

REVISTA TIEMPO ECONÓMICO

UAM, Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias Sociales y Humanidades.
Vol. VI, No.17, primer cuatrimestre de 2011

Sumario

Presentación	3
Una explicación endógena a la inestabilidad financiera: La visión de Minsky Ricardo Ruiz Pérez	5
Evolución de la Política Monetaria de Estados Unidos y México: Un Análisis Mediante la Simulación de la Regla de Taylor Miguel Cervantes Jiménez Pablo López Sarabia Carlos Alberto Francisco Cruz	17
Viabilidad de la producción de biocombustibles para el transporte en México: 2008-2010. Sandra Lizbeth Cervantes Hernández Beatriz Adriana Montes Díaz	35
Estadística de GISF en la dinámica económica financiera actual María Ramos Escamilla	45
Pronóstico del promedio Industrial Dow Jones, aplicando Redes Neuronales Artificiales Elsy L. Gómez Ramos Francisco Venegas Martínez Héctor Allier Campuzano	59
Knut Wicksell; Tasa de interés natural y monetaria Daniel David Jaime Camacho	73

PRESENTACIÓN

Es para mí un honor presentar el número diecisiete de Tiempo Económico, el primero del año 2011. El trayecto de la organización de la revista, así como su conformación ha sido arduo y exhaustivo, pues se integra Eugenio De Anda Furlong como Subdirector, así como dos profesores-investigadores en el Comité Editorial y me hago presente con esta sencilla presentación. Comparto esta primera edición con ustedes quiénes han confiado en la capacidad de liderazgo y difusión, haciendo necesario mencionar que la Universidad Autónoma Metropolitana ha puesto en mí esa inquietud de motivación por alcanzar grandes proyectos como es el de esta revista de carácter científico. El trabajo más arduo detrás del telón de una revista de estudiantes y para estudiantes es incentivar al alumnado, pero no particularmente de la UAM-Azcapotzalco a que participe en la publicación de artículos o ensayos que enriquezcan el conocimiento del gremio del economista, para que se extienda a los horizontes de otras disciplinas científicas.

La inestabilidad en los mercados financieros ha puesto de manifiesto la crítica de grandes economistas como lo es el poskeynesiano Hyman Phillips Minsky en su hipótesis de la inestabilidad financiera, por ello abrimos la edición con el artículo “Una explicación endógena a la inestabilidad financiera: la visión de Minsky” que comparte el alumno de la Licenciatura en Economía de la UAM-A Ricardo Ruiz Pérez, poniendo mayor énfasis en el aspecto de las crisis económicas, y cómo es que éstas revolucionan a través del tiempo. El segundo artículo titulado “Evolución de la política monetaria de Estados Unidos y México: Un análisis mediante la simulación de la Regla de Taylor” escrito por Miguel Cervantes Jiménez, Pablo López Sarabia y Carlos Alberto Francisco Cruz. No cabe duda que la política económica y más precisamente, la política monetaria se hace presente para contrarrestar los efectos de las crisis, por ello los autores describen el papel del Banco Central mediante políticas anti-cíclicas y de tipo expansivas.

Hoy en día se ha planteado la estrategia de crear nuevas fuentes de energía para el transporte en México, por la necesidad de producir con bajos costos y de una manera más eficiente, además de ayudar al desarrollo sustentable de nuestro país por las características que los biocombustibles presentan a diferencia de los combustibles fósiles. Las alumnas de la Maestría en Estudios Sociales de la UAM-Iztapalapa describen el papel de los biocombustibles en la inserción a la economía a través del apoyo del gobierno mexicano.

En el artículo de Jaime Camacho de la UAM-Azcapotzalco, se expone uno de los temas más debatidos de la política monetaria, la tasa de interés. Esto a través de la perspectiva de Knut Wicksell, quien hace un estudio sobre los conceptos de tasa natural y tasa monetaria. La relevancia del artículo antes mencionado, se torna en la situación económica que hoy en día vivimos con la actual crisis financiera.

4
■ Los últimos dos artículos nos adentran en la materia matemática de la economía, la estadística y econometría como herramientas de la ciencia; el primero de ellos lleva como nombre “Estadística de Gis’f en la dinámica económica financiera actual” escrito por María Ramos Escamilla, alumna del Doctorado en Ciencias Económicas del IPN y el segundo titulado “Pronóstico del promedio Industrial Dow Jones, aplicando Redes Neuronales Artificiales”, de Elsy Gómez, Francisco Venegas Martínez y Héctor Allier Campuzano, del Instituto Politécnico Nacional.

La decisión de aceptar los artículos antes mencionados fue un poco complicada, pues presentan un grado de dificultad elevado para el público para el que está dirigida nuestra revista, pero el contenido de este número se hace interesante y es un reto para seguir incentivando a los alumnos, profesores-investigadores y personalidades involucradas en la materia a que se especialicen en los temas de su interés.

Este es sólo el comienzo de una nueva etapa en la revista, esperando que esté llena de éxito para todos aquéllos que la integramos, así como para los capaces de compartirnos sus magníficas ideas.

Tania Itxelt Miranda Vázquez
Directora de *Tiempo Económico*

UNA EXPLICACIÓN ENDÓGENA A LA INESTABILIDAD FINANCIERA: LA VISIÓN DE MINSKY

(Recibido: 10 Septiembre/2010-aprobado:09 Octubre/2010)

5

Ricardo Ruiz Pérez*

Resumen

El trabajo aborda, de manera teórica, la Hipótesis de la Inestabilidad Financiera (HIF) planteada por Hyman Phillips Minsky, esta hipótesis explica la inestabilidad financiera como un resultado propio del funcionamiento de una economía capitalista, por lo tanto, se manifiesta de manera endógena más que como resultado de un choque externo que provoque la inestabilidad. De esta manera, el propio sistema contiene elementos intrínsecos que lo llevará a una situación de crisis de carácter financiero.

Abstract

This paper addresses, in a theoretical way, the Financial Instability Hypothesis (FIH) proposed by Hyman P. Minsky. This hypothesis explains the financial instability as a result of capitalist economy. Thus, financial instability hypothesis is an endogenous factor and no external shock factor. Thus, the system contains intrinsic elements that lead to a situation of financial crisis.

Palabras clave: Hipótesis de la inestabilidad financiera, posición financiera, inestabilidad endógena, crisis financiera.

Keywords: Financial Instability Hypothesis, Financial Position, Endogenous instability, financial crisis.

Clasificación JEL: E12, E30, G15, G12, G39.

* Estudiante de tiempo completo del Área de Economía Aplicada de la Licenciatura en Economía y becario en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Correo: ricardoruizper@gmail.com

Introducción

Han pasado ya nueve años desde la última advertencia que los mercados financieros internacionales mostraron al mundo, es decir, desde la burbuja especulativa que se generó en las empresas tecnológicas-2001- (llamada también crisis de las empresas puntocom). Más aún ha pasado desde la crisis asiática -1997-. Sin embargo las lecciones aprendidas suelen olvidarse tan pronto como se genere un nuevo auge. El “entusiasmo financiero” siguió y se focalizó en el sector inmobiliario de Estados Unidos desembocando-dicho entusiasmo- para 2007 en el estallido de, lo que hoy en día (2011) muchos economistas piensan es la mayor crisis desde la Gran Depresión, la burbuja especulativa del mercado inmobiliario, conocida actualmente como la crisis subprime, la cual se expandió por toda la economía mundial generando el cierre de grandes bancos de inversión de ese país.

6 ■ Ante este panorama económico, es de suma importancia investigar cómo se genera el proceso endógeno que desata una crisis de carácter financiero, ya que si nos ubicamos en el contexto actual, la crisis internacional que vive el mundo no es ajena a los procesos que desataron las anteriormente mencionadas.

Uno de los autores más importantes de la corriente del pensamiento Post-keynesiano americano que explica y desarrolla una teoría que responde las cuestiones anteriormente planteadas es el economista Hyman Phillips Minsky (1919-1996), el cual desarrolló la teoría: The Financial Instability Hypothesis (hipótesis de la inestabilidad financiera), en la que brinda una explicación de cómo las crisis de carácter financiero se generan de manera endógena, es decir con procesos internos al sistema capitalista, siendo dicha teoría el objetivo a desarrollar en los siguientes epígrafes.

El artículo está compuesto por cuatro secciones; en la primera sección encontraremos un breve desarrollo de los antecedentes teóricos a la Hipótesis de la Inestabilidad Financiera de Minsky (HIF), así como también algunos planteamientos teóricos propuestos por la teoría económica neoclásica; en la segunda sección se planteará el desarrollo teórico de la HIF. En la tercera sección se presentan algunas extensiones del modelo original, que realizaron autores como: D’Attellis y Arestis y Glickman; finalizando, para la cuarta sección, con el apartado de conclusiones.

1. Minsky, Keynes y la Síntesis Neoclásica-Keynesiana

Comencemos situando el contexto en el que H. Minsky plantea su teoría y la corriente de pensamiento teórico en la que el autor la desarrolla.

Minsky es uno de los más destacados “Post-keynesianos americanos”, nació en Chicago y estudió en la George Washington High School de New York, inicia sus estudios universitarios en 1937, un año después de que Keynes publicara su Teoría General (1936). Se licenció en matemáticas por la University of Chicago en 1941, y obtuvo el doctorado en Economía por

Harvard en 1954 especializándose en finanzas. Autores como Mántey (2000), mencionan que los errores y los aciertos de la política económica estadounidense posteriores a la gran depresión así como el debate sobre la política económica anticíclica, influyeron de manera determinante en la formación de Minsky.

Esta autora nos dice que: “Minsky quedó muy impresionado por el enfoque institucionalista de Keynes, que le ofrecía una explicación más convincente del proceso de acumulación de capital que la teoría neoclásica, al tiempo que proporcionaba las bases de una teoría del ciclo económico... De tal forma que se podría caracterizar al Minsky joven como un universitario de izquierda, brillante, activista y no sectario”.

La originalidad de Keynes consistió en demostrar que una economía monetaria presenta un comportamiento totalmente diferente a una economía de trueque. Considera también la liquidez de los activos de capital, y no sólo su corriente esperada de ingresos, como factor determinante de su valuación en el mercado; en seguida descubrió que las decisiones de inversión de cartera, basadas en la ganancia de capital, podían convertirse en un serio obstáculo para mantener un nivel adecuado de empleo.

Sin embargo después de la Teoría General (1936), surge toda una gama de interpretaciones que intentan modelar matemáticamente los planteamientos presentados en dicha obra, por ejemplo el modelo IS-LM desarrollado por Hicks en 1937.

Una de las interpretaciones que se encuentra dentro de la teoría neoclásica, es la denominada “Síntesis Neoclásica-Keynesiana”, en la cual participan autores como Hicks, Hansen, Samuelson, entre otros. La Síntesis dominó ampliamente la teoría macroeconómica en los años posteriores a la segunda guerra mundial y tuvo mucha influencia en el manejo de la política económica de muchos países que mediante políticas fiscales y monetarias apropiadas el gobierno podría evitar que la economía cayera en cualquiera de los extremos: elevado desempleo o alta inflación, permitiendo suavizar notoriamente los ciclos económicos.

La Síntesis Neoclásica-Keynesiana señala que a largo plazo se tiende al pleno empleo, pero, a corto plazo existen imperfecciones de mercado que impiden que la economía vuelva rápidamente al nivel de producción potencial. Por ello proponen la intervención del gobierno, mediante los instrumentos de política económica, en vez de confiar en la libre iniciativa.

Así pues, existe otra corriente de autores llamados Post-keynesianos que no aceptan lo planteado por la “Síntesis Neoclásica-Keynesiana” (SNK). Consideran que los planteamientos de Keynes no se pueden desarrollar en el marco del equilibrio neoclásico. Dentro de este grupo los que han sobresalido son los del enfoque endógeno, los cuales mantienen una perspectiva endógena de la creación de dinero en la economía, por lo que rechazan que sea la autoridad monetaria la que, de manera exógena, determine la cantidad de dinero en circulación, es decir, brindan un papel muy importante a la capacidad de creación de dinero por parte de la banca privada, por lo que la cantidad de dinero no solo dependerá de la oferta monetaria que el Banco Central ofrezca, sino que también de la cantidad de dinero bancario creado.

Por tanto, la visión endógena de la creación del dinero queda supeditada a que la demanda de financiación para la inversión es la que determinará, de manera endógena y complementaria a la oferta, la cantidad de dinero total en circulación. Así pues, al otorgar a los bancos la capacidad de crear dinero, se presenta la posibilidad de que, en la economía, se pueda invertir por encima de las capacidades de autofinanciación de las empresas.

Esa situación conlleva una serie de repercusiones a la estabilidad financiera, pudiendo llegar a ocasionar crisis de carácter financiero en la economía, como se explicará más adelante. De esta forma, y a diferencia de la SNK, consideran-los Post-keynesianos- que el nivel de demanda de dinero será lo que determine la cantidad de dinero creada pues es el sector bancario el que decide crear una mayor o menor cantidad, a través de la concesión de créditos.

En este contexto, situamos a nuestro autor (H. P. Minsky), ya que comparte la visión de los economistas post-keynesianos y al igual que ellos rechaza la visión planteada por la SNK. Sostiene que la síntesis neoclásica no es más que una lectura superficial y sesgada de la obra de Keynes, considera que los modelos desarrollados en esa teoría son:

“(...) triviales (función de consumo), ya sean incompletos (modelos IS-LM sin mercado de trabajo), inconsistentes (IS-LM con mercado de trabajo pero sin efecto en el equilibrio real) o indiscernibles en cuanto a sus resultados de los antiguos modelos de la teoría cuantitativa del dinero (...)” [Minsky, 1987:63]

La explicación que Minsky proporciona de las crisis financieras se puede ubicar dentro de la corriente del pensamiento Post-keynesiano; en su hipótesis de la inestabilidad financiera rige una explicación basada en que el incremento de la vulnerabilidad en el sistema financiero capitalista es creciente debido a su propio funcionamiento.

A pesar de las polémicas “rivalidades” que existen entre las corrientes del pensamiento teórico económico, los post-keynesianos, en este caso los que comparten la visión de Minsky, no solo basaron sus análisis en la Teoría General, sino que también desarrollaron cierta simpatía con la corriente marxista, lejos de compartir aspectos nucleares de esta escuela- como su teoría del valor- rescatan el modelo de capitalismo financiero propuesto por Rudolf Hilferding en su libro *Das Finanzkapital* (1910).

Para Hilferding, la industria está organizada en sociedades por acciones, en éstas el capital adquiere la forma de capital social, por oposición al capital privado, lo que representa un salto en la organización de los capitalistas, ya que deja atrás al capitalismo individual para dar paso a un capitalismo “colectivo”.

Por lo que la organización por acciones le permite al capital una mayor capacidad para adquirir mano de obra, tecnología, materias primas y una mayor facilidad de absorber una cantidad creciente de recursos; lo que le facilita su expansión con la utilización del crédito.

En este sentido, los postkeynesianos comparten la visión desarrollada por Hilferding de que la preponderancia del capital financiero sobre el industrial y productivo se ha agudizado en las últimas décadas del capitalismo.

2. La hipótesis de la inestabilidad financiera: planteamiento teórico y desarrollo

“Los especuladores pueden no hacer daño cuando sólo son burbujas en una corriente firme de espíritu de empresa; pero la situación es seria cuando el espíritu de empresa se convierte en vorágine dentro de una corriente de especulación. Cuando el desarrollo del capital de un país se convierte en subproducto de las actividades propias de un casino, es probable que aquél se realice mal”

J. M. Keynes, 1936, Teoría General.

El planteamiento teórico que Minsky presenta es el análisis para una economía cerrada, tratando de explicar así la realidad financiera, en la que enfatiza el carácter endógeno del origen de las crisis. Sin embargo, esta restricción debe entenderse como un recurso teórico y no como una limitación del modelo, ya que también valora la posibilidad de que un shock externo pueda causar el debilitamiento financiero que precede a la crisis. De todas formas debe tenerse en cuenta que, a diferencia de la SNK, la fragilidad financiera no es consecuencia de accidentes ni de errores de política económica, sino que es la propia economía la que endógenamente desarrolla esta inestabilidad.

Es necesario, entonces, definir el concepto de inestabilidad que Minsky manejará en el desarrollo teórico de la HIF. En D'Attellis (2008) podemos encontrar una definición concreta. La palabra inestabilidad es utilizada en sentido genérico como “susceptible de cambio”. Esto se aplica a diversidad de factores tales como el clima, el carácter de una persona, etcétera. Aplicando este concepto al lenguaje económico, adopta dos sentidos radicalmente diferentes:

- 1) Cuando hablamos de la inestabilidad de determinado sistema o variable (precios, salarios, etc.) intentamos estudiar la tendencia, que puede ser modificada por una pequeña perturbación hacia una divergencia progresiva desde un determinado nivel (ya sea desde un equilibrio o desde un nivel dado históricamente). En este caso, el foco de la atención es puesto en las propiedades dinámicas del comportamiento de la variable en cuestión en referencia a un determinado estado de equilibrio.
- 2) Cuando hablamos de estabilidad en las relaciones industriales de una determinada firma o de la estructura financiera de una unidad económica, nos referimos a la probabilidad de que una estructura persista básicamente sin cambios, a pesar de los efectos de una pequeña perturbación.

Así pues, la definición de inestabilidad desarrollada por Minsky (1987) hace referencia a este segundo concepto, que es más de carácter estructural. Es decir, se relaciona con las propiedades estructurales del objeto al cual se refiere. Por lo que, cuando un objeto es es-

tructuralmente inestable hacemos referencia a que es susceptible a cambiar rápidamente las características cualitativas de su estructura.

Para Minsky, la presencia de la inestabilidad financiera sistémica es la que origina las crisis de carácter financiero. No siendo ésta, consecuencia de algún comportamiento irracional de las unidades económicas (empresas básicamente) sino del criterio bajo el cual estas unidades toman sus decisiones, es decir, bajo el criterio de la máxima rentabilidad posible.

Por tanto, y como mencionan Callejas y Tobón (2008), la estabilidad financiera que se presenta en las fases de auge, junto a las expectativas empresariales optimistas, orienta a las unidades económicas hacia unos niveles de endeudamiento elevados, lo cual conformará el germen de la crisis. Habrá que mencionar que las empresas, como unidades económicas, tienen la posibilidad de financiarse mediante el capital propio generado por la empresa (utilidades retenidas) o bien incurrir al endeudamiento, sea bancario o de financiarización.

10

Siendo este último término muy importante en el desarrollo teórico de la HIF, ya que se considera que, si bien las empresas pueden incurrir en el autofinanciamiento, por ejemplo las utilidades retenidas, esta situación no es muy “peligrosa” para los estados financieros de las empresas. Sin embargo, la financiarización si puede presentar una serie de riesgos dentro de los estados financieros, por ejemplo en el apalancamiento, aunque éstos no necesariamente se realicen directamente sobre asientos contables.

De acuerdo con Girón y Chapoy (2008) el proceso de financiarización corresponde a la compra y venta de activos o títulos financieros que puede darse en forma ordenada en el mercado de capitales. En esto intervienen las formas de financiamiento de la nueva rearticulación mediante operaciones fuera de balance, como son los derivados o productos y servicios financieros resultado de la innovación tecnológica y financiera.

Aquí definimos la financiarización como el proceso mediante el cual la rentabilidad del capital financiero, a través de la innovación financiera, sobrepasa las operaciones del sistema monetario. En este marco podemos decir que Minsky (1992) desarrolla la HIF considerando al sistema capitalista como un sistema intrínsecamente inestable por la volatilidad que presenta el ámbito financiero.

El estudio de Minsky se centra en el comportamiento de la empresa, como unidad económica representativa, y en la idea de que éstas pueden financiarse a través de la emisión de acciones, que vendrá siendo lo que determine la estructura financiera que conllevan al sistema a un riesgo de inestabilidad. La idea básica es la siguiente: las empresas se endeudan con base en las expectativas de sus ingresos futuros, aunque no existe la seguridad de un ingreso futuro cierto.

Algo muy importante que menciona Minsky (1987:129) es que “en una economía capitalista, una última realidad es la serie de balances relacionados entre sí de las diversas unidades. Las partidas de los balances crean flujos de efectivos. Éstos son resultado de: 1) el sistema productor del ingreso, que incluye salarios, impuestos y ganancias brutas no financieras,

tras deducción de impuestos; 2) la estructura financiera, que está compuesta de intereses, dividendos, rentas y pagos sobre préstamos, y 3) la negociación o comercio con los bienes de capital e instrumentos financieros. En general, salvo en cuanto a los dividendos, los flujos de efectivo determinados por la estructura financiera son compromisos contractuales”.

Como se puede observar, para Minsky son muy importantes las posiciones financieras que toma cada empresa, sin embargo no limita su análisis a éstas, sino que abarca todas las unidades económicas que figuran en los mercados financieros, por ejemplo las familias (que solicitan crédito para financiar su consumo).

Para explicar el funcionamiento de los mercados financieros, Minsky (1992) considera que los agentes pueden tomar diferentes posiciones financieras, entre las que distinguimos:

Hedge funds: esta posición es para el conjunto de unidades económicas cuyas inversiones se financian de manera que pueden satisfacer plenamente obligaciones de pago con independencia de los flujos de ingreso generados por la inversión, por lo que el pago del principal y de los intereses están asegurados en su momento.

Speculative funds: esta posición es para aquellos agentes que apuestan por las variaciones futuras en el precio de los bienes. Sin embargo, los ingresos generados sólo son suficientes para afrontar el pago de intereses y el pago del principal no está asegurado.

Ponzi funds: esta posición considera que el flujo de obligaciones de pagos es superior al flujo neto de ingresos, por lo que los agentes se endeudarán con el objetivo de liquidar sus compromisos de pagos con vencimiento inmediato, por lo que la deuda se va capitalizando y se incrementa progresivamente.

La idea básica que Minsky plantea es que la estabilidad financiera se erosiona progresivamente por el hecho de que los agentes pasan de tomar posiciones más conservadoras (*Hedge funds*) a otras más arriesgadas (*Speculative and Ponzi funds*). Sin embargo, no todo el análisis planteado por Minsky es tan sencillo como lo anteriormente mencionado, centrémonos pues en la explicación dinámica que genera endógenamente las crisis financieras.

Partiendo de una fase de auge económico, Minsky intenta explicar cómo se genera la inestabilidad financiera. En principio se respira, en toda la economía, un ambiente de estabilidad económica y financiera, por lo que la mayoría de los agentes mantienen posiciones *hedge* y las expectativas sobre la marcha de la actividad económica son positivas. Debido a la abundancia de liquidez, como característica de una “economía sana”, las tasas de interés a corto plazo son bajas.

Éstos mismos son los que dan entrada a la especulación financiera, ya que se pueden adquirir préstamos a corto plazo, más baratos para financiar la compra de activos fijos, sin embargo, cabe aclarar que lo anterior no implica que sólo se realicen operaciones a corto plazo, más bien, muchos de los proyectos a largo plazo se financian a corto plazo para renegociar deudas, como consecuencia de las expectativas positivas y la imperante estabilidad financiera de la etapa.

Esta misma situación provoca que los agentes económicos sean menos adversos al riesgo, lo que les motiva a tomar posiciones más arriesgadas (*Speculative and Ponzi funds*). Continuando así, el éxito financiero nubla la visión de los agentes. Minsky (1987: 140), menciona que “a medida que la recuperación se acerca al pleno empleo la generación de adivinos económicos del momento proclamará que el ciclo económico fue borrado de la faz de la tierra y que ha empezado una nueva era de prosperidad permanente”.

Lo anterior justifica que los esfuerzos para coordinar los flujos de cobros y pagos derivados de las inversiones se reduzcan, lo que aumenta la debilidad financiera, al respecto, Minsky (1987: 140) asegura que: “Se pueden contraer deudas porque los nuevos instrumentos políticos, junto con la mayor sofisticación de los científicos económicos que brindan asesoría política, garantizan que las crisis y las deflaciones de la deuda son ya cosa del pasado. Pero en realidad ni el auge, ni la deflación de la deuda, ni el estancamiento, y desde luego tampoco una recuperación o un crecimiento con pleno empleo pueden prolongarse de manera indefinida”.

Las decisiones de los agentes económicos, totalmente coherentes con la etapa de auge, derivan en una situación de sobreendeudamiento, provocada esencialmente porque los agentes presentarán dificultades para afrontar sus obligaciones de pago, ya que éstas superan los rendimientos obtenidos. Situación que se solucionará con la renegociación de créditos en un primer momento y, más tarde, con la venta de activos para obtener la liquidez necesaria. Minsky (1987: 135) hace referencia a algo muy importante acerca de la formación de posición de las empresas. Al respecto menciona que “el proceso de vender activos o pasivos financieros para cumplir compromisos de pago se le denomina “formación de posición” (comillas del autor), constituyendo esa posición la tenencia, por parte de la unidad, de activos que, pese a obtener un ingreso, no poseen mercados en los que se puedan vender con facilidad.

En cuanto a las corporaciones, la “posición” que se debe financiar se refiere a los bienes de capital necesarios para la producción; en el caso de las firmas financieras, la “posición” está definida por los activos con mercados secundarios pobres. A medida que se desarrolla un auge, las familias, las empresas y las instituciones financieras se ven obligadas a emprender actividades de formación de posición aún más aventuradas”.

Tomando en cuenta lo anterior podríamos deducir que las empresas buscarán diversificar su “cartera de activos”. Debido a que muchas unidades solo tienen la posibilidad de renegociar sus deudas o liquidar activos, por la forma de financiamiento, el flujo que perciben de ingresos no es suficiente para afrontar las obligaciones de pago. La primera opción sería la refinanciación, sin embargo, conforme se deteriora el sistema, las expectativas también lo hacen, lo que provoca que los procesos de renegociación de deuda se interrumpan, incitando a que los agentes se vean obligados a vender activos en masa para conseguir la liquidez necesaria con el fin de afrontar sus compromisos.

Lo anterior provocaría un aumento de la demanda de dinero como consecuencia del deterioro de las estructuras de pasivos. La oferta masiva provocará una caída en el precio de los activos, proceso que culminará en la deflación de la deuda.

Generalizado el proceso, se observarán efectos negativos en el sector real de la economía, Minsky (1987; 137-139) hace referencia a esto y menciona que: "... se produce una retroalimentación desde los desarrollos puramente financieros hacia la producción de demanda de inversión y por la vía del multiplicador hacia la producción de demanda de consumo... un ingreso relativamente bajo, una desocupación elevada y una recesión con estancamiento de profundidad y duración inciertas, seguirán a un proceso de deflación de la deuda".

Como podemos observar, la estabilidad desestabiliza; por lo que no es necesaria la aparición de ningún choque externo que provoque la crisis, más bien, el propio funcionamiento del sistema llevará a la economía a una situación de fragilidad financiera.

La superación de esta crisis financiera es muy variada, ya que su duración dependerá, entre otros factores de: el papel que el Estado juegue durante dicha fase, ya que si actúa de manera activa para tratar de mitigar los efectos sobre la economía, se podría acortar la duración de ésta así como las consecuencias que conlleva; el grado de aversión al riesgo por parte de los agentes puede condicionar la duración y las expectativas sobre la marcha de la actividad económica. Confirmamos así lo que Minsky mencionaba: "Cada estadio (fases del ciclo) alimenta fuerzas que conducen hacia su propia destrucción".

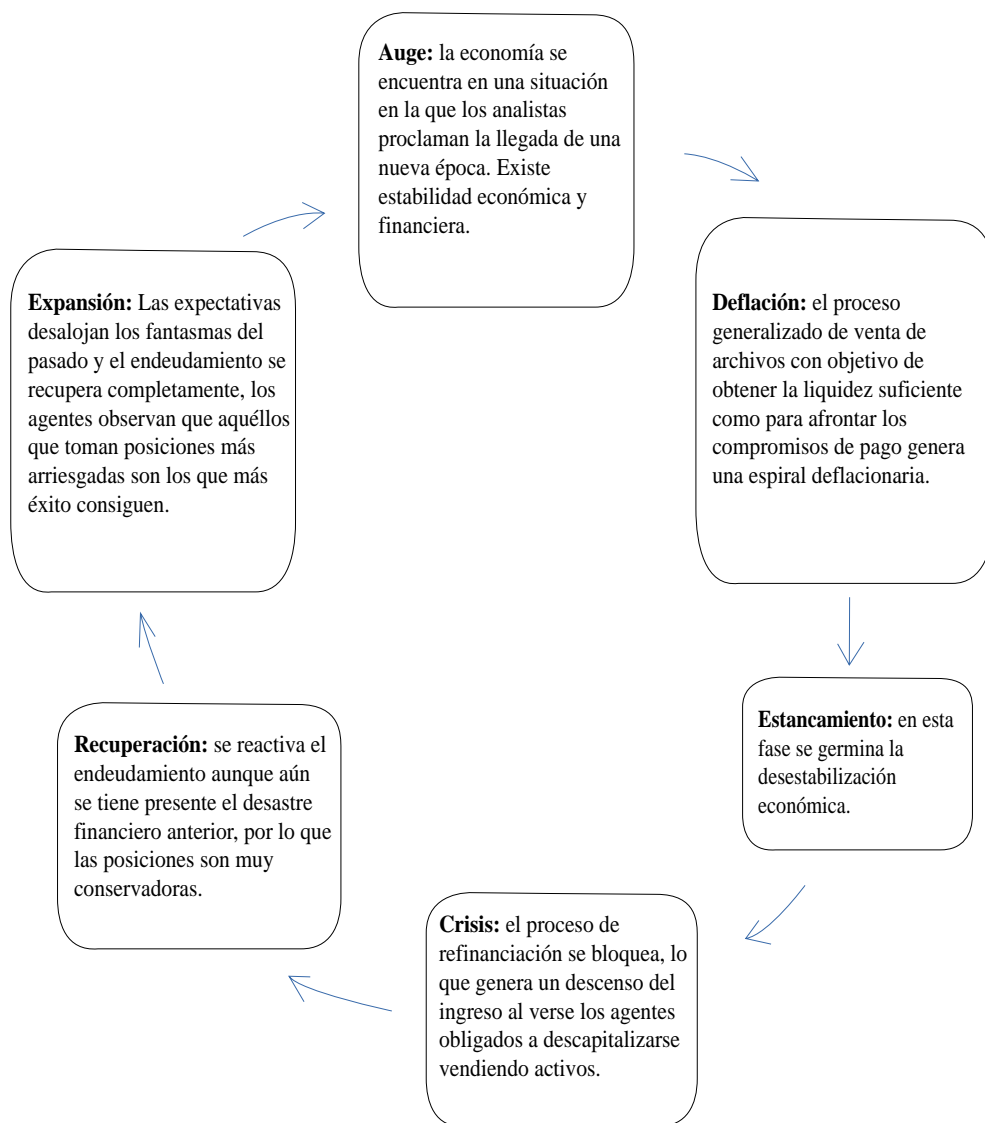
Minsky (1987) considera también que el funcionamiento cíclico de la economía señalado por Keynes es incompleto, ya que le faltó considerar el financiamiento capitalista en un contexto cíclico y especulativo, componentes que introduce en la HIF. A manera de resumen la Figura 1 muestra las fases del ciclo económico que se deben tomar en cuenta para un análisis más amplio.

3. Extensiones del modelo

Como se mencionó en un principio, el modelo que Minsky presenta está centrado en el estudio de una economía cerrada, sin embargo se mencionó también que esto no se debería tomar como una limitación del modelo sino como un recurso de análisis teórico. En esta tercera sección se presentarán algunas extensiones que diversos autores realizaron al modelo presentado por Minsky. Sin duda la apertura de una economía a los mercados internacionales, tanto de bienes como de capitales, cambia totalmente el panorama descrito en la sección dos. Modificándose las estructuras financieras, las formas de financiamiento, las variables relevantes a observar, etc.

D'Attellis (2008), presenta un modelo ampliado para economías abiertas pequeñas (en vías de desarrollo) en el cual agrega una nueva categoría de unidad económica: Super-especulativa, la cual surge del hecho de que tanto los dividendos como el compromiso de pago de las deudas pueden estar representadas en moneda extranjera.

Figura 1
Esquema cíclico de la actividad económica.



Entonces, el endeudamiento a corto plazo, por parte de las unidades económicas, en moneda extranjera para financiar activos domésticos de largo plazo, ahora son vulnerables a los movimientos del tipo de cambio, adicionada a está los movimientos de la tasa de interés antes mencionados.

Agrega también que en ausencia de controles de capital, el inversionista se verá atraído por la economía en auge, mayormente por las tasas de interés ya que serán bajas.

Lo anterior generará una fuerte demanda de dinero doméstica, provocando que los bancos locales incrementen sus depósitos, así como también las condiciones de expandir sus propios préstamos internacionales, lo que aumentará el precio de los activos en el mercado local de capitales, generándose así presiones suficientes en las tasas de interés a la alza, teniendo como resultado, que el tipo de cambio tienda a apreciarse.

Otros aspectos importantes que remarca en su modelo son: 1) el impacto que tienen las diferentes innovaciones financieras internacionales sobre la economía local; 2) en el corto plazo las unidades económicas se pueden financiar por fuentes locales o internacionales.

Como consecuencia de lo anterior, la economía pasa a un estado de fragilidad financiera internacional, de manera que se puede generar una crisis:

1. Doméstica en su origen pero que termine impactando en su situación externa.
2. Externa en su origen pero que impacta en su situación doméstica.
3. Intensificada por las combinaciones de las dos anteriores.

Otros dos autores que incorporan al análisis de Minsky la introducción de un marco de apertura de liberalización financiera son Arestis y Glickman¹. Los cuales utilizaron la HIF para dar una explicación de la crisis asiática.

La dinámica que examinaron fue la siguiente:

Cuando las economías asiáticas completaron sus procesos de liberalización financiera y se eliminaron los controles de capital, se desató la crisis. La etapa previa a la crisis era la de unas economías con una actividad en expansión, las expectativas eran optimistas ante dicha situación y el riesgo percibido por los agentes se tornaba distorsionado. Por otra parte, los bancos locales estaban implicados en operaciones de alto riesgo y el cociente que relaciona el crédito bancario concedido con el nivel del PIB se había estado incrementado y no cesaba su tendencia positiva.

Las crisis financieras en economías abiertas ocurren antes que en economías cerradas por el hecho de que las etapas de Minsky (Hedge-Speculative-Ponzi) son redefinidas para incluir los efectos de las fluctuaciones del tipo de cambio junto con la vulnerabilidad a incrementos en las tasas de interés.

¹ En D'Attellis (2008): Arestis y Glickman (1999)

4. Conclusiones

Como se puede observar la hipótesis de la inestabilidad financiera desarrollada por Minsky brinda, en el marco de una economía cerrada, los elementos necesarios para comprender el origen de las crisis de carácter financiero, explicando cómo se generan éstas de manera endógena al sistema capitalista y sin incurrir en algún tipo de choque externo.

El planteamiento desarrollado en la HIF muestra una dinámica que explica cómo el sistema capitalista y sus múltiples facetas contienen ciertos mecanismos intrínsecos que se retroalimentan y pasan de una serie de *círculos virtuosos a otros círculos perversos*.

Es importante recalcar la importancia que Minsky otorga al conjunto de estados financieros de las unidades económicas (empresas mayormente), ya que tienen un papel preponderante en la comprensión de cómo éstas se interrelacionan dentro de cada sector y dentro de la economía en su conjunto. Pasando a ser, el grado de interrelación financiera, otro factor que marcará la intensidad con que una crisis (en este caso de carácter financiero) impacta a una economía.

Por último es importante señalar que la crisis descrita por Minsky tiene una muy notoria similitud con las crisis financieras que se han vivido en el mundo en los últimos años, a pesar del supuesto ya discutido en secciones anteriores. Las características que desatan de manera endógena las crisis actuales (por ejemplo la crisis subprime), son totalmente compatibles con el modelo presentado en la HIF. Sin embargo, la mayoría de las economías actuales se mueven en un marco de apertura económica-con una economía mundial integrada- lo que modifica la situación presentada en la HIF. Tornándose importante los modelos ampliados que integran una situación en la que los movimientos de capital son libres y la economía está expuesta a las innovaciones financieras, por tanto a nuevas formas de financiarización.

Bibliografía

- Blanchard, Oliver (2006). *Macroeconomía*, 4ª edición, Prentice Hall, Madrid: España
- Callejas P., Esteban y Tobón A., Alexander (2008). “El mercado hipotecario de Estados Unidos: Un análisis a partir de la hipótesis de la inestabilidad financiera de Minsky”. *Perfil de Coyuntura Económica*, núm. 12, pp. 69-84. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Chapoy, Alma y Girón, Alicia (2009). “Financiarización y titulización: un momento Minsky”. *Economía UNAM*, vol.6, núm. 16, pp. 44-56. México: UNAM.
- D’Attellis, Agustín (2008). Fragilidad financiera endógena en economías abiertas pequeñas. En María Teresa Casparri (compiladora), *Impactos de la crisis financiera internacional en la Argentina* (157-184). Argentina: Facultad de Ciencias Económicas-UBA.
- Girón, Alicia (2010). “Acciones especulativas y desplomes financieros”. *Revista Economía Informa*, núm. 362, pp.17-22. México: UNAM.
- Hilferding, Rudolf (1963). *El capital financiero*. Ed. Tecnos, Madrid, FCE, México. (Versión original 1910).
- Hyman, Phillips Minsky (1987). *Las razones de Keynes*. FCE, México. (Versión original 1975)
- Hyman, Phillips Minsky (1992). “The financial Instability Hypothesis”, *Working Paper* núm. 74. Nueva York: Levy Economics Institute of Bard College.
- Mántey de Anguiano, Guadalupe (2000). Hyman P. Minsky en el pensamiento económico del siglo XX. *Revista Comercio Exterior*, vol.50, núm. 12. México: Bancomext

EVOLUCIÓN DE LA POLÍTICA MONETARIA DE ESTADOS UNIDOS Y MÉXICO: UN ANÁLISIS MEDIANTE LA SIMULACIÓN DE LA REGLA DE TAYLOR

(Recibido: 15 Diciembre/2010-aprobado: 02 Febrero/2011)

Miguel Cervantes Jiménez*
Pablo López Sarabia**
Carlos Alberto Francisco Cruz***

17

Resumen

El artículo simula la regla de Taylor para la economía de los Estados Unidos de América y México, con el fin de analizar la evolución de la política monetaria durante el periodo de 2003 a 2009 con datos trimestrales. Los resultados muestran que es viable utilizar la regla de Taylor para explicar la política monetaria de ambos países y que en el caso particular de México se debe incluir el comportamiento del tipo de cambio. El análisis de la política monetaria de los Estados Unidos indica que es anti-cíclica en unos periodos y en otros es de tipo expansiva; en México se puede observar una política monetaria neutral desde que se adoptó el esquema de objetivos o metas de inflación (*Inflation Targeting, IT*), pero a partir del 2009, dicha política ha sido expansiva al establecer una tasa de intereses inferior a la de equilibrio, con la idea de incentivar la economía, aunque no es uno de los objetivos explícitos del Banco de México.

Palabras Clave: Modelación Econométrica, Tasa de Interés, Política Monetaria, Banco Central, Regla de Taylor.

Clasificación JEL: C5, E4 y E5.

* Profesor y Jefe del Departamento de Teoría Económica y Economía Pública de la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. E-mail: miguelc@economia.unam.mx

** Profesor-Investigador del Departamento de Economía y Finanzas del Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México y Ganador al Premio al Mejor Artículo de Finanzas en CLADEA 2005 y 2006. E-mail: plopezs@itesm.mx

*** Profesor de la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. E-mail: carlos.francisco.cz@gmail.com

Introducción

En la actualidad el principal objetivo de la mayoría de los bancos centrales es la estabilidad de precios. En el pasado, la política monetaria utilizaba el tipo de cambio como ancla nominal, pero al ser incompatible con ciertas condiciones macroeconómicas conducía a crisis de balanza de pagos (Villagómez y Orellana, 2009).

Lo anterior ha llevado a que el combate a la inflación sea la prioridad de la política monetaria de gran parte de los bancos centrales del mundo. Para ello, aplican un régimen de metas de inflación (IT por sus siglas en inglés, *Inflation Targeting*). Este esquema normalmente implica que el ancla nominal de la política monetaria es la propia tasa de inflación apoyada con la independencia del Banco Central y del uso de la tasa de interés como su instrumento fundamental (Galindo, 2007).

18 El nuevo marco de política monetaria pretende controlar la inflación con movimientos directos o indirectos de la tasa de interés nominal de corto plazo que tendrá efecto sobre el nivel de la economía y sobre las expectativas de inflación (Hernández y Amador, 2009).

John Taylor (1993) estableció una regla que determina la tasa de interés de equilibrio compatible con los fundamentos de la economía que contempla la brecha entre la inflación observada y la esperada, así como la diferencia existente entre el PIB observado y el potencial. Dentro de la literatura también se conoce a la regla de Taylor como la función de reacción del banco central y se considera que una meta de inflación específica puede ser alcanzada en la medida que disminuyan las brechas mencionadas (Fortuno y Perrotini, 2007).

El esquema de IT comenzó a utilizarse desde la década de los noventa por varios países del orbe, tal es el caso de Nueva Zelanda, Chile, Canadá, Israel, Reino Unido, Suecia, Finlandia, Australia, y España. (Bernanke, et al. 1999). En el caso de Estados Unidos no se reconoce el uso de un régimen de IT debido a que cuenta con dos objetivos principales, el crecimiento económico y la estabilidad de precios.

En el caso del Banco de México, desde 1999, su política monetaria se basó en un régimen de metas de inflación (IT) basado en un esquema de saldos acumulados, con el fin de enviar señales a los agentes económicos, sin determinar directamente los niveles de tasas de interés aunque paulatinamente ha ido estableciendo una tasa de referencia, la cual se basa en la regla de Taylor. De manera formal en el 2001 el Banco de México adoptó un esquema de IT (Fortuno y Perrotini, 2007 y Galindo, 2007), y no fue hasta el 21 de enero de 2008 que adoptó la tasa de fondeo interbancario a un día como objetivo operacional de la política monetaria.

El esquema de IT permite tener un mejor control sobre la incertidumbre, la cual forma parte del entorno de la política monetaria. El principio de Brainard (1967) señala que en periodos de incertidumbre es más adecuado actuar con cautela. Sin embargo, en los últimos años la Reserva Federal no ha respetado dicho principio y como tal ha mantenido tasas de interés distintas a las que se determina con la regla de Taylor. En contraste, el Banco de México ha

mantenido la ortodoxia al establecer tasas de interés similares a las obtenidas con la regla de Taylor. Aunque a principios del 2009 es posible observar que la política monetaria deja de ser neutral y se establece una tasa de interés inferior a la de equilibrio, lo que pudo generar incertidumbre y como consecuencia inflación.

En este sentido, el objetivo de este documento es simular la regla de Taylor para las economías de Estados Unidos y México, y con ello mostrar en qué momento se abandona la ortodoxia y a partir de ello señalar las consecuencias que puede tener dicha acción sobre ambas economías.

El trabajo está dividido en cuatro secciones además de la introducción. La primera, expone la regla de Taylor y algunos modelos que la describen; la segunda, aborda la revisión de la literatura y la evidencia empírica; la tercera, explica la metodología y los datos utilizados, y la cuarta, simula la regla de Taylor para el caso de Estados Unidos y México y analiza las políticas monetarias adoptadas en los últimos años en ambos países. Finalmente, se presentan las conclusiones.

1. La Regla de Taylor

La mayoría de los bancos centrales se plantean una meta de inflación la cual pretenden alcanzar mediante el uso de un instrumento. La tasa de interés se ha utilizado como tal y se ha empleado la Regla de Taylor para determinarla (Bernanke, et al. 1999, Galindo y Guerrero, 2003, Fortuno y Perrotini, 2007).

La regla original de Taylor (1993) sugiere que la tasa de interés nominal se modifica ante cambios de la tasa de inflación y ante la brecha existente entre el PIB y el PIB potencial (Rotemberg y Woodford, 1999, Clarida, Galí y Gertler, 1998, Fortuno y Perrotini, 2007 y Galindo, 2007). Lo anterior se expresa en la siguiente ecuación:¹

$$R_t = \beta_1 \pi_t + \beta_2 Y_t + \beta_3 R_{t-1} + u_t \quad (1)$$

Donde: R_t representa la tasa de interés nominal, π_t es la tasa de inflación, Y_t representa la diferencia entre el producto observado y el producto potencial, R_{t-1} la tasa de interés del periodo anterior y u_t el término de error. Hay que señalar que es común utilizar el diferencial de tasas de interés o de inflación o los valores de equilibrio o tendenciales de las variables, así lo señalan Rotemberg y Woodford (1999).

Como consecuencia de la integración económica que se ha dado a nivel mundial la especificación se ha modificado para incluir los posibles efectos de una economía abierta. Galindo (2007) señala que Ball (1998), Batini, Harrison y Millard (2001), Taylor (1999),

¹ Es conveniente señalar que en las estimaciones es posible incorporar el intercepto, situación que no se señala en las ecuaciones teóricas.

Taylor (2001) y Clarida, Galí y Gertler, (2001) argumentan que en una economía abierta el tipo de cambio real es un mecanismo de transmisión fundamental que debe de incluirse en la especificación de la regla de Taylor, modificándose de la siguiente forma:

$$R_t = \beta_1 \pi_t + \beta_2 Y_t + \beta_3 SR_t + \beta_4 SR_{t-1} + u_t \quad (2)$$

Donde: R_t representa la tasa de interés nominal, π_t es la tasa de inflación, Y_t representa la diferencia entre el producto observado y el producto potencial, SR_t el tipo de cambio real, SR_{t-1} el tipo de cambio real del periodo anterior y u_t el término de error.

Los valores esperados de la ecuación anterior expresa diversas hipótesis sobre la política que aplica el Banco Central. Si $\beta_1 > 0$ y $\beta_2 > 0$, la función de reacción del Banco Central provoca que se eleven las tasas de interés cuando aumenta la inflación o el crecimiento del producto por arriba del producto potencial. Por su parte, los parámetros β_4 y β_5 expresan el papel del tipo de cambio en la regla de política económica del banco central (Galindo, 2007). Por el contrario, si $\beta_3 = 0$ y $\beta_4 = 0$ entonces solo los factores internos de la economía son relevantes para la regla de política monetaria. En el caso de que $\beta_3 < 0$ y $\beta_4 = 0$ ó $\beta_4 > 0$ con β_3 mayor (en valor absoluto) a β_4 o donde $\beta_3 < 0$ y $\beta_3 = -\beta_4$ la variable más relevante es la variación del tipo de cambio real y su elevación implica una reducción de la tasa de interés o una política monetaria más flexible (Taylor, 2001).

En los últimos años, la discusión sobre la regla de Taylor (1993, 2001) se ha centrado en identificar si es lineal o no lineal en las variables.² En este tenor, Hernández y Amador (2009) señalan que en periodos de estabilidad económica es conveniente el uso de una regla de Taylor lineal y que en casos de incertidumbre es propicio el uso de una regla no lineal en las variables, ya que permite captar de mejor manera el comportamiento de las variables. Una forma de una regla de Taylor no lineal en las variables es la siguiente:

$$R_t = \beta_1 (\pi - \hat{\pi}) + \beta_2 (\pi - \hat{\pi})^\alpha + \beta_3 (R_{t-1}) + \beta_4 (y - \hat{y}) + u_t \quad (3)$$

Donde: R_t es la tasa de interés, $(\pi - \hat{\pi})$ es la diferencia entre la inflación observada y la esperada, R_{t-1} es la tasa de interés del periodo anterior, $(y - \hat{y})$ es la diferencia del PIB respecto al PIB potencial y u_t el término de error. Como puede observarse la inflación está elevada a un exponente α , lo que indica una forma funcional no lineal de la ecuación, la que requiere una estimación del tipo Gauss-Newton Raphson.

² La linealidad se refiere al exponencial al que están elevados cada uno de las variables de la función reacción del banco central (Hernández y Amador, 2009), ya que la función es lineal en los parámetros.

2. Evidencia Empírica y Revisión de la Literatura

La aparición de la regla de Taylor (1993) ha generado un intenso debate entre los economistas. En un inicio la discusión se dividía en dos temas. En el primero, se discernía la relevancia de incorporar más variables a la función de reacción original y como tal, se incorporó el tipo de cambio. En el segundo, se debatían las formas de medir y estimar la regla de Taylor. En el segundo tema no se ha llegado a una conclusión final, ya que a la par con la evolución de la econometría, se han utilizado y mejorado las metodologías implementadas generando mejores estimaciones. Lo anterior ha incorporado nuevas discusiones, uno de ellas es el identificar si la política monetaria actual de Estados Unidos sigue la regla Taylor, lo cual es relevante, ya que de no hacerlo puede repercutir en su economía y el resto del mundo. Al respecto, Clarida, Galí y Gertler, (1998) realizaron un trabajo empírico sobre la política monetaria de Estados Unidos para el periodo 1960-1996, en donde estimaron dos funciones de reacción de la Reserva Federal, una para el periodo de 1960 a 1979 y otra de 1980 a 1996, el método econométrico utilizado fue el método general de momentos (GMM). Sus conclusiones señalan que en el segundo periodo hay una política monetaria más activa sobre el control de la inflación, debido a que se procuró la estabilidad de precios y la acción de la Reserva Federal ante las expectativas de inflación fue subir las tasas de interés tanto nominal como real.

El artículo de Sack y Wieland (2000), muestra una estrategia para estimar la función de reacción de la Reserva Federal. Considerando este trabajo Castelnuovo (2003) modeló la regla de Taylor (1993) para los Estados Unidos y para la Unión Europea, encontrando que en ambas economías se sigue la regla de Taylor, aunque señala que la Reserva Federal modifica la tasa de interés con la finalidad de alentar el crecimiento económico, situación que no sucede con la unión europea.

Por su parte, Rabanal (2004) simuló la regla de Taylor para Estados Unidos de 1982 al 2003 y con ello señala que la tasa de interés obtenida de la función de reacción se sigue en el periodo de 1987 a 1994, pero posteriormente a este año la tasa de interés se establece por encima de la de Taylor, situación que se mantiene hasta el 2001, ya que en ese año la economía de los Estados Unidos entró en recesión; a partir de esa fecha la tasa de interés se mantuvo por debajo de la regla de Taylor.

En el caso de México, Villagómez y Orellana (2009) valoran el desempeño del Banco de México en contra de un conjunto de principios derivados de optimización, principalmente de Taylor. Concluyen que el Banco de México tiene una preferencia por la estabilización de precios (inflación), pero también actúa para lograr una brecha cero en la producción. Además de que el Banco de México responde de manera no lineal a la depreciación del tipo de cambio real. También muestran que, aunque ha intentado contener la inflación, no ha satisfecho del todo la regla de Taylor.

Fortuno y Perrotini (2007) analizaron la trilogía de modelos de metas de inflación (el monetarismo del FMI, la estrategia de ancla nominal del tipo de cambio fijo y la regla de Taylor) utilizadas sucesivamente por las autoridades monetarias mexicanas para alcanzar la estabilidad de precios desde 1982. El resultado fundamental del estudio mostró que en una economía pequeña con dificultades de inflación estructural, el régimen de tipo de cambio flexible es una condición fundamental que explica la inviabilidad e insostenibilidad del uso de la regla de Taylor. Más aún, identifican un conflicto entre la meta de inflación y la flexibilidad del tipo de cambio.

Galindo (2007) analizó la información disponible sobre la determinación de tasas de interés como regla de política, la validez empírica de la hipótesis de expectativas como regla de transmisión al conjunto de la estructura de tasas de interés y sus posibles impactos en algunas variables para México. Galindo, concluye que la política monetaria reciente en México se ha visto acompañada de una importante reducción de la tasa de inflación, pero también de un desempeño económico pobre. Por lo que es necesario, identificar la posible presencia de alguna relación causal sobre el efecto negativo de la sobrevaluación cambiaria en el ritmo de crecimiento económico. En este caso, el traspaso de la depreciación del tipo de cambio a la inflación indica que los procesos de reducción en la tasa de inflación y el bajo crecimiento económico están relacionados parcialmente a través del desempeño del tipo de cambio real. Esto es, el alza de la tasa de interés origina una reducción de la tasa de inflación pero también del producto y en forma colateral influye en el tipo de cambio real.

22

3. Metodología y Datos

La presente estimación de la regla de Taylor en el caso de la economía de los Estados Unidos de América y México, abarca el periodo de 2003 a 2009. Para la primera nación se ocupó la tasa de interés de Fondos Federal a 90 días, la tasa de inflación anualizada del índice de precios al consumidor y el Producto Interno Bruto a precios constantes del año 2000; para la segunda nación se utilizó la tasa de interés de CETES a 91 días, la tasa de inflación anualizada del índice nacional de precios al consumidor, el Producto Interno Bruto a precios constantes del 2003 y el tipo de cambio real pesos por dólar, además de la brecha del producto. La forma en que se calculó la inflación anualizada y la brecha de producción, definida como la diferencia del PIB respecto al PIB potencial, se explica a continuación.

La tasa de inflación anualizada del índice de precios al consumidor (p) se obtuvo de la siguiente forma:

$$\pi_t = 100 * (p_t - p_{t-4})$$

Las desviaciones del producto potencial se obtuvieron de la siguiente manera:

$$y_t = 100*(y_t - \text{Gapy}_t)$$

Donde: Gapy_t es la tendencia ajustada por el filtro Hodrick-Prescott (1997), del logaritmo natural del PIB (y_t) medido en millones de pesos a precios de 2003 para el caso de México y en billones de dólares a precios del 2000, para los Estados Unidos.

Las variables utilizadas para la estimación y las unidades en que se encuentran fueron definidas de la siguiente manera:

Rx_t = Tasa de interés de fondos federales de los Estados Unidos de América a 90 días (trimestral). Reportada por la Reserva Federal.

πx_t = Tasa de inflación anualizada de Estados Unidos de América. Reportada por la Reserva Federal.

23

Yx_t = Desviación del PIB nominal respecto del PIB potencial de los Estados Unidos de América. El PIB nominal es reportado por el Bureau of Economic Analysis.

R_t = Tasa de Interés de Fondeo a 90 días (trimestral). Reportada por Banco de México.

π_t = Tasa de Inflación anualizada en México. Reportada por Banco de México.

Y_t = Desviación del PIB nominal respecto del PIB potencial de México. El PIB nominal es reportado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Sr_t = Tipo de Cambio Pesos por Dólar. Reporta por el Banco de México.

Las estimaciones de las ecuaciones de regresión propuestas se realizaron con el software Eviews 6, utilizando el método general de momentos (GMM) y un nivel de significancia en las pruebas del 0.05. También se realizaron pruebas de raíz unitaria para las diferentes series considerando las pruebas Dickey Fuller Aumentada (1981) (ADF), Phillips-Perron (1988) (PP) y de Kwiatkowsky et al (1992) (KPSS) con la finalidad de identificar si las series son estacionarias y existen posibles cambios estructurales. En las pruebas de ADF y de PP se plantean tres modelos, el primero incluye constante y tendencia (modelo A), el segundo solo considera la constante (modelo B) y el tercero no considera la tendencia ni la constante (modelo C). En el caso de la prueba KPSS se consideran dos planteamientos, uno incorpora constante (η_{μ}) y el otro considera tendencia (η_{τ}).

El número de rezagos máximos (k) para las pruebas de raíz unitaria se determinó con base al nivel de significancia del estadístico t propuesto por Ng y Perron. Los resultados de las pruebas de raíz unitaria ADF, PP y KPSS se muestran en los cuadros A y B del anexo y muestran que las tasas de interés nominal, tanto la de CETES y la de Fondos Federal de Estados Unidos, son series no estacionarias, por lo que son integradas de orden $I(1)$, mientras que las brechas de los PIB y las tasas de inflación de ambos países y el tipo de cambio real, en el caso de México, son series estacionarias de orden de integración $I(0)$.

4. Simulación Regla de Taylor y Análisis de la Política Monetaria de Estados Unidos y México

La simulación de la regla de Taylor (1993) para la economía de Estados Unidos y de México se realizó con base al método general de momentos (GMM) propuesto por Clarida, Galí y Gertler, (1998), Castelnuovo (2003), Rabanal (2004) para el caso de Estados Unidos y, por Galindo (2007), Villagómez y Orellana (2009) y Hernández y Amador (2009) para el caso de México.

4.1. El Caso de los Estados Unidos de América

La ecuación teórica 1 para la regla de Taylor propuesta en la primera sección se estimó mediante el método general de momentos (GMM) considerando la presencia de una ordenada al origen. Los resultados de los coeficientes para la economía de los Estados Unidos de América que conforman la función reacción³ fueron los siguientes:

$$R_t = 8.936 - 1.710\pi X_t + 1.166YX_t + 1.119RX_{t-1}$$

Estadístico-t (5.14) (-5.15) (0.50) (31.70)

Pruebas de diagnóstico: R2: 0.92

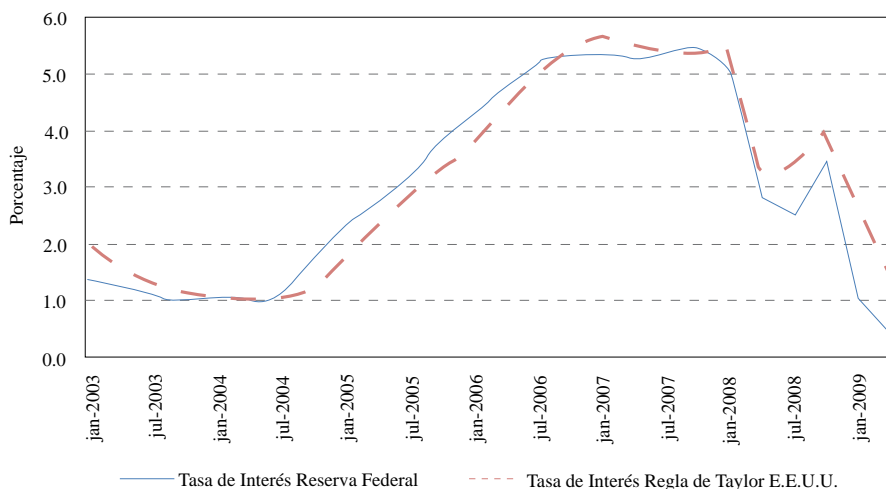
Fuente: Elaboración propia con datos de Banco de México, Reserva Federal y Bureau of Economic Analysis.

El resultado de la estimación muestra que es viable la regla de Taylor para explicar la política monetaria de la Reserva Federal y concuerda con el signo señalado por la teoría económica, aunque la magnitud de los coeficientes es superior a la obtenida por Rabanal (2004) quien obtuvo coeficientes 0.14 para la inflación y 0.09 para la brecha del producto, aunque estos pueden ser mayores y ello depende de la situación económica, es decir, si se encuentra en un periodo de recesión o expansión. Los resultados de la inflación, también concuerdan con los obtenidos por Castelnuovo (2003) quien obtuvo en una estimación estándar de la regla Taylor un coeficiente de 1.5 para la inflación.

La simulación de la regla de Taylor y su comparación con la tasa de interés de referencia de la Reserva Federal se muestra en la *Gráfica 1*. Cuando la tasa de interés de referencia es superior a la que se obtiene con la regla de Taylor la Reserva Federal realiza una política contractiva, y en caso contrario, cuando la tasa de referencia es menor que la de Taylor la política monetaria intenta fomentar el crecimiento económico.

³ Los valores entre paréntesis representan el estadístico t correspondiente a cada uno de los coeficientes. Los detalles de la estimación pueden observarse en el cuadro C del Anexo.

Gráfica 1
Estados Unidos de América:
Simulación de la Regla de Taylor, 2003-2009



Fuente: Elaboración propia con datos de la Reserva Federal y Bureau of Economic Analysis.

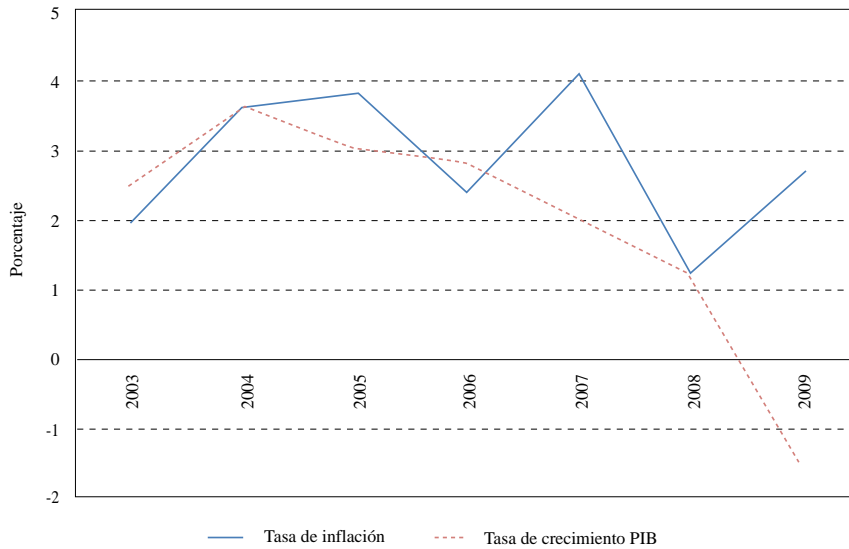
La teoría señala que cuando la tasa de interés de referencia es superior a la que se obtiene con la regla de Taylor la Reserva Federal realiza una política contractiva; en contrasentido, cuando la tasa de referencia es menor que la de Taylor la política monetaria intenta fomentar el crecimiento económico. En este sentido, puede observarse que del 2002 al 2003 y del 2008 en adelante la tasa de referencia se ubicó por debajo de la de Taylor; y en el periodo del segundo trimestre de 2004 a 2006 la tasa de referencia fue superior a la que se obtiene con la regla Taylor.

La política monetaria de la Reserva Federal tiene dos objetivos principales establecidos en el Acta de la Reserva Federal de 1977. Uno es el fomentar el crecimiento económico del país con la finalidad de tener el máximo nivel de empleo; el otro, es la estabilidad de precios (Rabanal, 2004). Es preciso señalar que la Reserva Federal consigue la estabilidad de precios empleando la tasa de interés sin reconocer el uso de un régimen de IT. Esto lo ha llevado a conducir su política monetaria de forma diferente al resto de las economías del orbe, ya que no ha establecido una meta de inflación y no se ha ocupado de publicar reportes para mejorar la comunicación con el público, lo que ha llevado considerar el manejo de su política monetaria como discrecional (McCallum, 2003).

A pesar de lo anterior, ha logrado mantener su inflación de 2003 a 2009 en un rango no mayor al 4%, tal como se observa en la *Gráfica 2* donde también se muestra la tasa de creci-

miento del PIB. Si se compara esta gráfica con la simulación de la regla de Taylor se puede observar que cuando cae la tasa de crecimiento del PIB la política monetaria de la Reserva Federal deja de ser neutral, por lo que baja la tasa de interés de referencia, incluso por debajo de la que señala la regla de Taylor, con la finalidad de fomentar el crecimiento económico. Esto se ha mantenido desde 2007 a la fecha.

Gráfica 2
Estados Unidos de América:
Tasa de Inflación y de Crecimiento del PIB, 2003-2009



Fuente: Elaboración propia con datos de la Reserva Federal y Bureau of Economic Analysis.

A su vez, cuando la economía se expande, la reserva federal utiliza política contractiva que se caracteriza por incrementar la tasa de interés de referencia, incluso por encima de la que señala la regla Taylor, esto se observa en periodo de 2004 a 2007.

4.2. El Caso de México

En el caso de la economía mexicana se estimó la regla de Taylor incluyendo el tipo de cambio pesos por dólar con la finalidad de incorporar los efectos externos que pueden afectar a la tasa de referencia, tal como lo señala Ball (1998), Batini, Harrison y Millard (2001), Taylor

(1999), Taylor (2001) y Clarida, Galí y Gertler, (2001). El resultado de la estimación de la ecuación teórica 2 de la primera sección se estimó mediante el método general de momentos (GMM) con ordenada al origen. Los resultados de los coeficientes para la economía mexicana que conforman la función reacción⁴ fueron los siguientes:

$$R_t = 4.374 - 0.255\pi_t + 0.727Y_t + 0.986S\gamma_t + 0.674R_{t-1} - 1 - 2.029_{S\gamma-1}$$

Estadístico-t (10.73) (-3.04) (2.55) (6.70) (25.21) (-11.08)

Pruebas de diagnóstico: R²: 0.74

Fuente: Elaboración propia con datos de Banco de México, INEGI, Reserva Federal y Bureau of Economic Analysis.

El resultado de la estimación muestra que tanto los factores internos como externos explican la función reacción de Banco de México. Pese a que los primeros tienen un mayor peso que los segundos, es relevante el efecto negativo del tipo de cambio sobre la tasa de interés de la regla de Taylor.

27

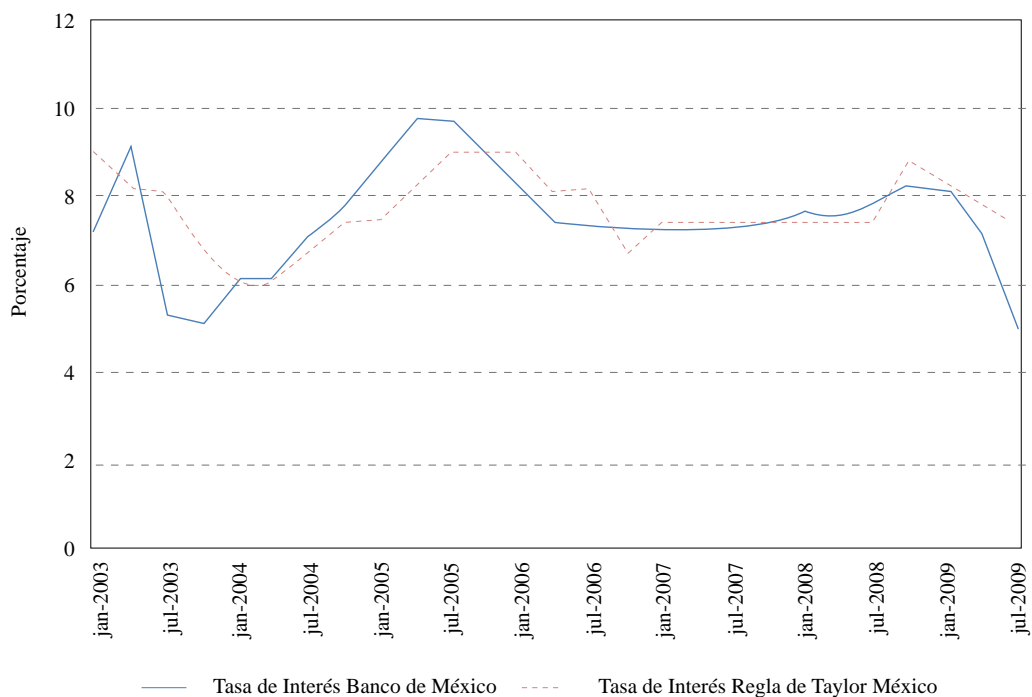
Los coeficientes obtenidos concuerdan con los de Galindo (2007) quien obtuvo 0.44 para la inflación, en el caso de la brecha del producto el resultado es mayor ya que él obtuvo un coeficiente de 0.02, en lo que se refiere al tipo de cambio se obtiene que éste tiene un efecto negativo sobre la tasa de referencia. Por otra parte, los resultados en el signo de los coeficientes concuerdan con los de Villagómez y Orellana (2009), pero difieren en magnitud, ya que obtuvieron coeficientes para la inflación que van de 0.02 a 1.10 y para la brecha del producto obtuvieron un coeficiente de 1.31.

El resultado de la simulación de la regla de Taylor se muestra en la gráfica 3, donde también se observa la tasa de referencia. En el caso de la economía mexicana para el periodo 2003:1 (primer trimestre) al 2003:4 (cuarto trimestre), del 2006:1 al 2007:2 y de 2008:4 a 2009:3 la tasa de interés de referencia se ubica por debajo de la que señala la regla de Taylor; y en el periodo del 2004:1 a 2005:4 la tasa de referencia se ubicó por encima de la que señala la regla de Taylor.

Con la autonomía adquirida en 1994 y posterior a la crisis de 1995 la política monetaria de México se condujo mediante dos instrumentos, uno eran los objetivos intermedios y el otro el régimen de saldos acumulados. En 1996 comienzan a establecerse objetivos de inflación, pero no fue hasta 1998 que Banco de México estableció rangos explícitos de inflación dejando claro que para alcanzar una meta inflacionaria era necesaria una política preventiva (Banxico, 2009).

⁴ Los valores entre paréntesis representan el estadístico t correspondiente a cada uno de los coeficientes. Los detalles de la estimación pueden observarse en el cuadro D del Anexo.

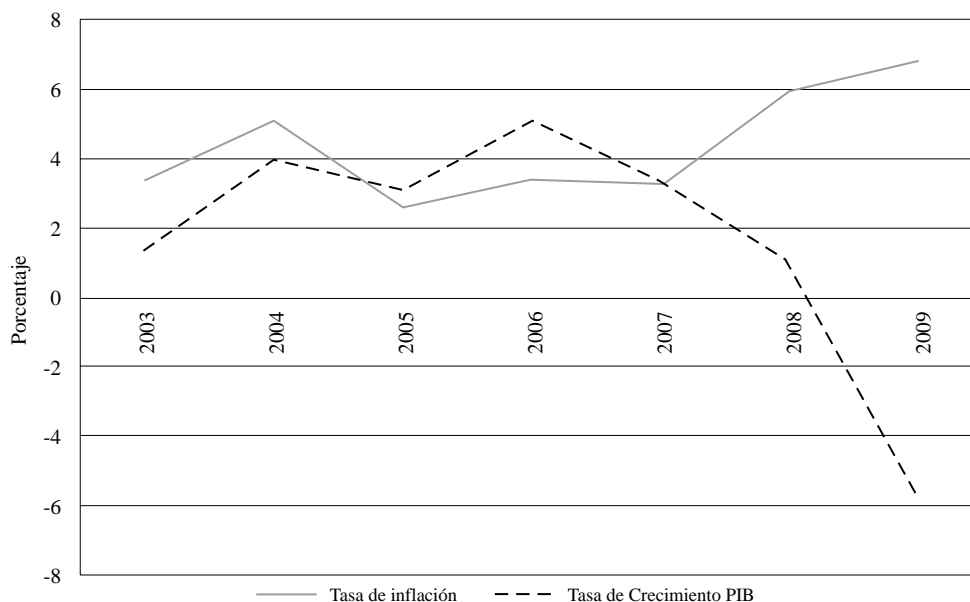
Gráfica 3
México: Simulación de la Regla de Taylor, 2003-2009



Fuente: Elaboración propia con datos de Banco de México e INEGI.

Para el Programa Monetario de 1999 se establecieron objetivos inflacionarios para el corto y mediano plazo (Banxico, 1999). Es a partir de este año, que comienza la transición del régimen basado en el uso de los agregados monetarios hacia un régimen de IT para el control de precios. Junto con la transición del régimen de metas de inflación (IT), Banco de México comenzó a emitir reportes trimestrales sobre el comportamiento de la inflación con la finalidad de mejorar la transparencia y la credibilidad de la institución. Estas acciones y junto con la autonomía, permitieron al Banco de México en 2001 abandonar por completo el régimen basado en los agregados monetarios (Galindo, 2007).

Gráfica 4
México: Tasa de Inflación y de Crecimiento del PIB, 2003-2009



Fuente: Elaboración propia con datos de Banco de México e INEGI.

Con el régimen de IT, Banco de México pretendió alcanzar su objetivo prioritario, establecido en el artículo 28 de la Constitución Política de México, que es el procurar la estabilidad del poder adquisitivo de la moneda nacional. Es decir, la estabilidad de precios que sólo se alcanza mediante una tasa de inflación baja. En 2003 Banco de México estableció como meta obtener una inflación del 3% con un rango de un punto porcentual de tolerancia. Cabe señalar, que junto con el control de precios, Banco de México tiene también como objetivo promover el sano desarrollo del sistema financiero y propiciar el buen funcionamiento de los sistemas de pagos (Banxico, 2009).

En la *Gráfica 4* se observa la relativa estabilidad de la inflación a partir de la adopción del régimen de IT en 2001. Desde ese año la inflación se ha mantenido en un rango no mayor al 5%, aunque en 2009 la inflación superó el 6%.

También en la *gráfica 4* se observa la tasa de crecimiento del PIB en el periodo de estudio y que a diferencia de la Reserva Federal, el Banco México mantuvo una política monetaria neutral de 2005 a 2008, ya que a pesar de las fluctuaciones del PIB, la tasa de referencia se mantuvo similar a la que señala la regla de Taylor. Aunque dicha ortodoxia dejó de mantenerse en el 2009 al establecerse una tasa de interés inferior a la regla de Taylor.

5. Conclusiones

El combate a la inflación es la prioridad de la política monetaria de gran parte de los bancos centrales del mundo. Para ello, aplican un régimen de metas de inflación conocido como *Inflating Targeting* (IT). El esquema de IT normalmente implica que el ancla nominal de la política monetaria es la propia tasa de inflación que se acompaña de la independencia del Banco Central y del uso de la tasa de interés como su instrumento fundamental. Taylor (1993) establece una regla que determina la tasa de interés de equilibrio que contempla la brecha entre la inflación observada y la inflación esperada y la diferencia existente entre el PIB observado y el PIB potencial.

En el caso de Estados Unidos no se reconoce el uso de un régimen de IT debido a que cuenta con dos objetivos principales, el crecimiento económico y la estabilidad de precios. Por lo que se observa una política monetaria que no ha sido neutral, en unos periodos es contractiva y en otros, como el actual, se le puede catalogar como expansiva al establecer una tasa de referencia inferior a la regla de Taylor.

En el caso del Banco de México, desde 2001, su política monetaria se basa en un régimen de IT. De 2004 a 2008 es posible identificar una política monetaria neutral al establecerse una tasa de referencia igual a la que establece la regla de Taylor. Aunque a principios de 2009 es posible observar que la política monetaria deja de ser neutral y se establece una tasa de interés inferior a la de equilibrio.

El actuar de la Reserva Federal es comprensible ya que la estabilidad de precios no es su único objetivo. Mientras que en el caso del Banco de México, su único objetivo explícito es la estabilidad de precios.

Es importante advertir que el hecho de que la Reserva Federal y Banco de México tengan tasas de referencia inferiores a las de equilibrio puede tener implicaciones negativas para la economía, ya que una tasa de interés baja provoca que los agentes económicos adquieran más créditos, por lo que el consumo se incrementa y se incentiva la economía, pero en algún momento la Reserva Federal y Banco de México tendrán que subir la tasa de interés para igualarla a la que señala la regla Taylor, este ajuste provocará que algunos agentes que incrementaron su deuda no la puedan solventar sus obligaciones como consecuencia de una mayor tasa de interés, generando mora en los pagos, lo que incrementa la cartera vencida de los bancos y una potencial quiebra o problemas de liquidez como la experimentada hoy día por muchas instituciones financieras y que tarde o temprano, aletargan la recuperación económica de manera sostenida.

Bibliografía

- Ball, L. (1998), "Policy rules for open economic", *NBER Working Paper*, 6760 October. pp1-30.
- Banco de México, (1999) "Política monetaria". Programa monetario. Mimeo.
- Banco de México (2009) "Banco de México: evolución histórica", Cátedra Banco de México e ITESM-CCM. Agosto-Diciembre. Mimeo.
- Batini N., R. Harrison and S. P. Millard (2001), "Monetary policy rules for an open economy", *Working Paper 149*, Bank of England, December. pp. 1-54
- Bernanke, B., T. Laubach, F. S. Mishkin y A. Posen (1999), *Inflation targeting: lessons from the international experience*. Princeton University Press.
- Brainard, William. 1967. "Uncertainty and the effectiveness of policy." *American Economic Review* 57, pp. 411-425.
- Castelnuovo Efram (2003) "Taylor rules and interest rate smoothing in the US and EMU". *Bocconi University*. pp. 1-33
- Clarida, R., J. Galí and M. Gertler (1998), "Monetary policy rules in practice. some international evidence", *European Economic Review*, 42:1033-1067.
- Clarida, R., J. Galí y M. Gertler (2001), "Optimal monetary policy in open versus closed economies: an integrated approach", *American Economic Review*, 91, No.2: 248-252
- Dickey, D. A. y W. A. Fuller (1981), "Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root", *Econometrica*, 49,4:1057-1077.
- Fortuno Hernandez, Josefa Carolina e Ignacio Perrotini Hernández (2007), "Inflación, tipo de cambio y regla de Taylor en México 1983-2006". *Equilibrio Económico*, Año VIII, Vol. 3 No. 1, pp: 27-54
- Galindo L. M. (2007), "El régimen de metas de inflación y la estructura de tasas de interés: evidencia empírica para un debate" *Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL*. Pág. 1-18.
- Galindo, L. M. y C. Guerrero. 2003. "La regla de Taylor para México: un análisis econométrico". *Investigación Económica*. 42 (246): 149-167.
- Hernández Ociel y Javier Amador (2009), "Una aproximación alternativa de la estimación de regla de política monetaria en México". *Situación Económica 4to. Trimestres*. Servicios de Estudios Económicos, Bancomer. Pág. 40-42.
- Hodrick, Robert, and Edward C. Prescott (1997), "Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation," *Journal of Money, Credit, and Banking*, 29 (1), 1–16.
- Kwiatkowski, D., P. C. B. Phillips, P. Schmidt e Y. Shin (1992), "Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root", *Journal of Econometrics*, Vol. 54:159-178
- Maddala, G. S. & I. M. Kim (1998), *Unit Roots, Cointegration and Structural Change*. Cambridge, Cambridge University Press.
- McCallum B. (2003), "Inflation targeting for the united status". *Shadow Open Market Committee*.
- Phillips, P.C.P. y P. Perron (1988), "Testing for unit root in time series regression", *Biométrica*, Vol. 75. pp. 335-346.
- Rabanal, Pau (2004), "Monetary policy rules and the u.s. business cycle: evidence and implications". *International Monetary Fund*.
- Rotemberg, J.J. y M. Woodford (1999), "Interest rate rules in an estimated sticky price model", en Taylor, J.B. (ed.), *Monetary Policy Rules*, *National Bureau of Economic Research*. University of Chicago Press: 319-348.
- Sack, B., and V. Wieland (2000), "Interest-rate smoothing and optimal monetary policy: a review of recent empirical evidence". *Journal of Economics and Business*, 52, Pág. 205-228
- Taylor, J. B. (1993), "Discretion versus policy rules in practice". *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 39. Pág. 195-214.
- Taylor, J. B. (1999), "The robustness and efficiency of monetary policy rules as guidelines for interest rates setting by the European Central Bank". *Journal of Monetary Economics*, Vol. 43(3), June, Pág. 655-679.

Taylor, J.B. (2001), "The role of the exchange rate in monetary-policy rules", *American Economic Review Papers and Proceedings*, Vol. 91, 2, Pag. 263-267.

Villagomez Alejandro y Javier Orellana (2009), "Monetary policy rules in a small open economy: an application to Mexico". ITESM-CCM, EGAP-2009-01. Mimeo.

Anexo Estadístico

Cuadro A
Estados Unidos de América
Pruebas de raíz unitaria

	ADF (8)			PP (8)			KPSS	
	A	B	C	A	B	C	η_t	η_μ
Rx_t	-0.704	0.179	-0.880	-1.245	-0.403	-1.211	0.071*	0.435
ΔRx_t	-6.761*	-6.569*	-6.435*	-6.860*	-6.714*	-6.615*	0.111*	0.203
πx_t	-3.653*	-3.333*	4.545	-3.602*	-3.093*	13.733	0.544	0.885
$\Delta \pi x_t$	-7.492*	-7.570*	-1.522	-17.60*	-17.724*	-5.982*	0.259*	0.265
$y x_t$	-3.621*	-2.220	-2.272*	-3.743*	-2.804	-2.835*	0.071*	0.071*

Nota: (*) indica el rechazo de la hipótesis nula al 5% de significancia. El valor entre paréntesis en ADF indica el número de rezagos (t-sig). Los valores críticos al 5% para la prueba Dickey-Fuller Aumentada, 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 críticos al 5% para KPSS son de $\eta_\mu = 0.463$ y $\eta_t = 0.146$, (Kwiatkowski et. al. 1992, p. 166)

Cuadro B
México
Pruebas de raíz unitaria

	ADF (8)			PP (8)			KPSS	
	A	B	C	A	B	C	η_t	η_μ
R_t	-2.584	-1.815	-2.024*	-2.665	-1.815	-2.046*	0.175*	0.869
ΔR_t	-7.497*	-7.585*	-7.387*	-7.509*	-7.600*	-7.387*	0.053*	0.092*
π_t	-4.083*	-4.116*	1.223	-6.312*	-9.177*	4.149	0.536	0.847
$\Delta \pi_t$	-2.295	-3.268*	-3.410*	-4.542*	-3.633*	-2.698*	0.261*	0.775
y_t	-4.071*	-4.268*	-4.302*	-6.411*	-6.471*	-6.528*	0.056*	0.056*
Sr_t	-4.609*	-4.196*	1.575	-4.904*	-4.922*	1.781	0.090*	0.922
ΔSr_t	-6.018*	-6.086*	-6.214*	-6.376*	-6.461*	-6.140*	0.065*	0.065*

Nota: (*) indica el rechazo de la hipótesis nula al 5% de significancia. El valor entre paréntesis en ADF indica el número de rezagos (t-sig). Los valores críticos al 5% para la prueba Dickey-Fuller Aumentada, 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 críticos al 5% para KPSS son de $\eta_\mu = 0.463$ y $\eta_t = 0.146$, (Kwiatkowski et. al. 1992, p. 166)

Cuadro C
Estados Unidos de América
Estimación de la Regla de Taylor

Dependent Variable: RX
 Method: Generalized Method of Moments
 Sample (adjusted): 2003Q3 2009Q3
 Instrument list: Rx(1 to 4) (1 to 4) Yx (1 to 4)

<i>Variable</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-Statistic</i>	<i>Prob.</i>
C	8.936339	1.738207	5.141124	0.0000
π x	-1.710410	0.331878	-5.153725	0.0000
Y	1.166974	2.302048	0.506929	0.6175
Rx(-1)	1.119134	0.035295	31.70770	0.0000
R-squared	0.927329	Mean dependent var		0.826486
Adjusted R-squared	0.913487	S.D. dependent var		0.824203
S.E. of regression	0.242423	Sum squared resid		1.234148
Durbin-Watson stat	1.201413	J-statistic		0.308550

33

Cuadro D
México
Estimación de la Regla de Taylor

Dependent Variable: R
 Method: Generalized Method of Moments
 Sample: 2003Q1 2009Q3
 Instrument list: R (1 to 5) (1 to 5) SR (1 to 5) Y (1 to 5)

<i>Variable</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-Statistic</i>	<i>Prob.</i>
C	4.374412	0.407461	10.73579	0.0000
π	-0.255167	0.083784	-3.045538	0.0046
Y	0.727770	0.284787	2.555488	0.0156
SR	0.986879	0.147095	6.709112	0.0000
R(-1)	0.674310	0.026738	25.21933	0.0000
SR(-1)	-2.029647	0.183174	-11.08042	0.0000
R-squared	0.743726	Mean dependent var		2.109962
Adjusted R-squared	0.695674	S.D. dependent var		0.318785
S.E. of regression	0.175860	Sum squared resid		0.989655
Durbin-Watson stat	0.999669	J-statistic		0.211715

VIABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES PARA EL TRANSPORTE EN MÉXICO: 2008-2010

(Recibido: 02 Febrero/2011-aprobado:08 Febrero/2011)

35

Sandra Lizbeth Cervantes Hernández*
Beatriz Adriana Montes Díaz*

Resumen

En este artículo se ha tratado de sintetizar el papel que ha tenido el tema de los biocombustibles específicamente en México, así como la forma en la que el gobierno mexicano ha tenido que introducirse en el mercado de estos bioenergéticos. Se expresarán algunos de los impactos ambientales que podría generarse con el cambio de combustibles fósiles a bioenergéticos y con ello se analizarán los efectos que causarán en la soberanía alimentaria.

Palabras Clave: biocombustibles, biodiesel, bioetanol, impacto ambiental, bioenergéticos y soberanía alimentaria.

Clasificación JEL: Q51.

Introducción

Los biocombustibles son portadores de energía almacenada derivada de la biomasa. Se puede utilizar una amplia gama de fuentes de biomasa para producir energía (electricidad, calor, calor y energía combinados), tales como fibras, residuos de madera provenientes del sector

* Egresadas de la licenciatura en Economía, UAM-A y alumnas de la Maestría en Estudios Sociales de la UAM-Iztapalapa en la línea de Economía Social.

industrial, cultivos energéticos, desechos agrícolas y residuos forestales, entre otros. De los biocombustibles se puede decir que son una fuente de energía renovable, ya que son una forma de energía solar transformada (FAO, 2008).

El tema de los biocombustibles ha tomado una creciente importancia como alternativa a los combustibles fósiles que por años se han utilizado y explotado sin control alguno. Además, sabemos que los combustibles fósiles requieren de miles de años para crearse en el subsuelo y son recursos no renovables, también emiten altos niveles de CO₂ (dióxido de carbono), por este motivo, los biocombustibles se han convertido en una alternativa que se ve reflejada en la creciente producción de algunos países de América, como Brasil, que es el mayor productor; Estados Unidos, productor y gran consumidor, y los países, en menor medida, que forman el Proyecto Mesoamericano de Biocombustibles (El Salvador, Honduras, Guatemala, México y Colombia); sin dejar de lado a la Argentina que en el año 2010 ha logrado posicionarse como el cuarto productor a nivel mundial de biodiesel, superando a Estados Unidos, y se espera siga creciendo en los próximos años.

En general, se pretende el fortalecimiento del mercado de combustibles, que permitirá desarrollar otras áreas industriales y mejorar la economía interna de estos países a mediano y largo plazo. Aun falta mucho por hacer para lograr estas metas tanto a nivel externo como interno, pero se cree que se está por el camino adecuado.

Los biocombustibles en México 2008-2010

El 1° de febrero de 2008, el Gobierno Federal y el Congreso de la Unión expidieron en el Diario Oficial de la Federación la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (LPyDBio). La esencia principal de esta Ley es promover y desarrollar los bioenergéticos para el bienestar social, fomentando la actividad agropecuaria y forestal; al mismo tiempo, con el fin de contribuir a la diversificación energética y el desarrollo sustentable como entorno que permitan avalar el apoyo al campo mexicano, estableciendo las bases necesarias para la promoción del desarrollo e investigación en tecnología, obligatoria para la utilización de los bioenergéticos.¹

Asimismo se ha creado la Comisión de Bioenergéticos, conformada por las Secretarías de Energía (SENER), de Hacienda y Crédito Público (SHCP), de Economía (SE), de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), las cuales cumplirán las funciones específicas señaladas en la LPyDBio.² Desde luego, el desarrollo de la industria de los bioenergéticos busca

¹ Ver Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos: Artículo 25 y 27, fracción XX.

² Site: <http://www.energia.gob.mx/webSener>.

fomentar la seguridad energética, diversificando las fuentes de energía sin poner en riesgo la salud alimenticia.³ Sin embargo, por décadas se ha tenido una dependencia alimentaria que año con año aumenta (Lechuga, J., 2004), por lo que la producción de bioenergéticos probablemente agravaría más este problema, dado que la demanda de alimentos aumenta en mayor medida que la oferta. ¿Para qué se busca entonces incrementar la demanda de estos productos agrícolas de bioenergéticos, si lo que se necesita es incrementar su oferta para el consumo humano?

La SENER ha expedido cierta legislación al respecto y ha generado investigaciones sobre la viabilidad de producir los biocombustibles. Por otra parte, la promoción es fundamental para la mayoría de los legisladores que impulsan el desarrollo de los biocombustibles, que se ha convertido en un objetivo de política gubernamental dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2007- 2012.⁴ Se asume que, esta promoción servirá para incentivar el crecimiento y el desarrollo nacional. Se enumeran las posibles ventajas y se omiten los efectos negativos para la producción de productos agrícolas necesaria para el consumo humano, esencialmente para la producción de maíz y caña de azúcar.

Dentro de esta estrategia, se garantiza que la producción agrícola enfocada a la producción de insumos para bioenergéticos será fundamentalmente en zonas de alta marginalidad, con el objetivo de incentivar el mejor uso de aquellas tierras y fomentar el empleo.

A continuación analizaremos las secciones del artículo primero de la LPyDBio, que estipula lo siguiente: promover la producción de insumos para los Bioenergéticos a partir de las actividades agropecuaria, forestales, algas, procesos biotecnológicos y enzimáticos del campo mexicano, sin poner en riesgo la seguridad y soberanía alimentaria del país de conformidad con lo establecido en el artículo 178 y 179 de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable.

Así, se pretende conservar la soberanía alimentaria sin embargo, la promoción de la producción de insumos de los bioenergéticos no ayudarán a satisfacer la demanda interna de estos productos, por el contrario, ahora los productos agrícolas se desplazarán de la producción de alimentos a los insumos para los bioenergéticos, con ello se acentuará la dependencia, al incrementarse las importaciones de los alimentos. Otra de las desventajas es que, en México no existe ninguna empresa automotriz que produzca autos con motor híbrido (a biodiesel o bioetanol con gasolina), además de inducir una alternativa de combustible a costa de la producción de alimentos. Ahora ¿también habrá que importar autos para este tipo de combustible? ¿Cuáles son los verdaderos motivos para insistir en la producción de biocom-

³ Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

⁴ Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. ESTRATEGIA 15.14: Fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles, generando un marco jurídico que establezca las facultades del Estado para orientar sus vertientes y promoviendo inversiones que impulsen el potencial que tiene el país en la materia.

bustibles? ¿Acaso se está acabando el petróleo a nivel mundial? ¿Los costos o precios de producir bioenergéticos son mejores que la producción de combustibles fósiles? ¿Realmente los biocombustibles tienen un impacto positivo en la ecología mundial?

En un estudio realizado por la SENER, se muestra la ventaja en costos de la producción en comparación con la producción actual de biocombustibles en México, asimismo se menciona que esta alternativa de bioenergéticos son menos dañinos que los actuales. El análisis económico mostró que con los insumos valorados a precios de costo actuales y tres precios de venta de etanol, representativos del mercado reciente de etanol combustible, en US\$/m³: 450, 550 y 650. Considerando el precio de etanol en US\$0.45 litro, el resultado económico neto sería negativo para todos los casos considerando precios de etanol de US\$/litro 0.55 a US\$/litro 0.65, el resultado sería positivo para la caña de azúcar y el maíz. El costo de la materia prima es el elemento más importante de los costos de producción. De acuerdo con los datos de Annual Energy Outlook 2006 de la Agencia de Información de Energía (EIA por sus siglas en inglés), el precio de mercado de etanol era de US\$1.17 por litro para el 2006.

Actualmente la fabricación de etanol en México para el combustible es marginal, sería posible, dentro de ciertos límites, tener un programa de etanol combustible exitoso en México. Para eso, sería necesaria una disminución del costo de materia prima con el rango mencionado. El precio del etanol combustible tiende a vincularse al precio de la gasolina, cuya tendencia futura es creciente, augurando así una expectativa positiva de viabilidad (SENER, 2009, p. 3-5).

Asumiendo lo anterior, esta medida de utilizar biocombustibles para el transporte se adecua para la preservación del ambiente, así como para reducir costos y mejorar la calidad de los combustibles actuales. Suponiendo que es viable esta producción, entonces México tendrá que invertir ahora en la infraestructura necesaria para la producción de estos bioenergéticos, ¿Qué empresas (privadas o públicas) tendrán la principal responsabilidad al invertir en este proyecto? Al respecto, el sector privado ha tomado la iniciativa a través de una inversión proveniente de Colombia, país que aventaja a México en este campo.

Tras los acuerdos firmados por los mandatarios de México y Colombia se construiría una planta de biocombustibles en México en el marco del proyecto de Integración y Desarrollo de Mesoamérica. La planta estará ubicada en el estado de Chiapas y demandará inversiones por un valor total de dos millones de dólares que serán aportados por ambos países en partes iguales. El complejo tendrá tecnología 100 por ciento colombiana y tendrá capacidad de producir en un comienzo 10,000 litros de biodiesel a partir de aceite, y luego 50,000 litros por día del combustible, precisó el Ejecutivo en un comunicado (Milenio, 26/02/2009).

Según el reporte, la planta contará con tanques externos para almacenamiento de 16,000 litros cada uno y un tanque adicional externo para alcohol, con capacidad de 6,000 litros

Actualmente Colombia se ha manifestado a favor de esta inversión sabiendo que Brasil es el mayor productor de biocombustibles en América Latina, por lo que México deberá buscar la

mejor opción para ser competitivo al entrar al mercado de los biocombustibles, teniendo como mayor rival la competitividad de Brasil y Estados Unidos en el continente Americano.

En México se ha evaluado la viabilidad de la producción de bioenergéticos e independientemente del balance de energía, se ha apuntado que reemplazar la gasolina con etanol derivado del maíz reduciría considerablemente el consumo de petróleo.

En la primera fase (2007-2012) se tendría como meta producir 411.9 miles de m³ de etanol el cual se obtendría principalmente de caña de azúcar y se dirigirá a reemplazar al metanol en los éteres producidos en el mercado nacional (MTBE⁵ y TAME⁶) para fabricar ETBE⁷. Para 2012, y sobre la base de etanol de jugo de caña de azúcar de cultivo de temporal en pastizales y tierras marginales, así como un proyecto de etanol que podrían desarrollarse a partir de otros insumos, podría tener la sustitución del 5.7% de todas las gasolinas de las áreas metropolitanas, correspondiendo a una demanda de 1,110.6 miles de m³. De 2012 en adelante, y sobre la base de caña de azúcar y otros posibles insumos, como el cultivo múltiple de anual de sorgo dulce o maíz, el 10% de todas las gasolinas en México podría ser remplazado por etanol, correspondiendo a una producción de 4,406.3 miles de m³. En todos estos desarrollos podría haber oportunidades para la exportación e importación de etanol, directamente o como ETBE (SENER, 2009. P. 9).

El representante de EcoSecurities en México, al referirse a la posibilidad de hacer biodiesel a partir de otros cultivos que no compitan con los alimentos, indicó que se podrían elaborar con aceite de palma, pero alertó a las autoridades para que pongan enorme cuidado en esta posibilidad y dijo: “yo lo vería con mucho escepticismo porque por ejemplo en Indonesia la producción de biodiesel a partir de aceite de palma está causando la devastación brutal de las selvas de ese país”. En consecuencia, si Indonesia se ha causado destrucción, en México las tierras ejidales para la producción de maíz estarían en peligro, puesto que la producción de alimentos declinaría si se utilizan cultivos que sean de alimentos, también nuestras selvas y biodiversidad en general estarían en peligro.

Desde esa perspectiva sería más racional un programa de elaboración de etanol a partir de la caña de azúcar, pero “políticamente es imposible” por la Ley cañera y el precio exorbitante de la caña de azúcar, que se cotiza en alrededor de 40 dólares por tonelada, lo que hace poco rentable producir etanol a partir de este cultivo. Las industrias privadas deberían ser bienvenidas a participar, pero los fondos básicos deberían ser aportados por el Gobierno para asegurar la disponibilidad de la información relevante de los interesados. Estos fondos de base podrían ser aportados a través de un módico impuesto estatal sobre los biocombustibles. En estos centros deberían llevarse a cabo programas de alcance institucional y de

⁵ The Methyl Tertiary-Butyl Ether

⁶ Tertiary Amyl Methyl Ether

⁷ Ethyl tert-butyl ether

asistencia técnica y parte de este esfuerzo podría ser combinado con los centros existentes de investigación y tecnología agrícola operados por Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura en el Banco de México (FIRA) (Ibid, p. 14-15).

El problema no es aplicar nuevos impuestos, más bien es lograr que el gobierno incentive el empleo sin necesidad de dejar únicamente al sector privado apropiarse de la ganancia obtenida de la producción de biocombustibles. Si se asume que la mejor manera de producir bioenergéticos es a través de las empresas privadas, esto sólo promocionará que en un mediano plazo tomen las riendas de la producción y el gobierno pasaría de ser el encargado de esta producción a la de simple observador que subsidiaría los gastos de esas empresas.

No podemos dejar de lado la importancia de buscar energías alternas, tomando en cuenta que uno de los sectores más importantes para el desarrollo del país es el de transporte; el uso de energía alterna para enfrentar la crisis de energéticos debe hacerse de manera que no impacte negativamente al ambiente, ni implique poner en riesgo la capacidad alimentaria del país. Por tal motivo, para aceptar el uso de los biocombustibles, el centro de investigaciones dirigido por el Dr. Mario Molina hace una serie de recomendaciones para que el uso de biocombustibles sea realmente benéfico: garantizar la disminución de la emisión neta de gases de efecto invernadero, contribuir al bienestar económico regional y nacional, eliminar cuantiosos subsidios y sobre todo que no compita con la producción de alimentos y afecte negativamente a sus mercados, que no impacte indebidamente a la calidad del aire, el agua y el suelo, que no afecte a la biodiversidad ni contribuya a la deforestación.

Es importante señalar que el uso de los biocombustibles tiene impactos ambientales tanto negativos como positivos y que a pesar de ser una energía renovable, no se ha considerado totalmente libre de contaminantes. En muchos países se están destruyendo espacios naturales como selvas y bosques para crear plantaciones para biocombustibles. Esto último es una contradicción ya que es más necesaria, ambientalmente hablando, una proporción de selva consumidora de gases de invernadero, que una plantación para crear combustibles ecológicos.

Entre sus principales defectos podemos encontrar el hecho de que nuevamente se trata de un combustible que se quema y desprende gases nocivos para el medio ambiente.

La utilización de fertilizantes ha sido uno de los factores negativos para el impacto ambiental, pues existen varios tipos de fertilizantes que degradan los suelos acidificándolos y erosionándolos. Un inconveniente más que tiene este tipo de combustible es el consumo de agua para mantener los cultivos destinados para biocombustibles, lo cual se agrega al consumo mundial actual del agua. Tomando en cuenta que el problema del agua es ya fehaciente en varias partes del mundo y ahora se agrega un nuevo vector de consumo que propiciará cierto déficit adicional de este vital líquido.

Otra secuela de destinar suelos agrarios a cultivos para biocombustibles es la generación de competencia entre la producción de alimentos y la de estos carburantes, ese efecto encarece la primera.

Las secuelas para la agricultura en general tienen una doble vertiente. Desde un punto de vista positivo, “la producción de biocombustibles líquidos puede beneficiar a los campesinos al conferir valor añadido a sus productos” (FAO, 1983). Sin embargo, desde un punto de vista negativo, “puede producirse una concentración de la propiedad que expulse de sus tierras a los campesinos con menos recursos y les lleve a una mayor pobreza” (Ibid).

La producción de los biocombustibles no puede sustentarse en prácticas agrícolas que pongan en peligro la alimentación de las personas más desfavorecidas, debemos ver en escenarios y bajo qué condiciones podemos ser más competitivos para producir biocombustibles sin agudizar la dependencia alimentaria, y sobre todo sin incurrir en el deterioro del medio ambiente.

En el marco de la Cumbre para el Fortalecimiento del Plan Puebla Panamá (celebrada en Campeche en abril de 2007), y la incorporación de Colombia como miembro de pleno derecho en este mecanismo, se acordó incorporar como uno de las nuevas áreas el tema de biocombustibles, que a partir de ese momento estaría liderado por ese país.⁸

Este Proyecto Mesoamericano de biocombustibles tiene el principal objetivo de incentivar y apoyar de manera descentralizada a las economías locales, lo cual generará un nivel de vida mejor. Comprende la instalación de plantas piloto de biocombustibles (elaborado con insumos no alimentarios), vinculadas a una Red Mesoamericana de Investigación y Desarrollo en Biocombustibles que fomente la investigación y transferencia de tecnología en la materia, así como el apoyo en los ajustes de normatividad entre los países de la región (Ibid).

Para el año 2010, Chiapas se ha convertido en uno de los estados productores de biocombustibles importantes dentro de este proyecto Mesoamericano. La producción trascendente de biocombustibles en este estado está basado en el cultivo de piñón (*jatropha curcas*); durante diciembre de 2010 se formalizó la primer producción en la primera planta procesadora de México, ubicada en Tapachula, la única de este tipo en América Latina.

La transformación del piñón en biocombustibles ha permitido también recuperar miles de hectáreas que antes eran utilizadas para cultivos de autoconsumo poco rentables o estaban improductivas.⁹ Con el Programa Mesoamericano de Biocombustibles se pretende la reactivación de las economías locales mejorando las condiciones de vida de los habitantes de la región. Busca también desarrollar mecanismos regionales para compartir recursos, capacidades de producción, logística de transporte, mercados y políticas de desarrollo sustentable, así como el asegurar el abasto de energía a precios competitivos.¹⁰ Pero cómo puede asumirse que ser tierras de autoconsumo no es importante, si Chiapas es uno de los estados más pobres y su población rural se alimenta de los cultivos que producen de autoconsumo (Vega Martínez J., 2005).

⁸ Ver Proyecto Integración Desarrollo Mesoamérica. En <http://portal2.sre.gob.mx>

⁹ Uniradioinforma.com

¹⁰ Ver Rumbo Nuevo.com “Chiapas ejemplo Mundial”

Es importante señalar que pese a los efectos desfavorables que puede causar la producción de biocombustibles se da a conocer el 7 de Noviembre del 2010 que Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), organismo descentralizado de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) firmó un convenio con la Agencia Española de Seguridad Aérea (AESA), que tiene como finalidad el diseño y ejecución de proyectos conjuntos en materia de producción de biocombustibles para la aviación. Dicho acuerdo se deriva del Convenio Marco de Colaboración en materia de aviación civil, seguridad operacional y sostenibilidad existente entre México y España.¹¹

Sabemos que es importante implementar nuevas formas de desarrollo en materia energética, sin embargo se están dejando de lado todas las implicaciones que tiene la producción de biocombustibles, sobretodo los efectos negativos que repercuten directamente sobre la soberanía alimentaria. Lo recomendable es evaluar todo tipo de cultivo con características favorables para la producción de bioenergéticos.

42

Hay que reconsiderar el uso de los biocombustibles en nuestro país y valorar qué cultivo podría ser más favorable para la producción de éstos, por ejemplo, el Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de México desarrolló una variedad de sorgo dulce que incrementa la productividad del cultivo, su biomasa (materia prima de los biocombustibles) y es óptimo para la elaboración de biocombustibles.

De acuerdo con el estudio de RB CAÑERO: Sorgo dulce (*Sorghum Bicolor Moench*) para la producción de etanol, es la nueva variedad que fue desarrollada en el Campo Experimental Río Bravo en Tamaulipas y tiene mayor contenido de azúcares, lo que se traduce en una producción de etanol de tres mil 500 a cinco mil 500 litros por hectárea (Sagarpa, 2010). Cabe señalar que este tipo de cultivos tiene un menor tiempo de crecimiento que otros utilizados para la elaboración de los biocombustibles.

Por ejemplo, el periodo de crecimiento y cosecha de la caña de azúcar es de 12 a 24 meses, en tanto que en sorgo dulce es de tan sólo 92 a 150 días. Además, su alta eficiencia en el uso de agua, bajos requerimientos de fertilizantes, buena adaptación, menor costo de producción y alto octanaje, lo hacen más competitivo ante los demás cultivos (Ibid).

A pesar de todas las alterativas que tenemos para la producción de biocombustibles para reducir la contaminación del medio ambiente no debemos dejar de lado que tenemos otros problemas mucho más prioritarios que exigen una rápida solución, como es la crisis alimentaria en la que actualmente se encuentra nuestro país.

¹¹ Portal 2010 la puerta noticias.com

Conclusiones

Tenemos que discutir los acuerdos que se están tomando por distintas instituciones para fomentar la producción de los biocombustibles y debemos optar por aquellas semillas que no afecten directamente la soberanía alimentaria, al mismo tiempo presionar para que los cultivos se realicen en zonas que no tengan repercusiones sobre los bosques y selvas.

Por último, consideramos que se ha elegido a un mal para la transición energética y que será muy difícil cambiar la tendencia, pues no sólo hay que considerar los beneficios energéticos y ecológicos, sino también los alimenticios y los económicos. La inmune pobreza que no se elimina no puede dejarse a un lado e introducir biocombustibles en México, se debe crear un proyecto que subsane la carencia alimenticia y después considerar los bioenergéticos como una alternativa a los combustibles fósiles.

Esperemos que el crecimiento de los así llamados biocombustibles no empeoren mucho el ya deteriorado escenario nacional.

43

Bibliografía

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos: Artículo 25 y 27, fracción XX
- Energy Information Administration (2006) - EIA - Official Energy Statistics from the U.S. Government, Annual Energy Outlook 2006. Sitio: <http://www.eia.doe.gov/oiarf/archive/aeo06/index.html>
- FAO (1983), Departamento de Asuntos Generales e información, Organización y estructura de la FAO, Documento, 1; México, D.F.: PNUMA/ORPALC, c1983), p. 23. (301.3/N1247c).
- FAO (2008). Proyecto de Integración, Desarrollo Mesoamérica.
- Lechuga, Jesús (2004). *La estructura Agraria en México: un análisis de largo plazo*. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco. División de Ciencias Sociales y Humanidades. 253p.
- Milenio (2009). Construirá Colombia planta de biocombustibles en México. Jueves 26 de febrero, México. <http://www.milenio.com/node/174729>
- Méndez, Jesús; Amante, Alejandro (2010). "El nopal en la producción de biocombustibles", en Revista Salud Pública y Nutrición, Edición Especial No. 5. UANL,
- Presidencia de la República. *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012*, en el Sitio: <http://pnd.precidencia.gob.mx/indexfe5c.html?page=energía-electricidad-e-hidrocarburos>.
- Proyecto Integración Desarrollo Mesoamérica, en: <http://portal2.sre.gob.mx>
- SAGARPA (2010). Coordinación General de Comunicación Social. 29 de diciembre. Boletines de prensa. <http://www.sagarpa.gob.mx>
- SENER (2008). Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, en el sitio: http://www.energia.gob.mx/webSener/res/Acerca_de/SENER01022008.pdf. y D.O.F. 1 de febrero.
- SENER (2009). Potenciales y viabilidad del uso de Bioetanol y Biodiesel para el transporte en México. (SENER-BID-GTZ) Executive Summary, México.
- SENER y Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH (2010). Recomendaciones de especificaciones técnicas para el etanol y sus mezclas (E6) y la infraestructura para su manejo en México. México, D.F., Marzo.
- Uniradioinforma.com (2010). Es ejemplo Chiapas en producción de biocombustibles en el mundo. México, jueves 30 de diciembre,
- Vega Martínez, Luis (2005). *La Pobreza en México*. UNAM. <http://www.eumed.net>

ESTADÍSTICA DE GIS'F EN LA DINÁMICA ECONÓMICA FINANCIERA ACTUAL

(Recibido: 02 Diciembre/2010-aprobado: 27 Enero/2011)

45

María Ramos Escamilla*

Resumen

En este artículo se realiza un análisis estadístico financiero que da un valor fundamental al papel del tiempo como dimensión clave de estudio, valorando adecuadamente el factor espacial y de regiones en R^3 ó mejor aún el espacio caótico fractal para comprobar nuestra hipótesis central que es la determinación de los rendimientos y el riesgo en consideración de la variación de volatilidades en el precio, los periodos de incertidumbre y las posibles recuperaciones del mercado de capitales mexicano.

Abstract

In this article we made a financial statistical analysis that suitably gives to a fundamental value to the paper of the time as key dimension of study, valuing the space factor and of regions in R^3 or better still the chaotic space fractal to verify our central hypothesis that it is the determination of the yields and the risk in consideration of the variation of volatilenesses in the price, the periods of uncertainty and the possible recoveries of the mexican market of capitals.

Palabras Clave: Espacio, región, GIS'F, perturbación, fractal.

Key words: Space, region, GIS'F, disturbance, fractal.

Clasificación JEL: C4, C52, C63

* Estudiante del doctorado en Ciencias Económicas. Instituto Politécnico Nacional, URL: www.mariaramos.info, E-Mail: economia20@yahoo.com.mx

Introducción

El resurgimiento de la estadística, a través de la reconsideración y revalorización del espacio en el análisis económico financiero, ha traído la aparición de un nuevo campo teórico que intenta abarcar lo que pioneros de la teoría de la localización, la geografía económica y la economía espacial propusieron en su momento, agrupados bajo el epígrafe de la “Nueva Geografía Económica” (Fujita, 2000).¹ Dicho enfoque destaca el papel de los rendimientos crecientes a escala, las fuerzas centrípetas (interpretadas como economías externas marshallianas) y centrífugas, en un contexto de causación circular acumulativa. Paralelamente al interés renovado por estos temas, se dio también un amplio desarrollo de técnicas y métodos de medición, respaldados por la creación de nuevos software que permitirían hacer ciertos cálculos y mapear información de tipo geográfica y espacial. Nuestra hipótesis central es la determinación de los rendimientos y el riesgo en consideración de la variación de volatilidades en el precio, los periodos de incertidumbre y las posibles recuperaciones del mercado de capitales mexicano.

46

En este contexto surgen metodologías como la estadística espacial (EE) y programas vinculados a ésta como el Space FEF202 3.0 (Anselin, 1992), así como otros programas que también permiten su uso, de reciente aparición (y aún en fase experimental), programas que vinculan el análisis espacial con series de tiempo, como el STARS-FEF202 4.0 (Space-Time Analisis of Espacial Systems and Fractals) ó bien el E-Views 6.0. Este tipo de herramientas facilitaría el análisis con datos de corte transversal y temporal referenciados geográfica y espacialmente. En ese sentido, consideramos importante exponer los aspectos más relevantes de la EE como una técnica alternativa en investigaciones de temas espaciales en la economía financiera, porque una gran parte de los estudios de este tipo, para el caso mexicano en los últimos años, no la han empleado.²

Muestra de ello son las técnicas identificadas en algunos de los trabajos más recientes y representativos para la economía financiera en materia de crecimiento y desequilibrios espaciales, entre los que destacan: el análisis clásico de la convergencia espacial con o sin variantes geográficas, Cermeño (2001).

El desarrollo del presente artículo denota una clara importancia en el análisis de precios de acciones ya que incluimos los siguientes aspectos: a) Una breve descripción de los antecedentes de la Economía Espacial, resaltando las principales características de esta metodología econométrica a través de los “efectos espaciales” que surgen en los modelos con datos geográficamente referenciados. b) Una explicación técnica de los GIS’F (Sistemas

¹ Cabe decir que tal resurgimiento no ha estado exento de críticas, en el sentido de que puede ser cuestionable que la llamada “Nueva Geografía Económica” tenga algo de nuevo y de geográfico.

² En el nivel internacional, pasa algo similar en cuanto a la subutilización de estas técnicas, en Vaya y Moreno (2000) se hace un recuento de este tipo de trabajos.

Geográficos de Información Fractal) los R^3 (Sistemas Tridimensionales- con focalización en Grados corrientes del tiempo Roto ó Fractal), que nos ayudan como herramientas en la resolución a la determinación del riesgo y el rendimiento.

1.1 La Estadística Espacial

El desarrollo de la ciencia espacial, bautizada originalmente como economía espacial por Isard (1956) planteó la necesidad de diferenciar no sólo la economía estándar (o no espacial) de la economía regional (o espacial) sino también de diferenciar las herramientas analíticas que se utilizaban y aquéllas que con el tiempo se iban perfeccionando³. Este proceso de diferenciación ha sido permanente, así por ejemplo, en sus orígenes el análisis espacial moderno reconocía la existencia de cuatro raíces teóricas: 1) la teoría de la localización; 2) la teoría del multiplicador internacional e interespatial; 3) análisis de insumo-producto intersectorial; 4) la programación matemática. En esa misma línea Isard (1960) señalaba ya la importancia de contar con marcos analíticos espaciales integrados, que permitieran una síntesis de las diferentes herramientas de análisis estadístico y técnicas vinculadas a subsistemas bajo un mismo marco teórico.

47

Los últimos estudios sobre la teoría del caos en los mercados financieros, llevan a la determinación de cuatro tipos de atractores: el atractor puntual, el atractor cíclico, el atractor teórico y el atractor extraño.

- i) El atractor puntual se presenta, según la posición las fuerzas de la oferta y de la demanda, en un punto matemáticamente equidistante entre ambos. Es un atractor lineal, constituye el punto de equilibrio entre ambas fuerzas.
- ii) El atractor cíclico responde a la naturaleza cíclica de los mercados financieros. La teoría de las ondas de Elliot se expresa a través de pautas, es una aproximación elemental en este sentido, es el primer paso hacia el atractor cíclico.
- iii) El atractor teórico es un paso más en la abstracción del sistema y toma su nombre de la figura geométrica formada por la oferta y demanda de mercado.
- iv) El atractor extraño es el caos propiamente dicho, pues es la suma de factores pequeños, diversos y variables que en última instancia determina el sentimiento de los inversores sobre los precios de las acciones.⁴

³ Como referencia a esos primeros desarrollos de herramientas vinculadas a aspectos espaciales se suele reconocer el trabajo de Moran (1948).

⁴ Baillie, Richard T, (1996) "Long memory processes and fractional integration in econometrics," Journal of Econometrics, vol. 73 (1). p. 5-7

En esa evolución se desarrolla una serie de trabajos que comienzan a estimar y evaluar problemas que surgían en modelos estadísticos vinculados con análisis espaciales, con lo cual se generaron avances en el desarrollo de herramientas de análisis económico financiero de forma independiente.

1.1.1 Estadística de GIS F

La EE identifica principalmente dos tipos de fenómenos en los datos utilizados, conceptualizados como efectos espaciales: la dependencia espacial entre las observaciones y la heterogeneidad espacial que puede surgir en los datos analizados.⁵

Adicionalmente la EE permite:

- 48
- I. Contrastar la presencia de dependencia espacial (¿existe?, ¿de qué tipo es?).
 - II. Especificar una estructura de dependencia espacial (¿quiénes interactúan?).
 - III. Estimar modelos con dependencia (¿qué estructura la recoge mejor? por ejemplo, Log o Error).
 - IV. El uso de matrices de pesos o rezagos para incorporar la dependencia espacial, y métodos de estimación basados en máxima verosimilitud y variables.
 - V. Ordinarios (MCO) presentan desventajas.

1.2 Relación espacio VS estadística financiera

Comenzamos, describiendo la relación de las variables económicas financieras que en este caso serán los precios de las acciones del mercado accionario mexicano, estos registros comprenden desde el 13 de Agosto de 2007 al 13 de Agosto de 2010 que se tienen en dos secciones diferentes para estudiar los sectores de actividad económica en México en sus 130 empresas emisoras de la BMV.⁶ Trabajamos con series de tiempo en estadística, y uno de los supuestos del modelo lineal clásico, plantea que no debe haber autocorrelación o correlación serial en las perturbaciones del modelo. Esto implica que el término de perturbación de una observación no está asociado al término de perturbación asociado a otra observación:

⁵ En la revisión de la estadística clásica realizada por exponentes de la EE como Anselin (1988) o Vaya y Moreno (2000) se identifica la ausencia del tratamiento de estos efectos espaciales. Las últimas autoras por ejemplo citan el caso de Novales (1997, p. 161-162) quien al referirse a la autocorrelación menciona sólo de forma anecdótica que: “datos basados en criterios geográficos pueden mostrar correlación en los términos de error de dichas observaciones, lo cual se denomina autocorrelación espacial”; sin embargo, no plantea ni propone ningún método para su tratamiento a pesar de reconocer la existencia de procedimientos concretos.

⁶ Sus accionistas son exclusivamente las casas de bolsa autorizadas, las cuales poseen una acción cada una.

$$E(u_i, u_j) = 0 \quad i \neq j \tag{1}$$

Diferenciando correlación y autocorrelación serial, Greene, W.H. (1998) señala que, la autocorrelación serial plantea la correlación de rezagos de una serie dada, consigo misma, rezagada en un número de unidades de tiempo:

$$(u_1, u_2, \dots, u_{10} \text{ y } u_2, u_3, \dots, u_{11}) \tag{2}$$

Mientras que la correlación serial plantea la correlación de rezagos entre dos series diferentes:

$$(u_1, u_2, \dots, u_{10} \text{ \& } v_1, v_2, \dots, v_{10}) \tag{3}$$

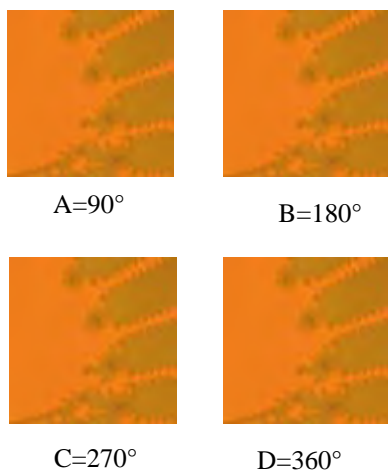
Cuando se traslada este concepto a datos transversales y con algún criterio geográfico, sus términos de error podrán también estar relacionados entre sí, encontrándonos entonces con el concepto de correlación espacial Novalés (1997) o autocorrelación espacial Greene, W.H. (1998), para hablar de aquella correlación en el espacio en vez de la temporal.

1.2.1 Selección y manejo de datos

Determinamos los precios diarios Ex Ante de 2007 al 2008 diarios y Ex Post 2009 al 2010 y los situamos en las cartas geo-espaciales de movimiento o rotación fractal, como se muestra a continuación:

Figura 1

Cartas geo-espaciales de movimiento o rotación fractal en la BMV



Dónde:
A, B, C y D: Indican por índice alfabético las iteraciones de 1 sola acción en el Mercado.

90°: Indica direccionamiento al Norte.
180°: Indica direccionamiento al Este.
270°: Indica direccionamiento al Sur.
360°: Indica direccionamiento al Oeste.

Elaboración Propia: Uso de *software* STARS-FEF202 con información de la BMV.

Mediante el Supuesto estadístico espacial de Fama (1964):

$$((B * C) * K) - ((\mu * F) * (L + 0.618)) - ((\beta * C) * \rho) + (\mu * F) * (r + 0.618) \tag{4}$$

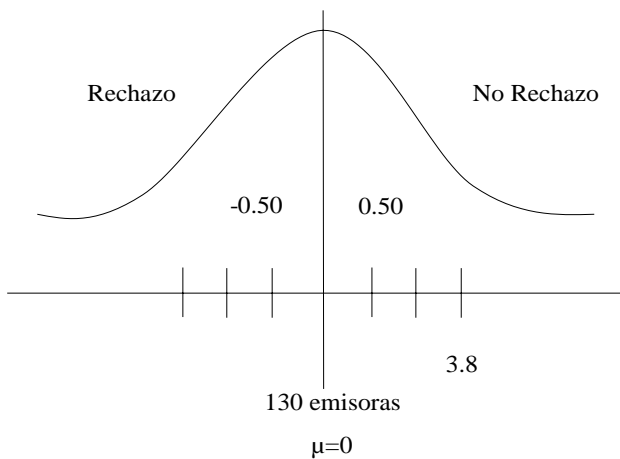
Donde,

- | | |
|---------------------------------------|---|
| β = precio máximo ex post | F = precio mínimo ex ante |
| C = precio mínimo ex post | L = seno a 180° del rango de precios |
| K = coseno a 90° del rango de precios | ρ = seno a 270° del rango de precios |
| μ = precio máximo ex ante | r = coseno a 360° del rango de precios |

50

Se establece un rango de precios ex post (2010) y un rango de precios ex ante (2007) que toma referencia al norte de 90° como iteración inicial en el mercado de capitales (recordemos los dos requisitos de inscripción): i) tener el 12% del capital invertido y ii) tener 100 inversionistas una vez cumplidos se vuelve a iterar el precio con referencia Este a 180° (este es su primer paso a la teneduría de mercado), finalmente será el analista quien decida si proceden las iteraciones a 270° y 360° respectivamente (es importante denotar que la función coseno denota volatilidad negativa, mientras que la función seno denota volatilidad positiva). Al determinar el supuesto de los GIS'F en la dinámica económica financiera, obtenemos una tasa de rentabilidad ó rango de aceptación del 3.8% del mercado accionario mexicano. Obtenemos su representación Gaussiana:

Figura 2
Campana Gaussina de los GIS'F en la BMV



Donde:
 -0.50 = costo de operación.
 0.50 = margen de operación.
 3.8 = ganancia en mercado

Elaboración propia: Uso de información de la BMV.

1.3 Metodología “efectos y causas” espaciales

Definida como, “la existencia de una relación funcional entre un punto dado en el espacio y lo que ocurre en cualquier otro”, es una situación que suele reflejar la ausencia de independencia en observaciones de conjuntos de datos de tipo transversal Anselin (2008); LeSage(1998). En términos formales se define como:

$$y_i = f(y_j), i=1, \dots, n \quad j \neq i \quad (5)$$

$$\text{Cov} [y_i, y_j] = E [y_i y_j] - E [y_i] - E [y_j] \neq 0, i \neq j \quad (6)$$

En algún sentido las pruebas que evidencian el comportamiento en R3 /Fractal del Mercado de Capitales se convierten así en pruebas de otras hipótesis auxiliares y sus resultados pueden dar poca información sobre el comportamiento, denotemos el margen y costo con función cognitiva del mercado, en términos de planeación y control:

51

$$p = \left[\frac{C_v + C_f}{K_c - K_f} \right]^{1/2(p-c)} \quad (7)$$

$$c = \left[\frac{(p-c)^{\pi-\epsilon}}{[C_v + C_f] - [K_c - K_v]} \right]^{1/2} \quad (8)$$

La función cognitiva parcial de los retornos esperados en “p” y “c” dados los precios del mercado, implica que las reglas que se desprenden de la información y que no generan mayores beneficios que aquellas de comprar y mantener los mismos, para esto denotamos la función cognitiva parcial del mercado:

$$\partial p = \left[\frac{\partial C_v + \partial C_f}{\partial K_c + \partial K_v} \right]^{1/2 \partial (p-c)} \quad (9)$$

$$\partial c = \left[\frac{\partial (p-c)^{\pi-\epsilon}}{(\partial C_v + \partial C_f) - (\partial K_c - \partial K_v)} \right]^{1/2} \quad (10)$$

La función cognitiva total indica que la información pasada no sea válida para predecir los precios futuros, sino que la secuencia u orden de los precios en el pasado, no necesariamente mantendrán su distribución en el futuro. Este modelo puede ser visto como una extensión Eugene Fama y plantemos dos niveles de probar la eficiencia del mercado, integrando así nuestra función cognitiva total del mercado:

$$\partial^n p = \left[\frac{\partial^n C_v + \partial^n C_f}{\partial^n K_c + \partial^n K_v} \right]^{1/2[\partial^n(p-c)]} \quad (11)$$

$$\partial^n c = \left[\frac{\partial^n (p-c)^{\pi-\epsilon}}{(\partial^n C_v + \partial^n C_f) - (\partial^n K_c - \partial^n K_v)} \right]^{1/2} \quad (12)$$

Considerando el comportamiento máximo logarítmico de orden “n” en el margen y costo, ensamblaremos las cantidades exorbitantes de las emisiones diarias en el mercado, es decir, el total de sus acciones en circulación y seguiremos, pues, el comportamiento máximo logarítmico (ó de resorte) de la planeación y control:

$$\ln p = \left[\frac{\ln C_v + \ln C_f}{\ln K_c - \ln K_v} \right]^{1/2[\ln(p-c)]} \quad (13)$$

$$\ln c = \left[\frac{(\ln p - \ln c)^{\pi-\epsilon}}{(\ln C_v + \ln C_f) - (\ln K_c - \ln K_v)} \right]^{1/2} \quad (14)$$

Inversamente el comportamiento mínimo logarítmico de orden “10” (ó de base) en la planeación y control representa todas las matrices de complejidad existentes en el mercado de capitales:

$$\log p = \left[\frac{\log C_v + \log C_f}{\log K_c - \log K_v} \right]^{1/2[\log(p-c)]} \quad (15)$$

$$\log c = \left[\frac{(\log p - \log c)^{\pi-\epsilon}}{(\log C_v + \log C_f) - (\log K_c - \log K_v)} \right]^{1/2} \quad (16)$$

Finalmente asumimos que los precios actuales de los valores reflejan plenamente toda la información públicamente disponible. En este sentido se indica la importancia de los informes estadísticos, especialmente aquéllos de períodos cortos (menores a un año) frente a los anuales.

Además se plantea que cuando los mercados son eficientes, el ajuste a la información ha de ser instantánea, de ahí que en un mercado eficiente se puede verificar la relevancia de una información observando si los precios se ajustan tras su publicación de participación en el mercado.

$$P \& C = E \left[\frac{\partial^n + \partial}{2} \right]_{\beta}^{\lambda} + \left[\frac{\log}{\ln} \right]_{\gamma+\beta}^{\frac{p}{\gamma+\beta}} + \epsilon \quad (17)$$

Acotando la planeación o control como relación (efecto-cause) sobre los precios de la BMV, volvemos a obtener un rendimiento del 3.8% como rentabilidad. A diferencia del análisis de series temporales en que las observaciones de variables independientes y dependientes

presentes y pasadas encuentran correspondencia, tal situación no se cumple de la misma manera entre variables espaciales.⁷

Tabla 1
Resultados del GISF en Planeación y Control

$((\$E4+F4)/(\$G4-\$H\$4))*LOG((0.5)*(\$K\$4-\$L\$4))$	$((((K\$4-L\$4)^(I\$4-J4))/((E\$4+F\$4)-(G\$4-H\$4)))^0.5)$
$((($E$4-$J4)+(F4-3))/((G$4-$J4)-(H4-$J4)))^LOG((J4-0.5)*((K$4-L4)-(J4)))$	$((($K$4-$J4)-(L4-$J4))/(((E$4-3)+(F4-3))-((G$4-3)-($H$4-3))))^($I$4-$J$4)^(J4-0.5)$
$((($E4-J4)+($F4-J4))/((G4-J4)+($H4-J4)))^LOG((J4-0.5)*((K4-L4)-(J4)))$	LOG(E9)
$((E1+F1)/(G1-H1))^(0.5*J1)$	$((K1-L1)^J1)/((E1+F1)-(G1-H1))^0.5$
$((E2+F2)/(G2-H2))^(0.5*J2)$	$((K2-L2)^J2)/((E2+F2)-(G2-H2))^0.5$
$((K2+L2)^J2)*((E2+F2)+(G2+H2))^0.5$	3.8%

Elaboración Propia: Información de Fama, Eugene.(1964) “The Distribution of the Daily First Differences of Stock Prices: A Test of Mandelbrot’s Stable Paretian Hypothesis”, (unpublished doctoral dissertation, University of Chicago) y Modelación en Software SPSS Statistics 17.0.Ink con Series de Precios de la BMV

Respecto de la Tabla 1, obtuvimos los cinco supuestos de la planeación (lado izquierdo) y cinco más del control (lado derecho), los cuales denotan la lógica matemática y de programación a seguir, solo hay 4 excepciones que aluden a cifras muy exageradas que hay que considerarlas de forma logarítmica (LOG).

1.4 Modelo de estadística espacial

Después del análisis de dependencia espacial en sus etapas de planeación y control de precios, el siguiente paso es analizarla en modelos de regresión espaciales basados en las formas generales en que se puede representar e incorporar la dependencia espacial. Para ello partimos de la presentación “formal” del modelo lineal clásico, a fin de diferenciarlo de las estructuras espaciales, así como de las consecuencias e implicaciones de introducir la dependencia espacial en cada rango de precios espacial.

El modelo de regresión es lineal, es decir, la variable dependiente es una función lineal de un conjunto específico de variables independientes, más una perturbación.

$$y = XB+e \tag{18}$$

El valor esperado de la perturbación aleatoria debe ser cero para cualquier observación.

⁷ En el análisis temporal esto indicaría la relación entre variable dependiente e independiente que muchas veces no es instantánea (sino rezagada), lo cual plantea una relación de forma unidireccional, usualmente vinculados a los modelos autoregresivos, modelos de retardos distribuidos o de medias móviles, en que el operador de retardos $Lx_t=x_{t-1}$ es de gran utilidad, mientras que en EE las relaciones son multidireccionales, razón por la que se requiere una alternativa en el ámbito espacial.

$$E [e/X] = 0 \quad (19)$$

Las perturbaciones tienen una varianza uniforme y no están correlacionadas (implica homoscedasticidad y no autocorrelación).

$$\text{Var} [e_j / X] = \alpha^2, \quad i=1, \dots, n \quad (20)$$

$$\text{Cov} [e_i, e_j / X] = 0, \quad i \neq j \quad (21)$$

$$E [e e' / X] = \alpha^2 I \quad (22)$$

54

Derivado de lo anterior, podemos establecer de manera muy sucinta que la diferencia entre la estadística clásica (o estándar) y la EE se basa en el tratamiento e incorporación de los dos efectos espaciales comentados en el tercer apartado, en términos de LeSage (1999): la estadística tradicional ha ignorado estos dos elementos que violan los supuestos de Gauss-Markov usados en la modelación de regresiones. Continuamos a la introducción a E-Views del modelo:

$$\text{sisf c maxant minant} \quad (23)$$

Al estimar el modelo obtenemos los siguientes resultados

Tabla 2
Resultados del GISF en 130 empresas emisoras BMV

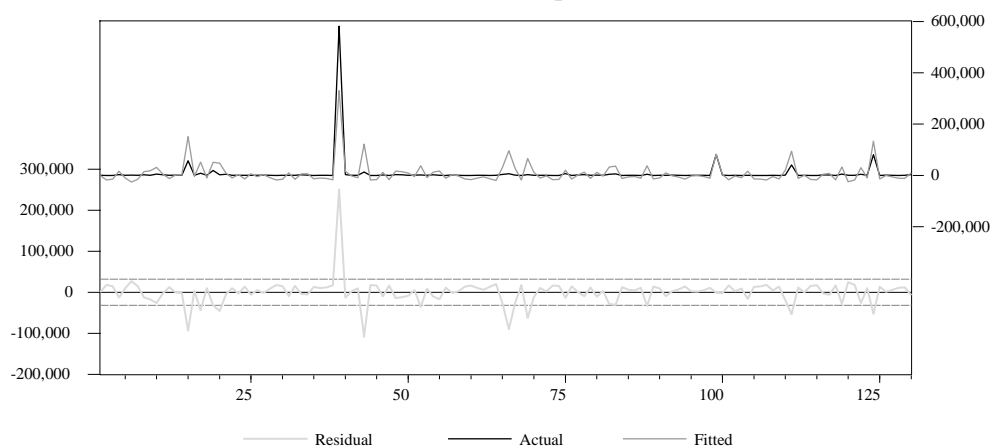
Dependent Variable: GISF				
Method: Least Squares				
Date: 10/08/10 Time: 23:41				
Sample: 1 130				
Included observations: 130				
	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-Statistic</i>	<i>Prob.</i>
C	7827.15	3515.466	-5.071065	0.0000
MAXANT	1430.041	97.21317	14.71036	0.0500
MINANT	1.53E-06	1.13E-06	-1.356398	0.1774
R-squared	0.630164		Mean dependent var	7737.522
Adjusted R-squared	0.624339		S.D. dependent var	52054.05
S.E. of regression	31904.53		Akaike info criterion	23.60169
Sum squared resid	1.29E+11		Schwarz criterion	23.66786
Log likelihood	1531.110		Hannan-Quinn criter.	23.62858
F-statistic	108.1976		Durbin-Watson stat	1.985815
Prob(F-statistic)	0.022000			

Elaboración Propia: Uso de software *E-VIEWS* 6.0 con información de la BMV

Respecto de la *Tabla 2*, encontramos que el rango de precios ex ante es superiormente probable de suceder en el mercado con indicador el 0.17%, respecto del rango de precios ex post es inferiormente probable de suceder en el mercado con indicador el 0.05% , con esto demostramos nuestra hipótesis pues reivindicamos a los precios accionarios independientes respecto del tiempo la R^2 , nos da un margen positivo de 13% , lo que nos indica la viabilidad de considerar un enfoque Fractal-Tridimensional dentro de la estadística actual ya que nuestro método en la *Tabla 1* denota un margen de aceptación de 3.8% superior en 3.67% de la econometría tradicional, que nunca ha considerado la incorporación del tiempo en un modelo espacial, con ello se consideran patrones de dependencia y heterogeneidad de corte transversal (ahincando sobre los principios de Fama) , con lo que a partir de este modelo también se pueden realizar varias especificaciones que consideran una amplia variedad en que se manifiesta la dependencia tiempo-espacio y formas de heterogeneidad.

De acuerdo con lo anterior, el origen de la autocorrelación espacial determina el tipo de especificación del modelo de regresión a seguir que incorpore este efecto espacial en su estructura del modelo.

Gráfica 1
Residuales del GISF en 130 empresas emisoras BMV



Elaboración Propia: Uso de software *E-Views 6.0* con información de la *BMV*.

Respecto de la *Gráfica 1*, evaluamos en la parte inferior el modelo de la econometría tradicional bajo estadísticos base ya estandarizados (observamos perdidas en el corto plazo de hasta \$100,000) y en la parte superior color claro el modelo fractal (con ganancias de más de \$300,000) y entorno al matiz de Kelly en color oscuro para la evidencia en R^3 , siempre con patrón a la alza o incertidumbre para un control más eficiente del mercado de capitales, el conocido dobleteo o espectro potencia con ganancias de hasta \$600,000.

En concreto, para evaluar la omisión errónea de un retardo espacial de la variable endógena (dependencia espacial sustantiva), ésta se puede contrastar con pruebas basadas en la planeación y control de los precios de las acciones.

1.5 Análisis de resultados

Acotando la planeación o control como relación (efecto-causa) sobre los precios de los mercados de capitales, a diferencia del análisis de series temporales en que las observaciones de variables independientes y dependientes presentes y pasadas encuentran correspondencia. Tal situación no se cumple de la misma manera entre variables espaciales. Después del análisis de dependencia espacial en sus etapas de planeación y control de precios, el siguiente paso es incorporar la dependencia espacial.

56 Para ello partimos de la presentación “formal” de las estructuras espaciales, así como de las consecuencias e implicaciones de introducir la dependencia espacial en cada rango de precios espacial y como evidencia obtuvimos 3.8% de rango de margen en la operación.

Dada la similitud de la dependencia espacial en modelos estadísticos con la modelación de series temporales, se puede pensar que las propiedades de los estimadores con variables dependientes rezagadas o correlación serial residual se pueden trasladar al caso espacial, pero no es así debido a la naturaleza multidireccional de los modelos espaciales usados en la ciencia económica financiera, en ese sentido, los GISF se presentan como una alternativa interesante dentro del contexto de maximizar los márgenes de operación bursátil, entre las economías americanas, europeas y por ende las asiáticas. Este análisis permite distinguir una serie aleatoria de otra no azarosa y nos ayuda en la descripción cualitativa de conductas de mercados financieros. Por otro lado, una serie de tiempo que tiene algún nivel de previsibilidad mostrará auto correlación positiva. En cambio, una serie con auto correlación negativa no tiene nivel de previsibilidad.

Un exponente con rango $0.5 < Gh < 1$ corresponde a series temporales que muestran persistencia (un periodo de crecimiento es seguido por otro análogo). Esto significa que hay más probabilidad que a un aumento le siga otro similar. Tiene auto correlación positiva.

Mientras que los valores ubicados en $0 < Gh < 0.5$ corresponden a un comportamiento antipersistente (un periodo de crecimiento es seguido de otro de decrecimiento o viceversa), hay más probabilidad que el próximo período se encuentre debajo del promedio. Tiene correlación negativa. (De ahí la importancia de fijación de límites). La relación esperada entre el valor de una serie en el tiempo t y sus valores en el tiempo $1/E + t$ es una medida de la correlación presente en una serie.

Una serie de tiempo estacionaria tiene una correlación que sólo depende del periodo de tiempo t entre las dos observaciones y el decrecimiento hasta cero, lo suficientemente rápido para que t aumente, reflejando el hecho de que la influencia de los valores anteriores disminu-

ye con los intervalos considerados para todo Gh. Desde que las series de tiempo financieras están conformadas por datos discretos, $\{Gh\}_{(0 \leq G \leq h)}$, tal que $G = G(ht_0)$, donde τ_0 es el intervalo mínimo de tiempo. En el que muchas investigaciones de corte espacial o fractal, geográfico enfatizan la importancia de lo local y fractal sobre lo global o agregado, que en nuestro mercado de capitales mexicano de acuerdo a un control con variables de 1-0 (es decir finitésimas o infinitésimas) de inscripción y mantenimiento de la las empresas en la BMV.

El comportamiento de las funciones de autocorrelación, cuando $0 \rightarrow E_t (0 \rightarrow n)$ y $\infty \rightarrow t (\infty \rightarrow Jt)$, determina las propiedades locales de las series de tiempo. Para un ruido blanco, donde el valor en un instante no está correlacionado con algún valor previo, la función de autocorrelación es $E(j) = 0$ para $t > 0$. Muchas de las series de tiempo no estacionarias están caracterizadas por correlaciones a corto plazo con una escala de tiempo característica, t_0 , y una función de autocorrelación decreciente exponencialmente.

Conforme el valor de γ es menor que 1, el crecimiento es más lento, y es más grande la brecha entre los más ricos y los más pobres. De acuerdo con Pareto, en una población de tamaño N, el cociente de la riqueza más grande y la riqueza típica (mediana) crece como $N^{1/\gamma}$. En el caso de $\gamma < 1$, la riqueza promedio diverge: esta corresponde a una economía en la que una fracción finita de la riqueza total está en manos de muy pocos individuos. Por el contrario, cuando $\gamma > 1$, los individuos más ricos sólo poseen una fracción de la riqueza total (en el límite cuando $N \rightarrow 1$).

Empíricamente, el exponente μ está en el rango $1 \leq \gamma \leq 2$. Cuando $1 - J \leq E$ el comportamiento de la rentabilidad es antipersistente. Cuando $1 - J > E$ el comportamiento es persistente, lo que significa que a partir de grupos de tres semanas la rentabilidad aumentó persistentemente.

Cuando $1 - J \leq E$ el comportamiento de la rentabilidad es antipersistente, lo que significa que a partir de grupos de aproximadamente dos semanas (en ascenso o descenso de precios en su acción) la rentabilidad o costo aumenta persistentemente. Una medición confiable de $J(E)$ requiere de una muestra de datos con un intervalo constante, ya que la diferencia esperada entre los valores constantes de X es una función de la distancia que separa a éstas. La exactitud en la determinación de $(1 - J)$ depende del número de datos utilizados en el cálculo, por tanto la base de los precios la fijaremos con el ln para que el log sea una medida más ligera ó menos pesada de acumulación de los precios en el mercado de capitales.

Consideraciones finales

Dada la similitud de la dependencia espacial en modelos estadísticos con la modelación de series temporales, se puede pensar que las propiedades de los estimadores con variables dependientes rezagadas o correlación serial residual se pueden trasladar al caso espacial, pero no es así debido a la naturaleza multidireccional de los modelos espaciales usados en la ciencia económica.

Así, la utilización de la estadística clásica, y métodos convencionales de ésta como mínimos cuadrados ordinarios, y algunas de las pruebas usadas para detectar y tratar la dependencia temporal, pueden quedar invalidadas en algunos de los casos aquí especificados de existir dependencia espacial sustantiva o residual.

En ese sentido, los GISF se presentan como una alternativa interesante dentro del contexto actual, en el que muchas investigaciones de corte espacial o fractal, geográfico enfatizan la importancia de lo local y fractal sobre lo global o agregado.

Se deja constancia así de los aspectos más sobresalientes de esta técnica para futuras investigaciones en el caso mexicano, como complemento de otras en proceso y como aportación a la difusión de la Estadística Espacial o en R^3 , esperando con ello una mayor utilización y profundización de aspectos tanto teóricos como empíricos en la modelación estadística de la economía financiera actual.

58

Bibliografía

- Anselin, L. (1988), *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- Anselin, L. (1992), "A Model of Growth through Creative Destruction", *Econometrica*. Vol. 60(2), pp.34-63.
- Baillie, Richard T, (1996) "Long memory processes and fractional integration in econometrics," *Journal of Econometrics*, vol. 73(1). p. 5-7
- Cermeño, Rodolfo (2001), "Decrecimiento y convergencia de los Estados mexicanos. Un análisis de panel". *El Trimestre Económico*, LXVIII (4), octubre-diciembre, pp.603-629.
- Fama, E. F. (1964), "*The Distribution of the Daily Differences of the Logaritms of Stock Prices: A Test of Mandelbrot's Stable Paretian Hypothesis*", (unpublished doctoral dissertation, University of Chicago).
- Fujita, Krugman y Venables. (2000). *Economía Espacial*. Editorial Ariel, Barcelona
- Greene, W.H. (1998). *Análisis Económico*. Prentice Hall, Madrid.
- Isard, Walter (1956). *Localization and Space Economy: A General Theory Relating to Industrial Location, Market Areas, Land Use, Trade and Urban Structure*, MIT Press, Cambridge.
- Isard, Walter (1960), *Methods of Regional Analysis: An Introduction to Regional Science*, MIT Press, Cambridge.
- Moran, O.A. (1948), "The Interpretation of Stastical Maps", *Journal of The Royal Statistical Society*, vol. 10, num.2.
- Novalés, A.(1997). *Estadística y Econometría*. McGraw-Hill, Madrid.
- Vaya, E. y R. Moreno (2000), *Técnicas Económicas para el Tratamiento de Datos Espaciales*, Edicions Univesitat de Barcelona, UB44 Manuals.

PRONÓSTICO DEL PROMEDIO INDUSTRIAL DOW JONES, APLICANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES

(Recibido: 04 Marzo/2011-aprobado: 04 Abril/2011)

Elsy Lisbeth Gómez Ramos*
Francisco Venegas Martínez**
Héctor Allier Campuzano**

59

Resumen

En este trabajo se compara el pronóstico del Promedio Industrial Dow Jones (DJIA) a través de dos modelos. Uno paramétrico de tipo GARCH y otro no paramétrico como la Red Neuronal Artificial (RNA) perceptrón multicapa. Para ello, se tomó una muestra de 150 observaciones en forma diaria y se pronosticaron 10 periodos. Donde se observa que la RNA logra captar el comportamiento de la serie de tiempo, pero el modelo tipo GARCH presenta un mejor ajuste dentro y fuera de la muestra.

Abstract

This paper compares the forecasting of Dow Jones Industrial Average (DJIA) through two models. A parametric model: GARCH and a non parametric one: Artificial Neural Network (ANN) multilayer perceptron. It was taken into account a sample of 150 observations on a daily basis and it was predicted 10 periods in both models. It was found that the ANN can detect the behavior of the time series but the GARCH model present more accurate forecasting.

Palabras clave: Pronóstico, Red Neuronal Artificial y perceptrón multicapa.

* Alumna del Doctorado en Ciencias Económicas, IPN.

** Profesores de la sección de Estudios de Posgrado e Investigación, ESE-IPN.

1. Introducción

Los modelos paramétricos han sido tradicionalmente aplicados a mercados bursátiles y han probado en diversos estudios ser efectivos (por ejemplo, el modelo GARCH¹). Estos modelos parten de una función de distribución, y reducen el problema a estimar los parámetros que mejor se ajustan a las observaciones de la muestra. Además, de que resultan ser muy potentes cuando el proceso generador de datos sigue una distribución propuesta, en la teoría financiera los resultados más conocidos se han obtenido a través de la distribución normal o gaussiana.

Sin embargo, la aplicación de modelos no paramétricos, en especial las Redes Neuronales Artificiales (RNA), han permitido en años recientes dar soluciones más precisas a problemas complejos, por lo que se ha expandido su aplicación debido a las limitaciones que presentan los modelos paramétricos (como la violación de supuestos del modelo de regresión lineal, por ejemplo: que las observaciones no estén normalmente distribuidas) al ser aplicados a fenómenos financieros, ya que éstas en sí son complejas para su estudio, en parte porque presentan volatilidad y por lo tanto son sensibles a las condiciones del mercado.

Por su parte, las RNA no se encuentran sujetas a ninguna forma funcional, por lo que presentan pocas restricciones y permiten *reconstruir* la función de clasificación, es decir emplean formas funcionales flexibles que se aproximen a la función objetivo, por lo que el problema consiste en calcular los parámetros de una función. La aplicación de RNA, para efectos de pronóstico se puede ver como un problema de aproximación de una función en la cual los valores de la función son representados por la serie de tiempo. (Mehrotra *et al.*, (2000), pág. 31.)

A pesar de las bondades que presentan las RNA también tienen sus limitaciones (Brooks (2002), pág. 649) como:

- a) Los coeficientes estimados resultantes de la red no tiene ninguna interpretación real,
- b) No existen pruebas específicas disponibles para considerar que un modelo sea el adecuado, y
- c) Ofrecen resultados excelentes dentro de la muestra pero fuera de ésta los pronósticos carecen de exactitud.

Sin embargo, hay que considerar que en el inciso (a) no es posible que los coeficientes estimados (pesos) tengan una interpretación debido a que éstos solo buscan aproximarse a la función generadora de los datos y no dar información sobre ajuste del modelo ya que no es un modelo paramétrico. Aunque, el inciso (b) y (c) son ciertos cuando aplicamos métodos de optimización manuales (prueba y error) como el que se presenta en esta investigación, no así

¹ Por sus siglas en inglés: Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity.

para métodos de optimización evolutiva.² donde estos localizan un óptimo global cercano al elemento a evolucionar y posteriormente se aplica el algoritmo tradicional de la RNA.

Sin embargo, los métodos manuales ofrecen flexibilidad en su aplicación, debido a que el diseñador puede basarse en experiencias anteriores o en proponer diversos criterios para la selección de la red (análisis del error, criterio de información Schwarz, número de predicciones correctas, etc.) lo que permite de cierto modo, entender el funcionamiento de la red de una forma sencilla, aunque efectivamente carece de ajuste. El hecho de establecer un método universal no es una tarea sencilla, debido a que en la literatura existe una inmensa variedad no solo de criterios de selección de redes, sino también, de utilizar variantes (término momento) de la red como una alternativa o combinaciones de estas dos últimas o métodos evolutivos o simplemente utilizar distintos tipos de redes (modulares, recurrentes, perceptrón multicapa, etc.). Por lo que, se hace prescindible establecer acercamientos con este tipo de modelos a través de diferentes enfoques e ir estableciendo la dirección que mejores resultados arroje.

Las investigaciones que aplican métodos manuales, no siempre consideran la posibilidad de comparar dicho modelo con técnicas parecidas o de diferente naturaleza, en algunos casos se enfocan en comprobar si tales modelos pueden ser aplicados a detectar problemas, como quiebras corporativas (Bo y Zheng, 2006) donde los autores a través de estados financieros logran obtener buenos resultados; o comprobar hipótesis en los mercados financieros (White, 1996) donde a través de los rendimientos de una acción se logra tener evidencia del rechazo de la hipótesis de mercados eficientes.

Por otro lado, existe literatura que se basa en comparar la RNA con modelos adaptativos y no adaptativos lineales para series económicas (Swanson y White, 1997), donde se muestra la superioridad de la red sobre dichos modelos, aunque, es deficiente al predecir el cambio en la dirección de la variable. Pero cuando el comparativo se realiza con modelos de algoritmos genéticos para índices bursátiles asiáticos (Parisi *et al.*, 2006) estos últimos obtuvieron mejor desempeño en términos de *riesgo-retorno*, no obstante la red lo superó en términos de capacidad de predicción del signo de la variable. También, se han realizado aplicaciones con el modelo Black-Scholes (Malliaris y Salchenberger, 1996) donde el modelo basado en volatilidad histórica (red) muestra un pronóstico más preciso.

Recientemente, se han orientado las investigaciones a hacer evolucionar la red. Un caso especial, es la aplicación en el mercado de derivados (Karathanasopoulos *et al.*, 2010) en Grecia, donde los autores hacen evolucionar las entradas a la red. Y para índices bursátiles esta el caso del TEPIX (Tehran Stock Exchange Prices Indexes) (Hadavandi *et al.*, 2010) donde se hace evolucionar los pesos de la red y se comparan los pronósticos con un modelo

² Cuando hablamos de algoritmos evolutivos, generalmente nos referimos a tres grandes grupos: (a) La programación evolutiva, (b) Estrategias evolutivas y (c) Algoritmos genéticos. Aunque, en esencia existen grandes similitudes entre estas categorías lo que las diferencia es el grado de utilización del operador de mutación y en la reproducción y selección de estrategias (Mehrotra *et al.*, 2000, pág. 289).

de genética difusa, una red constructiva (manual) y la red evolutiva, los autores llegan a la conclusión de que la red evolutiva realiza el pronóstico más preciso.

La ventaja que proporciona nuestra investigación, es que presenta de manera accesible el manejo de RNA para efectos de pronóstico, es decir, se presenta paso a paso la construcción de la red y a su vez incluimos parte de la programación empleada para ejemplificar la metodología utilizada. Por lo que, nuestro objetivo es aplicar una RNA y un modelo tipo GARCH a la serie de tiempo del DJIA y analizar el desempeño de la red, que en nuestro caso será el perceptrón multicapa por ser la red más ampliamente utilizada.

2. Modelos de Volatilidad

62 Los modelos autorregresivos integrados de media móvil (ARIMA)³ o Box-Jenkins suponen que la volatilidad de cualquier variable modelada es constante en el tiempo. En muchos casos esto no es verdad. Engle (1982) introduce una nueva clase de procesos estocásticos llamados modelos de heteroscedasticidad condicional autorregresiva (ARCH), en los cuales la varianza condicionada a la información pasada no es constante y depende del cuadrado de las innovaciones pasadas. El modelo (ARCH) fue desarrollado con el fin de capturar esta propiedad en las series de tiempo financieras. Bajo este modelo, la ecuación de la media condicional (la cual describe como la variable dependiente, Y_t , varía en el tiempo) puede tomar casi cualquier forma que se desee.

$$\begin{aligned} Y_t &= \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \beta_4 X_{4t} + \varepsilon_t \\ \varepsilon_t &\sim N(0, h_t) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 \quad (2)$$

Donde el modelo anterior, puede ser extendido al caso más general donde el error de la varianza depende de q rezagos del error al cuadrado, el cual se le conoce como ARCH (q):

$$\text{Var}(\varepsilon_t) = \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2 \quad (3)$$

Una generalización del modelo ARCH es el modelo GARCH propuesto por Bollerslev (1986) y Taylor (1986), en la cual la varianza condicional de, ε_t es dependiente no solamente de las perturbaciones o errores al cuadrado, sino también sobre las varianzas condicionales pasadas, en lo que subyace algún tipo de mecanismo de aprendizaje adaptativo. De modo que una estructura GARCH (p, q) queda de la forma siguiente:

$$\text{Var}(\varepsilon_t) = \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2 + \varphi_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \varphi_q \sigma_{t-q}^2 \quad (4)$$

³ Conocidos también como modelos homoscedásticos.

Las características principales del GARCH⁴ son la no linealidad; es decir, los modelos lineales son incapaces de explicar efectos relevantes de las series financieras, por lo que se hace necesario el uso de modelos paramétricos no lineales que permitan incluir por ejemplo la tendencia de los rendimientos de los activos financieros que se caracterizan por una distribución leptocúrtica (colas gordas y exceso de apuntamiento en la media).

Si es un modelo GARCH (1,1), σ_t^2 , es conocida como la varianza condicional desde que se estima el primer periodo hacia delante para la varianza calculada basada en cualquier información pasada relevante. Para poder estimar un GARCH (1,1) primero se debe especificar las ecuaciones apropiadas para la media y la varianza ecuaciones (5 y 6) y especificar la función de máxima verosimilitud ecuación (7) que maximiza bajo el supuesto de normalidad de los errores.

$$y_t = \mu + \delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \varphi_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (6)$$

$$L = -\frac{T}{2} \log(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \log(\sigma_t^2) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{(y_t - \mu - \delta y_{t-1})^2}{\sigma_t^2} \quad (7)$$

Desde el desarrollo del modelo GARCH un gran número de extensiones y variantes han sido propuestas, esto debido a los problemas previstos con el modelo GARCH estándar; por ejemplo: (a) que las condiciones de no negatividad pueden ser violadas por el modelo estimado, (b) no se consideran los efectos de apalancamiento, y (c) el modelo no permite reacción directa alguna entre la varianza condicional y la media condicional dado que se impone una respuesta simétrica de la volatilidad positiva o negativa ante los shocks (Brooks (2002), pág.468).

3. Red Neuronal Artificial tipo Perceptrón multicapa

El cerebro humano se caracteriza por su gran capacidad de procesar información y su rapidez de respuesta han hecho que se intenten desarrollar sistemas que imiten, al menos en parte sus características. Su capacidad para realizar tareas como el reconocimiento, el recuerdo o la clasificación se han intentado plasmar en diferentes tipos de sistemas.

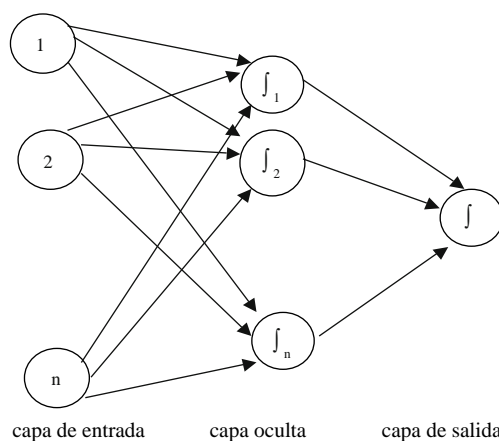
⁴ Se supone una media cero y una varianza condicional: $\sigma_t^2 = \delta + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \varphi \sigma_{t-1}^2$ donde: $\varepsilon_t = \sigma_t v_t$ y $v_t \sim iid$; además de que $\delta > 0$; $\alpha > 0$; $\varphi \geq 0$ -1 $\alpha + \varphi < 1$. Así mismo, se tiene que v_t es un proceso de ruido blanco con varianza uno y ε_t, v_t son independientes.

Las RNA son sistemas distribuidos,⁵ adaptativos⁶ y generalmente con mecanismos de aprendizaje no lineal, contruidos por diversos procesadores elementales o neuronas. A diferencia de otras técnicas, que consideran al cerebro humano como una caja negra, las RNA intentan modelar su estructura fisiológica básica: la neurona, así como la agrupación de neuronas en sistemas que pueden mostrar un comportamiento que se puede considerar, en alguna medida, inteligente.

La red que utilizaremos es de tipo perceptrón multicapa, que generalmente incluye una capa de entrada, otra de salida y al menos una capa oculta. Aunque no existen límites teóricos en el número de capas ocultas, normalmente hay una o dos, habiéndose comprobado experimentalmente que se pueden resolver problemas de cualquier complejidad utilizando un máximo de 3 capas ocultas. Las capas de entrada y salida indican el flujo de información durante la fase de recuerdo u operación normal de la red. El número de capas y de neuronas por capa son decisiones importantes que se deben tomar para cada aplicación particular, aunque se pueden considerar algunas reglas generales, basadas en experiencias anteriores (Gráfica 1).

En este tipo de red se puede determinar el error cometido por las unidades de salida. Sin embargo, para las neuronas de las capas ocultas no se puede determinar tal valor. Por ello, se ha extendido la regla Delta a redes con capas ocultas (regla delta generalizada) con conexiones hacia adelante y con neuronas cuyas funciones de activación sean continuas, dando lugar al algoritmo de retropropagación. La superficie de error y el mecanismo de aprendizaje buscan el error mínimo, modificando para ello los pesos en una cantidad proporcional al gradiente decreciente de la función de error. (Pérez y Martín (2003), pág. 40).

Gráfica 1
Arquitectura de una red tipo perceptrón multicapa



⁵ Cuentan con muchas neuronas a través de las cuales distribuyen su memoria

⁶ Tienen la capacidad de adaptarse al entorno modificando sus pesos y sinapsis de manera de encontrar una solución aceptable al problema.

La red aprende un conjunto predefinido de patrones de entrenamiento empleando un ciclo de propagación y adaptación en dos fases. Inicialmente se asignan a la red pesos pequeños y aleatorios. Se presenta una entrada a la red y se realiza un procesamiento de la información, a través de las capas, obteniendo una salida. Se compara dicha salida con la esperada y se calcula una señal de error para cada neurona de salida. Tales señales de error se propagan hacia atrás, desde la capa de salida hacia las neuronas de la capa intermedia anterior que contribuyen directamente a la salida. La señal recibida por cada una de ellas será una fracción de la señal de error total, tomada en función de la aportación de la neurona correspondiente a la salida obtenida.

El proceso se repite en todas las capas, hasta que cada neurona reciba una señal de error proporcional a su contribución a la salida. Cada neurona actualizará sus pesos en función de la señal de error que reciba. Lo cual permite que, a medida que avanza el entrenamiento, las neuronas de las capas ocultas se organicen a sí mismas, de forma que cada una aprende a reconocer distintas características del espacio de entrada. Para actualizar los pesos, se calcula un término de error asociado a cada neurona. El término de error de las neuronas de salida es igual al error entre salida esperada y obtenida, multiplicado por la derivada de la función de salida.

El término de error de las neuronas ocultas es igual al producto de la derivada de la función de salida de dichas neuronas por la suma ponderada de los términos de error de las neuronas de la siguiente capa con los pesos de las conexiones correspondientes. Es decir, como no se puede calcular directamente el error cometido por cada neurona oculta, pues no se conoce su salida esperada, se considera que es proporcional a la suma de los errores asociados a las neuronas a las que está conectada su salida, multiplicados éstos por los pesos de las conexiones correspondientes.

Los pesos se actualizan empezando por la capa de salida y continuando hacia la de entrada. El incremento en el peso de una neurona será proporcional al producto del término de error de la neurona por la salida que ha generado. El término de proporcionalidad es denominado tasa de aprendizaje y juega un papel fundamental en el entrenamiento, ya que condiciona la velocidad de aprendizaje. El proceso de aprendizaje se repite hasta que la suma de los cuadrados de los términos de error de las neuronas de salida tome un valor aceptable para el conjunto de patrones de entrenamiento (Mehrotra *et al.*, (2000), pág. 70.). Una vez concluido el entrenamiento, la siguiente fase es de prueba donde los pesos quedaran fijos para poder realizar el pronóstico de nuestra serie.

4. Aplicación de los modelos

Las series financieras y en especial los índices bursátiles se caracterizan en esencia por:

- a) Volatilidad *clustering* (la volatilidad aparece en grupos, es decir, cuando tenemos rendimientos altos esperamos que sigan altos, y viceversa),

- b) Efectos de apalancamiento (la volatilidad incrementa más seguida de una caída en los precios que seguida del incremento de estos) y
- c) Leptocurtosis (colas gordas y exceso de apuntamiento en la media). *Aspectos que el modelo GARCH-simétrico es incapaz de capturar* (Brooks, 2002, pág. 468).

El modelo GARCH-simétrico es el que se aplicará en esta investigación, por lo que, se hace innecesaria realizar pruebas de volatilidad y/o justificar el periodo de estudio que implique una relación directa con las características de las series financieras. Si fuera el caso de aplicar modelos GARCH-asimétricos (por ejemplo: EGARCH, GARCH, etc.) u otra extensión, se justificarían las pruebas de volatilidad y/o de la muestra. Por lo que, el periodo que se toma como muestra en este trabajo, es solo un ejercicio para aplicar el modelo GARCH-simétrico y la RNA cada uno con sus alcances, limitaciones y técnicas seleccionadas para valorar su desempeño para el pronóstico del DJIA.

66

4.1 Muestra

Los datos que se analizan corresponden a los precios de cierre en el periodo comprendido entre el 7 de junio de 2010 al 6 de enero de 2011 en forma diaria para tener un total de 150 observaciones del DJIA. La fuente de los datos es de *Económica*, debido a su alto grado de confiabilidad.

4.2 Metodología de la RNA tipo perceptrón multicapa

El software que utilizaremos para nuestra red será el Mathematica 6.0. La variante que usaremos es con el término momento y el método de diseño es constructivo.⁷ A continuación se describe los pasos más sobresalientes para la elaboración del perceptrón multicapa.

I. Inicialización de los pesos

Sera entre -0.1 y 0.1, tanto para la capa oculta y de salida. Hay que recordar, que la capa de entrada no realiza ningún tipo de procesamiento pero si influye en el número de pesos de la red y en la distribución de los datos hacia la capa oculta.

```
hidWts=Table[Table[Random[Real,{-0.1,0.1}],{inNumber}],{hidNumber}]
outWts=Table[Table[Random[Real,{-0.1,0.1}],{hidNumber}],{outNumber}]
```

⁷ Los métodos constructivos intentan adaptar el tamaño de la red al problema, comenzando con una red pequeña y añadiendo las capas y unidades necesarias hasta que se encuentre la solución. La ventaja principal es que no se necesita hacer una estimación a priori del tamaño de la red; sin embargo, este tipo de método se basa en la experiencia del diseñador lo cual hace susceptible a no encontrar la arquitectura óptima (Castillo et al. (2001), pág. 2.).

II. Entradas y salidas

Son variaciones logarítmicas rezagadas del índice bursátil. Las entradas corresponden al número de neuronas en la capa de entrada y las salidas al valor deseado como resultado de las entradas propuestas. Estos vectores se seleccionan en forma aleatoria y se especifican tanto las entradas como las salidas.

$$ioP=ioPairs[[Random[Integer,\{1,Length[ioPairs]\}]]][\{-0.00091,-0.00053,-0.00593,-0.0003,0.0008,0.00312,-0.00798,0.00193,0.00185,0.0009\},\{0.0019\}]$$

III. Selección de la topología de la red

La topología se refiere al número de neuronas y capas de la red. La arquitectura comprende la topología, la conectividad y la función de transferencia de cada neurona. Las dos últimas las mantendremos fijas (es decir, la conectividad es hacia adelante y la función de transferencia será la función sigmoidea) y nos concentramos únicamente en la topología de nuestra red; para esto consideramos el error medio cuadrático (MSE) y observamos su comportamiento al aumentar el número de neuronas por capa. A continuación presentamos los resultados obtenidos de las tres topologías propuestas para el perceptrón multicapa.

Cuadro 1
Topologías propuestas para el perceptrón multicapa

<i>Red</i>	<i>Etapas</i>	<i>MSE</i>
3-2-1	Entrenamiento	0.004834
	Primer rezago	0.003657
	Múltiples rezagos	0.009601
5-3-1	Entrenamiento	0.003071
	Primer rezago	0.002151
	Múltiples rezagos	0.002959
10-6-1	Entrenamiento	0.000528
	Primer rezago	0.000405
	Múltiples rezagos	0.001382

En el *cuadro 1* se muestra el comportamiento del MSE a través de diferentes topologías propuestas, lo importante de analizar es el hecho de que el error disminuya en forma considerable al aumentar el número de neuronas, de otro modo nos indicaría que la red tiene

un tamaño superior al requerido por el problema. Otro hecho, es el error en los múltiples rezagos⁸ de la etapa de prueba, puesto que este nos indican el desempeño de la red fuera de la muestra (Chakraborty *et al.*, (1992)).

IV. Tasa de aprendizaje y término momento

La tasa de aprendizaje la definimos como *eta* y el término momento como *alpha*. Estos valores se consideraron fijos para todas las topologías propuestas (cuadro 1). Estas reglas de aprendizaje forman parte crucial en la actualización de los pesos, tanto de la capa oculta como la de salida.

$$\text{eta}=0.9, \text{ alpha}=0.6$$

$$\text{hidLastDelta}=\text{Table}[\text{Table}[0, \{\text{inNumber}\}], \{\text{hidNumber}\}];$$

$$\text{hidLastDelta}=\text{etaOuter}[\text{Times}, \text{hidDelta}, \text{inputs}] + \text{alpha} \text{hidLastDelta}$$

$$\text{outLastDelta}=\text{Table}[\text{Table}[0, \{\text{hidNumber}\}], \{\text{outNumber}\}]$$

$$\text{outLastDelta}=\text{eta Outer}[\text{Times}, \text{outDelta}, \text{hidOuts}] + \text{alpha outLastDelta}$$

68

V. Función de activación

La función que aplicaremos será la sigmoidea, para todas las topologías propuestas. Recordemos que únicamente la capa oculta y de salida realiza procesamiento de datos y que la capa de entrada solo los distribuye.

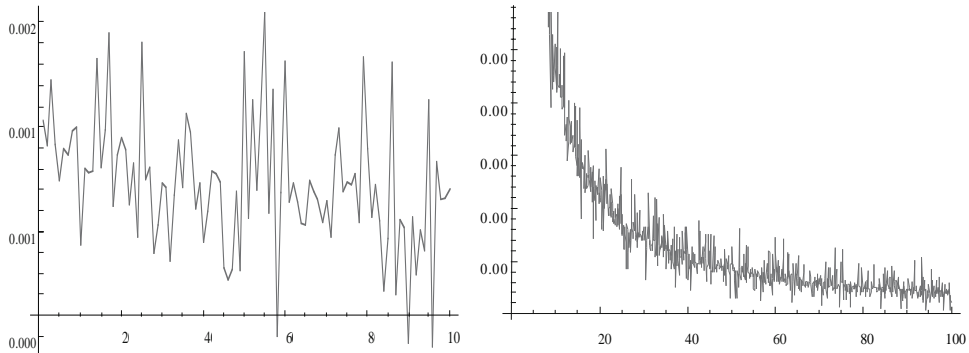
$$\text{sigmoid}[x_]=1/(1+e^{-x})$$

VI. Etapa de entrenamiento

Esta etapa comienza con la selección de datos destinados al entrenamiento de la red y concluye con la minimización de error (Gráfico 2) a través de las iteraciones para encontrar los pesos óptimos. En el eje de las ordenadas indica el error cometido, mientras que en las abscisas son el número de las iteraciones realizadas.

⁸ En la etapa de prueba se divide en la predicción con un rezago donde el valor está basado solo en los valores pasados y en la predicción de múltiples rezagos donde se consideran valores pronosticados para predecir valores futuros. Por ejemplo, si tenemos 5 entradas para la red, el primer valor pronosticado será n_6 como resultado de las entradas i_1, \dots, i_5 . Por lo que, el próximo valor a predecir será n_7 el cual se realizara utilizando las entradas i_2, \dots, i_5, n_6 , y para la siguiente predicción n_8 las entradas a la red serán i_3, i_4, i_5, n_6, n_7 . Pero si nuestra predicción es solo de un rezago, para obtener n_8 únicamente usaremos la información actual i_3, i_4, i_5, i_6, i_7 (Mehrotra *et al.*, (2000), pág. 32.)

Gráfico 2
Comportamiento del error de la RNA 100 y 1000 iteraciones



VII. Etapa de prueba

Aquí los pesos óptimos (capa oculta y de salida) recabados de la fase anterior, serán valores fijos para esta fase lo que nos permitirá realizar el pronóstico de nuestra serie.

```
hidWts+={-0.0990461,0.0628403,-0.0752713,-0.0461095
,0.0986236,0.0469558,0.00911645 ,0.0696739,0.0938065,-
0.0584878},{-0.0260153,0.020944,-0.0217435,0.0981858,0.038
896,-0.068399,0.0555709,0.0183582,0.0712103,-0.0571961},{-
0.0323587,0.0236022,0.0945302,-0.049989,-0.0334737,0.0604
865,0.0695797,0.0957328,-0.0321182,0.0073245},{-0.039643,-
0.0738314,-0.026193,-0.0341463,0.0862136,0.00498088,0.0952333,
-0.032619,-0.0528586,-0.0268982},{-0.0606153,0.0489094,-0.0243469,-
0.0697712,0.0715713,-0.0749605,-0.0191944 ,0.0798971,0.00489365,-
0.0357111},{0.0109588,0.0840674,-0.0633005,0.0569097,-0.0495432,
0.0576519,0.0626739,-0.0092941,-0.0358029,-0.0474587}}

outWts+= {-1.22977,-1.37388,-1.38002,-1.21776,-1.26934,-1.32275}}
```

4.3 Metodología del modelo tipo GARCH

Los pasos más sobresalientes que se siguieron para la elaboración del GARCH en EView-5 fueron los siguientes:

- a) Se utilizaron variaciones logarítmicas y se comprobó si tal transformación haría a la serie del DJIA estacionaria, por lo que, se realiza la prueba de raíz unitaria (cuadro 2) donde se muestra que la serie es estacionaria al tener una probabilidad menor a 0.05.

Cuadro 2

Prueba de contraste de raíz unitaria

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on IDJ			
Null Hypothesis: IDJ has a unit root			
Exogenous: Constant			
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=13)			
	<i>t-Statistic</i>	<i>Prob. *</i>	
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-12.10725	0.0000	
Test critical values:	1% level	-3.474874	
	5% level	-2.880987	
	10% level	-2.577219	

- b) Se procedió a modelar primero con la metodología ARMA con la finalidad de tener un mejor ajuste en el modelo. Después de revisar el correlograma se pueden identificar la combinación posible, en nuestro caso fue ARMA (7,7) que se identifican, a través de la función de autocorrelación (FA) y de la función de autocorrelación parcial (FAP) quedando aquellas que sean significativas, es decir que la probabilidad sea menor de 0.05.
- c) Posteriormente, se estimo el GARCH (p, q) (cuadro 3). Donde el número máximo de rezagos para el modelo, se identifica en el correlograma de los residuales al cuadrado, que deben cumplir con: i) No negatividad en la ecuación de la varianza, ii) Que la sumatoria de los coeficientes de tales rezagos sea menor a 1, y iii) Verificar la significatividad individual de los coeficientes a través del Estadístico z (Perez, 2006, pág. 436)

Cuadro 3

Modelo GARCH (1,1)

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>z-Statistic</i>	<i>Prob.</i>
C	-0.000534	0.000290	-1.842270	0.0654
AR(7)	-0.341942	0.042782	-7.992668	0.0000
AR(1)	0.552062	0.041107	13.33241	0.0000
MA(7)	0.465193	0.015348	30.30905	0.0000
MA(1)	-0.016110	0.016110	-39.07684	0.0000
<i>Variance Equatiob</i>				
C	3.36E-07	5.35E-07	0.626868	0.5307
RESID(-7)^2	0.079030	0.045595	1.733324	0.0830
GARCH(-1)	0.891975	0.066400	13.43333	0.0000
R-squared	0.136666	Mean dependent var	-0.000357	
Adjusted R-squared	0.091566	S.D. dependent var	0.003823	
S.E. of regression	0.003644	Akaike info criterion	-8.369468	
Sum squared resid	0.001779	Schwarz criterion	-8.202942	
Log likelihood	602.2322	F-statistic	3.030311	
Durbin-Watson stat	2.022370	Prob (F-statistic)	0.005457	

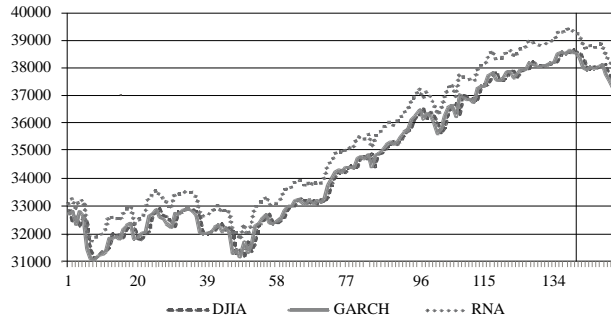
4.4 Comparativo de los pronósticos

Para realizar el comparativo se procedió a invertir las transformaciones para obtener el dato a nivel.⁹ En el gráfico 3, se ilustra el pronóstico del modelo GARCH el cual muy potente y

⁹ La muestra original es de 150 observaciones, pero al realizar las variaciones logarítmicas se pierde un dato menos los diez rezagos de la red solo contaremos con 139 observaciones. Las cuales serán analizadas en este apartado.

logra un buen ajuste, Por el lado de la RNA, se aprecia un pronóstico que sobrevalua prácticamente a lo largo de toda la serie; por lo que, se puede explicar el comportamiento de los estadísticos tanto fuera como dentro de la muestra (cuadro 4).

Gráfica 3
Comparativo de los pronósticos fuera y dentro de la muestra a nivel



Gráfica 4
Estadísticos descriptivos dentro y fuera de la muestra

DJIA	RNA	GARCH		DJIA	RNA	GARCH
10794.74	10998.84	10771.52	Media	11744.21	11958.25	11727.95
10812.04	11002.85	10755.64	Mediana	11743.67	11955.58	11721.13
11722.89	11923.94	11664.52	Maximo	11837.93	12062.85	11831.61
9686.48	9879.06	9669.59	Minimo	11637.45	11858.56	11631.22
518.59	524.8061	507.84	Dev. Std.	72.51	68.33	67.14
-0.11	-0.1	-0.11	Simetria	-0.03	0.19	0.23
1.92	1.9	1.93	Curtosis	1.55	1.87	1.87
7.01	7.20	6.82	Jarque-Bera	0.87	0.58	0.61
0.02	0.02	0.03	Probabilidad	0.64	0.74	0.73
1500468	1528839	1497241	Suma	117442.1	119582.5	117279.5
37113942	38008159	35591199	Suma Dev. C.	47327.33	42020.96	40573.28
139	139	139	Obs.	10	10	10

En cuanto al análisis del error utilizaremos el MAPE.¹⁰ La interpretación del estadístico esta en porcentajes, por lo tanto, el GARCH obtuvo en promedio un error del 0.32% para dentro de la muestra y un 0.29% para fuera de la muestra, mientras que la RNA obtuvo en promedio un error 1.92% para dentro de la muestra y un 1.82% para fuera de la muestra.

5. Conclusiones

Los resultados muestran que el modelo GARCH presentó mejor ajuste tanto fuera como dentro de la muestra, mientras que la RNA sobrevaló la serie del DJIA lo que arrojó errores más altos. Por lo que, se concluye que el método de optimización para la RNA en esta investigación, no

¹⁰ Para el cálculo se tiene que: $MAPE = \sum_{t=1}^n \left(\frac{e_t}{Y_t} \right) * 100$

es el más adecuado debido a que la búsqueda a la solución del problema sólo se basó en las topologías propuestas, quedando combinaciones que pudieron haber sido mejores.

Bibliografía

- Bo, Tian y Quin Zheng (2006). *Empirical Study of Financial Affairs Early Warning Model on Companies Based on Artificial Neural Network*, Springer, pp, 313-320.
- Brooks, C. (2002). *Introductory Econometrics for Finance*, Cambridge University press.
- Bollerslev, Tim (1986), "Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity, *Journal of Econometrics*, vol. 31 (3), pp. 307-327.
- Castillo, P.A., J.G. Castellano, J.J. Merelo y A. Prieto (2001). "Diseño de Redes Neuronales Artificiales Mediante Algoritmos Evolutivos", *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 14, pp. 2-32.
- Chakraborty, K., K. Mehrotra, C. Mohan, and S. Ranka (1992). *Forecasting the behavior of multivariate time series using neural networks*, Elsevier Science, 5, pp.961-970.
- Engle, Robert (1982), "Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation", *Econometrica*, vol. 50 (4), pp. 987-1007.
- Freeman, J. A. (1993). *Simulating Neural Networks with Mathematica*, Addison-Wesley Professional.
- Hadavandi, E., A. Ghanbari, and S. Abbasian-Nagheh (2010). *Developing an Evolutionary Neural Network Model for Stock Index Forecasting*, Springer, pp.407-415.
- Karathanasopoulos, Andreas S.; Konstantinos A. Theofilatos; Panagiotis M. Leloudas y Spiridon D. Likothanassis (2010). "Modeling the Ase 20 Greek Index Using Artificial Neural Networks Combined with Genetic Algorithms, Artificial Neural Networks", *Lecture note in Computer Science*, vol 6352.
- Malliaris, Mary y Linda Salchenberger (1996). *Neural Networks in Finance and Investing, Using Artificial Intelligence to Improve Real- World Performance*, En R. Trippi y E. Turban (Eds.), *Neural Networks for Predicting Options Volatility* (pp.613-622). E.U: Irwin Professional Publishing.
- Mehrotra, K., C. Mohan, and S. Ranka (2000). *Artificial Neural Networks*, 2nd ed, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Parisi, A., F. Parisi y D. Diaz (2006). "Modelos de Algoritmos Genéticos y Redes Neuronales en la Predicción de Índices Bursátiles Asiáticos", *Cuadernos de Economía*, 43, pp.251-284.
- Pérez, César (2006). *Econometría de las Series Temporales*, Pearson Prentice Hall, Madrid.
- Pérez, M. y Q. Martín (2003). *Aplicación de Redes Neuronales Artificiales a la Estadística*, Cuadernos de estadística, Editorial la Muralla, Madrid.
- Swanson, Norman y Halbert White (1997). "A Model Selection Approach to Real-Time Macroeconomic Forecasting Using Linear Models and Artificial Neural Networks", *The Review of Economics and Statistics*, vol.79, no.4, pp540-550.
- Taylor, S. (1986), *Modelling Financial Time series*, John Wiley and Sons, New York.
- White, H. Del L. (1996). "Neural Networks in Finance and Investing, Using Artificial Intelligence to Improve Real- World Performance". En R. Trippi y E. Turban (Eds.), *Economic Prediction Using Neural Networks: the case of IBM Daily Stock Prices* (pp.469-480). E.U: Irwin Professional Publishing.

KNUT WICKSELL: TASA DE INTERÉS NATURAL Y MONETARIA

(Recibido: 29 abril/2010 - aceptado: 23 mayo/2011)

73

Daniel David Jaime Camacho*

Resumen

Uno de los instrumentos más poderosos con los que cuenta la política económica para lograr sus objetivos de crecimiento y desarrollo es sin duda la política monetaria, misma que está a cargo de los bancos centrales. Las crisis económicas recientes han traído a discusión el replanteamiento de los objetivos de los bancos centrales y la manera en que debe cumplir con estos. Para entender la política monetaria es indispensable releer a Knut Wicksell y sus conceptos sobre “tasa natural” y “tasa monetaria” y la importancia de su equilibrio en el tiempo. El presente esfuerzo introduce al lector a estas cuestiones monetarias tan importantes en nuestros tiempos.

Abstract

One of the most powerful instruments that the economic policy has in order to achieve its objectives of growth and economic development, certainly is the monetary policy, that is the responsibility or the central banks. Recent economic crisis have brought to discussion the reconsideration both the objectives and the way to comply them. In this vein, in order to understand the monetary policy is necessary read and understand the Knut Wicksell's concepts for “natural rate” and “monetary

* Ayudante de Posgrado del Área de Investigación en Integración Económica, Departamento de Economía UAM Azcapotzalco, alumno del programa integrado de Maestría y Doctorado en Ciencias Económicas, Universidad Autónoma Metropolitana y egresado de la maestría en economía de la UAM-A.

rate” and it’s importance truth the time. This effort introduces to the reader o these monetary issues as important in actual times.

Palabras clave: Tasa de interés, política monetaria, Knut Wicksell

Calsificación: JEL: E4, E43, E52

Introduccion

Uno de los pensamientos económicos más importantes e influyentes de fines del siglo XIX y principios del siglo XX es sin duda el de Knut Wicksell, cuyas principales obras fueron publicadas en el periodo que va de 1893 a 1906. Su trabajo, de acuerdo a la Federal Reserve Bank of Dallas (2004), podríamos vincularlo a tres áreas de interés en la teoría económica:

74

- i La teoría cuantitativa del dinero y sus implicaciones. Aportes que contribuyen al análisis macro de las políticas monetarias.
- ii Teoría del ciclo económico. Que aplica el concepto wickseliano de tasa natural de interés y
- iii El paradigma moderno de la elección pública. Basado en los argumentos de Wicksell para los grupos de interés.

Un análisis pormenorizado de cada uno de los aspectos en los que las reflexiones de Wicksell tuvieron injerencia sería demasiado extenso, motivo por el cual en el presente ensayo nos enfocaremos solamente al aspecto relacionado con las tasas de interés natural y monetaria. Es objetivo del presente ensayo, mostrar de manera sintética las principales ideas de Wicksell al respecto. En la primera sección se da un preámbulo de Knut Wicksell y las consideraciones que lo llevaron a desarrollar su trabajo al respecto; en la segunda sección se discuten los conceptos relacionados de tasa de interés natural y tasa de interés monetaria así como los ejemplos e ideas relacionadas para que finalmente en la tercera sección se planteen unas breves conclusiones.

1. Knut Wicksell

Partidario de las ideas de Leon Walras y Eugen Von Böhm-Bawerk, Wicksell trata de integrar ambas escuelas y es, durante ese esfuerzo integrador, cuando realiza aportaciones a los enfoques teóricos de ambas tradiciones, siendo la más importante la distinción entre las tasas naturales de interés y los intereses monetarios¹ (Blaug, 1986).

¹ A la tasa natural se le relaciona y conoce también como tasa “neutral”, tasa “normal” o tasa “real” mientras que a la nominal se le conoce también como tasa “monetaria” o tasa del “mercado”.

En una época en la que ya era más que evidente la circulación de moneda fiduciaria y de crédito en la economía, Wicksell consideró que la teoría cuantitativa había dejado de ser suficiente para explicar los movimientos en los precios,² pues, siendo la oferta monetaria elástica como ahora lo era, sería absurdo seguir explicando los movimientos de precios únicamente por las condiciones que determina esa oferta. Además de este hecho, Wicksell se percató de que había variaciones cíclicas en los precios, las cuales ocurrían sin que existiera una evidente modificación en la cantidad circulante de moneda, fenómeno que tampoco explicaba la teoría cuantitativa y que por cierto omitía el papel que desempeñaba el crédito en la actividad económica.

La percepción de ambos fenómenos fue, de acuerdo a James (1998), lo que hizo que Wicksell se preguntara “si en vez de considerar las variaciones de las cantidades de moneda como causas de las [variaciones] de los precios no deberían considerarse esos dos tipos de variaciones (las de crédito y la estacionalidad), como dependientes de un solo factor, que sería la tasa de interés”. Estas relaciones claramente hablan de un desequilibrio económico y de un desequilibrio monetario.

Ya que nos hemos percatado que existe una relación de desequilibrio monetario la pregunta ahora es ¿cómo podríamos llegar a un equilibrio monetario? ¿qué instrumento nos puede ayudar a procurar el equilibrio monetario? La respuesta que nos ofrece Wicksell es que se puede lograr como resultado de igualar dos tasas de interés: la tasa natural y la tasa monetaria.

2. Tasa de interes natural y tasa de interes monetaria

Los conceptos de tasa natural y tasa monetaria fueron introducidos por Knut Wicksell en su obra “Interest and Prices” de 1898; en el que analiza el caso hipotético de una economía en el que las transacciones se realizaban a través de depósitos bancarios (economía de crédito puro) y donde estos no tenían la obligación de convertirlos en su equivalente en metales preciosos.³

Para Wicksell el equilibrio monetario tenía tres condiciones que lo definían, además de una hipótesis importante:

- La igualdad entre la tasa natural y la tasa monetaria

$$i_n = i_m$$

² Admitía la teoría cuantitativa y su lógica explicativa cuando la oferta monetaria estaba principalmente representada por el oro y la plata, admitiendo que los movimientos en los precios estaban determinados por la variación del oro y la plata en circulación.

³ Debemos señalar también la influencia que la escuela austriaca tuvo en su concepción de capital, influencia que lo lleva a considerar la pertinencia de determinar el interés en un estado estacionario.

- La igualdad entre el ahorro y la inversión

$$S = I$$

- La estabilidad en el nivel de precios

$$\dot{P} = 0$$

La hipótesis es que las variaciones en la tasa natural no son correspondidas de manera inmediata por cambios similares en la tasa monetaria, en otras palabras, los bancos se encuentran rezagados respecto a las variaciones en la tasa natural, tardan en ajustar las tasas generando un proceso acumulativo de los precios. Esta es la razón por la cual Solís (1999:55), de manera atinada, señala que: “la tasa de interés natural representa el rendimiento obtenido por el capital real y desempeña el papel de pivote en el proceso acumulativo”.

Ya hemos utilizado los conceptos de tasa natural y tasa monetaria, pero hasta este punto no los hemos definido. Para fines de este ensayo y en palabras breves, de acuerdo a Tobón (2008), la tasa natural podría definirse (a la manera austriaca del capital) con lo que conocemos como “la productividad marginal física de los factores del proceso indirecto de producción”⁴ mientras que la conceptualización de la tasa monetaria podemos entenderla como la tasa que se paga (y que pagan) los bancos por la inversión de un capital en un determinado tiempo, razón por la que muchos la interpretan como “el precio del dinero”.⁵

El desacoplamiento entre los niveles de la tasa de interés natural y tasa de interés monetaria que se describieron previamente sugiere un desequilibrio en la economía. Una explicación a este fenómeno podría ser que viene dado principalmente por cambios en las variables reales como la innovación tecnológica que trae consigo una mejora en la productividad,⁶ aunque como lo señala León León (2002), para el caso particular de Wicksell se plantea que los desequilibrios pueden tener su raíz en perturbaciones monetarias.

Cabe ahora preguntarse ¿qué hay de las tres condiciones previas que señalamos anteriormente? ¿Cómo se relacionan en nuestro análisis? Las tres condiciones se encuentran más

⁴ Josefina León (200) hace una reflexión importante y que bien vale la pena comentar a este respecto cuando se refiere a la idea de que este tipo de tasa no necesariamente es un magnitud observable para todos por igual, pes puede estar en función del cálculo individual de cada productor y/o consumidor.

⁵ Aunque no es el tema principal de este ensayo, es importante señalar que esta tasa es un ponderador de riesgo financiero y que hay toda un desarrollo alrededor de este tema, Wikipedia, de manera concisa, hace referencia a que “la tasa de interés es el precio del dinero, el cual se debe pagar/cobrar por tomarlo prestado/cederlo en préstamo en una situación determinada”.

⁶ La innovación tecnológica y su relación con la productividad está bien documentada a lo largo de distintos ensayos y esta puede darse ya sea por productividad laboral a través de una mejor organización del trabajo o en la productividad factorial dada por una nueva máquina más eficiente en el proceso de producción.

íntimamente relacionadas entre ellas de lo que podría parecer en un principio. Procuraré dar una ejemplificación sencilla.

Si de inicio hacemos el supuesto de que la primera condición se cumple (la igualdad en las tasas), podríamos considerar que esto significa que las empresas no encontrarán incentivos para modificar su nivel de producción, pues no existiría un beneficio “real” positivo para cambiar de posición, lo cual a su vez se manifestaría a través del nivel de inversión y ahorro global, que vendrían dadas en la misma proporción (segunda condición) y por lo tanto manteniendo los niveles de precio (tercera condición) sin mayores perturbaciones.

Con la ejemplificación que acabamos de desarrollar en el párrafo precedente podemos darnos una idea de la importancia que las tasas de interés tienen para la economía, pues su nivel será el que coordine las decisiones de ahorro para los hogares y de inversión para las empresas. Desafortunadamente en la mayoría de las ocasiones no se presenta una relación de igualdad entre la oferta y demanda de crédito.

3. El desequilibrio de las tasas

Pensemos en los dos escenarios de desequilibrio posibles.

Primero nos preguntamos ¿Qué pasaría en este esquema si la tasa natural de interés se encontrara por debajo del nivel de la tasa monetaria de interés?

$$\mathbf{a) } i_n < i_m$$

Lo que este escenario nos plantea es una situación en la que las empresas tienen una expectativa de ganancias escasas, mínimas o incluso nulas. En tal situación sería lógico pensar que las empresas se encuentran desmotivadas para llevar a cabo su producción incluso dentro de lo que se podría considerar como “normal”, paralizando a la economía en su conjunto y poniéndola en graves aprietos.

La situación planteada no está alejada de la realidad, existe evidencia sobre los desequilibrios que se producen en la economía cuando el consumo se reduce, esto no significa otra cosa más que la población deja de comprar, por lo que las empresas elevan sus stocks y al no vender no generan ganancias, se vuelven por lo tanto insolventes para pagar sus compromisos y más renuentes para financiarse, pues saben que de hacerlo y de no mejorar las condiciones, su posición sería aun más comprometedor.

Parece claro ver que cuando hay crisis en una economía las expectativas de ganancia de las empresas se ven afectadas, con lo que los planes de inversión también se ven alterados. No está de más recordar el hecho de que durante la última crisis estadounidense el gobierno devolvió parcialmente impuestos con el fin de incentivar el consumo y con ello evitar que las empresas tuvieran expectativas de ganancias escasas. En una situación de este tipo cabría esperar que se presentara acompañada de una disminución en la demanda de crédito, presio-

nando con esto a la tasa monetaria a una reducción similar, aunque este movimiento de tasas no es en ningún momento inmediato.

Ahora pasemos al otro escenario posible y nos preguntamos ¿Qué sucedería si por el contrario la tasa de interés natural fuera superior a la tasa de interés monetaria?

$$\mathbf{b) } i_n > i_m$$

En este caso ocurre justo lo contrario que en la primera situación, las empresas tienen expectativas de ganancias elevadas por lo que se encontrarán motivadas a expandir sus inversiones, esto se traduce en una mayor demanda de ahorro (crédito). Los bancos al darse cuenta de este fenómeno reaccionarán elevando las tasas monetarias hasta el punto que lleguen a su estabilidad (que reiteramos ocurre con cierto rezago permitiendo un proceso acumulativo).⁷

78

En este tipo de desequilibrio las empresas tienen un ritmo elevado de acumulación de capital, misma que no puede sostenerse de manera prolongada y puede ocasionar burbujas financieras que al momento de romperse puede dejar a muchas empresas en una situación difícil para solventar sus créditos. Esta situación tampoco es ajena a la realidad, durante la crisis financiera de México en 1995, muchas empresas se vieron en grandes problemas financieros al haber tenido expectativas falsas sobre el crecimiento económico del país y contratando créditos que los absorbieron durante la crisis. Más de un empresario apostó por el crecimiento económico sostenido (sobre todo por la entrada de México al TLCAN) y la bonanza aparente para contratar créditos incluso en dólares. La tasa natural parecía favorable para contratar créditos con tasas monetarias accesibles, sin embargo, como muestra la historia, ese escenario estuvo alejado de la realidad.

Wicksell encontraba que las peripecias de la política monetaria eran los principales provocadores del desequilibrio entre tasas. Las cuestiones no son menores para el banquero central de cualquier país, quien debe estar muy pendiente de la situación y de las expectativas de las familias y empresas en el corto, mediano y quizás en el largo plazo. Las lecturas erróneas y/o las malas decisiones respecto a este tema pueden ser catastróficas para la economía de cualquier país. Si suponemos que el banco central entra en una política restrictiva del crédito, o bien que por alguna razón exista un pánico en los ahorradores que no deseen hacer uso de sus fondos prestables a pesar de las tasas existentes, puede provocar un alza de la tasa de interés monetaria por encima de la tasa de interés real, desincentivando con esto las nuevas inversiones y poniéndole un freno a la economía.

⁷ En este aspecto nos detendremos un poco más adelante cuando toquemos el tema del proceso acumulativo.

Si suponemos ahora que en una economía en la que la tasa natural es alta por una especulación de alza de precios (con la consecuente perspectiva de ganancias elevadas para las empresas) y el banco central no identifica estas señales entrando en una política expansiva de crédito, lo que se espera que pase es que la tasa monetaria tenderá a bajar aún más, haciendo la brecha entre tasas aún más grande y elevando las inversiones (es una descripción del panorama b)) con las consecuencias que planteamos en la parte superior.

Revisemos brevemente el efecto que estos desequilibrios tienen en los niveles de precios. Habíamos mencionado que una igualdad en las tasas conduciría a un equilibrio en el nivel de precios, de manera lógica podemos considerar que la diferencia conduciría a una variación en dicho nivel.

En un primer momento supongamos que $i_n > i_m$. Entonces se esperaría que las inversiones se incrementaran por encima de la oferta disponible, las empresas y sus trabajadores encontrarían que los ingresos se incrementan,⁹ lo cual se traduce en un incremento de demanda de mercancías y una posible inflación, con lo que es probable que se entrara en una espiral inflacionaria la cual no se detendrá sino hasta que la tasa monetaria suba al nivel suficiente para contrarrestar ese efecto de espiral inflacionario. Si por el contrario la situación es que $i_n < i_m$, la desmotivación que esto trae para las nuevas inversiones hace disminuir el nivel de ingresos, con lo que los precios sufrirían de una presión a la baja, desalentando aún más la economía y entrando en deflación, esto también hasta el punto que la tasa natural de interés regresara al nivel necesario para detener este pernicioso efecto.

Conclusiones

A través del ensayo hemos revisado solo una pequeñísima parte del pensamiento y aportaciones a la teoría cuantitativa de Knut Wicksell. Huelga decir la enorme importancia que sus contribuciones tienen para el diseño de la política monetaria de cualquier país, sin que esto signifique que sea la única manera de enfocar estas cuestiones. Existen otras corrientes de pensamiento que difieren de la idea aquí expresada, pero debido a que no eran motivo de disertación en este momento no fueron revisadas.

Cabe señalar que aunque existen trabajos empíricos que han tratado de modelar el comportamiento de la economía de un país como consecuencia de las variaciones en los distintos instrumentos monetarios y financieros como las tasas de interés, sus resultados siguen siendo motivo de debate debido a las múltiples conductas y formas de respuesta ante los cambios en los contextos macroeconómicos.

⁸ No hay que olvidar que una de las razones para que la tasa de interés natural sea alta respecto a la monetaria puede deberse a una innovación que permita mejorar la productividad y con ello el ingreso.

Bibliografía

- Blaug, Mark (1986), *Great Economists before Keynes: An Introduction to the Lives and Works of One Hundred Great Economists of the Past*, Cambridge University Press, New York. Pp. 272-75.
- James, Émile (1998). *Historia del pensamiento económico del siglo XX*, Fondo de Cultura Económica, México.
- León León María Josefina (2002). “Análisis crítico del planteamiento del problema de la neutralidad: Wicksell, Hayek y Patinkin”, *Análisis Económico*, No. 36, Segundo semestre de 2002 Vol. XVII PP. 107-142.
- Tobón, Alexander (2008). “Intereses y precios: Keynes en tradición cuantitativa de Wicksell”, *Ecos de Economía*, No. 26. Medellín, abril de 2008, pp 109-128.
- Wicksell, Knut (1893) *Value, capital and rent*, Augustus M. Kelley–Publishers, New York, USA, 1970.