de raíz unitaria para realizar inferencias estadísticas a cerca de la existencia empírica de cointegración; la cointegración implica la existencia de una representación de corrección de error de la variables a estudiar; relacionando el modelo de corrección de errores con la cointegración ayuda a la modelación de largo y corto plazo de los datos; la cointegración evita la crítica de regresión espúrea asociada a los datos de series de tiempo con tendencia (Ericsson, 1994). Al concepto de cointegración se le puede relacionar con el concepto de exogeneidad. Analíticamente ambos han demostrado ser eficientes herramientas teóricas y empíricas para realizar inferencias estadísticas, pronósticos y análisis de política.

Para adentrarse al análisis de la exogeneidad, es necesario definir el concepto y estructura del mismo, así como su relación con el análisis de cointegración. Por lo tanto, la exogeneidad de una variable depende si ésta puede ser tomada como "dada" o no, sin perder información para el propósito del análisis que se intenta realizar. Esto es, la exogeneidad de una variable depende de los parámetros de interés y el propósito del modelo, si es para inferencia estadística, pronóstico o análisis de políticas (Ericsson, 1994). Estos tres propósitos definen los tipos de exogeneidad a estudiar: exogeneidad débil, exogeneidad fuerte o superexogeneidad (Engle, Hendry and Richard, 1983).

Para propósitos del análisis en este apartado se iniciará con las pruebas de raíces unitarias, las cuales contienen información importante relacionadas con los índices de urbanización creados. Después se presentarán los resultados del

procedimiento de Johansen (1988) y se mostraran los vectores de cointegración para cada uno de los modelos. Se realizarán las pruebas de exogeneidad débil y exogeneidad fuerte, así como el análisis impulso respuesta y descomposición de varianza.

Para determinar el orden de integración de las variables se utilizaron las pruebas de raíces unitarias Dickey Fuller Aumentada, ADF (1981), Phillips-Perron, PP (1988) y Kwiatkoski, Phillips, Schmidt y Shin, KPSS (1992). En donde las primeras dos pruebas se especificaron incluyendo una constante y tendencia, únicamente la constante, y sin constante y tendencia. La selección de la especificación utilizada, en las pruebas de Dickey Fuller y Phillips Perron, se obtuvo a través del procedimiento de lo general a lo específico estimando en principio regresiones con constante y tendencia y verificando su significancia estadística. El número de rezagos (ρ) se seleccionaron de acuerdo al criterio de significancia estadística de la prueba t, procedimiento que es conocido como t-sig (Ng y Perron, 1995). Se estimó la prueba KPSS (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, and Shin, 1992) que utiliza como hipótesis nula el que la serie es estacionaria a diferencia de las pruebas ADF y PP que tienen como hipótesis nula el que la serie tiene raíces unitarias lo que permite minimizar la posibilidad de realizar inferencias estadísticas equivocadas (Maddala y Kim, 1998 y Charemza y Syczewska, 1998). Adicionalmente se estimó la prueba conjunta de Dickey – Fuller y KPSS para hacer más preciso nuestro análisis (Charemza and Syczewska, 1998).

Cuadro 2. Pruebas de raíces unitarias Dickey-Fuller Aumentada (ADF), Phillips-Perron (PP), ADF y KPSS conjuntas

Variable	ADF			PP			KPSS		Joint ADF – KPSS $\rho=0.75$	
	A	B	C	A	B	C	η_{μ}	η_{τ}	Z_D	Z_K
y_t	-2.67(1)	-2.07(1)	2.87(1)	-2.19(3)	-1.99(3)	4.55(3)	0.576	0.125	-2.07(1)	0.576
Δy_t	-3.28(1)	-2.11(1)	-2.01(1)	-4.52(3)	-4.24(3)	-2.57(3)	0.252	0.120	-2.11(1)	0.252
i_t	-2.72(1)	-1.80(1)	1.42(1)	-2.30(3)	-1.31(3)	1.54(3)	0.525	0.085	-1.80(1)	0.525
Δi_t	-3.99(1)	-4.06(1)	-3.75(1)	-4.98(3)	-5.07(3)	-4.78(3)	0.102	0.101	-4.06(1)	0.102
$liur_t$	0.32(3)	-1.66(3)	-0.53(3)	0.35(3)	-6.00(3)	9.82(3)	0.576	0.163	-1.66(3)	0.576
$\Delta liur_t$	-1.66(2)	-0.05(2)	-2.09(2)	-2.25(3)	-1.11(3)	-2.24(3)	0.532	0.076	-0.05(2)	0.532
$(1/h)_t$	-3.51(3)	-1.02(3)	1.59(3)	-1.97(3)	-0.23(3)	1.80(3)	0.507	0.095	-1.02(3)	0.507
$\Delta(1/h)_t$	-1.86(2)	-2.20(2)	-1.27(2)	-1.29(3)	-1.50(3)	-1.16(3)	0.148	0.127	-2.20(2)	0.148
pdf_t	-3.36(3)	-1.05(3)	1.58(3)	-1.91(3)	-0.13(3)	2.04(3)	0.510	0.095	-1.05(3)	0.510
Δpdf_t	-1.82(2)	-2.17(2)	-1.22(2)	-1.20(3)	-1.41(3)	-1.07(3)	0.149	0.127	-2.17(2)	0.149

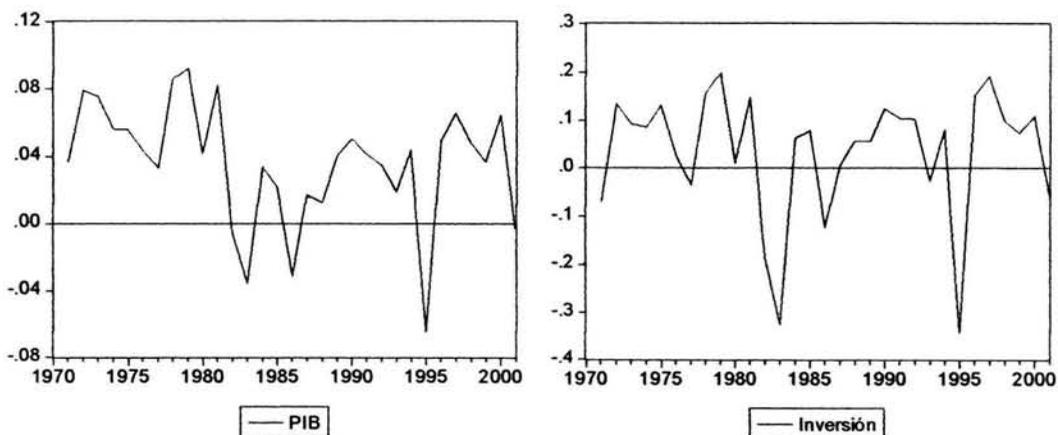
Notas: Negrillas indican rechazo de la hipótesis nula al 5% de significancia. Los valores críticos al 5% para la prueba Dickey-Fuller Aumentada y Phillips-Perron, en una muestra de $T=100$, son de -3.45 incluyendo constante y tendencia (modelo A), -2.89 únicamente la constante (modelo B) y -1.95 sin constante y sin tendencia (modelo C), (Maddala y Kim, 1998, p. 64). Los valores entre paréntesis representan el número de rezagos utilizados en la prueba. η_{μ} y η_{τ} representan los estadísticos de la prueba KPSS, donde la hipótesis nula considera que la serie es estacionaria en nivel ó alrededor de una tendencia determinística, respectivamente. Los valores críticos al 5% en ambas pruebas son de 0.463 y 0.146, respectivamente (Kwiatkowski et. al. 1992). La prueba conjunta ADF y KPSS señala que para Z_D la prueba estadística marcada en negrillas indica el rechazo de la hipótesis nula y para Z_K indica que se acepta la hipótesis nula. La hipótesis para la prueba ADF es H_0^D indica que la existencia de raíz unitaria es falsa y H_1^D la existencia de raíz unitaria es verdadera. Para la prueba KPSS H_0^K indica que la estacionalidad es verdadera y H_1^K la existencia de raíz unitaria es falsa. Los valores críticos de la prueba Dickey – Fuller y KPSS al 5% de significancia para $Z_D > (-5.74, 0)$ y $Z_K < (0, 0.66)$ (Charemza and Syczewska, 1998, p20).

Los resultados de las pruebas ADF, PP y la prueba conjunta ADF - KPSS muestran que el producto tiene un orden de integración $I(1)$, mientras la prueba KPSS señala que es estacionaria con excepción del caso donde se incluye una tendencia determinística. Para la inversión el resultado es similar es decir, tiene un orden de integración $I(1)$, ya que las pruebas ADF, PP y ADF - KPSS lo demuestran, en la prueba KPSS al considerar una tendencia determinística en la serie en niveles el orden de integración es $I(0)$. Para el caso del índice de urbanización se puede concluir que puede considerarse el tener un orden de integración $I(0)$, ya que las pruebas PP y KPSS con constante y la ADF - KPSS señalan la posibilidad que sea $I(0)$, mientras en ADF y PP sin constante y

tendencia sugieren un orden de integración $I(1)$. Para el índice de descentralización se puede concluir que tiene un orden de integración $I(0)$, los resultados de las pruebas ADF con constante y tendencia, KPSS y ADF - KPSS muestran un orden de integración $I(0)$. En el índice de primacía los únicos resultados que pueden aproximarse a definir el orden de integración es la KPSS con tendencia determinística y la ADF - KPSS, las cuales señalan que la series es no estacionaria, por lo que se concluye que es $I(0)$. Este último resultado no queda del todo claro, por lo que al utilizar esta variable en las estimaciones puede representar problemas en la interpretación económica del modelo o mostrar resultados que carecen de sustento teórico y estadístico.

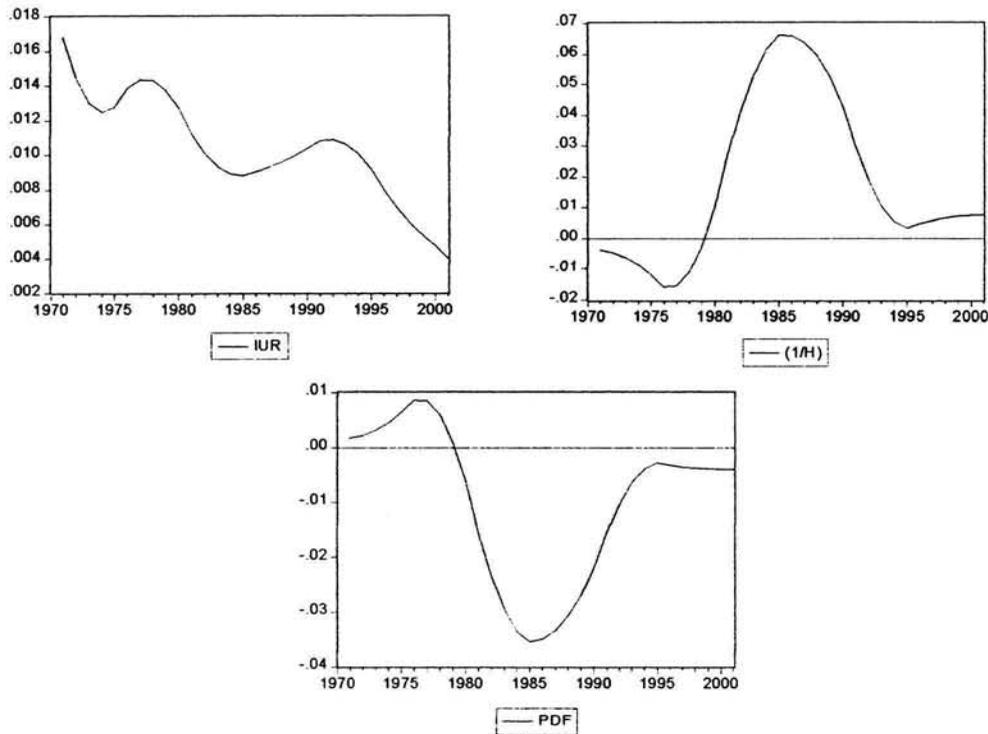
Para aclarar con más precisión los resultados obtenidos de raíces unitarias, a continuación se presenta el comportamiento de cada una de las variables en sus respectivas tasas de crecimiento.

**Gráfica 10: Tasas de Crecimiento del Producto y la Inversión
1970 - 2001**



Estas gráficas sustentan el orden de integración encontrado entre las variables del producto y la inversión, las cuales son de un orden de integración $I(1)$.

Gráfica 11: Tasas de Crecimiento de los Índices de Urbanización, Descentralización y Primacía 1970 - 2001



Las tres gráficas muestran un comportamiento no estacionario de las series en diferencias, lo que señala que los índices son de orden de integración $I(0)$. Este análisis gráfico refuerza los resultados obtenidos en el cuadro 2.

Para identificar los efectos simultáneos que se establecen entre el crecimiento económico y el proceso de urbanización se estimó un modelo de vectores autorregresivos (VAR) que incluye al producto, la inversión y los índices de urbanización y concentración urbana. La especificación anterior pretende capturar los determinantes esenciales de un modelo AK de crecimiento sin restringir las relaciones de causalidad. Las estimaciones se realizaron atendiendo el orden de integración de las series para evitar la crítica de regresión espúrea (Granger and Newbold, 1974). El VAR se especificó de acuerdo al procedimiento de Johansen (1988) para obtener un vector de cointegración que explica la

relación a largo plazo entre el producto, inversión e índices de urbanización y concentración urbana para así identificar los coeficientes de largo plazo entre las variables.

Por medio del procedimiento de Johansen (1988) para cointegración se excluyó la tendencia y de esta forma evitar el problema de la crítica de regresión espúrea. Así, se procedió a estimar un modelo de vectores autoregresivos (VAR), donde el orden del VAR es el producto, la inversión, y combinando el proceso de urbanización respecto a cada uno de sus índices: índice de urbanización, índice de descentralización (1/h) e índice de primacia (P₁/P) (Cuadro 3). También se realizó la prueba de mala especificación para determinar la apropiada estructura de rezagos (Cuadro 4).

Cuadro 3: Pruebas de cointegración basadas en el procedimiento de Johansen

	Valores Característicos	H ₀ : r	$\hat{\lambda}$ -max	λ -max 95%	\wedge Traza	Traza 95%
Índice de Urbanización	0.506068	0	21.16	22.0	34.91	34.9
	0.272338	1	9.538	15.7	13.75	20.0
	0.131084	2	4.215	9.2	4.215	9.2
Índice (1/H)	0.842447	0	55.44	22.0	89.6	34.9
	0.544617	1	23.6	15.7	34.16	20.0
	0.296779	2	10.56	9.2	10.56	9.2
Índice de Primacia	0.848512	0	56.62	22.0	90.9	34.9
	0.548759	1	23.87	15.7	34.37	20.0
	0.295247	2	10.5	9.2	10.5	9.2

Notas: λ -max = Estadístico de la raíz característica máxima. \wedge Traza. Estadístico de la traza Las negrillas indican el rechazo de la hipótesis nula al 5% de significancia. Periodo 1970-2001. Número de rezagos utilizados en el VAR 1, la especificación incluye constante. Valores críticos : λ -max Johansen, 1995 tabla 15.1 p. 214; y Traza. Mackinnon, et. al., 1999, tabla II, p.571.

El resultado de la prueba de la traza que contiene al índice de urbanización, indica la presencia de al menos una relación de largo plazo entre el conjunto de variables considerados (PIB, inversión, índice de urbanización). Mientras el resultado que contiene a los índices de concentración muestra que existen más de dos vector de cointegración, prueba de la traza y raíz máxima, entre el conjunto de las variables seleccionadas (PIB, inversión, índice de descentralización).

Los coeficientes normalizados indican que el vector de cointegración puede interpretarse como un mecanismo de corrección de errores de una ecuación de crecimiento económico del tipo fundamental en capital (AK). En este sentido, un aumento de la inversión se traduce en un mayor ritmo de crecimiento económico. Junto con ello, un incremento del nivel de urbanización nacional favorece el crecimiento económico. Lo cual representa un movimiento en la dinámica de las áreas rurales a las urbanas, ya sea por factores de políticas o incentivos económicos. Por otro lado un incremento del nivel de descentralización urbana e índice de primacía, también favorece el crecimiento económico, lo cual tiende a concentrar en un inicio al conjunto de actividades económicas, generando con el paso del tiempo economías de escala y favoreciendo, entre otras cosas, la intensidad de capital a producto lo que lleva al aumento del ingreso. Destaca además que la suma de ambos coeficientes de las tres ecuaciones de cointegración son muy cercana a uno.

Cuadro 4: Prueba de restricción en los coeficientes del vector de cointegración

Hipótesis Nula H_0		Hipótesis Nula H_0		Hipótesis Nula H_0	
i_t, iur_t ($\beta_1=\beta_2=0$)	$\chi^2(3)=19.38[0.00]**$	$i_t, (1/H)_t$ ($\beta_1=\beta_2=0$)	$\chi^2(3)=41.32[0.00]**$	i_t, pdf_t ($\beta_1=\beta_2=0$)	$\chi^2(3)=40.82[0.00]**$
C	$\chi^2(3)=19.41[0.00]**$	c	$\chi^2(3)=41.47[0.00]**$	C	$\chi^2(3)=40.88[0.00]**$
y_t ($\beta_1=0$)	$\chi^2(3)=19.43[0.00]**$	y_t ($\beta_1=0$)	$\chi^2(3)=41.56[0.00]**$	y_t ($\beta_1=0$)	$\chi^2(3)=40.90[0.00]**$
i_t ($\beta_2=0$)	$\chi^2(3)=19.38[0.00]**$	i_t ($\beta_2=0$)	$\chi^2(3)=41.41[0.00]**$	i_t ($\beta_2=0$)	$\chi^2(3)=40.69[0.00]**$
iur_t ($\beta_3=0$)	$\chi^2(3)=19.42[0.00]**$	$(1/H)_t$ ($\beta_3=0$)	$\chi^2(3)=41.38[0.00]**$	pdf_t ($\beta_3=0$)	$\chi^2(3)=40.90[0.00]**$

Nota: (*, **) indican el rechazo de H_0 al 5% y 1% de significancia respectivamente. VAR con 1 rezagos. Periodo: 1972 – 2001

Cuadro 5: Vectores de Cointegración y sus Respectivos Índices para Especificar el Proceso de Urbanización

Vectores de Cointegración	
Índices	Ecuación de cointegración
Urbanización	$y_t = 5.4312 + 0.7582i_t + 0.2762iu_t$
Descentralización Urbana	$y_t = 12.023 + 0.3829i_t + 0.7170(1/h)_t$
Primacia	$y_t = 13.418 + 0.3061i_t - 1.4560 \text{ pdf}_t$

Nota: los vectores de cointegración que incluyen a los índices de concentración urbana y primacia están bajo el supuesto de un solo vector de cointegración, esto se debe para facilitar el análisis de la investigación.

Los vectores de cointegración encontrados muestran las siguientes características empíricas y teóricas particulares:

(i) El vector que incluye al índice de urbanización señala que éste tiene un efecto menor sobre el producto, a comparación de la inversión que es la de mayor poder de explicación. La suma de ambos coeficientes es de alrededor de 1.0344, que teóricamente expresa que $\alpha + \eta \geq 1$ (C.1) y (C.2)(Sala – i – Martin, 1994). La constante en los tres vectores representa al progreso tecnológico.

(ii) El vector que incluye al índice de desconcentración urbana (1/H) muestra una relación contraria respecto a la primera ecuación de largo plazo. El índice es el que mayor grado de explicación tiene con respecto al producto, la suma de ambos coeficientes es aproximadamente 1.0999, que al igual que la primera ecuación teóricamente concuerda con los casos expuestos en los modelos AK.

(iii) En el tercer vector es necesario aclarar que el índice de primacia por no tener su inverso (como en el caso del índice de concentración), el resultado de su signo muestra una descentralización urbana, la cual es muy elevada y por lo tanto se apega únicamente al caso teórico donde $\alpha + \eta > 1$.

Los tres vectores calculados para analizar el proceso de urbanización en el caso de México expresan la existencia de un proceso marcado de urbanización, y concuerdan con el planteamiento teórico de la investigación. En el primer caso el índice de urbanización juega un menor papel como determinante del crecimiento económico, el segundo es el que mejor explica el proceso de urbanización y su papel determinante en el crecimiento económico, además de apega con mayor precisión a la teoría de crecimiento endógeno. Por último, el índice de primacía calcula un coeficiente elevado por lo que es impreciso para realizar el análisis utilizando variables de series de tiempo.

Cuadro 6: VECM con producto, inversión e índice de urbanización

Exogeneidad Débil		Causalidad de Granger	
Hipótesis Nula H_0 ECM1 ($\alpha_1=0$)		Hipótesis Nula H_0	
		Δy_t no causa Δi_t	$\chi^2(1)=0.03[0.85]$
Δy_t	$\chi^2(11)=0.90[0.34]$	Δi_t no causa Δy_t	$\chi^2(1)=1.80[0.17]$
Δi_t	$\chi^2(11)=3.66[0.05]$	Δy_t no causa Δiur_t	$\chi^2(1)=0.19[0.66]$
Δiur_t	$\chi^2(11)=0.17[0.67]$	Δiur_t no causa Δy_t	$\chi^2(1)=4.11[0.04]^*$
		Δi_t no causa Δiur_t	$\chi^2(1)=0.32[0.57]$
		Δiur_t no causa Δi_t	$\chi^2(1)=0.59[0.43]$

Nota: (*) indican el rechazo de H_0 al 5% de significancia respectivamente. VECM con 1 rezagos. Periodo: 1972 – 2001

Cuadro 7: VECM con producto, inversión e índice de descentralización

Exogeneidad Débil		Causalidad de Granger	
Hipótesis Nula H_0 ECM1 ($\alpha_1=0$)		Hipótesis Nula H_0	
		Δy_t no causa Δi_t	$\chi^2(1)=0.03[0.85]$
Δy_t	$\chi^2(11)=2.93[0.08]$	Δi_t no causa Δy_t	$\chi^2(1)=1.80[0.17]$
Δi_t	$\chi^2(11)=1.68[0.19]$	Δy_t no causa $\Delta(1/H)_t$	$\chi^2(1)=0.00[0.95]$
$\Delta(1/H)_t$	$\chi^2(11)=28.16[0.0]^*$	$\Delta(1/H)_t$ no causa Δy_t	$\chi^2(1)=5.80[0.01]^*$
		Δi_t no causa $\Delta(1/H)_t$	$\chi^2(1)=1.31[0.25]$
		$\Delta(1/H)_t$ no causa Δi_t	$\chi^2(1)=1.33[0.24]$

Nota: (*) indican el rechazo de H_0 al 5% de significancia respectivamente. VECM con 1 rezagos. Periodo: 1972 – 2001

Cuadro 8: VECM con producto, inversión e índice de primacía

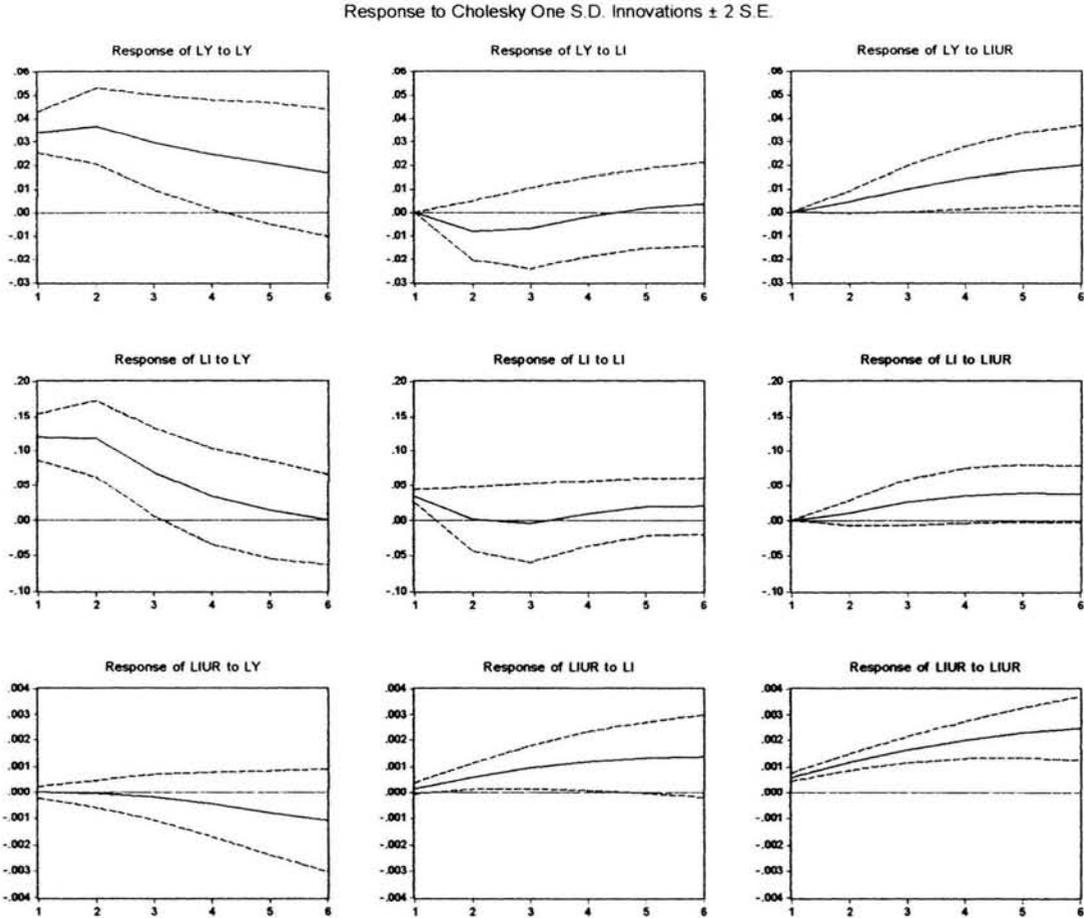
Exogeneidad Débil		Causalidad de Granger	
Hipótesis Nula H_0 ECM1 ($\alpha_1=0$)		Hipótesis Nula H_0	
		Δy_t no causa Δi_t	$\chi^2(2)=0.03[0.85]$
Δy_t	$\chi^2(11)=3.91[0.04]^*$	Δi_t no causa Δy_t	$\chi^2(2)=1.80[0.17]$
Δi_t	$\chi^2(11)=2.52[0.11]$	Δy_t no causa Δpdf_t	$\chi^2(2)=0.02[0.86]$
Δpdf_t	$\chi^2(11)=29.53[0.0]^*$	Δpdf_t no causa Δy_t	$\chi^2(2)=6.49[0.01]^*$
		Δi_t no causa Δpdf_t	$\chi^2(2)=0.97[0.32]$
		Δpdf_t no causa Δi_t	$\chi^2(2)=1.61[0.20]$

Nota: (*) indican el rechazo de H_0 al 5% de significancia respectivamente. VECM con 1 rezagos. Periodo: 1972 - 2001

La prueba de exogeneidad débil para el primer modelo señala que se rechaza la hipótesis nula para todas las variables utilizadas, las condiciones para determinar si las variables son débilmente exógenas no se cumple. Mientras la prueba de no causalidad de Granger expresa que una hay una relación causal entre el comportamiento a corto plazo entre el índice de urbanización y el producto, es decir, la predicción realizada sobre el producto en t , puede mejorarse utilizando los valores rezagados del índice de urbanización. En el segundo modelo se observa que la única variable que rechaza H_0 , de exogeneidad débil, es el índice de desconcentración. La prueba de no causalidad de Granger expresa que hay una relación causal entre el comportamiento a corto plazo entre el índice de descentralización y el producto, esto se puede interpretar como una relación bi – direccional entre estas variables donde si se presenta una desviación de la posición de equilibrio se corrige tanto por un ajuste de largo plazo así como por la interacción dinámica del proceso. Se confirma que $(1/H)$ es endógena al modelo. En el tercer modelo la hipótesis de exogeneidad débil se rechaza para el producto y el índice de primacía. La prueba de no causalidad en el sentido de Granger señala una relación causal entre el comportamiento a corto plazo entre el índice de primacía y el producto, por lo que se concluye que existe una relación bi – direccional entre estas variables. El índice de primacía también es endógeno al modelo.

El análisis impulso - respuesta realizado para evaluar la significancia estadística cuando se generan shocks en el sistema para los tres modelos se presentan a continuación, así como el análisis de descomposición de varianza que se refiere a las variaciones en el tiempo que cada variable presenta con respecto a sus propios shocks como al shock de otras variables. En las gráficas la línea sólida representa los puntos de estimación para cada una de las variables, las líneas punteadas son las bandas de desviaciones estándar alrededor de los puntos estimados. En las tablas la descomposición de varianza incluye el shock de una desviación estándar de cada variable.

Grafica 12: Análisis Impulso – Respuesta entre el producto, inversión e índice de urbanización



El análisis gráfico sugiere que los shocks del índice de urbanización tienen un efecto positivo en el producto y la inversión en un periodo de seis años. Los efectos de la inversión en el producto y el índice de urbanización son también positivos, presentando inicialmente efectos negativos sobre el producto que se ven compensados después de un periodo de seis años. La inversión y el índice de urbanización responden de manera diferente ante un cambio en el producto, el primero responde positivamente, mientras el segundo tiene una respuesta negativa.

Cuadro 9: Descomposición de Varianza

Descomposición de Varianza en y_t (%)				
Period	S.E.	y_t	i_t	iur_t
1	0.036311	100.0000	0.000000	0.000000
2	0.050733	99.96514	0.029710	0.005153
3	0.061712	99.90316	0.079540	0.017302
4	0.071070	99.82795	0.135807	0.036242
5	0.079512	99.74782	0.190694	0.061485
6	0.087391	99.66743	0.240187	0.092381

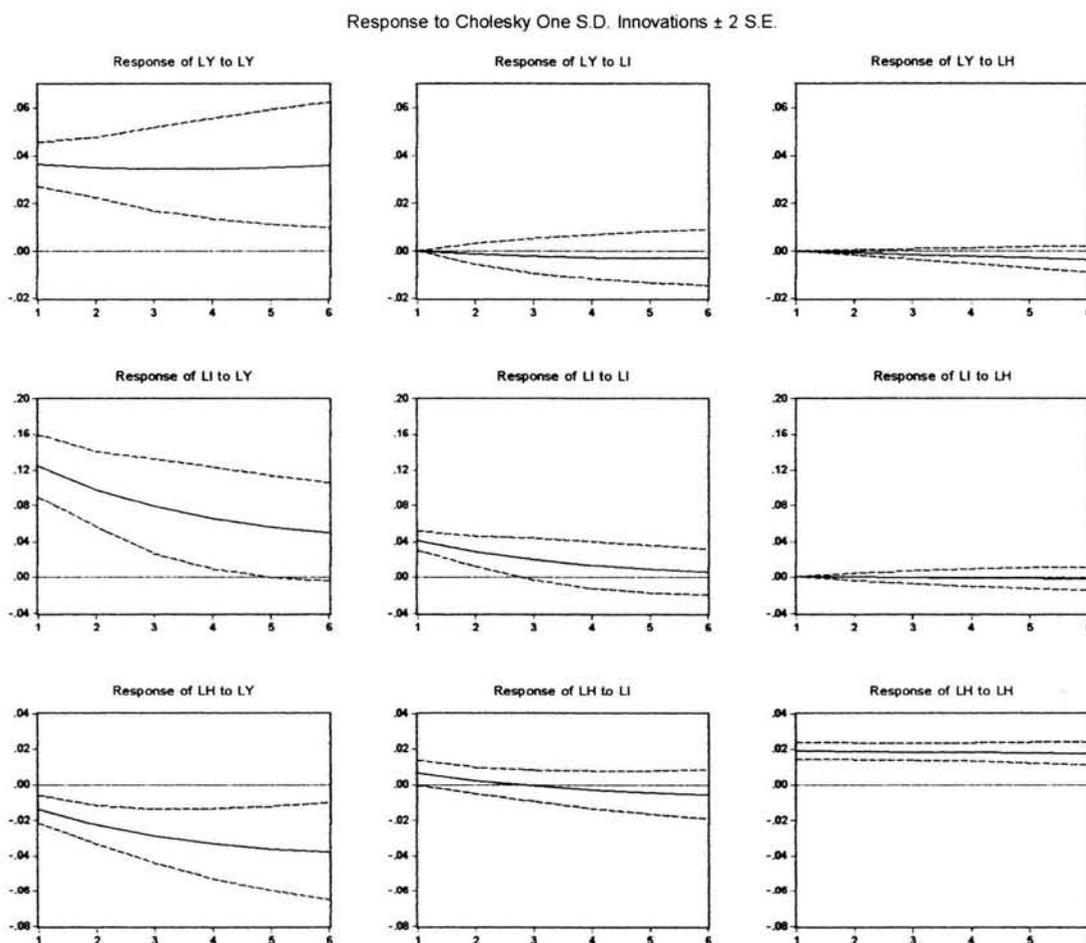
Descomposición de Varianza en i_t (%)				
Period	S.E.	y_t	i_t	iur_t
1	0.130971	91.26193	8.738068	0.000000
2	0.166329	91.86030	8.139656	4.18E-05
3	0.185516	92.38367	7.616069	0.000260
4	0.197482	92.82996	7.169180	0.000860
5	0.205693	93.20463	6.793274	0.002097
6	0.211804	93.51725	6.478495	0.004252

Descomposición de Varianza en iur_t (%)				
Period	S.E.	y_t	i_t	iur_t
1	0.001841	7.821434	5.555794	86.62277
2	0.002583	10.58137	6.928685	82.48995
3	0.003162	14.61970	8.060009	77.32030
4	0.003682	19.93882	8.871624	71.18956
5	0.004188	26.33521	9.331429	64.33337
6	0.004710	33.43763	9.454023	57.10835

La varianza de error pronosticada para el producto es explicada por sus innovaciones en un 99%, mientras las otras variables apenas explican el 1% en conjunto. La varianza de error pronosticada para la inversión es explicada por sus

valores pasados en un 6%, en donde se observa que el producto sigue siendo el que mayor explica el comportamiento de la inversión con un 93%. La varianza de error pronosticada para el índice de urbanización es explicada por sus innovaciones en un 57%, el producto por un 33% y la inversión con un 9%.

Grafica 13: Análisis Impulso – Respuesta entre el producto, inversión e índice de descentralización



El análisis señala que los shocks del índice de desconcentración tienen un pequeño efecto negativo en el producto, mientras en la inversión el efecto es nulo. Los efectos de la inversión en el producto y el índice de desconcentración también presentan un pequeño efecto negativo. Por último la inversión y el índice de

urbanización responden de manera contraria ante un cambio en el producto, el primero responde positivamente, mientras el segundo tiene una respuesta negativa.

Cuadro 10: Descomposición de Varianza

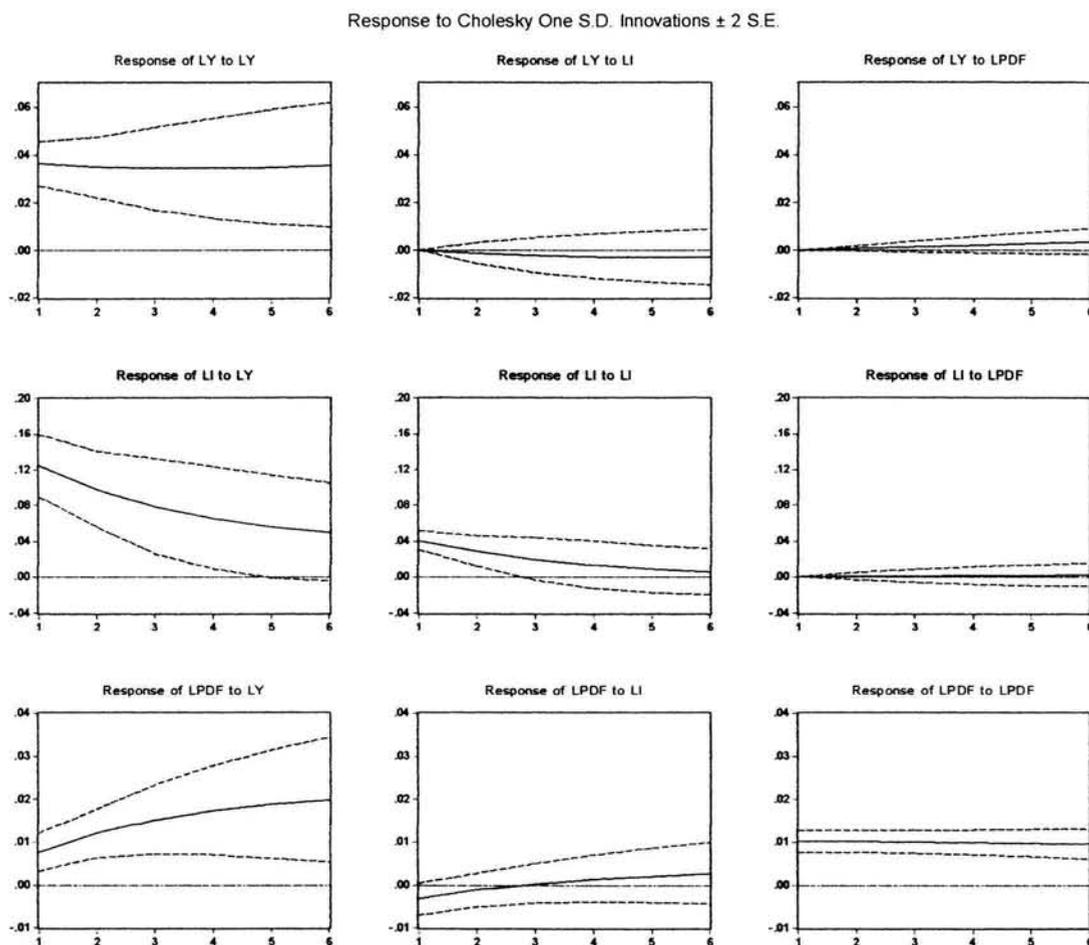
Descomposición de Varianza en y_t (%)				
Period	S.E.	y_t	i_t	$(1/H)_t$
1	0.036428	100.0000	0.000000	0.000000
2	0.050490	99.92317	0.058260	0.018573
3	0.061118	99.78677	0.149721	0.063506
4	0.070229	99.62162	0.243693	0.134689
5	0.078568	99.44570	0.324005	0.230295
6	0.086505	99.26853	0.384071	0.347403

Descomposición de Varianza en i_t (%)				
Period	S.E.	y_t	i_t	$(1/H)_t$
1	0.130931	90.26954	9.730458	0.000000
2	0.165978	90.96386	9.035713	0.000424
3	0.184878	91.56705	8.430887	0.002066
4	0.196635	92.07616	7.917959	0.005881
5	0.204728	92.49792	7.489114	0.012966
6	0.210812	92.84432	7.131229	0.024453

Descomposición de Varianza en $(1/H)_t$ (%)				
Period	S.E.	y_t	i_t	$(1/H)_t$
1	0.024508	32.51006	6.955281	60.53466
2	0.038464	48.30243	3.181913	48.51566
3	0.051616	58.36234	1.785510	39.85215
4	0.064128	64.72517	1.355727	33.91910
5	0.075901	68.89242	1.303863	29.80371
6	0.086875	71.73646	1.394161	26.86938

La varianza de error pronosticada para el producto es explicada por sus innovaciones en un 99%, mientras las otras variables apenas explican el 1% en conjunto. La varianza de error pronosticada para la inversión es explicada por sus valores pasados en un 7%, se observa que el producto sigue siendo el que mayor explica el comportamiento de la inversión con un 93%. La varianza de error pronosticada para el índice de urbanización es explicada por sus innovaciones en un 26%, el producto por un 71% y la inversión con un 1%. El producto en este modelo es el que tiene mayor poder de explicación.

Grafica 14: Análisis Impulso – Respuesta entre el producto, inversión e índice de primacía



Este análisis señala que los shocks del índice de primacía tienen un pequeño efecto positivo en el producto, en la inversión el efecto es nulo. Los efectos de la inversión en el producto son negativos, caso contrario en donde el efecto sobre el índice de primacía es positivo, compensado en el periodo de seis años. Los efectos del producto sobre la inversión y el índice de primacía son positivos.

Cuadro 11: Descomposición de Varianza

Descomposición de Varianza en y_t (%)				
Period	S.E.	y_t	i_t	pdf_t
1	0.036367	100.0000	0.000000	0.000000
2	0.050364	99.91980	0.060829	0.019368
3	0.060922	99.77646	0.157202	0.066333
4	0.069958	99.60169	0.257384	0.140931
5	0.078219	99.41425	0.344344	0.241403
6	0.086076	99.22430	0.410864	0.364831

Descomposición de Varianza en i_t (%)				
Period	S.E.	y_t	i_t	pdf_t
1	0.130909	90.33558	9.664419	0.000000
2	0.165872	91.03256	8.966887	0.000555
3	0.184700	91.63665	8.360760	0.002589
4	0.196403	92.14508	7.847763	0.007158
5	0.204458	92.56481	7.419750	0.015441
6	0.210516	92.90807	7.063290	0.028640

Descomposición de Varianza en pdf_t (%)				
Period	S.E.	y_t	i_t	pdf_t
1	0.013133	33.01057	6.491482	60.49795
2	0.020504	47.88751	3.036524	49.07596
3	0.027382	57.51909	1.711516	40.76940
4	0.033900	63.71680	1.274187	35.00901
5	0.040025	67.83526	1.194946	30.96979
6	0.045739	70.67912	1.256090	28.06479

La varianza de error pronosticada para el producto es explicada por sus innovaciones en un 99%, mientras las otras variables apenas explican el 1% en conjunto. La varianza de error pronosticada para la inversión es explicada por sus valores pasados en un 7%, se observa que el producto sigue siendo el que mayor explica el comportamiento de la inversión con un 93%. La varianza de error pronosticada para el índice de urbanización es explicada por sus innovaciones en un 28%, el producto por un 71% y la inversión con un 1%. El producto también en este modelo tiene mayor poder de explicación.

Conclusiones

La evidencia mostrada sugiere la existencia de un marcado proceso de urbanización, en donde se presenta una relación de largo plazo entre el producto, la inversión y los diferentes índices de urbanización en el periodo de 1970 – 2001. Existe una relación de cointegración entre el producto, la inversión y los índices de urbanización, la cual puede representarse por medio de ecuaciones del producto de largo plazo. El proceso de urbanización que se muestra en México tiene las características de concentrar, en un inicio, las principales actividades económicas, políticas, culturales y sociales dentro de un área específica, las ciudades; para posteriormente extender su área de influencia hacia las demás zonas aledañas, formando con esto áreas metropolitanas en donde la transferencia de recursos de todo tipo, dentro y fuera de ésta, se hace más estrecha y determinante para el buen funcionamiento económico regional y nacional. Por lo tanto, en esta etapa de inicio, el proceso de urbanización se presenta conforme existe un incremento en el producto, es decir, el proceso urbanización surge con el crecimiento económico. Conforme este proceso de concentración aumenta, se llega a la necesidad de pasar a una fase en donde la saturación de estas grandes zonas, transfieren parte de sus principales actividades a regiones que en el inicio del proceso de urbanización no contaban con un atractivo nivel de desarrollo económico. El principal determinante de este fenómeno se debe a los factores económicos, los cuales se relacionan con el desarrollo industrial en una determinada zona. Las externalidades de escala incentivan la formación de aglomeraciones urbanas, pero además distribuyen en un determinado momento del tiempo las actividades del desarrollo industrial hacia zonas que pueden proporcionar una ventaja en el establecimiento de nuevos mercados. Posiblemente se puede hablar en este punto de un proceso de convergencia entre zonas o entre estados, el cual puede resultar benéfico y determinante en el comportamiento de crecimiento económico nacional. Es así, que un proceso de descentralización urbana es lo que fundamenta, en el periodo analizado, al proceso de urbanización en el país. Por lo tanto, al hablar de los factores que determinan al crecimiento económico en un

país como México, se está refiriendo a la inversión y en específico a un proceso de descentralización urbana. Esta última, tiende a equilibrar, las actividades principalmente económicas, de las aglomeraciones urbanas dentro del total del territorio nacional. Estos resultados muestran concordancia con otras investigaciones de casos específicos de países, en donde se intenta analizar el papel que juega el proceso de urbanización como un factor determinante en la explicación del crecimiento económico. Estas investigaciones aunque tienen una metodología econométrica diferente, llegan a conclusiones que no divergen de las expuestas en este apartado.

El estudio del crecimiento económico nacional por medio de la teoría de los modelos de crecimiento endógeno es una opción para explicar los factores que determinan el comportamiento de la tasa de crecimiento a largo plazo, que se refleja principalmente en los niveles de ingreso per cápita. Los modelos de crecimiento endógeno determinan que el proceso de crecimiento de algún país, deja de ser exógeno y pasan a incluir otros planteamientos que hacen que los rendimientos de escala sean constantes o crecientes, los cuales originan un proceso endógeno de crecimiento. El introducir planteamientos relacionados con las externalidades de capital, el aprendizaje por la práctica y el desbordamiento de conocimiento, así como el capital humano y el progreso tecnológico endógeno con investigación y desarrollo, hace que estos modelos quiebren las condiciones iniciales planteadas por el modelo de crecimiento neoclásico y generen nuevos planteamientos que fortalecen a los supuestos clásicos de crecimiento, además de abrir un abanico de opciones para realizar análisis empíricos. Estos nuevos planteamientos explican que el proceso de acumulación, de los factores de la producción, pueden lograr conseguir rendimientos constantes o crecientes por medio de formas más o menos simples dentro del planteamiento teórico, es decir, cuando se habla de modelos de aprendizaje por la práctica, el principal punto es el conseguir e implementar el conocimiento para que éste pueda usarse al acceder a nueva tecnología; en modelos donde se ocupa el capital humano y el capital físico, la esencia del planteamiento reside en los efectos en conjunto de estos factores

sobre la producción; y en modelos donde se especifica las externalidades y el progreso tecnológico endógeno, la aportación consiste en unir el planteamiento relacionado con el conocimiento y la tecnología de manera que se distribuya sobre la actividad económica regional y nacional. Por lo tanto, estas nuevas formas teóricas de explicar el crecimiento económico reconocen el papel fundamental en la creación de políticas económicas coherentes con la realidad nacional, además el crecimiento endógeno tiene una gran relación con otras áreas del conocimiento como pueden ser: la demografía, la geografía, la teoría de organización industrial y la nueva geografía económica, por mencionar algunas; las cuales complementan el análisis del crecimiento por medio de incorporar nuevos elementos dentro de la teoría económica, así como su metodología en los estudios de economía aplicada. Dentro de los modelos de crecimiento endógeno se optó por tomar como base en la construcción del modelo teórico nacional al que incluye el progreso tecnológico endógeno con investigación y desarrollo, ya que éste presenta una conjunción de varios supuestos que se explican a lo largo de la teoría de los modelos de crecimiento endógeno y hace que la relación entre el crecimiento del producto y el proceso de urbanización, tenga consistencia lógica y sea una mejor aproximación al estimar la ecuación principal dentro de la investigación.

El proceso de urbanización demuestra ser un factor indispensable en el comportamiento del crecimiento económico nacional, tanto a nivel teórico como empírico. Por ser un fenómeno multidimensional éste afecta las actividades en conjunto de alguna región o área específica, así como el movimiento y desarrollo de las zonas rurales del país. Las aglomeraciones causantes por este proceso señalan el gran desarrollo industrial que se ha presentado y su relación fundamental en la creación o expansión de ciudades hacia sus zonas circundantes. Por lo tanto, el proceso de urbanización en su concepción de *urbanización*, explica la relación entre el movimiento de las zonas rurales y urbanas, mientras la *concentración urbana* es una forma de urbanización que explica con mayor detalle el proceso que se ha presentado dentro de las ciudades y sus áreas aledañas, teniendo como respaldo a teorías que intentan explicar la

formación de ciudades, las externalidades tecnológicas y su influencia respecto a otras regiones y a nivel nacional. Por deducción, el proceso de urbanización se puede analizar por medio de los índices de urbanización, concentración y primacía. En donde el primero reside su eficiencia por representar la relación rural – urbano, que tiene gran interés en mostrar la migración hacia las zonas urbanas. Los factores no económicos tienen un mayor impacto en el comportamiento de éste, las políticas de desarrollo rural son las que determinan en un primer momento su movilidad a través del tiempo. Así, el índice que se escogió para representar el proceso de urbanización tiene la gran ventaja que se encuentra disponible en documentos oficiales, además que ha sido resultado de varios estudios para formar una variable que refleje en buena medida la urbanización presentada en el curso del tiempo. Todo esto hace suponer que esta variable en teoría se considera como exógena, por tener una gran variedad de factores que la afectan y que por lo tanto tiene repercusión en el movimiento del producto nacional, aunque hacer esta aseveración presenta problemas teóricos que afectan la relación de causalidad entre este índice y el producto nacional. En lo referente a los índices de concentración, su construcción teórica sirve mejor que el pasado índice explicado, por contar con un soporte teórico más detallado y poder relacionar las externalidades que atrás del proceso de urbanización se encuentran. Los factores económicos tienen mayor influencia para determinar el comportamiento de los índices, por lo que en los estudios económicos este tipo de indicadores se prefieren por su gran utilidad para esclarecer comportamientos de la formación de aglomeraciones y su relación con el nivel de producto. En la formación de estos indicadores el papel de la ciudades en tamaño e importancia es esencial, porque especifican una unidad de escala importante que se requiere en la teoría económica y en la metodología empleada para calcular un buen índice de concentración que refleje el comportamiento en el proceso de urbanización. Los dos índices formados intentan explicar el grado de concentración urbano, cada uno muestra diferencias técnicas en su construcción. El índice de concentración (descentralización) toma en cuenta a la mayoría de las ciudades que representan una parte importante del total de las ciudades a nivel nacional. El

manejo que se le da, al cambiar de uno a otro, es decir, el paso de un índice de concentración a un índice de descentralización se basa en la conocida ley de Zipf, Gilbrat y la regla del tamaño del ranking, que explican el proceso de crecimiento que se presenta en las ciudades en un periodo determinado. Por lo que su medición final es una buena aproximación para explicar el proceso de concentración que las principales ciudades han mostrado desde la década de los setentas. Uno de los principales problemas que se presentan para la formación de este índice, es la falta de información confiable referente a el comportamiento de cada una de las principales ciudades del país. El índice de primacía por lo general es calculado para hacer análisis comparativos entre países respecto a sus niveles de concentración urbana. Su forma de calcular es muy rápida pero pierde uno de sus principales objetivos, ya que cada país presenta características propias en la forma de interpretar el concepto de urbanización, éste considera únicamente la relación de la principal ciudad con respecto de la población urbana total. Conociendo estas limitantes, el resultado que se observa en las pruebas de raíces unitarias y en las estimaciones econométricas comprueban su debilidad para realizar estudios del proceso de concentración urbana a nivel nacional.

Una de las principales conclusiones si se reúnen las aportaciones de la teoría del crecimiento endógeno con el proceso de urbanización, es que el crecimiento económico nacional puede representarse por medio de una función de producción neoclásica, en donde existen externalidades de capital (representadas por el proceso de urbanización), se da un aprendizaje por la práctica y desbordamiento de conocimientos, se puede considerar dentro del modelo al capital humano, así como a un progreso tecnológico endógeno con investigación y desarrollo. Estas características hacen que la función de producción que caracteriza al crecimiento del producto nacional se pueda modelar por medio de la teoría del crecimiento endógeno, donde las principales variables a utilizar son el producto, la inversión y el proceso de urbanización.

La metodología utilizada para explicar el crecimiento económico de México con base en los modelos de crecimiento endógeno, es coherente con los datos manejados y la información recabada sobre la economía nacional. En la formación y estimación de los factores que intervienen en el crecimiento económico, los índices de urbanización dan buenos resultados, ya que se apegan a la información oficial de diferentes documentos y tienen una base teórica fuerte, que sustentan cualquier análisis relacionado con el proceso de urbanización. El proceso de urbanización que se especifica por medio del índice de urbanización no puede explicar por sí solo una influencia sobre el producto nacional, esto se debe a que este índice es resultado del crecimiento económico, y por lo tanto refleja un proceso de urbanización que no tiene conexión alguna para determinar el comportamiento del producto a largo plazo. Los índices de descentralización y primacía complementan un análisis del comportamiento del proceso de urbanización, si se toma como referencia al primer índice mencionado; pero por sí solos, estos índices reflejan con mayor claridad y precisión, el cambio que se presenta en las principales ciudades y zonas de aglomeración, así como su posible influencia para determinar el comportamiento del crecimiento económico nacional y regional. De los tres índices mencionados, el índice de descentralización es que tiene los requerimientos necesarios, teóricos y empíricos, para realizar análisis del crecimiento económico y los factores que determinan su comportamiento, sin que se confunda al proceso de urbanización por medio de otros tipos de factores y relaciones que intenten aproximarse a medir dicho proceso y su relación con el producto nacional.

En la cuestión técnica para crear los índices de urbanización el proceso de interpolación aplicado es una buena aproximación al comportamiento anual de los índices, además presentan sustento teórico y empírico de otras investigaciones realizadas, que complementan estudios realizados por instituciones del Gobierno y de educación superior nacionales. Las pruebas de raíces unitarias junto con la estructura teórica de los mismos, determinan cual de ellos es el que mejor comportamiento tiene y cual es el mejor para realizar inferencias estadísticas

validas, así como determinar su diferencia en la relación de cointegración que cada uno de los índices presenta en los modelos realizados. El índice de urbanización tiene una estructura teórica y metodológica fuerte, además se encuentra una medición del mismo en documentos oficiales; lo que hace de este índice una variable que puede ser incluida en estudios del crecimiento relacionando al proceso de urbanización. El orden de integración es $I(0)$, lo que señala que se pueden realizar estimaciones adecuadas si el objetivo del estudio es cuantificar el movimiento efectuado de las zonas rurales a las zonas urbanas nacionales, pero sin presentar una relación causal de éste con el crecimiento económico nacional. El índice de concentración es el que mejor comportamiento tiene. Su estructura teórica y metodológica hacen de él una buena y mejor aproximación para cuantificar el proceso de urbanización por medio de una concentración o descentralización urbana. Su orden de integración es de $I(0)$, lo que señala que también se pueden realizar inferencias estadísticas válidas sobre los modelos econométricos que se realicen, y además se espera que los resultados obtenidos reflejen con mayor claridad la influencia del proceso de urbanización en el crecimiento del producto. En lo que se refiere al índice de primacía, éste a comparación de los dos primeros, es el que menor explicación tiene en el análisis de los factores que determinan el crecimiento económico nacional. Su orden de integración al parecer es $I(0)$, ya que en las pruebas de raíces unitarias aplicadas es dudoso y confuso determinar un orden de integración con precisión.

Las etapas del proceso de urbanización registradas muestran un patrón de crecimiento urbano más marcado en unas que en otras. La primera y la segunda etapa presentan información de un proceso caracterizado por la movilización de las áreas rurales a las urbanas, donde los movimientos migratorios y acontecimientos externos marcaron el ritmo de urbanización. También se empieza a ver la importancia de las principales ciudades como focos principales de las actividades económicas, sociales, políticas y culturales. En el último periodo es donde se empieza a realizar una marcada reestructuración en el sistema de

ciudades, en su forma territorial y su organización con el sistema urbano nacional. Las funciones económicas y de interdependencia entre ciudades, así como los tratados comerciales con el exterior jugaron un papel fundamental en la articulación del desarrollo regional. Esto unido a un cambio de la industria convencional por uno donde la implementación y avance en la tecnología como principal factor en el funcionamiento económico de ciudades y regiones, trajeron como consecuencia un ajuste en el ritmo en la relación rural – urbana, así como en la concentración urbana entre regiones. Fenómeno que se presentó con mayor claridad en la década de los ochentas. La transferencia en las actividades de las principales ciudades hacia aquellas áreas o ciudades medias, confirmaron las políticas de desarrollo rural y urbano que se llevaron a cabo en la última etapa analizada. El proceso caracterizado en el análisis como urbanización, tuvo un gran problema en sus esfuerzos para apoyar al sector rural, el equiparar el desarrollo rural con el crecimiento de la agrícola, llevó a que las políticas implementadas presentaran una distorsión respecto a sus objetivos en conjunto de fomentar políticas demográficas con el desarrollo urbano y regional para elevar el nivel de vida de la población y fomentar una modernización del país. La relación positiva entre el ingreso per cápita y el porcentaje de urbanización muestra una tendencia a incentivar los flujos migratorios hacia las ciudades, mientras la participación del PIB agrícola desciende conforme aumenta el porcentaje de urbanización. Por lo tanto, las políticas empleadas reforzaron aun más el cambio hacia la baja en la participación del sector agrícola respecto al de los otros sectores de la economía. En las mediciones de concentración urbana se observa el establecimiento de lineamientos de política que descentralizaron la vida de aquellas principales regiones hacia otras de menor tamaño. Los planes de desarrollo urbano pretendían hacer concordar los patrones territoriales junto con las políticas de descentralización y desarrollo económico, lo que ocasionó una efectiva transferencia de recursos principalmente de la región megalopolitana hacia las ciudades medias (aglomeraciones urbanas conurbadas). Al comprobar la hipótesis fundamental de Williamson ésta demuestra que todavía no se llega a un nivel de concentración óptimo, en donde los altos costos y externalidades negativas

tienden a aumentar conforme el tiempo transcurre. Un aspecto teórico importante en la comprobación de la hipótesis de Williamson es que expresa una relación interdependiente entre la variable del producto y la concentración urbana, lo cual sugiere que la concentración urbana se puede considerar endógena al sistema que se esté analizando.

Los resultados de las estimaciones utilizando estos índices son consistentes con la teoría utilizada y reflejan con claridad el proceso de urbanización que el país ha presentado en el periodo analizado. De los tres índices expuestos los que en mayor grado reflejan el proceso de urbanización son: el índice de urbanización y el índice de descentralización. Aunque estos se construyen en forma diferente y explican diferentes grados en el proceso de urbanización, ambos concuerdan con la idea de un rápido, constante y cambiante patrón del proceso de urbanización, dirigido principalmente en un inicio a las principales zonas de aglomeración poblacional, para cambiar conforme pasa el tiempo a un proceso de descentralización de estas grandes aglomeraciones urbanas. El índice de primacía presenta resultados en las estimaciones que se pueden considerar como inflados, es decir, la forma en como se calculó puede servir para estudios realizados a nivel internacional (entre países), pero a nivel nacional los datos no reflejan una buena aproximación para analizar casos concretos como el de México. Las variables y los modelos en series de tiempo que se realizaron, son una buena herramienta para capturar el comportamiento del crecimiento económico a lo largo del tiempo, por lo que su aplicación es de vital importancia, además por tener un gran desarrollo a nivel teórico internacional, el sustento de los mismos dan un mayor grado de confianza en sus resultados obtenidos.

Aunque no se calcularon el tipo de externalidades que la teoría económica propone, se dejó claro que la existencia de éstas, juega un papel fundamental para explicar el proceso de urbanización. Con la formación de los índices de concentración y su respectivo análisis gráfico, demuestran la relación entre las

políticas implementadas en el periodo analizado y el comportamiento de cada zona metropolitana, dejando ver un marcado proceso de descentralización de las principales zonas nacionales (megalópolis y metrópolis) y un aumento en la concentración de lo que se puede considerar ciudades medias (aglomeraciones urbanas conurbadas). Las estimaciones que se obtuvieron para confirmar la hipótesis de Williamson señalan que aunque las principales zonas metropolitanas tienden a la descentralización, todavía no se llega a un óptimo de concentración, lo que señala que las políticas realizadas para cambiar la tendencia concentradora todavía no llegan a su principal objetivo. Lo que queda claro para cada habitante de estas grandes zonas, es que los costos relacionados con el proceso de urbanización han sido altos. Los problemas de seguridad pública, transporte, vivienda, educación y contaminación ambiental han sido factores que no se han podido controlar y por lo tanto cuestionan seriamente los beneficios económicos de las grandes zonas metropolitanas.

De los tres vectores de cointegración que se encontraron, dos de ellos muestran resultados interesantes. En la ecuación de largo plazo en la que se incorpora al índice de urbanización, la participación de éste con respecto al producto es menor, dejando a la inversión como el factor que tiene más peso para explicar el crecimiento económico. La actividad representada por el índice de urbanización, la cual sugiere un movimiento de las zonas rurales a las zonas urbanas, tiene relación positiva con el crecimiento económico, pero por su concepción y construcción teórica éste queda en un segundo lugar en la explicación del proceso de urbanización en México. Esto quiere decir, que si únicamente se toma esta variable como un factor que explica el crecimiento del producto, teóricamente se está cayendo en un error de especificación del modelo, por lo que es necesario el complementar su análisis por medio de algún otro indicador que relacione con claridad las externalidades ocasionadas por el progreso tecnológico. Los resultados de las pruebas de exogeneidad, señalan que el comportamiento de las variables dentro del sistema son exógenas. El producto y la inversión son exógenas fuertemente, mientras el índice de urbanización se

observa que no rechaza la hipótesis nula de exogeneidad débil, pero si la hipótesis de no causalidad en el sentido de Granger. Esto se confirma con el análisis impulso respuesta y descomposición de varianza. Por lo tanto, a nivel agregado y complementando el índice con otro factor puede llegar a ser un buen indicador del proceso de urbanización.

El segundo vector encontrado que incluye al índice de descentralización muestra una mejor explicación relacionada con los determinante de crecimiento económico nacional. El coeficiente de éste tiene mayor peso en la relación con el producto, mientras a la inversión se le observa disminuir su elasticidad con respecto al producto. Por su concepción y construcción teórica éste es la variable que queda en primer lugar para realizar análisis de los efectos del proceso de urbanización sobre el crecimiento económico. Aunque por muy general se presente la relación entre las externalidades ocasionadas por el progreso tecnológico, éstas pueden sustentar el comportamiento interno del índice, lo cual se pudo observar en las gráficas donde se presentaron el comportamiento del índice por diferentes zonas metropolitanas. En las pruebas de exogeneidad aplicadas los resultados señalan que el producto y la inversión son exógenas fuertemente al sistema, por otro lado los resultados en el índice de descentralización muestran que éste es endógeno al mismo, ya que rechaza la hipótesis nula de exogeneidad débil y la no causalidad en el sentido de Granger. Lo dicho anteriormente se confirma con el análisis impulso respuesta y descomposición de varianza. Este resultado de la bi - dirección entre el producto y el índice de descentralización, muestra la importancia que se le debe dar a la urbanización a nivel nacional y al comportamiento del producto, ya que los factores de decisión económicos, sociales y políticos tienen una repercusión importante para llegar a un nivel adecuado de concentración en las principales zonas del país, así como de fomentar el crecimiento económico nacional. Tomando en cuenta estos resultados, se pueden realizar inferencias estadísticas y pronósticos válidos. La utilización de este índice ha sido poco aplicado y analizado

para realizar estudios de la urbanización en México, lo cual sugiere que se desarrollen más análisis del mismo y por medio de otros modelos econométricos.

El último vector encontrado que incorpora al índice de primacía, muestra una relación muy elevada con el producto, en donde la inversión tiene casi el mismo coeficiente que el segundo vector de cointegración. En esta ecuación el índice de primacía explica de manera muy explosiva el crecimiento económico nacional. Este resultado obtenido se debe a la forma en como se desarrolló el cálculo del índice, ya que se consideró únicamente el comportamiento de la zona metropolitana de la ciudad de México como medida para formar al índice. El índice de primacía por no tener un inverso correspondiente, como es el caso del índice de descentralización, arroja un signo negativo, el cual dice que existe una elevada descentralización urbana. Por su concepción y construcción teórica el índice de primacía queda en un tercer lugar en la explicación del proceso de urbanización en México, dejando claro que para realizar estudios comparativos a nivel internacional puede ser un buen indicador de dicho proceso. Las pruebas para determinar el grado de exogeneidad entre las variables del sistema, presentan que el producto y el índice de primacía rechazan la hipótesis nula de exogeneidad débil, mientras la inversión acepta la hipótesis nula. En la prueba de no causalidad en el sentido de Granger el índice de urbanización es el único que rechaza la hipótesis nula de no causalidad, por lo que esto expresa una relación muy estrecha entre el producto y el índice de primacía. Lo dicho anteriormente se confirma con el análisis impulso respuesta y descomposición de varianza del sistema. Por lo que en estos resultados, también se pueden realizar inferencias estadísticas y pronósticos válidos.

En general, los vectores de cointegración encontrados señalan un proceso marcado de urbanización que se expresa en forma de una descentralización urbana, que además de la inversión, favorecen en el ritmo de crecimiento económico del país. El proceso de urbanización acelerado que se presentó en la década de los ochentas se transformó en una mayor presión sobre la principales

ciudades y zonas metropolitanas del país. Por lo que, las políticas propuestas de desarrollo urbano para disminuir el ritmo de concentración no han podido realizar una distribución y control de dicho proceso, lo que ha generado un cuestionamiento de la sustentabilidad del crecimiento nacional y en las zonas analizadas.

Como un último punto a concluir, si se intenta analizar el comportamiento del crecimiento del producto en los años pasados, que ha sido nulo o muy pequeño, por medio del proceso de urbanización como un factor determinante del crecimiento, el comportamiento de las tasas de crecimiento del PIB pueden estar reflejando la reestructuración que se ha dado en las principales zonas de concentración urbana hacia aquéllas de menor tamaño e importancia económica, donde la transferencia de recursos y actividades principalmente económicas han ocasionado un mayor desequilibrio, a corto plazo, dentro de las principales regiones, pero que tiende a que en el largo plazo exista una convergencia entre regiones, que establezca el crecimiento económico de las mismas y sustenten una trayectoria de crecimiento económico nacional que incida en el bienestar de la población.

Recomendaciones

Las recomendaciones que se pueden hacer son:

Realizar más análisis del proceso de urbanización vía concentración urbana. Estudios empíricos para determinar los efectos del proceso de urbanización sobre el crecimiento económico o el proceso de urbanización y sus factores que los explican, son fundamentales para hacer una aproximación por medio de algún índice que refleje el proceso de concentración urbana.

El índice de concentración se puede calcular de diferentes formas, relacionadas al tipo de análisis que se quiera realizar, por lo tanto es fundamental

el navegar por esos diferentes índices y determinar cual es el que mejor aproximación tiene para explicar el proceso de concentración a nivel nacional.

El proceso de interpolación debe usarse como un recurso en el análisis de series de tiempo, aunque éste presente un cierto grado de desconfianza por algunos economistas, ya que escogiendo un adecuado proceso de interpolación los resultados que se pueden obtener son eficientes para hacer análisis en general o estimaciones econométricas válidas.

Los modelos en series de tiempo tienen que ser complementados por modelos de panel, en donde estos últimos pueden medir en forma más exacta el tipo de externalidades que se presentan en las principales regiones nacionales. Además de implementar diferentes pruebas econométricas para determinar cual es el mejor modelo que explica este comportamiento.

Sería interesante realizar una serie de pronósticos de cada variable que se analizó en la investigación para determinar si en verdad los modelos realizados tienen algún grado de explicación futura en el sistema económico nacional.

Bibliografía

Ades, A. F. and Glaeser, E. L. (1994), Trade and Circuses: Explaining Urban Giants, National Bureau of Economics Research, working papers series, working paper 4715.

Agesa, R. U. (2001), Migration and the urban to rural earnings difference: a sample selection approach, *Economic Development and Cultural Change*, vol., no. pp. 847 – 865.

Alogoskoufis, G. and Smith, R. (1991), On error correction models: specification, interpretation, estimation, *Journal of Economic Surveys*, vol. 5, no. 1, pp. 97 – 128.

Alperovich, G. (1992), *Economic development and population concentration*, *Economic Development and Cultural Change*, vol. 41, no. 1, pp. 63 – 74.

Amano, R. A. And Van Norden, S. (1992), Unit – Root Tests and the Burden of Proof., International Department Bank of Canada, Ottawa, Ontario K1A 0G9.

Agelini, E., Henry, J., and Marsellino, M (2002), Interpolation with a large information set, DG – Research, ECB and IEP – Bocconi University, IGIER and CEPR, working paper no. 72.

Argandoña A, Gámez C. Y Mochón F. (1997), *Macroeconomía avanzada*, tomo I y II, Mc Graw Hill, Madrid, primera edición en español.

Arrow, K. J. (1962), The economic implications of learning by doing, *Review of Economic Studies*, vol. 29, june, pp. 155 – 173.

Asuad, N. E. (1997a), Espacio y Territorio, Elementos Determinantes de la Economía de Nuestro Tiempo, *Economía Informa*, Facultad de Economía, UNAM, abril, no. 256.

Asuad, N. E. (1997b), La dimensión espacial y territorial de la economía de la Ciudad de México, *Economía Informa*, Facultad de Economía, UNAM, junio, no. 258.

Asuad, N. E. (2000), Transformaciones Económicas de la Ciudad de México y su Región en los Inicios del Siglo XXI: Perspectivas y Políticas, *El Mercado de Valores*, NAFIN, octubre, pp. 95 – 104.

Asuad, N. E. (2001), *Economía Regional y Urbana*, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Bahamani – Oskooee, M. and Brooks, T. J. (2003), A new criteria for selecting the optimum lags in Johansen's cointegration technique, *Applied Econometrics*, vol. 35, pp. 875 – 880.

Bannock, G., Baxter, R. E. y Rees, R. (2001), *Diccionario de Economía*, sexta impresión, editorial Trillas, México.

Barro, J. R, and Sala – i – Martin, X. (1995), *Economic Growth*, Mac Graw Hill, E.U.

Brekelmans, R.C.M., Driessen, L., Hamers, H.J.M. and Hertog D. (2003), Gradient estimation using lagrange interpolation polynomials, Tilburg University, October ISSN 0924-7815.

Bruekner, J. K. (1990), Analyzing Third World Urbanization: A Model with Empirical Evidence, *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 38, pp. 587-610.

Charemza, W. W. and Deadmean, D. F. (1992), *New Directions in Econometric Practice*, Edward Elgar Publishing.

Charemza, W. W. and Syczewska, E. M. (1998), Joint application of the Dickey – Fuller and KPSS test, *Econometrics Letters*, Vol. 61, pp. 17 – 21.

Clark, J. S. and Stabler, J. C. (1991), Gibrat's law and the growth of Canadian cities, *Urban Studies*, vol. 28, pp. 635 – 639.

Cuche, N. A. And Hess, M. K. (1999), Estimating monthly GDP in a general Kalman filter framework: evidence from Switzerland, University of Lausanne and University of Bern, working paper no. 9902

Davis, J. C. and Henderson, J. V. (2003), Evidence on the political economy of the urbanization process, *Journal of Urban Economics*, vol. 53, pp. 98 – 125.

De Pablo, S. L. (1983), *Población y planeación del desarrollo regional*, SPP – CONAPO, México.

Durlauf, S. and D, Quah (1998), *The New Empirics of Economic Growth*, NBER, Working paper No. 6422.

Dickey, D. A. and Fuller, W.A. (1981), Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root, *Econometrica*, 49, pp. 1057-1072.

Engle, R. F., Hendry, D. F. and Richard, J. F. (1983), Exogeneity, *Econometrica*, vol. 51, no. 2, pp. 119 – 139.

Engle, R. F. and Granger, C. W. J. (1987), *Cointegration and error correction: representation estimation and testing*, *Econometrica*, vol. 55, 2, pp. 251 – 276.

Engle, R. F. and Hendry, D. F. (1993), Testing superexogeneity and invariance in regression models, *Journal of Econometrics*, vol. 56, no. 1/2, pp. 119 – 139.

Ericsson, N. R. (1994) Testing Exogeneity: An Introduction, en Ericsson, N. R. and Irons, J. S. (editors), *Testing Exogeneity*, Oxford University Press, N. Y., pp. 3 – 38.

Escalante S., Roberto y Rello E. Fernando (2000), El sector agropecuario mexicano: los desafíos del futuro, *Comercio Exterior*, Noviembre, pp. 984 - 987.

FAO (1998), Los ingresos rurales no agrícolas en los países en desarrollo, en *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*, Roma.

Fay, M. and Opal, C. (2000), Urbanization Without Growth: A not so Uncommon Phenomenon, World Bank - Country Economics Department from World Bank - Country Economics Department, working paper no.1167.

Fujita, M., Krugman, P. and Venables A. (2001), *The Special Economy, cities, regions and international trade*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.

Galindo, L. M. (1997), El concepto de exogeneidad en la econometría moderna, *Investigaciones Económicas*, vol. LVII:220, abril – junio, pp. 97 – 111.

Galindo, L., Escalante, R., y Asuad, N. (próximo), *Crecimiento económico y el proceso de urbanización en México*, Estudios Urbanos, Colmex.

Gallup, J. L., Sacks, J. D. and Mellinger, A. (1999), Geography and economic development, *International Regional Science Review*, vol. 22, pp. 179 – 232.

Glaeser, E. L. and Ellison, G. (1997), Geographic concentration in U. S. manufacturing industries: a dartboard approach, *Journal of Political Economy*, vol. 105, no. 5, pp. 889 – 927.

Glaeser, E. L., Kallal, H. D., Scheinkman, J. A. and Shleifer, A. (1992), Growth in Cities, *Journal of Political Economy*, v.100, no. 6, pp. 1126 – 1152.

Glaeser, E. L., Dumais, G., and Ellison, G. (2002), Geographic Concentration as a Dynamic Process, *The Review of Economics and Statistics*, may, v. LXXXIV, no. 2, pp. 193 – 204.

Granger, C. W. and Newbold, P. (1974), Spurious regressions in econometrics, *Journal of Econometrics*, vol. 2, pp. 111 – 120.

Granger, C. W., Hyung, N. and Jeon, Y. (2001), Spurious regressions with stationary series, *Applied Economics*, vol. 33, pp. 899 – 904.

Graves, P. and Sexton, R (1979), Overurbanization and its relation to economic growth for less developed countries, *Economic Forum* 8 (1), pp. 95 – 100.

Green, W. H. (1998), *Análisis Econométrico*, Prentice Hall, tercera edición, España.

Gugler, Joseph and William G., Flanagan (1978), *Urbanization an social change in West Africa*, Cambridge University Press.

Hatanaka, M. (1996), *Time Series – Based Econometrics*, Oxford University Press, U. S.

Henderson, J. V. (1974), The Sizes and Types of Cities, *American Economic Review*, vol. 64, pp. 640-656.

Henderson, J. V. (1997), Externalities and industrial development, *Journal of Urban Economics*, 42, pp. 449 – 470.

Henderson, J. V. and Black, D. (1998), *Urban Growth*, working paper no. 97 –1. Providence, R. I.: Brown University, 1997; working paper no. 6001, Cambridge Mass.: NBER, April 1997.

Henderson, J. V. and Black, D. (1999), A Theory of Urban Growth, *Journal of Political Economy*, v. 102, no. 2, pp. 252 – 284.

Henderson, J. V. (1999), *Marshall's Scale Economies*, NBER working papers, paper no. 7358.

Henderson, J. V. and Becker, R. (2000), Political economy of city sizes and formation, *Journal of Urban Economics*, 48, pp. 453 – 484.

Henderson, J. V. (2000a), Political economy of city sizes and formation, *Journal of Urban Economics*, 48, pp. 453 – 484.

Henderson, J. V. (2000b), The Effects of Urban Concentration on Economic Growth, NBER working papers, paper no. 7503.

Henderson, J. V., Lee, T., and Joon Lee, Y. (2001), Scale externalities in Korea, *Journal of Urban Economics*, 49, pp. 479 – 504.

Henderson, J. V. (2002), *How Urban Concentration Affects Economic Growth*, Brown University.

Henderson, J. V. and Davis, J. C. (2003), Evidence on the political economy of the urbanization process, *Journal of Urban Economics*, vol. 53, pp. 98 – 125.

Henderson, J. V. (2003), The Urbanization Process and Economic Growth: The So – What Question, *Journal of Economic Growth*, 8, pp. 47 – 71.

Henderson, J. V. (2003b), Urbanization, economic geography, and growth, *Handbook of Economic Growth*, vol. 1, Aghion and S. Durlauf (eds.), North Holland mimeo.

Hendry, D. F. (1993), *Econometrics*, Blackwell Publishers, Cambridge, MA.

Hendry, D. F. and Juselius, K. (2000), Explaining cointegration analysis: part I, *The Energy Journal*, vol. 21, no. 1, pp. 1 – 42.

Hendry, D. F. and Juselius, K. (2001), Explaining cointegration analysis: part II, *The Energy Journal*, vol. 22, no. 1, pp. 75 – 120.

Hirschman, A. O. (1964), The paternity of an index, *American Economic Review*, Sep., pp. 761 – 762.

Holmes, T. J. (1999), How industries migrate when agglomeration economies are important, *Journal of Economics*, vol. 46, pp. 240 – 263.

Hsiao, C. and Shen, Y. (2003), Foreign direct investment and economic growth: the importance of institutions and urbanization, *Economic Development and Cultural Change*, vol. 51, no. 4, pp. 883 – 896.

Inada, Ken – Ichi (1963), On a two sector model of economic growth: comments and generalization, *Review of Economic Studies*, June, 30, pp. 119 – 127.

INEGI (2000), *Estadísticas Históricas de México*, CD.

Iracheta, A. (1988), *Hacia una Planeación Urbana Crítica*, Gernika y UAM, México.

Iracheta, A. (1997), *Planeación y Desarrollo: una visión del futuro*, Plaza y Valdés Editores, México.

Islam, N. (1995), Growth Empirics: A Panel Approach, *Quarterly Journal of Economics*, vol. 110, pp. 1127-1170.

Johansen, S. (1988), Statistical analysis of cointegrating vectors, *Journal of Economic Dynamic and Control*, vol. 12, pp. 231-254.

Johansen, S. and Juselius, K. (1992), Testing structural hypothesis in a multivariate cointegration analysis of the PPP and the UIP for UK, *Journal of Econometrics*, vol. 53, pp. 221 – 244.

Johnston, J., and Dinardo, J (1997), *Econometrics Methods*, Mc Graw Hill, International Editions.

Jones, H. (1988), *Introducción a las teorías modernas de crecimiento económico*, Antoni Bosch, Barcelona.

Kelejian, H. H. and Oates, W. E. (1974), *Introduction to Econometrics*, Happer & Row Publishers, New York, N. Y.

Kojima, R. (1996), Introduction: population migration and urbanization in developing countries, *The Developing Economics*, XXXIV – 4, pp. 349 – 369.

Koopmans, T. C. (1950), *Statistical Inference in Dynamic Economic Models*, Cowles Commission, monograph 10, Wiley, N. Y., pp. 393 – 407.

Kotz, S. (Editor) (1997), Unit - root tests, *Encyclopedia of Statistical Sciences*, Johon Wiley & Sons, Inc., vol. 1, pp. 531 – 542.

Krugman, P. (1991), Increasing returns and economic geography, *Journal of Political Economy*, vol. 99, no. 3, pp. 483 – 499.

Kwiatkowski, D., Phillips, P. C. B., Schmidt, P. and Shin, Y., (1992), Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root, *Journal of Econometrics*, vol. 54, pp. 159 – 178.

Lucas, R. (1988), On the Mechanics of Development Planning, *Journal of Monetary Economics*, June, 22, 1, pp. 3 – 42.

Mac Coskey, S. and Kao, C. (1998), A panel data investigation of the relationship between urbanization and growth, United State Naval Academy and Syracuse University, pp. 1 – 24.

MacNeill, I. (1978), Properties of sequences of partial sums of polynomial regression residuals with applications to test for change of regression at unknown times, *Annals of Statistics*, vol. 6, pp. 422 – 433.

Maddala, G. S. (1988), *Introduction to Econometrics*, Macmillan Publishing Company, U. S. A.

Mankiw, N. G., Romer, D. and Weil, D. N. (1992), A contribution to the empirics of the economic growth, *Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, no. 2, pp. 407 – 437.

Mera, K (1973), On the Urban Agglomeration and Economic Efficiency, *Economic Development and Cultural Change*, vol. 21, pp. 309-324.

Mills, E. and Becker, C. (1986), *Studies in Indian urban development*, Oxford University Press.

Mills, E. and Hamilton, B. (1994), *Urban Economics*, Scott – Foresman.

Montgomery, M. R. (1988), How large is too large? Implications of the city size literature for population policy and research, *Economic Development and Cultural Change*, vol. 36, no. 36, pp. 691 - 720.

Moomaw, R. and Shatter, A. M. (1993), Urbanization and Economic Development: A Bias Toward Large Cities?, *Journal of Urban Economics*, vol. 40, pp. 13-37.

Mutlu, S. (1989), Urban Concentration and Primacy Revisited: An Analysis and some Policy Conclusions, *Economic Development and Cultural Change*, vol. 37, pp. 611-639.

Nabeya, S. and Tanaka, K. (1988), Asymptotic theory of a test for the constancy of regression coefficients against the random walk alternative, *Annals of Statistics*, vol. 16, pp. 218 – 235.

Nakamura, A. (1985), Agglomeration Economies in Urban Manufacturing Industries: a case of Japan cities, *Journal of Urban Economics*, no. 17, pp. 108 – 124.

Neary, J. F. (2001), Of hyper and hyperbolas: introducing the new economic geography, *Journal of Economic Literature*, vol. 49, pp. 536 – 561.

Noriega U., Fernando A. Macroeconomía para el desarrollo, teoría de la inexistencia del mercado de trabajo, Mc Graw Hill, México, primera edición 2001.

Nyblom, J. and Mackelainen, T. (1983), Comparison of tests for the presence of random walk coefficients in a simple linear model, *Journal of the American Statistical Association*, vol. 78, pp. 856 - 864.

Ocampo, L. E. (1983), La población y el desarrollo regional y urbano, CONAPO, introducción, memorias del seminario, México.

Olivera, L. G. (1997), *Transformación metropolitana en México: efectos económicos – territoriales del comercio exterior*, Comercio Exterior, vol. 47, no. 4, pp.

Ohanian, L. E. (1988), The spurious effects of unit roots on vector autoregressions, *Journal of Econometrics*, vol. 39, pp. 251 – 266.

Ottaviano, G. I. P. and Puga, D. (1997), *Agglomeration in the Global Economy: A Survey of the 'New Economic Geography'*. No 1699 in CEPR Discussion Papers from C.E.P.R. Discussion Papers.

Pearce, D. (1992), *The MIT Dictionary of Modern Economics*, Fourth Edition, Cambridge, Massachusetts.

Phillips, P.C.B. (1987), Time series regression with unit roots, *Econometrica*, vol. 55, pp. 277 – 301.

Phillips, P.C.B. and Perron, P. (1988), Testing for unit roots in time series regression, *Biometrika*, vol. 75, pp. 335 - 346.

Phillips, P.C.B. and Solo, V. (1989), Asymptotic for linear process, discussion paper no. 932, Cowles Foundation, Yale University, N. H., CT.

Phillips, P.C.B. (1998), *Impulse response and forecast error variance asymptotic in nonstationary VARs*, *Journal of Econometrics*, vol. 83, pp. 21 – 56.

Phillips, P.C.B. and Xiao, Z. (1999), A primer on unit root testing, Cowles Foundation, Yale University, paper no. 972.

Poder Ejecutivo - SEDESOL (1995), Programa Nacional de Desarrollo Urbano 1995 – 2000, México.

Puga, D. (1999), The rise and fall of regional inequalities, *European Economic Review*, vol. 43, pp. 303 – 334.

Romer, P. (1986), Increasing Returns and Long – Run Growth, *Journal of Political Economy*, October, vol. 94, no. 5, pp. 1002 – 1037.

Rogers, A. J. (1986), Modified Lagrange multipliers tests for problems with one – sided alternatives, *Journal of Econometrics*, vol. 31, pp. 341 – 362.

Rosen, K. and Resnick, M. (1980), The sizes distribution of cities: an examination of the Pareto Law and primacy, *Journal of Urban Economics*, vol. 81, pp. 165 – 186.

Sala – i – Martín, X. (1994), *Apuntes de Crecimiento Económico*, segunda edición, Antoni Bosch Editor, Barcelona, España.

Sánchez, A. A. (Coordinador) (2001), *Financiamiento para el Desarrollo Urbano Regional en México*, XI Seminario de Economía Urbana y Regional, Instituto de Investigaciones Económicas, Programa Universitario de Estudios Sobre la Ciudad, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias de la UNAM y el Colegio Mexiquense, A.C., México, marzo 27 – 29, CD.

Song, H. and Witt, S. F. (2000), *Tourism Demand Modeling and Forecasting*, Pergamon, Oxford UK.

SEDESOL (2000), *México 2020, Un enfoque territorial del desarrollo, vertiente urbana, síntesis ejecutiva*, mayo, México.

SEDESOL (1990), Programa Nacional de Desarrollo Urbano 1990 – 1994, México.

SEDESOL - CICM (1994), Programa de 100 ciudades: una estrategia de desarrollo urbano regional sustentable y concertado, México.

Sutton, J. (1997), Gibrat's legacy, *Journal of Economic Literature*, vol. XXXV, pp. 40 – 59.

Suzanne McCoskey and Chilhawa Kao (1998), A Panel Data Investigation of the Relationship Between Urbanization and Growth, *Economics Working Paper Archive at WUSTL* no. 9805.

Toda, H. Y. And Phillips, P. C. B. (1993), The spurious effects of unit roots on vector autoregressions, *Journal of Econometrics*, vol. 59, pp. 229 – 255.

Toda, H. Y. And Phillips, P. C. B. (1993), *Vector autoregressions and causality*, *Econometrica*, vol. 61, no. 6, pp. 1367 – 1393.

Unikel, L. (1972), Urbanización y Urbanismo: situación y perspectivas, artículo tomado de *Disyuntivas sociales, presentes y futuras de la sociedad mexicana*, México, colección sep/setentas, no. 5.

Unikel, L. (1976), *El Desarrollo Urbano de México, Diagnóstico o implicaciones futuras*. El Colegio de México, México 1976.

Wackerly, D., Mendenhall III, W. and Scheaffer, R. (2002), *Mathematical Statistics with Applications*, Sixth Edition, USA.

Wheaton, W. C. and Shishido H. (1981), Urban Concentration, Agglomeration Economics and The Level of Economic Development, *Economic Development and Cultural Change*, vol. 30, pp. 17-30.

Williamson, J (1965), Regional inequality and the process of national development, *Economic Development and Cultural Change*, June, pp. 3 – 45.

World Bank (2000), *Entering the 21st Century World Development Report 1999/2000*, Oxford University Press.

Zhang, J. (2002), Urbanization, population transition, and growth, *Oxford Economic Paper*, vol. 54, pp. 91 – 117.

ANEXO 1

PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos cubren el periodo de 1970 al 2001, en donde la variable del PIB y la inversión son datos anuales conseguidos en el INEGI. Los índices de urbanización y concentración urbana cubren diferentes periodos y técnicas para calcularlos.

En el cálculo del índice de urbanización se tomaron como referencia los datos proporcionados por el INEGI (Cuentas Históricas de México, 2000) que se refieren a 1970, 1980, 1990 y 1995. El valor intermedio de los años 1975 y 1985 fueron calculados por promedios y tasas medias de crecimiento. El valor del 2000 se calculo con los Censos de Población y Vivienda 2000 y por la formula del índice de urbanización (Unikel, 1976; Estadísticas Históricas de México, 2000). Posteriormente se utilizó el proceso de interpolación considerando un modelo ARIMA (1,1,0), con un factor criterio de distribución de: 0.39935. El valor del 2001 se encontró bajo el supuesto de que la tasa de crecimiento del ultimo periodo permanecía constante.

Para representar el proceso de concentración urbana, se analizaron las principales regiones que contienen a las zonas metropolitanas de la República Mexicana: megalópolis, metrópolis y las aglomeraciones urbanas conurbadas (cuadro A.1). Se calcularon dos índices de concentración urbana: primero, Hirschman-Herfindahl, para cada zona. En el calculo del índice se tomó como criterio el 70% del total de la población urbana como mínimo. Segundo, un índice de primacía (UP), el cual tiene variaciones con respecto a lo que se considera como ciudad (P_1): se tomo a la megalópolis (con sus ocho zonas) y a la zona metropolitana de la ciudad de México (delegaciones y municipios). El análisis se realizó con datos de la CONAPO y el INEGI (Censos de Población y Vivienda) tomando como referencia los años de 1970, 1980, 1990, 1995 y 2000. Se obtuvo un valor medio cada cinco años usando el mismo procedimiento que en cálculo de

los valores intermedios del índice de urbanización y se aplicó el proceso de interpolación para cada zona, considerando un modelo ARIMA (1,1,0), con un factor de distribución para la megalópolis de 3.19E-05, metrópolis de 1.58E-08 y las aglomeraciones urbanas conurbadas de 7.87E-11. Por último se calculo el año del 2001 tomando como supuesto la tasa de crecimiento del periodo anterior.

Cuadro A.1: Clasificación de Zonas

MEGALOPOLIS	METROPOLIS	AGLOMERACIONES URBANAS CONURBADAS
1 ZM CIUDAD DE MEXICO	1 ZM GUADALAJARA	1 ZM SAN LUIS POTOSI
2 ZM PUEBLA	2 ZM MONTERREY	2 ZM MERIDA
3 ZM TOLUCA	3 ZM TIJUANA	3 ZM AGUASCALIENTES
4 ZM QUERETARO	4 ZM LEON	4 ZM CHIHUAHUA
5 ZM CUERNAVACA	5 JUAREZ	5 ZM SALTILLO
6 ZM PACHUCA	6 ZM TORREON	6 ZM COATZACOALCOS
7 ZM CUAUTLA	7 ZM TAMPICO	7 ZM VERACRUZ
8 ZM TLAXCALA	8 HEROICA MATAMOROS	8 ZM XALAPA
	9 NUEVO LAREDO	9 ZM OAXACA
	10 PUERTO VALLARTA	10 ZM ORIZABA
		11 ZM MONCLOVA
		12 ZM ZACATECAS
		13 ZM CORDOBA
		14 ZM ZAMORA
		15 ZM POZA RICA
		16 ZM COLIMA
		17 ZM GUAYMAS

Fuente: INEGI y CONAPO.

ANEXO 2

Tabla de Datos

	PIB	Inversión	Índice de Urbanización	Índice de Descentralización Urbana	Índice de Primacía
año	Y	I	IU	1/H	PDF
1970	520,462,250.2	103,865,555	40.4	6.253715802	0.386314761
1971	540,044,474.2	97,065,525	41.08509457	6.230452539	0.386971706
1972	584,483,693.4	110,876,746	41.68279423	6.202124214	0.38780784
1973	630,430,657.1	121,671,090	42.22902042	6.163697981	0.389002352
1974	666,849,547.0	132,579,020	42.75912267	6.110468185	0.39073443
1975	705,156,619.5	151,029,441	43.30827135	6.03824359	0.393183263
1976	736,306,519.2	154,901,582	43.91184845	5.943579396	0.39652804
1977	761,272,020.5	149,568,825	44.54615367	5.852831123	0.399831046
1978	829,458,716.3	174,744,085	45.18782813	5.789451084	0.402154566
1979	909,901,033.8	213,110,722	45.81359482	5.775307815	0.402560885
1980	948,607,318.5	215,465,766	46.4	5.833718704	0.400112288
1981	1,029,481,847.3	249,750,348	46.92315256	5.994570382	0.393871059
1982	1,024,120,223.0	207,806,513	47.39921334	6.24815125	0.384721191
1983	988,415,072.3	150,070,401	47.84381992	6.587543376	0.373546677
1984	1,022,128,073.3	159,938,476	48.27226041	7.003986599	0.36123151
1985	1,044,489,098.8	173,081,288	48.69964328	7.481383158	0.348659683
1986	1,012,329,745.5	153,008,657	49.14106525	7.989467006	0.336715187
1987	1,029,766,511.0	153,608,313	49.59902227	8.514869355	0.325674841
1988	1,042,981,103.0	162,547,871	50.07619402	9.036497301	0.315815462
1989	1,085,800,789.5	171,896,265	50.57547366	9.524375544	0.307413869
1990	1,141,999,323.5	194,455,851	51.1	9.940098877	0.300746878
1991	1,190,131,795.3	215,833,078	51.65319238	10.2400582	0.296091308
1992	1,232,275,581.0	239,227,040	52.21738651	10.43418556	0.293023803
1993	1,256,195,970.5	233,179,391	52.77504036	10.5443166	0.291121008
1994	1,312,200,430.3	252,745,239	53.30853922	10.6001221	0.289959568
1995	1,230,607,979.5	179,442,050	53.8	10.63526592	0.289116126
1996	1,293,859,107.8	208,860,498	54.2310725	10.68508034	0.288167328
1997	1,381,525,171.3	252,797,408	54.60959674	10.74705059	0.287134245
1998	1,449,310,059.8	278,787,777	54.94282884	10.81862841	0.286037949
1999	1,503,499,597.0	300,278,567	55.2375217	10.89717724	0.284899509
2000	1,603,261,539.8	334,402,738	55.5	10.97992721	0.283739999
2001	1,598,832,340.5	314,836,643	55.722	11.06330558	0.282585208