

Escenarios de Equilibrio Dinámico para la Evolución de las Tasas de Interés en el Ecuador

Jimmy Barrera¹, Fernando Guerrero²

Resumen: El presente trabajo compara escenarios de equilibrio dinámico de las tasas de interés en el Ecuador desde el año 1993 hasta el año 2004, considerando dos comportamientos, antes y después de la dolarización, que son descritos mediante un modelo lineal a un retardo, utilizando técnicas de sistemas dinámicos aplicadas a las tasas de interés activas y pasivas referenciales expresadas en términos de la inflación; trabajando con los siguientes índices $TA=(\text{tasa activa referencial})/\text{inflación}$ y $TP=(\text{tasa pasiva referencial})/\text{inflación}$ se calculan los parámetros cuantitativos que determinan y comparan comportamientos cualitativos del sistema formado por estos índices. Además se consideran las reacciones del modelo frente a perturbaciones endógenas, y a perturbaciones exógenas provocadas por medio de la simulación se analizan. De este análisis tenemos que la elasticidad de las tasas de interés de la época en sucres no era tan sensible como lo es ahora en dólares, donde por cada punto de aumento en la tasa pasiva, se tiene un incremento de más del doble en la tasa activa; asimismo la diferencia entre las tasas pasivas y activas con respecto a la inflación, ha aumentado en más de la mitad al pasar de un sistema financiero a otro.

Palabras claves: Sistema dinámico, equilibrio dinámico, sistema financiero.

Abstract: The present job compares sceneries of dynamic equilibrium of financial rates in Ecuador from years 1993 to 2004 considering two behaviors before and after the dolarization that they are described by a lineal model with one lag, using dynamic techniques applied to rates of interest referential active and passive expressed in terms of inflation; dealing with indexes $TA=(\text{active referential rate})/\text{inflation}$ y $TP=(\text{passive referential rate})/\text{inflation}$ they would be calculated qualitative parameters that determine and compare qualitative behaviors from the obtained system formed by these indexes. Although it is considered the reaction of the model versus randomized endogens perturbations and exogens perturbations made by an induced simulation are analyzed. From this analysis we get that rate elasticity in the time of sucres wasn't so sensible as it is nowadays, where for every point that passive rate become increased, active rate will get more than the double points; in like manner the difference between passive and active rates with regard to inflation, have been increased in more than a half in order to change from one financial system to another.

Keywords: Dynamic System, dynamic equilibrium, financial system.

1. INTRODUCCIÓN

Desde cuando se inició el uso del dólar como moneda oficial, una de las principales interrogantes era saber si las tasas de interés se mantendrían estables con respecto al costo del dinero.

En este contexto, podría preguntarse si este sería estable, las variaciones en las tasas pasivas afectan las variaciones de las tasas activas. Si se considera que la dolarización debiera mejorar la situación financiera del país, podría preguntarse si la estabilidad de las tasas de interés que se alcanzaría sería mejor que en la época del sucre. Teniendo lo anterior como referencia, el objetivo de este trabajo es comparar la estabilidad de la razón entre las tasas activas y pasivas (elasticidad) en la época de sucres y la

¹ Ingeniero en Estadística Informática 2005, e-mail: jimmy_ba37@hotmail.com

² Director de tesis, Matemático, Facultad de Ciencias EPN, 2000, Master en Matemáticas IMPA, 2000, Profesor de la ESPOL desde 2000. e-mail: alex_fernad@yahoo.com

época de dólares, así como su diferencia respecto a la inflación (spread real).

Esto presume la existencia de un punto de equilibrio y el comportamiento en los diferentes escenarios de equilibrio. Por lo que se presentarían interrogantes del tipo: ¿En dolarización hay escenarios de equilibrio donde la elasticidad de las tasas de interés son mejores que las que tenía el país en sucres? ¿Son estos escenarios estables frente a perturbaciones endógenas propias de la economía local y a las perturbaciones exógenas sobre las que no se tiene control? ¿Al cambiar de moneda se esperaría que la elasticidad entre las tasas activas y pasivas sea menor que en la época de sucres? La metodología a utilizar es determinación de órbitas o trayectorias de las tasas de interés con respecto de la inflación para la selección del modelo, una vez hecho esto se obtiene de la matriz de coeficiente el establecimiento de escenarios y el punto de equilibrio del sistema económico formado, para luego proceder al análisis de estabilidad de los escenarios obtenidos.

Esto se lo realiza estimando los coeficientes del modelo lineal del sistema, estableciendo el punto de equilibrio, la elasticidad y el spread en el mismo, los vectores propios de la matriz determinan los escenarios de equilibrio, y sus valores propios sirven para obtener los exponentes de Lyapunov con lo cual se mide la estabilidad frente a perturbaciones endógenas, mientras que la estabilidad frente a perturbaciones exógenas se la mide mediante simulaciones estadísticas de estos exponentes. Por medio de los resultados cuantitativos obtenidos, se logra responder interrogantes de orden cualitativo sobre la estabilidad de los escenarios, su elasticidad y spread real.

2. METODOLOGIA

Consideremos la siguiente ecuación autónoma a diferencias, representada por el modelo lineal para variables macroeconómicas

$$x_{t+1} = Ax_t + b_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

donde:

x_t : vector de las variables macroeconómicas en el instante t .

A : matriz de transición de las variables económicas del período t al período $t+1$.

b_t : vector constante de desplazamiento del sistema.

ε_t : perturbaciones exógenas aleatorias (ruido) con factores no lineales en el tiempo t .

El equilibrio de un modelo es donde el sistema se mantiene en reposo, sin considerar las perturbaciones aleatorias. El estado de equilibrio está determinado por el vector x^* con el cual se satisface que

$$f(x^*) = x^*$$

Si x^* se interpreta como un estado de equilibrio, esto significa que si el sistema está en x^* , si no hubiese las perturbaciones aleatorias. Podemos suponer que $x^*=0$, ya que de no ser así bastaría con introducir nuevas coordenadas en R^2 : $x' = x - x^*$, en las cuales f tiene como punto de equilibrio al origen de coordenadas. Y, si las soluciones que son cercanas permanecen así en todo su trayectoria en el tiempo.

Suponiendo por un momento que los factores endógenos son los únicos que actúan sobre el modelo (1), se tiene

$$f(x) = Ax_t + b_t \quad (2)$$

con lo cual se obtiene:

$$x^* = (I-A)^{-1} \cdot b \quad (3)$$

Para definir qué es la estabilidad del equilibrio necesitamos saber qué sucede considerando las perturbaciones con la variable a través del tiempo. Si la variable en el tiempo tiende hacia el valor de equilibrio, decimos que está en equilibrio estable. Si la variable se aleja del punto de equilibrio entonces decimos que es inestable.

Las propiedades cualitativas de estabilidad e inestabilidad del punto de equilibrio se las puede expresar cuantitativamente, a través de los vectores propios de la matriz

Jacobiana, $J_f(x^*)$, en el punto de equilibrio de los modelos. De aquí se obtiene que si los módulos de los valores propios son menores que 1, el estado de equilibrio es estructuralmente estable; si por el contrario los módulos de los valores propios son mayores que 1, el estado es estructuralmente inestable.

Si consideramos el modelo (1), el Jacobiano es la matriz A , lo que indica que $J_f(x)$ no depende del vector x y por lo tanto tampoco del estado de equilibrio x^* . Al elegir el modelo (1), toda la estabilidad del conjunto de soluciones para sus estados de equilibrio queda limitado a los valores propios de la matriz A , por consiguiente $J_f(x^*)=A$. Para que exista el estado de equilibrio se necesita que los valores propios λ_i sean diferentes de 1, esto es viable ya que la posibilidad de que λ_i sea uno es casi nula.

Un escenario invariante E_λ es un escenario que permanece en el tiempo, el cual está determinado por los vectores propios y caracterizado por los valores propios asociados. Para determinar si el escenario es expansivo o contractivo en tiempo, se puede considerar su valor propio. En el caso de que el valor propio asociado al escenario invariante sea real, el escenario está determinado por la dirección de ξ_λ , donde ξ_λ es el vector propio. Por otra parte, si λ es complejo, el escenario es el plano.

Es difícil comparar los escenarios estables ($0 < |\lambda| < 1$) con los inestables ($|\lambda| > 1$) ya que sus rangos no son comparables directamente. El exponente de Lyapunov definido como $L = \ln |\lambda|$ nos permite comparar distintos tipos de escenarios, si $L < 0$ es estable, si $L > 0$ es inestable. Con el uso del exponente de Lyapunov, se puede medir la estabilidad que se produce por las fuerzas endógenas inherentes. Los exponentes de Lyapunov se comparan, si ambos son negativos, se los contabiliza determinando el porcentaje de ocurrencia con respecto al total de perturbaciones. De manera similar se procede para el caso en el que la suma de ambos exponentes es negativa. En el primer caso se determina que tan estructuralmente estable es el sistema, es decir, el porcentaje en que las

perturbaciones se contraen hasta desvanecerse en todas direcciones; y en el segundo caso cuantas veces estas perturbaciones se disipan globalmente, lo que se denominará estructuralmente disipativo.

En el caso de las fuerzas exógenas se puede utilizar la simulación de los coeficientes la matriz A por medio del muestreo con reposición. Para poder medir el comportamiento estructural, simularemos las perturbaciones utilizando el método de muestreo con reposición denominado bootstrap, generando M muestras de tamaño n ($M > n$), con M lo suficientemente grande; en la muestra seleccionada se calcula el promedio de los exponentes de Lyapunov, que resulten de las matrices afectadas por las perturbaciones, se consideran los exponente de Lyapunov de estos valores promedios para cada muestra y con el total de estos exponentes resultantes se procede al análisis.

3. ANÁLISIS DINAMICO DE LA ELASTICIDAD DE LAS TASAS DE INTERES

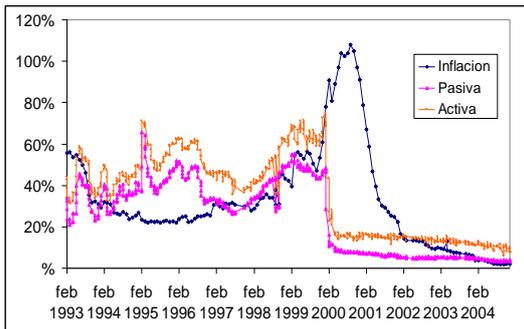
Consideramos las tasas activas, tasas pasivas e inflación, medidas semanalmente en sucres en el período desde febrero de 1993 hasta diciembre del 2004, tomadas de las publicaciones del Banco Central del Ecuador.

Un análisis previo determinó que incluyendo los períodos febrero de 1993 hasta junio del mismo año, y desde abril del 2000 hasta enero del 2002, producía resultados incoherentes indicando que el valor en el estado de equilibrio de la inflación sería superior a la tasa activa, esto no se daría en una economía real que se desarrolla normalmente donde la relación de la tasa activa con respecto a la inflación es superior a 1, por lo que estos datos no se consideraron en el estudio

Debido a que los datos de la inflación son mensuales, se tuvo que interpolar la inflación en forma lineal durante las semanas del mismo mes. En la Fig. 1 podemos notar que la inflación alcanzó un máximo en septiembre del 2000 con un

valor de 107,9%, mientras que la tasa pasiva tuvo su mayor valor en febrero de 1995 y la activa en enero de 2000; notamos que las tasas tuvieron un comportamiento similar a lo largo del período, incluso cuando cayeron luego de pasar el país al sistema dolarizado, donde se dejó de publicar las tasas en sucres a partir de abril del año 2000.

Fig. 1
Escenarios de Equilibrio Dinámico para la Evolución de las Tasas de Interés en el Ecuador
Evolución temporal de las variables tasa activa referencial, tasa pasiva referencial e inflación.
Periodo febrero 1993 – diciembre 2004



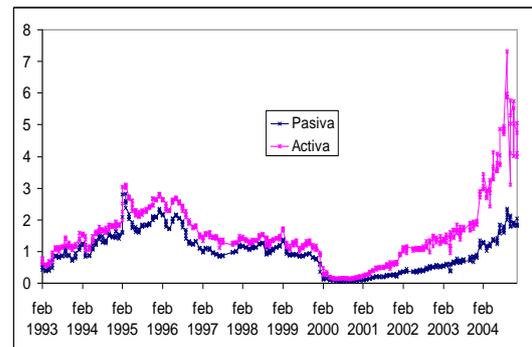
Estos datos de tasas de interés están influenciados por la inflación, por lo que trabajaremos con los índices $TA = (\text{tasa activa referencial})/\text{inflación}$ y $TP = (\text{tasa pasiva referencial})/\text{inflación}$, pues estas nuevas variables quedan corregidas con respecto al costo del dinero a través del tiempo. La Fig. 2 muestra, su evolución y comportamiento en el período de estudio

Notamos que el mayor valor de la variable TA se lo encuentra en la primera semana del mes de septiembre del año 2004 (7,30); y para la variable TP en la última semana del mismo mes. De igual forma notamos que el período comprendido entre abril del 2000 hasta febrero de 2002 corresponde a índices cuya inflación era mayor con respecto al valor de las tasas activas y las pasivas por lo que estos están por debajo de la unidad, especialmente para el caso de la tasa activa, lo que indicaría que por cada unidad inflacionaria se obtiene un rendimiento menor, esta es una razón por la cual se toman los valores a partir de febrero de 2002, donde la tasa de interés activa comienza a estar por encima de la unidad ofreciendo a la banca un rendimiento positivo con respecto al costo del dinero. Se

puede observar también que la diferencia entre ambas variables ha crecido de una manera desmesurada a partir de febrero del 2001 con la dolarización en marcha, mostrando una tendencia al alza cuando la inflación tendía a bajar.

Podemos disponer de los datos como un par ordenado (tasa pasiva referencial con respecto a la inflación, tasa activa referencial con respecto a la inflación) en un mismo período de tiempo. Esto es sumamente útil dado que, de esta forma, podemos poner en evidencia el comportamiento de este sistema de variables en el tiempo.

Fig. 2
Escenarios de Equilibrio Dinámico para la Evolución de las Tasas de Interés en el Ecuador
Evolución de las variables tasa activa y tasa pasiva referencial con respecto a la inflación en el tiempo.
Periodo febrero 1993 – diciembre 2004

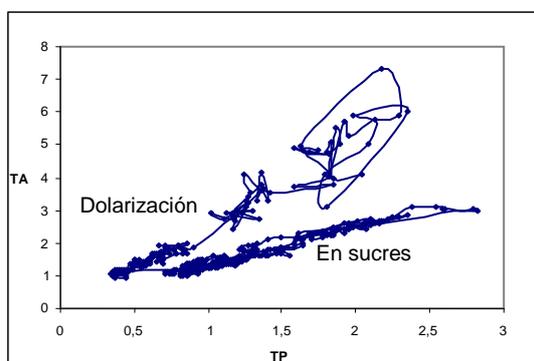


Graficando los índices de las variables TA y TP como un par ordenado, tenemos el gráfico de las trayectorias de las variables obtenemos lo que se puede apreciar en la Fig. 3, que nos muestra las trayectorias en el plano de fase, en el que se nota un comportamiento lineal y también un cambio de dirección cercano al origen, lo que indica un cambio de pendiente, por lo que separamos el análisis en dos períodos y se trata a cada uno como un sistema independiente del otro, denominando a uno en sucres y al otro dolarización o en dólares, aplicando el modelo (1) se obtiene la matriz A y el vector b.

De esta forma podemos calcular los coeficientes de los modelos de cada una de las épocas, observando que cada variable es afectada por sí misma en el tiempo inmediato anterior, como por la otra variable también en el período anterior.

Fig. 3

Escenarios de Equilibrio Dinámico para la Evolución de las Tasas de Interés en el Ecuador
Órbitas de tasa activa y tasa pasiva referencial con respecto a la inflación. Periodos junio 1993 – diciembre 1999 y febrero 2002 - diciembre 2004



Considerando lo expuesto anteriormente determinamos los coeficientes de los modelos que se muestran en la **TABLA I**. Los datos en esta tabla han sido dispuestos de tal forma que se pueda apreciar la matriz de coeficientes para cada uno de los períodos.

TABLA. I

Escenarios de Equilibrio Dinámico para la Evolución de las Tasas de Interés en el Ecuador

		A		b
		TP _t	TA _t	
Sucres	TP _{t+1}	0,7934	0,1645	-0,00595
	TA _{t+1}	0,0217	0,9657	0,02936
R ² = 0,968		P = 0,000		
Dólares	TP _{t+1}	0,9619	0,0021	0,0190
	TA _{t+1}	1,7674	0,2976	-0,0047
R ² = 0,923		P = 0,000		

Parámetros del Modelo $x_{t+1} = Ax_t + b_t + \varepsilon_t$ para los sistemas en sucres y dólares

En la **TABLA. I** podemos observar los resultados de los coeficientes de los sistemas económicos en sucres y en dólares, las variaciones de las tasas de interés hasta la época de sucres, estaban influenciadas por la misma variable en el período anterior con 0,7934 para la tasa pasiva, y 0,9657 para la activa con respecto a la inflación. No es el caso de la época en dólares donde la variable TA recibe la mayor contribución de parte de la variable TP en el período anterior (1,7674) y una contribución débil de sí misma (0,2976) pero TP se mantiene igual que en la época de sucres recibiendo

la mayor contribución de sí misma en el período anterior (0,9619). También podemos apreciar que el modelo es aceptable, pues los coeficientes R² son altos (0,968 y 0,923), y las probabilidades de la prueba F son significativas (0,000).

Consideremos la elasticidad de las nuevas variables, es decir, la elasticidad entre tasas E de interés que resulta del cociente (TA/TP), entonces simplificando tenemos que $E = (Tasa Activa / Tasa Pasiva)$; y el spread respecto de la inflación $S = (TA - TP)$, como la diferencia entre las tasas de interés activa y pasiva sobre la inflación. Calculando entonces el punto de equilibrio en ambos sistemas refiriéndonos a la ecuación (3), tenemos los valores de la elasticidad y spread en el punto. Esto lo muestra la **TABLA II**.

TABLA. II

Escenarios de Equilibrio Dinámico para la Evolución de las Tasas de Interés en el Ecuador

	Sucres	Dólares
TP*	1,3201	0,5795
TA*	1,6936	1,4515
E*	1,28293	2,5047
S*	0,3735	0,8720

Indicadores para estados de equilibrio

En la **Tabla II** podemos ver que el equilibrio en sucres se daría cuando la tasa activa estaría por encima de la inflación en 69,36% y la tasa pasiva en 32,01%; podemos observar que en sucres la elasticidad en el punto de equilibrio indica que la tasa activa está por encima de la tasa pasiva en 28,40%. Mientras que el spread estaría por debajo de la inflación en 62,65%. En la época de dólares el equilibrio se da cuando la tasa activa estaría sobre la inflación en 45,15% y cuando la tasa pasiva esta 42,05% por debajo del valor de la inflación; vemos que la elasticidad en el punto de equilibrio indica que la tasa activa está por encima de la tasa pasiva en un 150%, lo cual es más alto que el obtenido en la época en sucres. Mientras que el spread con respecto a la inflación está por debajo en 12,80%, comparado con el de sucres, hay un incremento de 50 puntos porcentuales.

Si deseamos establecer una relación entre la variación con respecto al punto de equilibrio entre las variables TA y TP se considera el radio variacional, $\Delta TA/\Delta TP$, con $\Delta TA=TA-TA^*$ y $\Delta TP=TP-TP^*$; se lo calcula con la razón entre los componentes del vector propio del estado de equilibrio para la matriz asociada a cada sistema. Mientras que el exponente de Lyapunov establece que tan estable es el escenario, el radio variacional nos indica si este tipo de escenario ofrece un comportamiento en la variación de las proporciones acorde con la realidad. Los escenarios invariantes de sucres y dólares así como los exponentes de Lyapunov indicando el tipo de escenario obtenido se muestra a continuación en la **TABLA III**.

TABLA. III
Escenarios de Equilibrio Dinámico para la Evolución de las Tasas de Interés en el Ecuador
Escenarios de equilibrio

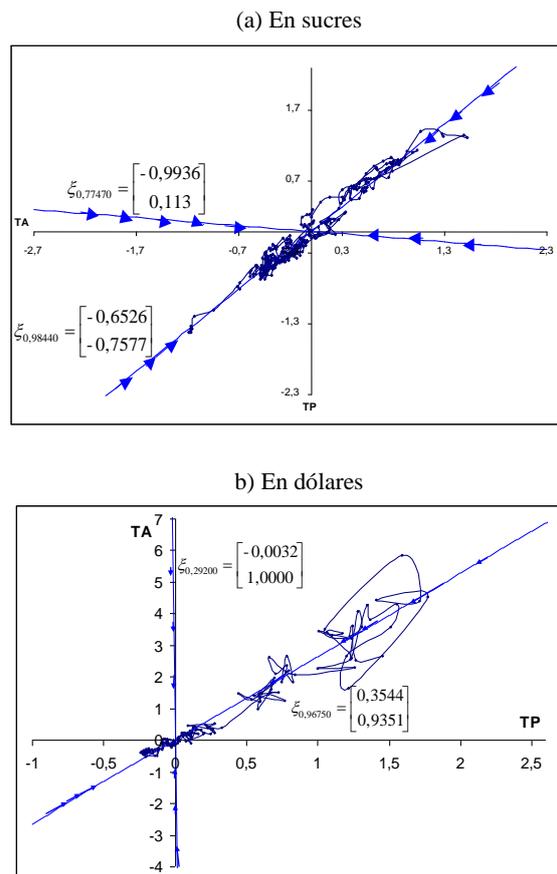
Escenarios	L	$\Delta TA/\Delta TP$	Tipo de Escenario
Sucres 1	-0,25527	-0,113727	Ideal Inverso
Sucres 2	-0,01572	1,16104	Real
Dólares 1	-0,0331	2,63854	Real
Dólares 2	-1,2311	-312,5	Ideal Inverso

De los escenarios en la época de sucres tenemos que el escenario sucres 1 es el escenario más estable (-0,25527) con un radio variacional de -0,113727 que indica que a cambios en la variación de tasas pasivas con respecto a la inflación del punto de equilibrio en una unidad, hará que la desviación de las tasas activas respecto a la inflación varíe en 0,1137 en sentido contrario, mientras que el escenario invariante de sucres 2 es menos estable (-0,01572), su radio variacional (1,16104) indica que a cambios en las desviaciones en la tasa pasiva con respecto a la inflación del punto de equilibrio en una unidad, las desviaciones en la tasa activa lo harán en 1,16104. Al escenario de sucres 1 se lo denominará ideal inverso, mientras que a sucres 2 se lo denominará real.

Por otra parte, el escenario de dólares 1 es el menos estable de los escenarios en dólares (-0,0331) y su radio variacional (2,63854) indica que los desviaciones en la

tasa pasiva con respecto al punto de equilibrio en una unidad, haría que la diferencia de las tasas activas del punto de equilibrio se incremente en 2,63854 veces, e este escenario se lo llamará real. El escenario dólares 2 es el escenario más estable los escenarios analizados (-1,2311) aunque su radio variacional es demasiado alto en sentido contrario (-312,5) indicando que a cambios mínimos en las desviaciones en la tasa pasiva con respecto a la inflación del punto de equilibrio, las desviaciones en la tasa activa son mucho mayores en sentido contrario, este escenario se llamará de tipo ideal inverso. En la Fig. 4 se puede visualizar las órbitas y los estados invariantes, tanto para sucres y dólares.

Fig. 4
Escenarios de Equilibrio Dinámico para la Evolución de las Tasas de Interés en el Ecuador
Estabilidad de las órbitas del sistema macroeconómico



Para las poder determinar el efecto de las perturbaciones exógenas se generan 10000 iteraciones por medio de la simulación en Matlab 5. Los valores de la matriz A obtenidos en la TABLA I van a ser afectados por las perturbaciones exógenas

tomadas con muestras de tamaño 5 de los errores del ajuste lineal mediante el muestreo ya descrito, para las tasas activas y pasivas referenciales con respecto a la inflación; por lo que el resultado son matrices de las que se obtienen los exponentes de Lyapunov para ambas épocas que sirven para construir la distribuciones estadísticas. Los resultados se muestran en la **TABLA IV**.

TABLA. IV
Escenarios de Equilibrio Dinámico para la Evolución de las Tasas de Interés en el Ecuador
Grado de estabilidad estructural de los estados de equilibrio contra perturbaciones exógenas

	<i>Estructuralmente Estable ($L_1, L_2 < 0$)</i>	<i>Estructuralmente Disipativo ($L_1 + L_2 < 0$)</i>
<i>Sucres</i>	63,30%	99,65%
<i>Dólares</i>	64,66%	98,46%

De aquí notamos que en ambas épocas su comportamiento es similar considerando que el estado de equilibrio es estructuralmente estable: 63,30% para sucres y 64,66% para dólares, lo que indica que no es muy estable ante estas las perturbaciones aleatorias; aunque en ambos casos los sistemas son altamente disipativos en sucres (99,65%) y en dólares (98,46%) a estas perturbaciones.

4. CONCLUSIONES

1. Considerando las tasas con respecto a la inflación, en sucres tenemos que la tasa pasiva recibe la mayor contribución de la misma variable en el período anterior (0,7934) y la tasa activa también recibe la mayor contribución de la misma variable (0,9657). En dólares la tasa pasiva recibe la mayor contribución de la misma variable en el período anterior (0,9619), mientras que con la tasa activa sucede lo contrario ya que no recibe mayor contribución de la misma variable en el período anterior (0,2976), que es aportada por la tasa pasiva (1,7674). Lo que muestra un cambio en el comportamiento de las tasas con respecto a la inflación a partir de la dolarización.
2. Los resultados en sucres muestran que en el estado de equilibrio; la tasa pasiva estaría por encima de la tasa activa en 28,4%, mientras que su spread con respecto de la inflación sería de 37,18%.
3. En el estado de equilibrio de la dolarización se tiene que existiría una mayor elasticidad, porque la tasa activa estaría por encima de la tasa pasiva en 150%, por otra parte, el spread con respecto a la inflación se incrementaría, hasta llegar a 87,20%, lo que significa un aumento de cincuenta puntos porcentuales que los obtenidos en la época de sucres.
4. En la dolarización se esperaría que la variación entre las tasas de interés fuera menor que antes, pero sucede lo contrario (1,28 en sucres contra 2,50 en dólares), y que la diferencia entre tasas con respecto a la inflación disminuyera, pero ésta se incrementó desfavorablemente para los ahorristas, pues sus tasas no logran minimizar el spread con respecto a la inflación (antes 0,3718 y ahora 0,8720). Considerando esto, en sucres los escenarios de equilibrio de la elasticidad de las tasas son mejores que en dólares.
5. La estabilidad de los sistemas frente a perturbaciones exógenas no es elevada pero se mantiene para ambas épocas (63,30% para sucres y 64,66% para dólares) con apenas un aumento aproximado del 1,3% en la época dolarizada. Ambos sistemas son altamente disipativos a estas perturbaciones (99,65% en sucres y 98,46% en dólares). Esto nos indica que los escenarios no son tan estables frente a perturbaciones exógenas aunque su efecto sea disipado globalmente.
6. En la época de sucres se podía tener una elasticidad no tan sensible a la variación entre las tasas de interés, que en una economía estable como la dolarizada resulta negativo para el financiamiento al tener por cada

punto en las tasas pasivas un incremento de más del doble en tasas activas, en este aspecto, los escenarios de equilibrio en sures son mejores que los de dólares.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. J. Barrera, “Escenarios de Equilibrio Dinámico para la evolución de las Tasas de Interés en el Ecuador”. (Tesis, Instituto de Ciencias Matemáticas, Escuela Superior Politécnica del Litoral 2005)
2. Guerrero, Fernando. (2005). “Estabilidad de escenarios de equilibrio dinámico de la apertura comercial, de Colombia, Perú y Ecuador”, Matemática: Una publicación del ICM, Instituto de Ciencias Matemáticas ESPOL. Vol. 3, No 1
3. F. De la Cruz, Estabilidad de sistemas lineales, “Análisis de sistemas lineales continuos en el espacio de estado” (UNEPA Antonio José de Sucre, Junio 1998)
4. Boyce William E. - DiPrima Richard, (4ta edición Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera), Editorial Linusa.
5. Pérez López César, Técnicas de Muestreo Estadístico Teoría práctica y aplicaciones informáticas, RA-MA Editorial.
6. Dirección General de Estudios (Información Estadística mensual, Guayaquil, Banco Central del Ecuador, enero 2005)
7. Biblioteca del INEC (Boletín anual de índices de precios al consumidor, Guayaquil, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, febrero 2005)