

LA VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN DE DINERO EN EL ECUADOR

Moncayo José¹, González Manuel²

Resumen. *El presente documento ilustra la relación a largo y corto plazo que tiene la Velocidad de Circulación de Dinero con otras dos variables económicas tales como: el nivel de ingresos reales (PIB Real, 1975), y la Tasa de Interés de los Bancos Privados. Para esto se realizó el análisis de Cointegración de las Variables y el Método de Corrección de Errores. Los resultados muestran la existencia de una relación de largo plazo para las variables mencionadas, y los valores obtenidos para los coeficientes son similares a los obtenidos para otras economías.*

Palabras Claves: Dinero, tasas de interés, ingreso real, PIB.

1. INTRODUCCIÓN

En estos tiempos el uso del dinero está muy difundido, tanto así que la economía de un país o de una familia depende de cómo se administre este bien. Algo que puede ayudar a darle un mejor manejo al dinero es conocer sus propiedades. Una de estas es la Velocidad de Circulación del mismo, la cual se define como el número de veces, en promedio, que una unidad monetaria circula en el mercado, o la tasa a la que cambia de manos cierta cantidad de dinero; relacionados estos dos conceptos con el número de transacciones que se realiza con una cantidad de dinero determinada en un periodo de tiempo dado.

La formulación y análisis de la velocidad de circulación de dinero se desprende de la clásica ecuación de Fisher (1922), la cual explica a dicha variable en términos del nivel de precios, el PIB Real y el agregado monetario. Bajo esta igualdad se encontrará una aproximación conveniente que permita explicar a la Velocidad de Circulación de Dinero en términos del ingreso real y el costo de oportunidad por mantener el dinero en efectivo, medido por la tasa de interés.

No se han encontrado investigaciones referentes a este tópico que hayan sido realizados en Ecuador, pero sí en otros países. Para México, Liquitaya y Álvarez (1998) desarrollaron un estudio de este tipo, en el cual se dedujo una aproximación de la Velocidad de Circulación del Dinero en México, en términos del PIB y las Tasas de Interés del mismo país en el que se obtuvo los resultados deseados y consistentes con otras investigaciones relacionadas con este tema.

Otra investigación fue hecha en España por Carreras (2002), en la cual se hizo un análisis exhaustivo de la velocidad de circulación de dinero de ese país en relación con otras

variables económicas, en la cual se logró realizar comparaciones entre el comportamiento de las series a largo y corto plazo.

Este documento pretende deducir una aproximación de la Velocidad de Circulación de Dinero, apoyándose en la función de demanda de saldos monetarios nominales con base en la especificación de Cagan (1956). Y encontrar estimaciones consistentes con la economía ecuatoriana, utilizando técnicas econométricas.

Esta aproximación ayudará a encontrar una relación a largo plazo entre las variables de estudio, utilizando el análisis de Cointegración, para luego determinar cuánto afecta cada shock a corto plazo mediante el modelo de Corrección de Errores.

Se puede decir que los resultados obtenidos son confiables ya que están en armonía con los supuestos hechos al inicio. En el desarrollo de este documento se encontrará un análisis detallado de cada uno de los pasos realizados así como la explicación de todos los resultados obtenidos, permitiendo observar la aplicación de las técnicas desarrolladas en la economía de nuestro país.

2. MARCO TEÓRICO

Básicamente el análisis de la Velocidad de Circulación de Dinero se desprende de la teoría cuantitativa del dinero expresada en la clásica ecuación de cambio de Fisher (1922), la misma que al ser expresada en términos de la velocidad queda:

$$V = \frac{PY}{M} \quad (1)$$

Es decir, la Velocidad de Circulación del Dinero en términos del ingreso real (Y), nivel de precios (P) y el agregado monetario (M). Para encontrar la ecuación fundamental del estudio es necesario definir la función de demanda de saldos monetarios nominales con base en la especificación de Cagan (1956), quien plantea la demanda de dinero de la siguiente manera:

$$M^d = (Y^b e^{-cR})P \quad (2)$$

¹José Luis Moncayo Carrera, Ingeniero en Estadística Informática;
(e-mail: jmoncayo273@hotmail.com).

²Manuel González A., MSc. en Economía, Profesor ICHE-ESPOL.

Esta ecuación explica a la demanda agregada de dinero en términos del ingreso real, que la afecta positivamente (a mayor ingreso es necesario más dinero para realizar transacciones), las tasas de interés (a mayores tasas de interés se incrementa el costo de oportunidad de mantener dinero en efectivo) y en nivel de precios (a mayores precios, mayor será la cantidad de dinero necesaria para realizar la misma cantidad de transacciones). Al suponer equilibrio en el mercado de dinero, esto es, que la oferta M es igual a la demanda de dinero M^d , se reemplaza la ecuación (2) en (1), y al realizar las simplificaciones respectivas se tiene la siguiente expresión:

$$v = (1 - b)y + cR \quad (3)$$

donde las letras minúsculas denotan a los logaritmos naturales de las respectivas variables expresadas en mayúscula; es decir, finalmente se representó la velocidad de circulación de dinero en términos del ingreso real (ambos en logaritmos) y las tasas de interés.

La proporción en que el ingreso real afecta a la velocidad de circulación del dinero depende de la elasticidad de la demanda de dinero con respecto al ingreso. La teoría postula que ésta es igual a la unidad ($b=1$), lo que implicaría que los cambios en el ingreso real no afectan a la velocidad de circulación del dinero (v). No obstante, si dicha elasticidad es menor a la unidad ($0 < b < 1$), se tendría que v se eleva al aumentar el ingreso real.

Respecto a las tasas de interés (R), se puede decir que un incremento de ésta hace que disminuya la demanda de saldos reales y , por ende, aumente v . Sin embargo, la evidencia observada en varios países permite establecer que la elasticidad o la semielasticidad de la demanda de saldos reales respecto a la tasa de interés es baja (resultando en algunos casos estadísticamente no significativa), debido a esto se puede esperar que el valor de c también esté entre 0 y 1. En este caso c es el parámetro de la semielasticidad de la velocidad de circulación del dinero respecto de la tasa de interés, por tanto, estima los cambios porcentuales en v originados por las variaciones absolutas en R .

Desde un punto de vista econométrico, se asume el axioma de especificación correcta, en el que las series económicas son no aleatorias y sólo el término error contiene propiedades estadísticas. Sin embargo, la metodología econométrica moderna reconoce que las propias series económicas contienen propiedades estocásticas, y este hecho debe traer consigo el empleo de diversos métodos y aplicaciones según un marco más general.

3. METODOLOGÍA

Una vez obtenida la ecuación fundamental de la investigación, es necesario encontrar la relación a largo plazo entre las variables de estudio. Para esto se utilizará el análisis de Cointegración de las series, el cual consiste en tener una combinación lineal estacionaria de variables aleatorias no estacionarias.

Existen dos métodos de Cointegración: El método de Johansen (1988) y el de Engle – Granger (1987). Esta investigación utilizará las dos técnicas. La primera para demostrar que existe al menos una ecuación de Cointegración y la segunda para estimar la ecuación más importante en el estudio.

Para comenzar con el análisis se requiere que todas las variables tengan el mismo orden de integración, es decir, el mismo número de veces que se debe diferenciar una serie no estacionaria para que se convierta en estacionaria.

Para aplicar el método de Johansen se debe seguir tres pasos: El primero consiste en estimar dos sistemas de ecuaciones auxiliares: la primera regresión es un vector autorregresivo (VAR) para Δy_t (donde y_t es un vector que contiene a las variables del estudio: logaritmo de la velocidad de circulación del dinero, logaritmo del ingreso real y las tasas de interés)¹. La segunda ecuación que se estima tendrá las mismas variables exógenas que la primera, pero la variable endógena será la serie sin diferenciar. Una vez estimados los parámetros de las regresiones auxiliares se debe almacenar los vectores residuales debido a que éstos serán de gran utilidad para el siguiente paso del método.

Para el segundo paso se debe calcular la matriz de varianzas y covarianzas de los vectores residuales obtenidos en las regresiones auxiliares del primer paso del test para calcular la siguiente matriz:

$$\sum vv^{-1} \sum vu \sum uu^{-1} \sum uv \quad (4)$$

Donde $\sum uu$, $\sum vv$; representan la matriz de varianzas covarianzas de los vectores residuales de la primera y segunda regresión respectivamente, y $\sum uv$ es la matriz de covarianzas entre los mismos vectores. De allí se debe calcular los valores propios de la matriz (4).

Con los valores propios ordenados $\lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_h$ de la matriz (4), y aplicando el test de Máxima Verosimilitud, se debe determinar cuántas ecuaciones de Cointegración existen. Si las series cointegran, la teoría indica que para este caso no debe existir más de dos vectores de Cointegración linealmente independientes.

El tercer paso de Johansen consiste en estimar los vectores de Cointegración utilizando los valores y

¹ El VAR es estimado con el número óptimo de rezagos.

los vectores propios de la matriz (4), así como también los parámetros de las regresiones auxiliares estimadas en el primer paso.

Esta investigación presenta la estimación de la primera ecuación de Cointegración utilizando la metodología de Engle – Granger, la cual consiste en estimar la ecuación de estudio por el método de mínimos cuadrados y comprobar que los residuos son estacionarios.

Una vez estimados los parámetros de la ecuación de Cointegración se puede observar la relación existente a largo plazo entre las variables de estudio.

Otro análisis de interés entre las series es determinar la relación a corto plazo existente, es decir, qué porcentaje se corrige en cada período de estudio cuando hay algún desajuste con respecto a la tendencia de largo plazo. Para esto se utilizará el método de corrección de errores, el cual sigue el siguiente proceso:

Primero se calcula el vector de residuos de la ecuación de Cointegración, una vez calculado dicho vector se pasa a estimar el VAR que se presenta a continuación:

$$\Delta Y_t = -\gamma w + \sum_{i=0}^{n-1} \zeta_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (5)$$

Donde Y_t es el vector de las variables que participan en la Cointegración y w es el vector de residuos de la ecuación de Cointegración.

4. ANALISIS DE DATOS

El análisis de las series de estudio se dividirá en dos partes: La primera parte presentará el análisis descriptivo de las series, y la segunda parte determinará el orden de integración de las mismas, condición necesaria para realizar los modelos de Cointegración.

Análisis Descriptivo.- A continuación se presentan los resultados del análisis de las principales estadísticas descriptivas de todas las variables que intervienen en el estudio, según se detalla a continuación.

Tabla I
La velocidad de circulación de dinero en el Ecuador
Estadística Descriptiva

	PIB (millones de sucres de 1975)	Tasa de Interés	LVEL
Media	47229.07	29.75%	1.1247
Máximo	59189	64.07%	1.497
Mínimo	35779	6.3%	0.6157
Desv. Std	7119.765	15.16%	0.2813
Volatilidad	0.15	0.5	0.2501

Un hecho que interesa conocer es si las series son estacionarias, y de no serlo, determinar el orden de integración de cada una de ellas, la siguiente tabla presenta los resultados de realizar el test de raíces unitarias de

Phillips – Perron de las series sin diferenciar y diferenciadas una vez, donde la hipótesis nula indica la existencia de raíz unitaria en la serie y la hipótesis alterna se especifica en la misma tabla.

Tabla II
La velocidad de circulación de dinero en el Ecuador
Test de Phillips Perron

Serie	Hipótesis Alterna (H1)	Test PP		Valor crítico	
		LVEL	D(LVEL)	1%	5%
Serie	• Estacionaria con constante	-1.33189	-10.45	-3.50	-2.89
	• Estacionaria con tendencia e intercepto	-1.99486	-10.42	-4.06	-3.46
	• Estacionaria sin intercepto ni constante	1.87932	-9.89	-2.58	-1.94
Serie		LPIB	D(LPIB)		
	• Estacionaria con constante	-1.0699	-6.83	-3.5	-2.89
	• Estacionaria con tendencia e intercepto	-2.4354	-6.80	-4.06	-3.46
• Estacionaria sin intercepto ni constante	1.5548	-6.71	-2.58	-1.94	
Serie		INT	D(INT)		
	• Estacionaria con constante	-1.7620	-10.82	-3.50	2.98
	• Estacionaria con tendencia e intercepto	-3.0352	-10.74	-4.06	-3.46
• Estacionaria sin intercepto ni constante	0.2816	-10.73	-2.58	-1.94	

La Tabla II presenta los valores del estadístico del test de raíces unitarias en la doble columna denominada test PP para cada una de las series, sin diferenciar y diferenciadas una vez. En esta tabla se puede apreciar que las serie no son estacionarias, ya que al comparar el estadístico de prueba de cada una de las series sin diferenciar con los valores críticos del test, arroja en todos los casos un valor de probabilidad p mayor que 0.05, es decir no se rechaza la hipótesis nula que indica la existencia de raíz unitaria, y por ende que la serie es no estacionaria. El paso siguiente es diferenciar las series hasta que sean estacionarias para conocer el grado de integración de las mismas.

Si se observa el valor del estadístico de prueba para cada una de las series diferenciadas y se los compara con los valores críticos del test se nota que para todos los casos presentados el valor de probabilidad p de la prueba es menor que 0.01, esto permite concluir que todas las serie diferenciadas son estacionarias; es decir el orden de integración de las series presentadas es 1. Con este análisis se puede concluir que las series de estudio tienen el mismo orden de integración, y por lo tanto es posible realizar el análisis de cointegración.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez que se ha realizado el análisis de cada variable, es importante identificar las relaciones existentes entre ellas. Para ello se debe emplear métodos econométricos de tal manera que se puedan explicar los comportamientos económicos en modelos matemáticos y obtener conclusiones basadas en el análisis estadístico.

Es necesario primero recordar la ecuación que explica la velocidad de circulación del dinero en términos de la tasa de interés y el ingreso real, la cual es:

$$v_t = (1 - b)y_t + cR_t \quad (6)$$

Según el análisis realizado anteriormente se espera que la elasticidad - ingreso de la demanda de dinero sea igual a la unidad ($b = 1$), lo que implicaría que los cambios en el ingreso real no afectan a la Velocidad. No obstante, si dicha elasticidad es menor a la unidad ($0 < b < 1$), se tendría que la velocidad aumenta al aumentar el ingreso real.

En cuanto a la tasa de interés, un incremento de ésta, hace que disminuya la demanda de saldos reales y por ende aumente la velocidad de circulación, pero como ya se mencionó, la experiencia de varios países permite establecer que la elasticidad o la semielasticidad de la demanda de saldos reales respecto a las tasas de

interés es baja por lo cual se espera ($0 < c < 1$). Para sustentar este análisis económico se aplicará el análisis de Cointegración de las series.

Una de las condiciones requeridas para iniciar el análisis de Cointegración es que las series tengan el mismo orden de integración y, mediante el análisis de la sección anterior, se obtuvo dicho resultado. Por ende se puede comenzar aplicando el test de Johansen para determinar si las series realmente cointegran y, a su vez, cuántas ecuaciones de Cointegración existen.

Siguiendo los pasos requeridos del test de Johansen, es decir, realizar las dos regresiones auxiliares requeridas, calcular la matriz de varianzas y covarianzas de los vectores residuales de las regresiones descritas, y calcular los valores propios de la matriz (4) se obtuvo la siguiente tabla correspondiente al test de Máxima Verosimilitud

Tabla III
La velocidad de circulación de dinero en el Ecuador
Test de Máxima Verosimilitud

V. Propios	LR	5%	1%	Prueba
0.524453	40.84	24.31	29.75	Ninguna*
0.272757	25.72	12.53	16.31	Al menos 1*
0.079585	2.14	3.84	6.51	Al menos 2

La Tabla III presenta los resultados del test de Máxima Verosimilitud, el cual en la primera fila numérica contrasta la no existencia de alguna ecuación de Cointegración versus al menos 1. El contraste de la segunda columna es que existe una ecuación de Cointegración versus al menos 2, y así sucesivamente.

La primera columna de la Tabla 5 muestra los valores propios de la matriz (4), la segunda, los estadísticos de prueba cada test, la tercera, los valores críticos y la última, el resultado del test. El asterisco anuncia el rechazo de la hipótesis nula.

Si se analiza la primera fila de la Tabla III se puede notar que al comparar el estadístico LR con los valores críticos, arroja como resultado un valor de probabilidad p de la prueba menor que 0.01, lo cual indica el rechazo de la hipótesis nula, esto es, existe al menos una ecuación de Cointegración.

Continuando el análisis con la segunda fila, se observa el mismo caso de la primera, lo cual indica que existe al menos 2 ecuaciones de Cointegración, y analizando la tercera fila se nota que el test culmina, pues no se rechaza la hipótesis nula que indica la existencia de 2 ecuaciones de Cointegración. Es lógico dicho resultado, ya que la teoría indica que para este caso no puede haber más de dos ecuaciones de Cointegración.

Por lo tanto, del test de Johansen se puede concluir que las series sí cointegran. Es más, que existen dos ecuaciones de Cointegración. El siguiente paso es estimarlos mediante el test de Engle – Granger.

Al desarrollar el método de Engle – Granger, es decir, resolver la ecuación por mínimos cuadrados ordinarios se obtuvo el siguiente modelo:

$$v_t = 0.053y_t + 0.008R_t + 0.0077\tau \quad (7)$$

(0.00) (0.00) (0.00)

Valores p entre paréntesis

Se puede observar que los resultados cumplen con los supuestos iniciales, debido a que:

Lo ideal es que b sea uno (o $1 - b$ igual a cero), desarrollando el ejercicio con los datos correspondientes a la economía ecuatoriana se tiene que $1 - b = 0.947$ aproximadamente; es decir cumple con las expectativas dadas.

Con respecto al tipo de interés se mencionó que por lo general en otros países el aporte de esta variable es “pequeño”. Se puede notar que eso también se cumple en la economía ecuatoriana, ya que el coeficiente es 0.008.

La variable correspondiente a la tendencia (τ) es necesaria ponerla en el modelo, debido a que es una variable relevante y su exclusión hace que los estimadores de los parámetros pierdan las propiedades de insesgaredad; aunque su aporte en el modelo es poco, su presencia hace que los estimadores sean confiables.

Principalmente al observar los valores p (dados entre paréntesis) de la regresión (7) se puede notar que las variables son significativas debido a que sus coeficientes son estadísticamente distintos de cero.

Del test de Johansen se tuvo como conclusión que las series cointegraban, y al realizar el análisis de estacionariedad de la serie correspondiente a los residuos de la regresión (7) se concluyó que ésta es estacionaria, esto permite concluir, por el método de Engle – Granger que las tres variables cointegran.

Una vez calculada la ecuación de Cointegración, el siguiente paso a desarrollar consiste en encontrar el modelo de corrección de errores, para determinar si existe una relación a corto plazo entre las variables. Al estimar el modelo se obtuvo la siguiente regresión.

$$\Delta v_t = 0.013 - 0.3263w + 0.2718\Delta v_{t-1} \quad (8)$$

(0.003) (0.00) (0.011)

Valores p entre paréntesis

Donde w es la serie residual rezagada un periodo de la regresión (7) del modelo de Cointegración. Para el método de Corrección de Errores se pide que la serie residual sea significativa en el modelo y que su residuo sea ruido blanco.

En cuanto a la primera condición, se nota en la ecuación (8) que la serie w es significativa en el modelo (valor p aproximadamente cero), y para la segunda condición se notó en el correlograma de la serie residual de (8), que los valores p de la prueba de Ljung – Box eran mayores que 0.01, esto permite concluir que existe suficiente evidencia estadística para decir que los residuos no están autocorrelacionados en algún orden.

Esto lleva a la conclusión que sí existe una relación a corto plazo entre las variables y que el modelo de corrección de errores está dado por la ecuación (8).

Del modelo de corrección de errores se observa que el coeficiente de la serie residual de Cointegración es -0.3263, lo cual significa que algún desajuste de la relación de largo plazo, representado en la ecuación de cointegración, se corrige cada trimestre (periodo del que fueron tomados los datos) en un 32.63%.

6. CONCLUSIONES

Cumpliendo con el objetivo de buscar una relación a largo y a corto plazo para las variables económicas: PIB Real, Velocidad de Circulación de Dinero y Tasa de Interés, a fin de explicar el comportamiento de la Velocidad de Circulación de Dinero, se puede concluir que:

1. Las tres series económicas del estudio son cointegradas de orden 1.
2. Existen dos ecuaciones de Cointegración entre las variables de estudio y la tendencia, esto quiere decir que dichas variables tienen una relación de equilibrio a largo plazo.
3. Una representación de la Velocidad de Circulación de Dinero queda en términos del PIB Real (con un coeficiente de 0.053), de las Tasas de Interés (0.008) y la tendencia (0.0077).
4. La serie residual de la ecuación de Cointegración es estacionaria.
5. Existe un modelo de corrección de errores para la primera ecuación de Cointegración.
6. Algún desajuste de largo plazo entre las variables de estudio, se corrige en un 32.63% cada trimestre.
7. Las estimaciones son congruentes con la teoría postulada, esto permite concluir que la aplicación de técnicas econométricas en este modelo para la economía ecuatoriana es correcta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 **CARRERAS A.** (2000), "*La velocidad de circulación de dinero En España*", www.econ.upf.es/docs/seminars/carreras.pdf (diciembre 2002)
- 2 **CHUMACERO, RÓMULO.** (Junio 2000), "*Se Busca Una Raíz Unitaria: Evidencia para Chile*", *Estudios de Economía*. Vol. 27, N°1, , pp. 55-68.
- 3 **GREENE.,** (1997). "*Análisis Económico*", Editorial Pearson educación. Tercera edición.
- 4 **JOHNSTON, J., DINARDO, J.** (1997). "*Econometric Methods*", Editorial Mc. Graw Hill,
- 5 **HAMILTON, JAMES D.** (1994). "*Time Series Analysis*", Princeton University Press.
- 6 **SOREN JOHANSEN.** (Junio – Septiembre 1988). "Statistical Analysis Of Conintegration Vectors". *Journal of Economic Dynamics and Control* 12, 231 – 54.
- 7 **ENGLE, ROBERT E. Y CLIVE W. J GRANGER.** (Marzo 1987). "*Cointegration And Error-Correction: Representation, Estimation, And Testing*". *Econometrica* 55, 251 – 76.
- 8 **FISHER, IRVING.** (1922). "*The Purchasing Power Of Money*". Macmillan. New York,. First Edition: 1911.
- 9 **CAGAN, PHILLIP.** (1856). "*The Monetary Dynamics Of Hyperinflation.*" Milton Friedman, ed., *Studies in the Quantity Theory of Money*. Chigago, III.: University of Chicago Press, pp 25 – 120.
- 10 **ECONOMÍA TEORÍA Y PRACTICA.** (1998). "*La velocidad de circulación del dinero en México: Un Análisis de Cointegración*". Liquitaya J. Alvarez M. <http://www.azc.uam.mx/publicaciones/etp/num9/a3.htm> (noviembre 2002)
- 11 **BANCO CENTRAL DEL ECUADOR.** "*Información Estadística Mensual*"