Modelos Markov con Probabilidades de Transición Variantes: Una Aplicación al Análisis de Crisis Cambiarias

Alberto Humala

XXIV Encuentro de Economistas

Gerencia de Estudios Económicos

13 – 15 Diciembre

Motivación

- Presiones devaluatorias generan:
  - Incrementos discretos del tipo de cambio,
  - Pérdidas de reservas internacionales, o
  - Aumentos importantes de la tasa de interés de corto plazo local (y su diferencial con la tasa equivalente extranjera)

- Las interrelaciones entre estos movimientos permiten identificar episodios de ataques especulativos
  - Comportamiento es distinto ante mayor volatilidad en los mercados financieros
  - Información financiera puede alertar sobre presiones cambiarias

- Las intervenciones en el mercado cambiario se justifican para limitar volatilidad
  - Son necesarias?
  - Alteran la distribución probabilística del tipo de cambio?

Objetivo

- Evaluar empírica y simultáneamente:
  - la presencia de presiones cambiarias y
  - sus determinantes
- Sobre la base de información de los mercados financieros: variaciones en
  - el tipo de cambio
  - las reservas internacionales y
  - los diferenciales de tasas de interés

Literatura Relacionada

- Hamilton, James (1989, 1994)
  - Cambios de régimen Markov
- Diebold, Lee y Weinbach (1994)
  - Cambios de régimen Markov con PTVT
- Martínez, María (EE, 2002)
  - Simultánea identificación de cambios de régimen y determinantes de crisis cambiarias

Modelo de Cambios Markov

- La relación entre las variaciones en el tipo de cambio, las reservas internacionales y las tasas de interés (diferenciales) están sujetas a cambios de régimen si los parámetros que la representan cambian de acuerdo a qué estado o régimen prevalece en el sistema financiero en cada período:
  - Los agentes financieros conocen en qué momento ocurre el cambio de régimen pero el investigador no

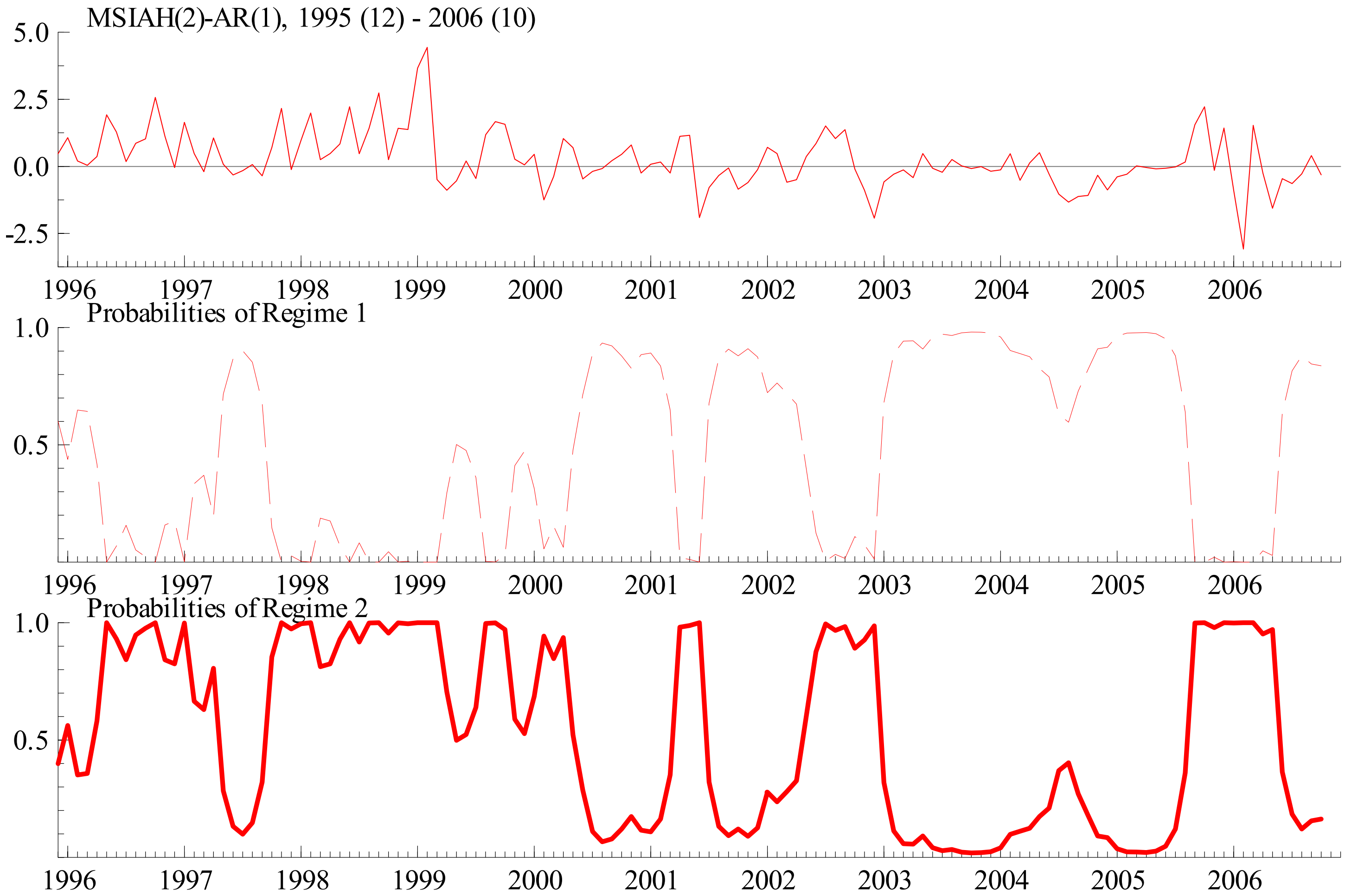
- VAR con cambios de régimen: MS-VAR

$$y_t = v(s_t) + \sum_{j=1}^{p} A_j(s_t) y_{t-j} + u_t$$

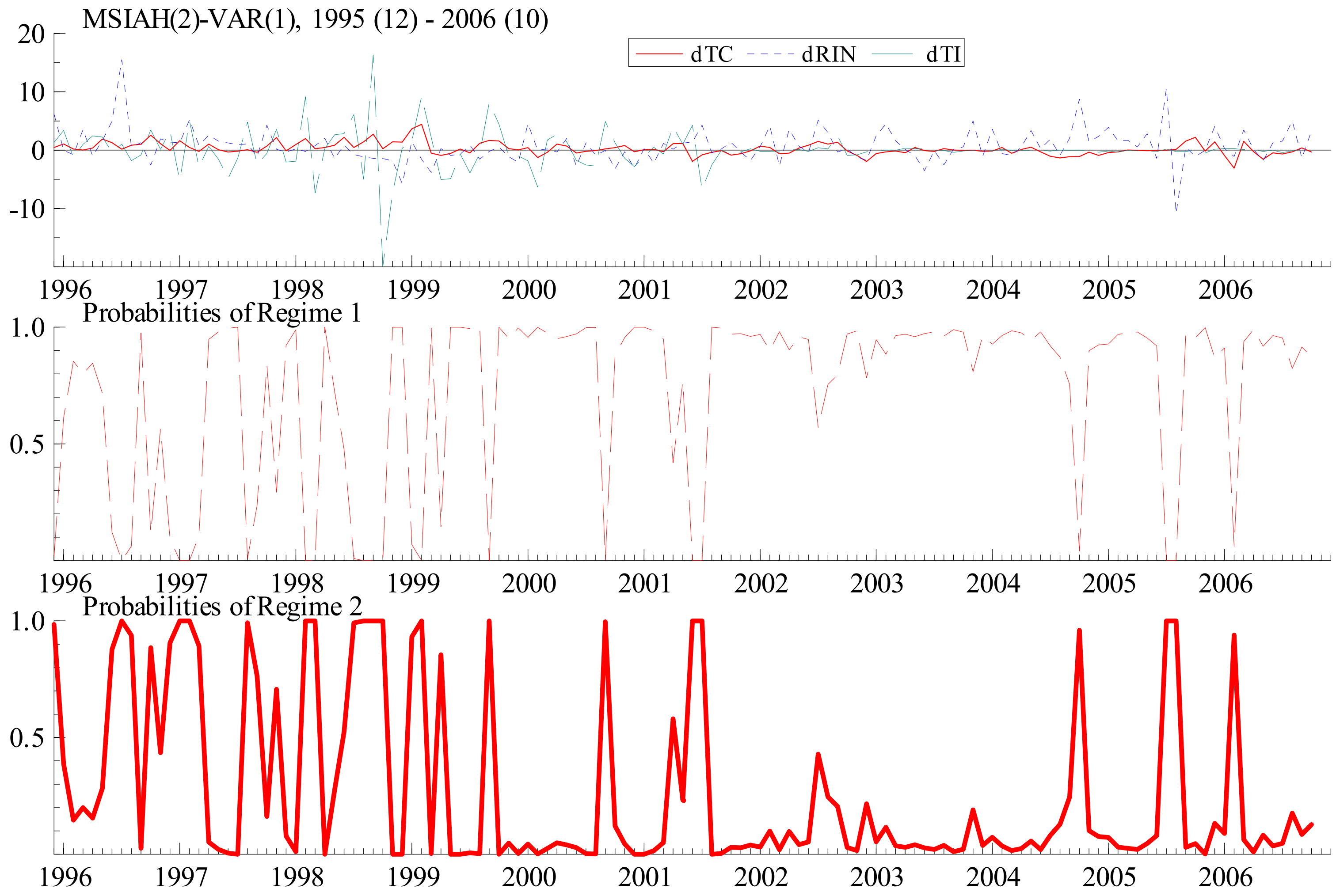
$u_t \sim \mathrm{NID}(0, \Sigma(s_t))$ $\quad\quad$ $s_t = 0,\ 1$ no es observable

$$\Pr(s_{t+1} = j \mid s_t = i) = p_{ij} \qquad \sum_{j=0}^{M} p_{ij} = 1 \, \forall i, j \in \{0,1\}$$

Presiones Cambiarias: MS-AR



Presiones Cambiarias: MS-VAR



Clasificación Régimen Volátil

1995:12 - 1995:12

1996:6 - 1996:8
1996:10 - 1996:10
1996:12 - 1997:3

1997:8 - 1997:9
1997:11 - 1997:11

1998:2 - 1998:3
1998:6 - 1998:10

1999:1 - 1999:2
1999:4 - 1999:4
1999:9 - 1999:9

2000:9 - 2000:9

2001:4 - 2001:4
2001:6 - 2001:7

2004:10 - 2004:10

2005:7 - 2005:8

2006:2 - 2006:2

MS-VAR con PTVT

$$\Delta e_t = c_{s_t}^{\Delta e} + \alpha_{s_t}^{\Delta e}[\Delta e_{t-1}] + \delta_{s_t}^{\Delta e}[\Delta rin_{t-1}] + \gamma_{s_t}^{\Delta e}[\Delta di_{t-1}] + \sigma(s_t) u_t^{\Delta e} \quad (1)$$

$$\Delta rin_t = c_{s_t}^{\Delta rin} + \alpha_{s_t}^{\Delta rin}[\Delta e_{t-1}] + \delta_{s_t}^{\Delta rin}[\Delta rin_{t-1}] + \gamma_{s_t}^{\Delta rin}[\Delta di_{t-1}] + \sigma(s_t) u_t^{\Delta rin} \quad (2)$$

$$\Delta di_t = c_{s_t}^{\Delta di} + \alpha_{s_t}^{\Delta di}[\Delta e_{t-1}] + \delta_{s_t}^{\Delta di}[\Delta rin_{t-1}] + \gamma_{s_t}^{\Delta di}[\Delta di_{t-1}] + \sigma(s_t) u_t^{\Delta di} \quad (3)$$

¿Como endogenizar las PTVT?

Probabilidades de Transición VT

Probabilidades de transición variantes son funciones logísticas de:

$$x_{t-1}^{'}\beta_i \qquad \text{i = 0, 1}$$

x_{t-1} es un vector (*k x 1*) que contiene variables económicas/financieras que afectan las probabilidades de transición entre regímenes

$$\beta = (\beta_0^{'}, \beta_1^{'})^{'}$$

(2k x 1) vector de parámetros que gobiernan las probabilidades de transición

Determinantes de las PTVT

Modelos de primera generación: los “fundamentals”

- Expansión del crédito interno
  - Moneda nacional
  - Moneda extranjera
- Balance comercial (M/X)
- Tipo de cambio real
- Déficit fiscal
- Desempleo (?)

Modelos de segunda generación: las expectativas

- Diferencial de tasas de interés

Matriz de Probabilidades de Transición

$$
\begin{array}{cc}
 & \text{Tiempo } t \\
 & \begin{array}{cc} \text{Estado 0} \qquad\qquad\qquad\qquad & \text{Estado 1} \end{array} \\
\text{Tiempo } t\text{-}1 \begin{array}{c} \text{Estado 0} \\ \\ \\ \\ \text{Estado 1} \end{array} &
\left[\begin{array}{c:c}
p_t^{00} & p_t^{01} = (1 - p_t^{00}) \\
P(s_t = 0 / s_{t-1} = 0, x_{t-1}; \beta_0) & P(s_t = 1 / s_{t-1} = 0, x_{t-1}; \beta_0) \\
\dfrac{\exp(x_{t-1}^{'}\beta_0)}{1 + \exp(x_{t-1}^{'}\beta_0)} & 1 - \dfrac{\exp(x_{t-1}^{'}\beta_0)}{1 + \exp(x_{t-1}^{'}\beta_0)} \\
\hdashline
p_t^{10} = (1 - p_t^{11}) & p_t^{11} \\
P(s_t = 0 / s_{t-1} = 1, x_{t-1}; \beta_1) & P(s_t = 1 / s_{t-1} = 1, x_{t-1}; \beta_1) \\
1 - \dfrac{\exp(x_{t-1}^{'}\beta_1)}{1 + \exp(x_{t-1}^{'}\beta_1)} & \dfrac{\exp(x_{t-1}^{'}\beta_1)}{1 + \exp(x_{t-1}^{'}\beta_1)}
\end{array}\right]
\end{array}
$$

Función de Verosimilitud de Datos Completos

Dado θ, el vector de todos los parámetros del modelo y asumiendo que y_t y s_t son observadas, la función de verosimilitud de datos completos está dada por:

$$f(\underline{y}_T, \underline{s}_T / \underline{x}_T; \theta) =$$

$$f(y_1 / s_1; \alpha) P(s_1) \prod_{t=2}^{T} f(y_t / s_t; \alpha) P(s_t / s_{t-1}, x_{t-1}; \beta)$$

La función logL de datos completos, sin embargo, no puede ser construida dado que s_t no es observable

Función de Verosimilitud de Datos Incompletos

La función logL de datos incompletos puede ser obtenida sumando sobre todos las posibles secuencias de estado y luego maximizando con respecto a θ

$$f(\underline{y}_T / \underline{x}_T ; \theta) = \log\left(\sum_{s_1=0}^{1} \sum_{s_2=0}^{1} \cdots \sum_{s_T=0}^{1} f(\underline{y}_T , \underline{s}_T / \underline{x}_T ; \theta) \right)$$

En la práctica, la construcción y numérica maximización de la función logL de datos incompletos es computacionalmente intratable porque s_t puede realizarse en 2^T diferentes combinaciones

Alternativamente, se utiliza y sugiere el algoritmo de Expectativas y Maximización (EM)

Estimación por Algoritmo EM

- Procedimiento estable y robusto para maximizar la función logL de datos incompletos vía maximización iterativa de la función logL de datos completos esperada, condicional a los datos observados:

1. Seleccionar $\theta^{(0)}$
2. Obtener $P(s_t = 1 / \underline{y}_T, \underline{x}_T; \theta^{(0)}) \forall t$

$$P(s_t = 0 / \underline{y}_T, \underline{x}_T; \theta^{(0)}) \forall t$$

$$P(s_t = 1, s_{t-1} = 1 / \underline{y}_T, \underline{x}_T; \theta^{(0)}) \forall t$$

$$P(s_t = 0, s_{t-1} = 1 / \underline{y}_T, \underline{x}_T; \theta^{(0)}) \forall t$$

* Sufijos cuentan iteraciones

Estimación por Algoritmo EM

$$P(s_t = 1, s_{t-1} = 0 / \underline{y}_T, \underline{x}_T; \theta^{(0)}) \forall t$$

$$P(s_t = 0, s_{t-1} = 0 / \underline{y}_T, \underline{x}_T; \theta^{(0)}) \forall t$$

- Usando P's construir: $E \log f(\underline{y}_T, \underline{s}_T / \underline{x}_T; \theta^{(0)})$

3. Establecer $\theta^{(1)} = \arg\max_{\theta} E\left[\log f(\underline{y}_T, \underline{s}_T / \underline{x}_T; \theta^{(0)})\right]$

4. Iterar hasta convergencia

Resumen Algoritmo EM

Paso 1: Supuesto inicial para el vector de parámetros

Paso 2: Parte de Expectativas (E).
Genera probabilidades del régimen suavizadas

Paso 3: Parte de Maximización (M).
Genera estimados actualizados de los parámetros

Paso 4: Criterio de convergencia

Resultados Preliminares

Variables	MSIAH(2)-VAR(1)					
	TC	t-stat	RIN	t-stat	Tasas	t-stat
Régimen 0						
Constante	0.128	1.00	0.62	2.44	-0.289	-1.25
TC			0.49	1.26	0.682	2.28
RIN					-0.350	-0.28
TC(-1)	0.268	2.46	-0.82	-2.13	-0.031	-1.27
RIN(-1)	-0.100	-2.27	0.02	0.16	0.030	0.29
Tasas(-1)	-0.030	-0.52	0.13	1.20	0.332	5.60
S.E.	0.667	4.57	3.97	5.15	1.575	5.10
Régimen 1						
Constante	0.197	0.30	1.99	0.77	1.759	0.96
TC			-0.91	-0.35	0.318	0.25
RIN					1.771	-0.32
TC(-1)	0.737	2.00	0.39	0.13	-0.198	1.95
RIN(-1)	0.027	0.12	-0.17	-0.33	-0.099	-0.32
Tasas(-1)	-0.100	-0.57	-0.23	-0.29	-1.392	-5.84
S.E.	1.082	1.64	15.97	1.46	6.490	1.19
PTVT	**Regime 0**		**Regime 1**			
Constante	-8.901	-0.53	39.35	0.37		
Crédito MN	0.065	0.12	-0.45	-0.16		
Crédito ME	0.360	0.56	1.42	0.49		
M/X	-3.877	-0.76	-16.61	-0.52		
TCR	0.121	0.94	-0.24	-0.29		
Déficit Fiscal	-0.001	-0.46	0.00	0.18		
Dif. Tasas	0.000	0.00	0.66	0.30		

Conclusiones

- Los modelos de cambios de régimen pueden identificar los episodios de presiones o crisis cambiarias sobre la base de información de los mercados financieros
- Los principales episodios estuvieron asociados a las crisis financieras internacionales (contagio?), pero no han sido los únicos
- Preliminarmente: no se encuentra evidencia empírica a favor de los modelos de primera generación de crisis cambiarias. Sin embargo, investigación en su fase inicial

Muchas Gracias!