



EL COLEGIO DE MÉXICO CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS

MAESTRÍA EN ECONOMÍA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ECONOMÍA

OFERTA Y RENDIMIENTO DE BONOS EN MÉXICO: ¿EVIDENCIA DE HÁBITAT PREFERIDO?

HIREPANN MANUEL PAREDES RODRÍGUEZ

PROMOCIÓN 2012-2014

ASESORES:

DR. ENEAS ARTURO CALDIÑO GARCÍA

DR. JOSÉ MIGUEL TORRES GONZÁLEZ

JUNIO 2014

A mis padres

A mi hermano

A mi esposa e hijo

Resumen

Recientemente se ha observado un comportamiento atípico de algunos bancos centrales, como la recompra de activos de largo plazo por la Reserva Federal de EUA. En México se han presentado dos episodios de gran colocación de deuda gubernamental de largo plazo: la sindicación de bonos (2010) y la incorporación al índice WGBI (2010). ¿Estos dos episodios de colocación de deuda de largo plazo tienen un efecto en la estructura temporal de tasas y, por tanto, en la economía en general en México?

La estructura temporal de tasas surge como un herramienta de gran importancia para los bancos centrales, quienes pueden estimular la economía, vía la inversión privada, al realizar compras de bonos gubernamentales de corto, mediano y largo plazo, lo que disminuiría las tasas de interés del respectivo vencimiento. Además, un marco teórico para entender lo anterior es el de Hábitat Preferido al identificar una relación entre el choque de oferta, los vencimientos y los rendimientos.

Se hace el ejercicio empírico de Greenwood y Vayanos (2013) para México. Se observa, para el periodo de 2000-2013, un aumento de 16 puntos base el rendimiento de los bonos de largo plazo al aumentar la oferta de bonos de largo plazo una desviación estándar. Para el caso del rendimiento esperado de los bonos de largo plazo, el aumento de la oferta de bonos de largo plazo se asocia con un incremento de 21 puntos base.

Índice General

Resumen	i
Índice General.....	i
Introducción.....	1
1 Marco Teórico detrás de la Estructura Temporal de Tasas de Interés	4
1.1 Base teórica	4
1.2 Alternativas Teóricas	4
1.3 Un Marco Teórico Actual	5
2 Literatura Internacional y Nacional sobre la Estructura Temporal de las Tasas de Interés	6
2.1 Literatura Internacional.....	6
2.2 Literatura Nacional	7
3 Mercado de Bonos: Contexto Mexicano.....	8
3.1 Breves comentarios	8
3.2 Características del Mercado de Renta Fija en México	8
3.2.1 Sindicación de bonos en México.....	9
3.2.2 Incorporación al WGBI.....	10
4 Marco Teórico del Hábitat Preferido	12
4.1 Oferta	13
4.3 Demanda.....	14
4.4 En el equilibrio	14
5 Datos	18
5.1 Una medida de la oferta.....	18
5.2 Rendimiento (yield) y Rendimiento Esperado (expected return).....	19
5.2.1 Rendimiento (yield).....	19
5.2.2 El rendimiento esperado (expected return).....	20
5.2.3 Variables Instrumentales	20
6 Algunos Hallazgos.....	22
6.1 Rendimientos.....	22
6.2 Rendimientos Esperados (expected return)	23
6.3 Variables Instrumentales.....	24
7 Consideraciones Finales.....	27
Bibliografía	29
Índice de cuadros.....	33
Índice de figuras.....	34
Apéndice A	35
Apéndice B	39

Introducción

Recientemente se ha observado un comportamiento atípico de algunos bancos centrales, como la recompra de activos de largo plazo por la Reserva Federal de EUA para estimular la economía ante la incapacidad del instrumento principal de la política monetaria, la tasa de interés de préstamos interbancario.

La estructura temporal de tasas surge como una herramienta de gran importancia para los bancos centrales, ya que en la economía los agentes (individuos, hogares, empresas, inversionistas, etc.) toman sus decisiones de ahorro, gasto e inversión en buena medida en función de las tasas de interés de corto, mediano o largo plazo. También es útil para las instituciones financieras al medir y valorar el riesgo de los diversos instrumentos. Además, otra ventaja del análisis de esta estructura temporal es que los bancos centrales pueden estimular la economía, vía la inversión privada, al realizar compras de bonos gubernamentales de corto, mediano y largo plazo, lo que disminuiría las tasas de interés del respectivo vencimiento.

Un marco teórico para entender numerosos episodios de mercado (programas de re-compras) de esta naturaleza (por ejemplo: la operación *Twist* durante 1962-1964¹ el programa de recompra en 2000-02 por la Tesorería de EUA² y los recientes programas de *QE* en EUA) es el de Hábitat Preferido, ya que se identifica una relación entre el choque de oferta, los vencimientos y los rendimientos. Cabe mencionar que estos episodios son difíciles de racionalizar bajo el marco teórico comúnmente utilizado en la estructura temporal de tasas, la Hipótesis de Expectativas, porque no se cumple que las tasas de interés de largo plazo sean iguales al promedio esperado de las tasas de interés de corto plazo futuras.

¹ Este fue un programa emprendido por el Tesoro de EUA y la Reserva Federal con el objetivo de reducir el vencimiento promedio de la deuda gubernamental (e.g., Modigliani and Sutch 1966, Ross 1966, Wallace 1967, Swanson 2011).

² En enero de 2000, la Tesorería anunció su intención de re-comprar bonos de largo plazo a través de una serie de subastas inversas. Dentro de tres fines de semana de este anuncio, los rendimientos del bono de 30 años cayó por 58 bps, su precio aumentó más que 10 por ciento (Vayanos y Villa, 2009).

Aún cuando el concepto de Hábitat Preferido es relevante en la práctica y fue propuesto más de medio siglo atrás, no se ha posicionado como la corriente principal; desafortunadamente se ha confinado a una discreta discusión académica por la ausencia de un marco teórico formal y por la discrepancia con la lógica de no-arbitraje³. Sin embargo, estudios recientes, como el de Vayanos y Villa (2009) revitalizan y colocan el punto de vista del Hábitat Preferido como marco de referencia actual.

Al respecto, es conveniente mencionar que existe una amplia colección de estudios empíricos sobre el mercado de renta fija y la estructura temporal de tasas en países desarrollados, principalmente en EUA. En contraste, para el caso de la estructura temporal de tasas el estudio no ha sido tan extenso en México. El estudio de Roldán (2013) encontró evidencia del efecto entre la oferta de bonos de largo plazo con los rendimientos y rendimientos esperados de los bonos de largo plazo. El presente estudio, complementa la robustez de las estimaciones al incluir variables instrumentales.

El presente trabajo se basa en dos importantes documentos, en el análisis empírico desarrollado por Greenwood y Vayanos (2013) y en el marco teórico de Vayanos y Vila (2009), este último utilizado por los primeros, para tratar de cuantificar las operaciones de mercado abierto no estándares que cambian el rendimiento en los diferentes plazos.

Los resultados, en algunos casos, se empalman con los obtenidos por Greenwood y Vayanos (2013). En el sentido económico, se observa que el aumento de una desviación estándar de la oferta de bonos de largo plazo es asociada a un aumento de 16 puntos base en el rendimiento de los bonos de largo plazo. Para el caso del rendimiento esperado de los bonos de largo plazo, el aumento de la oferta de bonos de largo plazo se asocia con un incremento de 21 puntos base.

Con el fin de contribuir al análisis sobre el mercado de renta fija y la estructura temporal de tasas en México, el presente documento presenta un marco teórico (Hábitat Preferido) y evidencia empírica para el caso específico de nuestro país. En el capítulo 2 se mencionará el marco teórico

³ Una versión extrema del punto de vista del hábitat preferido es que las tasas de interés de una determinada madurez evolucionan independiente de una madurez inmediata. Esto contradice el no-arbitraje, como señala Cox, Ingersoll and Ross (1985).

detrás de la estructura temporal de tasas. En el capítulo 3 se hablará sobre la literatura internacional y nacional de la estructura temporal de tasas y el mercado de renta fija. En el siguiente capítulo, se harán breves comentarios del mercado de renta fija en México. En el capítulo 5 se mencionará una extensión del modelo de Vayanos y Vila (2009) propuesto por Greenwood y Vayanos (2013). En el capítulo 6 se describirán los datos que se utilizan. En el penúltimo capítulo se mencionarán algunos hallazgos empíricos. Para concluir, se harán algunas consideraciones finales.

1 Marco Teórico detrás de la Estructura Temporal de Tasas de Interés

1.1 Base teórica

Comúnmente el marco teórico para explicar la estructura de tasas de interés es la Hipótesis de Expectativas (Fisher, 1930). La idea de esta hipótesis es que las tasas de interés de largo plazo son iguales al promedio esperado de las tasas de corto plazo futuras si las primas de riesgo son constantes y no existe predictibilidad en tasas de interés. Desde el punto de vista económico, a medida en que la economía transita a lo largo del ciclo económico, los cambios en la postura monetaria se ven reflejados en la pendiente de la estructura temporal de tasas de interés. Por lo que la tasa de interés de corto plazo, instrumento de política monetaria, afecta el largo plazo de la estructura temporal de tasas. Sin embargo, en la práctica se contradice esta teoría (Sargent, 1972, Litterman y Scheinkman, 1991, Piazzesi, Schneider, 2006 y Wachter, 2006).

1.2 Alternativas Teóricas

Ante la falta de evidencia empírica de la Hipótesis de Expectativas, surgen alternativas como la teoría de Portafolio Balanceado (e.g., Tobin 1958, 1969) y el Hábitat Preferido (e.g., Culbertson 1957, Modigliani y Sutch 1966). Tobin nos dice que los inversionistas -quienes enfrentan más riesgo- absorben un aumento en la oferta de bonos de largo plazo si son compensados con un aumento en tasas (largo vs. corto plazo).

En esa misma línea, Modigliani y Sutch (1966), son el punto de partida de los supuestos sobre los inversionistas de Hábitat Preferido, con preferencias por plazos específicos, y de las tasas de interés, que para un plazo dado, están influidas por los choques de demanda y oferta específicos a ese plazo. Ejemplos en el mundo real de inversionistas de Hábitat Preferido son: de largo plazo, los fondos de pensiones y las compañías de seguros, que prefieren tener bonos de largo plazo que coincidan con sus pasivos de largo plazo; de corto plazo, como fondos de inversión o *traders* de divisas que prefieren mantener un alto grado de liquidez en su portafolio. Este enfoque proporciona una razón fundamental para entender los efectos de la oferta en el mercado de renta fija sobre la estructura temporal de tasas: tema en este documento.

1.3 Un Marco Teórico Actual

Recientemente, la literatura de Hábitat Preferido fue revitalizada por el trabajo de Vayanos y Vila (2009), donde se modelan choques de demanda y oferta bajo libre arbitraje y reconocen la existencia de dos grupos de agentes; uno, conformado por inversionistas en el Hábitat Preferido, quienes tienen preferencias por un plazo, que afectan los factores de demanda y oferta que influyen los rendimientos de los bonos. El segundo grupo, conocido como arbitrajistas, que eligen un activo al hacer un *trade-off* entre el retorno esperado y su riesgo. La conducta del segundo grupo genera la condición de no-arbitraje relacionando los rendimientos entre los diferentes activos.

Vayanos y Vila (2009) muestran que, bajo cierto contexto, el impacto de la oferta sobre el rendimiento depende de la duración (choques de oferta absorbidos por los arbitrajistas), es decir existe una relación directa entre el riesgo total de la duración y la prima por plazo.

A pesar de los avances teóricos, los estudios de modelos de estructura temporal de Hábitat Preferido son mínimos por la falta de datos y por la complejidad del modelo de Vayanos y Vila (2009).

2 Literatura Internacional y Nacional sobre la Estructura Temporal de las Tasas de Interés

2.1 Literatura Internacional

La literatura internacional sobre el mercado de renta fija y la estructura temporal de tasas está recibiendo una oportuna atención. Después de la crisis financiera (hipotecaria) internacional de 2008, el comportamiento de los bancos centrales e inversionistas en el mercado de renta fija ha sido objeto de gran estudio.

El estudio de los efectos de la demanda y la oferta puedan tener consecuencias importantes en el mercado de renta fija y la estructura temporal de tasas ha sido tratado por varios autores: Modigliani y Sutch (1966), Ross (1966), Wallace (1967), Roley (1982), Bernanke, Reinhart, y Sack (2004), Kuttner (2006), Doh (2010), D'Amico y King (2010), Swanson (2011), Garbade y Rutherford (2007), Vayanos y Villa (2009), Greenwood y Vayanos (2010, 2013), Laubach (2009), Hamilton and Wu (2012), D'Amico et al. (2012), Guibaud, Nosbusch y Vayanos (2009), Greenwood, Hanson y Stein (2009), D'Amico y King (2013), Krishnamurthy y Vissing-Jorgensen (2011, 2012), y Gagnon et al (2011). Esta literatura ha ocupado un lugar destacado en la interpretación de los efectos en el balance del portafolio de las recientes políticas de *Quantitative Easing* de la Reserva Federal, en las que es típicamente discutido que las compras de la Reserva Federal por activos de largo plazo reducen la prima de riesgo del bono, es decir, esta literatura identifica un efecto causal de las correlaciones, las cuales se usan para inferir los efectos potenciales de los choques de demanda y oferta.

El caso de las estimaciones en el exceso de los rendimientos de los bonos de largo plazo, es decir, el aumento en el diferencial de tasas, ha sido tratado por: Fama y Bliss (1987), Campbell y Shiller (1991), Cochrane y Piazzesi (2005), Simón (1991,1994), Duffee (1996), Reinhart y Sack (2000), Dai y Philippon (2006) y Fleming (2002).

El estudio sobre el exceso de sensibilidad, es decir, la relación positiva entre la prima de riesgo y la pendiente de la estructura temporal de tasas de interés ha sido tratado por: Cochrane y Piazzesi

(2002), Gurkaynak, Sack, y Swanson (2005), Wachter (2006), Buraschi y Jiltsov (2007), Gabaix (2009), Xiong y Yan (2009), Fleming y Rosenberg (2007) y Hanson y Stein (2012)).

El caso de los rendimientos de largo plazo son excesivamente volátiles porque tienen una mayor sensibilidad a la prima de riesgo del bono ha sido estudiado por: Shiller (1979), Perli y Sack (2003) y Kuttner (2006), Lou et al. (2013).

El estudio sobre las implicaciones de un arbitraje limitado en los mercados de renta fija ha sido tratado por: Gabaix, Krishnamurthy y Vigneron (2007), Barberis y Shleifer (2003), Hamilton y Wu (2012), Pavlova y Rigobon (2008), Greenwood (2005), Li y Wei (2012), Hanson (2012), Malkhozov et al. (2013), Hong et al. (2013), Garleanu, Pedersen y Poteshman (2009), Greenwood y Vayanos (2013), y Vayanos y Villa (2009).

2.2 Literatura Nacional

En general el tema de la estructura de tasas de interés en México ha sido analizada a través del marco teórico de la Hipótesis de Expectativas. Aunque los estudios han sido pocos y los resultados modestos, la Hipótesis de Expectativas se rechaza en la práctica para el caso de México (García-Verdú, 2011; Reyna et al., 2008; y Castellanos, 2008).

Recientemente, se hizo un estudio con un marco teórico de Hábitat Preferido, y en particular una extensión del modelo de Vayanos y Vila (2009) para el caso de México por Roldán en el 2013 donde se obtuvieron algunos hallazgos en la materia, como la existencia de una relación entre un choque en la oferta de bonos de largo plazo y los rendimientos al vencimiento y los rendimientos esperados de los bonos de largo plazo.

3 Mercado de Bonos: Contexto Mexicano

3.1 Breves comentarios

En México se han emitido bonos cupón cero (Certificados de la Tesorería de la Federación, CETES), con vencimiento a 30 y 91 días⁴ desde el año 1978. Desafortunadamente, en la década de 1980, los hechos políticos y económicos, como la nacionalización de la banca⁵ y las grandes hiperinflaciones⁶ estancaron el mercado de renta fija. Para finales del siglo XX, con la autonomía del Banco Central de México (Banxico)⁷ y el régimen de flotación⁸ se propició el crecimiento de este mercado.

La estabilidad macroeconómica y el crecimiento económico guardan una relación estrecha con el desarrollo del sistema financiero⁹. En la última década no se presentaron episodios de inflación alta¹⁰ en México, explicado, en parte¹¹, por políticas prudentes. Por ejemplo, a partir del año 2008, por decreto presidencial, hubo austeridad en política fiscal, así como a partir del año 2005, Banxico, aunque no ha cumplido la meta de inflación, no se ha desviado en forma significativa (más de un dígito) de su objetivo de inflación (Figura 1).

3.2 Características del Mercado de Renta Fija en México

Hoy día se observa un sistema financiero: y de nuestro interés un mercado de renta fija, creciente y profundo, propiciado por el surgimiento de nuevos agentes (afores, aseguradoras, etc.) con

⁴ Ampliamente discutido, la estabilidad económica y política definen el devenir del mercado de renta fija, en tiempos de alta volatilidad e incertidumbre la ventada de los vencimientos no sobrepasa el año.

⁵ En 1982 José López Portillo decretó la nacionalización de la banca para detener la fuga de capitales.

⁶ Se presentaron hiperinflaciones de más de 2000 % anual.

⁷ Desde abril de 2000, el Banco de México es una institución autónoma por decreto presidencial.

⁸ A partir del 22 de diciembre de 1994 el régimen de tipo de cambio es de *libre flotación, FIX*.

⁹ La literatura en el tema sugiere que si los fundamentales de la economía son consistentes, existe una apertura, hay competencia y las bases legales son sólidas en el sector financiero, esto permite un sistema financiero eficiente. Por otro lado, si los agentes tienen mayor integración con el mercado financiero, estos acceden a deuda, que facilitan proyectos de inversión e impacta al crecimiento.

¹⁰ La inflación se caracterizó a partir del año 2001 como un proceso estacionario, es decir, fluctúa alrededor de su media (García-Verdú, 2011).

¹¹ Recordemos, que estamos en mundo globalizado, por lo que inferir que el marco local caracteriza un equilibrio podría ser un tanto inocente y aventurado.

preferencias por vencimientos de largo plazo, un “blindaje” ante fluctuaciones drásticas en el exterior, una economía estable, apertura en el mercado de capitales que facilita la inversión extranjera y la credibilidad, confianza e interés por deuda gubernamental de mediano y largo plazo.

El mercado de renta fija es joven en México, en parte por la estabilidad económica y la credibilidad que Banxico ha logrado en la última década, lo que proyecta un horizonte similar en el largo plazo. Razón por lo que es posible identificar un desempeño favorable en indicadores característicos de este mercado como el plazo promedio y su extensión, la composición y el tamaño de la deuda gubernamental. Primero, se ve un aumento en el plazo promedio de la estructura de deuda (duración) de medio año a 13 años. Segundo, se observa un incremento en la extensión en los plazos de los títulos, que paso de 552 días en enero de 2000 a 2,812 días en abril de 2014¹² (Figura 2), lo que beneficia al gobierno al reducir las presiones por el pago de la deuda, así como beneficia a los agentes en sus tomas de decisión de ahorro y a las instituciones para invertir o valorar los activos.

Tercero, hay una diversificación en la composición de deuda, que mitiga los choques del exterior, al moverse de las UDIS¹³ a los bonos M, que en enero de 2000 representaban un 0.2 por ciento del monto total en circulación y para mayo de 2014 representan un 42.72 por ciento. Finalmente, se observa un aumento en el tamaño del mercado de más del mil por ciento de la primera emisión al mes de mayo de 2014¹⁴ (Figura 3).

3.2.1 Sindicación de bonos en México

La experiencia internacional en este tema sugiere que la liquidez de la deuda gubernamental de largo plazo está relacionada con la circulación de grandes montos en poco tiempo, contrario al

¹² Fuente: Banxico

¹³ UDIS, Unidades de Inversión fueron utilizadas en un inicio por la sofoles después de la crisis del 1994 para cubrir las obligaciones de los créditos hipotecarios, su valor esta indizado a la inflación.

¹⁴ El monto total de valores en circulación actualmente inicial en abril de 1999 fue de 361,708.46 millones de pesos, que contrasta con el monto de 5,274,263.8 millones de pesos a mediados de mayo (Banxico), un aumento del 1,348 por ciento.

caso mexicano antes de 2009¹⁵. En México, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) anunció, a finales del año de 2009, y colocó en febrero de 2010, un nuevo mecanismo de emisión de deuda: *deuda sindicada*¹⁶. La intención fue crear bonos de referencia, bonos M a 10 años, al vender 25 miles de millones de pesos¹⁷ (mmp), para acelerar la creación bonos de referencia y mandar señales al mercado de una mejor liquidez.

3.2.2 Incorporación al WGBI

La liberalización financiera, a mediados de los años 1990, propició un mayor flujo de capitales, caso particular, en el año de 2010 cuando México se adscribe al WGBI¹⁸, a través de Citigroup, y se dispara la inversión extranjera en bonos M, mientras que la participación relativa de los nacionales ha ido a la baja. La afluencia de inversores extranjeros no es tan clara, ya que los mercados internacionales (Brasil, EUA, Europa) de renta fija mostraba fuertes tendencias a la baja (0.25 por ciento en EUA), lo que propició que muchos mercados emergentes, interesados por un mejor rendimiento, entraran a México, y hasta ahora no han salido, lo que implica un voto de confianza a la economía nacional.

En el caso de los inversionistas nacionales (bancarios, sociedades de inversión, etc.) tenían tasas altas del 7-8 por ciento antes del 2008, pero conforme fue pasando la crisis de ese año, las tasas a largo plazo alcanzaron mínimos históricos (del 8 por ciento al 3.5 por ciento). Para el año de 2010, los inversionistas esperaban un alza en tasas¹⁹, pero no sucedió, dando como consecuencia una participación modesta en renta fija.

¹⁵ En algunos caso, para la colocación de los bonos M tomaba aproximadamente nueve meses para alcanzar una colocación mayor a los 20 mmp. Por ejemplo, la SHCP logró reducir las colocaciones: el promedio de la colocación de los bonos emitidos en 2008- 2009 fue de 5 meses, mientras que para 2000-2001 fue de 14 meses (Banamex)

¹⁶ Un mecanismo de sindicación , usado en mercados de renta fija desarrollados, se utiliza cuando hay grandes montos que el emisor recurre a otros participantes para ampliar su distribución. Para el caso de México, el ejercicio de sindicación en 2010 se da por vez primera y participaron siete bancos privados (Reuters).

¹⁷ Fuente: Reuters

¹⁸ World Government Bond Index (WGBI), creado en 1986, captura la dinámica del mercado de renta fija denominados en 14 diferentes monedas, emitidos por 23 países, y es un índice de referencia mundial.

¹⁹ Año tras años la Fed retrasó la subida de tasas. Primero, empezó a amagar a la alza con comunicados de una disminución de las compras que iba hacer de títulos de largo plazo para quietar presión a la estructura temporal de tasas, lo que se transformó en un incremento en la curva de fondeo de México.

Dicho lo anterior, es propicio estudiar el mercado de renta fija y su relación con la estructura temporal de tasas de interés en México.

4 Marco Teórico del Hábitat Preferido

El marco teórico desarrollado por Vayanos y Vila (2009), y reducido por Greenwood y Vayanos (2013)²⁰, supone, por el lado de la oferta, dos factores: una tasa de interés de corto plazo y un factor de oferta (medible y observable) conducidos por el Estado a través de agencias²¹, las cuales son neutrales al riesgo en el mercado de renta fija. Mientras que por el lado de la demanda, existen dos tipos de participantes privados en el mercado de renta fija: los inversionistas con Hábitat Preferido, quienes tienen una preferencia particular por plazos en la estructura temporal de tasas de interés; y los arbitrajistas adversos al riesgo, quienes toman ventaja de oportunidades de arbitraje. Vayanos y Vila (2009) muestran, que en equilibrio, hay un efecto de las posiciones por bonos de los arbitrajistas en la prima de riesgo del bono, es decir, al ser adversos al riesgo, los choques de oferta y demanda afectan el precio de los bonos.

La versión reducida de Greenwood y Vayanos (2013) supone que, en la ausencia del arbitrajista, la elasticidad de la oferta y la demanda son inelásticas, lo que permite una solución cerrada y un equilibrio para un amplio rango de parámetros (Vayanos y Vila 2009; Greenwood y Vayanos 2013). Con este supuesto existe un efecto causal de la oferta de deuda gubernamental en los precios de los bonos, lo que se traduce en un ejercicio empírico.

El modelo se define en tiempo continuo entre $[0, \infty)$. La estructura temporal en el tiempo t consiste en un continuo de bonos cupón cero con vencimiento en el intervalo $(0, T]$ y valor nominal 1 y el bono al vencimiento τ paga 1 en el tiempo $t+k$ (Greenwood y Vayanos, 2013).

Sea $P_t^{(\tau)}$: el precio del bono con vencimiento en τ en el tiempo t (variable endógena); $y_t^{(\tau)}$: la tasa spot al vencimiento (variable endógena) τ ; r_t : tasa de interés de corto plazo (variable exógena)²²

²⁰ El modelo es de dos etapas. En la primera etapa se estima la dinámica de los factores y después se estiman los parámetros de la prima de riesgo del bono.

²¹ Para el caso de México la participación es por Banxico y SHCP. Mientras que para EUA podemos pensar en el Tesoro y la Reserva Federal.

²² En el infinito, $r_t = y_t^{(\tau)}$, es decir, $\lim_{t \rightarrow \infty} y_t^{(\tau)} = r_t$.

$$y_t^{(\tau)} = -\frac{\ln P_t^{(\tau)}}{\tau}$$

4.1 Oferta

Sea $s_t^{(\tau)}$: el valor en pesos de un bono con vencimiento τ colocado en el mercado para los arbitrajistas al tiempo t ; $\zeta(\tau)$: la oferta promedio al vencimiento; $\theta(\tau)$: mide la sensibilidad de $s_t^{(\tau)}$ a β_t ; y los dos factores de riesgo, r_t y β_t siguen un proceso de reversión a la media²³ y son independientes²⁴. La oferta (definida por el gobierno²⁵) es lineal:

$$s_t^{(\tau)} = \zeta(\tau) + \theta(\tau) \beta_t$$

Cabe mencionar que hay dos efectos de $\theta(\tau)$ sobre $s_t^{(\tau)}$. Primero, si β_t aumenta, entonces no disminuye la oferta total de bonos $s_t^{(\tau)}$ a los arbitrajistas.

$$\int_0^T \theta(\tau) d\tau \geq 0$$

Segundo, la oferta de algunos bonos con plazo τ disminuye ante incrementos en β_t , pero $s_t^{(\tau)}$ no disminuye.

$$\exists \tau^* \in (0, T] \dagger \theta(\tau) < 0, \tau < \tau^*; \theta(\tau) > 0, \tau > \tau^*$$

²³ El proceso de reversión a la media en tiempo continuo es un proceso Ornstein-Uhlenbeck, es decir, es un proceso estocástico que, en términos generales, describe la velocidad de una partícula browniana bajo la influencia de la fricción. Es un proceso estacionario, Gaussiano, y de Markov, y es el único proceso no trivial que satisface estas tres condiciones, incluso permitiendo transformaciones lineales del espacio y variables de tiempo. En el largo plazo, el proceso tiende a desplazarse hacia su media (reversión a la media). (Wikipedia)

²⁴ En la versión reducida de Vayanos y Vila (2013) se consideran r_t y β_t independientes, cuyo resultado tiene una interpretación económica más intuitiva, con $\gamma = \sigma_r \beta = 0$.

²⁵ La tasa de corto plazo la define el banco central, pero en este modelo no se modela la conducta de éste, sino se supone que la tasa de interés sigue un proceso *browniano*

4.3 Demanda

El modelo describe solo a los arbitrajistas²⁶, quienes deciden, dada su riqueza, comprar bonos de diferentes plazos.

Sea W_t : la riqueza en el tiempo t ; $x(\tau)$ la inversión (pesos) en el bono con vencimiento en τ a : el coeficiente de aversión al riesgo. La restricción presupuestal intertemporal se limita en compras de bonos de corto y largo plazo

$$dW_t = \int_0^T x_t^{(\tau)} \frac{dP_t^{(\tau)}}{P_t^{(\tau)}} d\tau + \left(W_t - \int_0^T x_t^{(\tau)} d\tau \right) r_t dt$$

Además, la demanda se caracteriza como una función de utilidad media-varianza²⁷ de la riqueza. Entonces, el problema de los arbitrajistas²⁸ es

$$\max_{\{x_t^{(\tau)}\}_{t \in (0, T)}} \left\{ E_t[dW_t] - \frac{a}{2} \text{var}[dW_t] \right\}$$

4.4 En el equilibrio

Al identificar el efecto de los cambios de los factores de riesgo en el precio del bono²⁹ y al resolver el problema de maximización se obtiene el excedente entre la tasa de corto plazo y el rendimiento esperado, $\mu_t^{(\tau)} - r_t$, el cual es función de las sensibilidades y de los precios de los factores. Por lo que, el excedente debe de ser igual en todos los bonos o habría arbitraje, es decir,

²⁶ Los bonos son emitidos por el gobierno y se demandan por arbitrajistas e inversores y la demanda y oferta fuera del mercado de renta fija son exógenas

²⁷ El uso de la función de utilidad media-varianza se puede justificar como una aproximación a la función de utilidad de *von Neuman y Morgenstern* a una función de media y varianza, así como el uso del *Sharpe ratio* como una medida de evaluación de desempeño del riesgo de portafolio.

²⁸ Este problema se puede relacionar en la literatura como un modelos de generaciones traslapadas, en el cual los arbitrajistas tienen la misma riqueza, viven un periodo corto de tiempo y maximizan su utilidad.

²⁹ Se resuelve el equilibrio en dos etapas: 1) se resuelve el problema de optimización del arbitrajista para obtener la forma funcional de los precios en equilibrio; y 2) se utiliza la condición de limpieza del mercado para identificar la forma funcional de los precios, los cuales son función de los factores de riesgo

si los arbitrajistas están expuestos a un factor de riesgo, esperan que cualquier activo que adquieran ofrezca un mayor rendimiento esperado.

Sea $A_r(\tau)$: la caída porcentual del precio por el aumento de una unidad del factor (sensibilidad) del precio de los bonos r_t ; $A_\beta(\tau)$: la sensibilidad del precio de los bonos a β_t ; $\mu_t^{(\tau)}$ ³⁰: el rendimiento esperado (*instantaneous expected return*); $\lambda_{i,t}$: el precio del factor $i, \forall i = r, \beta$. El precio del bono es

$$P_t^{(\tau)} = e^{-[A_r(\tau) r_t + A_\beta(\tau) \beta_t + C(\tau)]}$$

Al aplicar el Lema de Ito y usando los proceso de β_t y r_t , con $\gamma = \sigma_r \beta = 0$ se obtiene el rendimiento instantáneo (*instantaneous return*) del bono con madurez τ .

$$\frac{dP_t^{(\tau)}}{P_t^{(\tau)}} = \mu_t^{(\tau)} dt - A_r(\tau) \sigma_r dB_{r,t} - A_\beta(\tau) \sigma_\beta dB_{\beta,t}$$

La condición de primer orden nos dice:

$$\mu_t^{(\tau)} - r_t = A_r(\tau) \lambda_{r,t} + A_\beta(\tau) \lambda_{\beta,t}, \lambda_{i,t} = a\sigma_i^2 \int_0^T x_t^{(\tau)} A_i(\tau) d\tau, \forall i = r, \beta;$$

Finalmente, en equilibrio tenemos $x_t^{(\tau)} = s_t^{(\tau)}$.

Dicho lo anterior, sí los rendimientos (*yields*) son más sensibles a los choques de la oferta del factor de riesgo β_t , entonces los bonos se vuelven más riesgosos para los arbitrajistas. Entonces, los arbitrajistas absorben los choques de oferta solo si son compensados con mayores rendimientos. Entonces los rendimientos se vuelven más sensibles a los choques. Efectos de la oferta sobre el Fondo Implícito} Se puede identificar una correlación γ , a partir de esto, una

³⁰ El rendimiento esperado se define como

$$\mu_t^{(\tau)} \equiv A'_r(\tau) r_t + A'_\beta(\tau) \beta_t + C'(\tau) + A_r(\tau) k_r (r_t - \bar{r}) + A_\beta(\tau) k_\beta \beta_t + \frac{1}{2} A_r(\tau)^2 \sigma_r^2 + \frac{1}{2} A_\beta(\tau)^2 \sigma_\beta^2$$

relación causal por el efecto del factor de oferta β_t sobre los retornos, $y_t^{(\tau)}$, y retornos esperados, $r_{t+k}^{(\tau)}$.

Primero, se identifica como un cambio en β_t mueve el rendimiento de todos los bonos en la misma dirección de ese cambio y este efecto es creciente o en forma de joroba. Es claro ver un incremento en todos los bonos (en el rendimiento y el rendimiento esperado) por un aumento en la oferta, ya que el arbitrajista absorbe el aumento en la oferta del bono si el precio del bono cae. Pero, es un incremento débil de la oferta total, lo que permite la posibilidad que en el corto plazo la oferta de bonos disminuya. Las variables con (') son las nuevas variables después del choque de oferta de bonos.

$$\Delta\beta_t \rightarrow P_t'^{(\tau)}(A_r(\tau), A_\beta(\tau)) \rightarrow y_t'^{(\tau)}(P_t'^{(\tau)}(A_r(\tau), A_\beta(\tau)))$$

El precio y la cantidad (oferta) del bono se mueven en la misma dirección por los cambios en los precios de los factores de riesgo, $\lambda_{i,t}$, si los efectos de la oferta operan de forma global³¹. En el equilibrio ($x_t^{(\tau)} = s_t^{(\tau)}$) un aumento en β_t hace más sensible al portafolio ante cambios en el corto plazo porque los arbitrajistas al estar expuestos al riesgo de corto plazo se desasen de ese riesgo, lo que aumenta el precio de los factores de riesgo. Como todos los bonos dan un peso positivo sobre el riesgo de la tasa de corto plazo³², el precio de todos los bonos de largo y corto plazo, disminuye y el rendimiento, finalmente, aumenta.

En el mediano plazo el rendimiento de los bonos es mayor que en el largo plazo (forma jorobada). Si hay una rápida reversión a la media, el efecto de un choque de oferta sobre el rendimiento de los bonos es menor al efecto promedio del rendimiento esperado sobre el periodo

³¹ La integración de los arbitrajistas en el mercado de diferentes vencimientos propicia que los efectos se hagan globales.

³² Los arbitrajistas experimentan una caída del precio cuando la tasa de interés de corto plazo aumenta. Entonces su rendimiento esperado también aumenta.

de vida del bono. Sin reversión a la media, los choques de oferta tienen efectos pequeños sobre los rendimientos y rendimientos esperados de corto plazo³³.

Segundo, un cambio en β_t mueve el rendimiento esperado de todos los bonos en la misma dirección de ese cambio y el efecto es creciente a través de los plazos.

$$\begin{aligned} \Delta\beta_t \rightarrow s_t'^{(\tau)}(\theta(\tau)) \rightarrow x_t'^{(\tau)} = s_t'^{(\tau)}(\theta(\tau)) \rightarrow \lambda'_{i,t} \left(x_t'^{(\tau)} = s_t'^{(\tau)}(\theta(\tau)) \right) \\ \rightarrow \left[\mu_t'^{(\tau)} - r'_t \right] \left(\lambda'_{i,t} \left(x_t'^{(\tau)} = s_t'^{(\tau)}(\theta(\tau)) \right) \right) \end{aligned}$$

Los efectos de la oferta en el rendimiento esperado son mayores que en los rendimientos. Con reversión a la media, los efectos de un choque sobre el rendimiento de los bonos es menor al efecto promedio del rendimiento esperado de los bonos sobre la vida del bono, i.e., el efecto sobre el retorno esperado de todos los bonos muere en el tiempo. En la ausencia de reversión a la media, el efecto de los choques sobre el retorno esperado decrece conforme pasa el tiempo porque la vida de los bonos se acerca al vencimiento y disminuye la sensibilidad del bono a los cambios en el precio del riesgo. Además, en el largo plazo los bonos son más sensibles al riesgo y su retorno esperado es mayor.

³³ Los bonos al ser cercanos sustitutos de las tasas de corto plazo propician que los arbitrajistas puede ligar sus rendimientos a las tasas de interés esperadas y actuales.

5 Datos

5.1 Una medida de la oferta

El periodo de estudio abarca de enero de 2000 a diciembre de 2013 con datos trimestrales. Para construir la muestra, se recabó información pública que proporciona Banxico sobre los bonos M (tasa cupón, fecha de vencimiento, fecha de emisión, monto total en circulación).

Siguiendo la misma línea de Greenwood y Vayanos (2013), calculan las fechas de pago de cada cupón, así como los pagos para cada fecha cupón³⁴.

Entonces la estructura de deuda para el gobierno mexicano, que es el agregado de los flujos de principal y cupones, realizado al plazo del año τ es³⁵:

$$D_t^\tau = PR_t^\tau + C_t^\tau = \sum_i PR_{it}^\tau + \sum_i C_{it}^\tau$$

Donde PR_t^τ es el agregado del principal de cada bono i con vencimiento en el año τ ; C_t^τ es el agregado del pago de cupones de cada bono i con corte cada 6 meses hasta el año τ .

Ahora bien, de acuerdo a Greenwood y Vayanos (2013), y de acuerdo a los supuestos del modelo de Vayanos y Vila (2009), la oferta se observa. Entonces, la oferta disponible de bonos la medimos como la razón entre la duración y el PIB, i.e., la Deuda Ponderada por Vencimiento escalada por el PIB:

$$\left(\frac{DPV}{PIB}\right)_t = \frac{\sum_{0 < \tau \leq 30} D_t^\tau \tau}{PIB_t}$$

Además, consideremos la posibilidad de separar la medida de oferta por monto y por vencimiento, de tal forma que³⁶

³⁴ Existe diferencia en las fechas para el cálculo del cupón y el principal, pero no representa ningún efecto en los cálculos.

³⁵ Greenwood y Vayanos (2013)

$$\left(\frac{DPV}{PIB}\right)_t = M_t \frac{\sum_{0 < \tau \leq 30} D_t^\tau}{PIB_t}; M_t = \frac{\sum_{0 < \tau \leq 30} D_t^\tau \tau}{\sum_{0 < \tau \leq 30} D_t^\tau}$$

Donde M : representa el vencimiento promedio ponderado por la duración en pesos del mercado de bonos.

5.2 Rendimiento (yield) y Rendimiento Esperado (expected return).

5.2.1 Rendimiento (yield)

El rendimiento (*yield*) Los datos para el rendimiento se obtuvieron del Proveedor Integral de Precios (PIP)³⁷ y Bloomberg³⁸. La información en esta base de datos se proporciona diariamente, por lo que se extrajo la tasa que corresponde a la fecha de fin de mes de los bonos M .

Sea P : el precio del bono; VN : el valor nominal del título; K : el número de cupones por liquidar, incluyendo el vigente; d : el número de días transcurridos del cupón vigente; N_j : el plazo en días del cupón j ; $I_{dev,j}$: los intereses devengados durante el periodo J ; TC : la tasa de interés anual del cupón; C_j : el cupón j ³⁹; F_j : el factor de descuento para el flujo de efectivo j ⁴⁰

El precio limpio del bono (sin intereses devengados) es:

³⁶ Greenwood y Vayanos (2013)

³⁷ PiP Latam es una corporación multinacional que valúa los activos financieros en Latinoamérica (México, Costa Rica, Perú y Colombia).

³⁸ Bloomberg es una red privada que proporciona información financiera. Cubre operaciones en Latinoamérica, (México, Bogotá, Buenos Aires, Caracas, Lima, y Santiago de Chile).

³⁹ El cupón j se obtiene de la siguiente manera:

$$C_j = VN * \frac{N_j * TC}{360}$$

⁴⁰ El factor de descuento se obtiene de la siguiente manera:

$$F_j = \frac{1}{\left(1 + r_j \frac{N_j}{360}\right)^{j - \frac{d}{N_j}}}$$

donde r_j : es la tasa de interés relevante para descontar el cupón j .

$$P = \sum_{j=1}^K (C_j * F_j) + (F_K + VN) - \left(C_1 * \frac{d}{N_1} \right)$$

Por otro lado el precio sucio es:

$$P_s = P - I_{dev,J}, I_{dev,J} = VN * \frac{d * TC}{360}$$

5.2.2 El rendimiento esperado (expected return)

Los datos de los rendimientos esperados se derivan de los cálculos del precio, cupón y días transcurridos del cupón. Pero hay que tomar en cuenta si el bono corta cupón en la fecha en que se calcula el rendimiento esperado:

$$P_{t-1} * (1 + R)^T = C_{t-1} * (1 + R)^{T-t}$$

Por otro lado, si no se corta cupón:

$$C_{t-1} = 0 \rightarrow R = \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right)^{\frac{1}{T}} - 1$$

Resolviendo para R con el programa de *Mathematica*, obtenemos los rendimientos esperados⁴¹.

5.2.3 Variables Instrumentales

Existe una preocupación de que la medida de oferta sea endógena al ser afectada por otras variables que también afectan a los rendimientos y rendimientos esperados de los bonos. De ahí la sugerencia de utilizar diversos controles. En los capítulos siguientes se dará una explicación a detalle del por qué se consideran. En este apartado se describe la construcción de las mismas.

⁴¹ Se calcularon las variables de interés (precio en $t-1$, precio en t , cupón, días transcurridos del bono) y con el comando NSolve[...] se obtuvo el rendimiento esperado

La brecha (*gap*) del PIB se construye a partir de la diferencia (logaritmos) entre el PIB base 2008 desestacionalizado, con tendencia y ciclo y el PIB base 2008⁴²; el crecimiento del PIB es la diferencia entre el PIB real del trimestre más reciente y el PIB real del trimestre $t-4$, con año base de 2008⁴³; la inflación es la inflación trimestral con respecto al año anterior; el riesgo (volatilidad) de la inflación es la desviación estándar de la inflación trimestral respecto al año pasado; el riesgo de la bolsa es la desviación estándar del Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) trimestral respecto al año pasado⁴⁴.

⁴² Esta variable se construye a partir del PIB desestacionalizado, con tendencia y ciclo que proporciona el INEGI

⁴³ Fuente: Banxico

⁴⁴ Fuente: Bloomberg

6 Algunos Hallazgos

6.1 Rendimientos

El Cuadro 1 y 2 muestran las estimaciones del rendimiento al vencimiento (*yield*) y rendimiento esperado (*expected return*) sobre la medida de oferta: Deuda Ponderada al vencimiento escalada por PIB. En la Figura 5 se grafica (dispersión) la Deuda Ponderada al Vencimiento escalada por el PIB (eje horizontal) contra los rendimientos a diferentes vencimientos.

Sea $y_t^{(\tau)}$: el rendimiento sobre el bono del año τ ; X_t : la medida de la oferta; $y_t^{(1)}$: el rendimiento a un año como control para la tasa de corto plazo porque los rendimientos tienen correlación negativa con la oferta. La regresión del rendimiento es:

$$y_t^{(\tau)} = a + b_1 X_t + c y_t^{(1)} + \mu_t$$

Los resultados de la regresión del rendimiento están en las columnas impares del Cuadro 1 y 2. En la literatura sobre rendimientos se sugiere que los rendimientos pueden depender de otras variables (ej. las tasas esperadas futuras) no contempladas en el modelo. Por lo que los residuos de la regresión están correlacionados serialmente y los t-estadísticos deben ajustarse en consecuencia. Se reportan el primer conjunto de los t-estadísticos usando los errores estándar de Newey y West (1987) y permitiendo un rezago de 36 meses (12 trimestres). Se hicieron regresiones con diferentes rezagos, que no se incluyeron en el documento, y se observó que permitir más rezagos no afecta el resultado.

Por otro lado, se observa que los errores son menores en los Cuadros 3 y 4. Además, la relación positiva entre la oferta y los rendimientos permanece estadísticamente significativa (95% de confianza) en la mayoría de las especificaciones. El ejercicio econométrico soporta lo dicho en la versión reducida del modelo de Vayanos y Vila (2009), donde existe un efecto positivo de la oferta sobre los rendimientos.

Para evaluar el significado económico de los resultados del rendimiento, notemos por ejemplo, que cuando la oferta es medida a través de la Deuda Ponderada al Vencimiento escalada por el PIB, esta tiene un coeficiente de 0.0016 en la regresión del rendimiento a 30 años. Así, un incremento en la oferta de una desviación estándar (.05631 de la Tabla 1), dejando el rendimiento de un año (CETE de 360) constante, es asociado con un incremento de 16 puntos base (bps) en el rendimiento de largo plazo.

6.2 Rendimientos Esperados (expected return)

En la Figura 6 se grafica (dispersión) la Deuda Ponderada al Vencimiento escalada por el PIB (eje horizontal) contra los rendimientos esperados a diferentes vencimientos.

Sea $r_{t+k,k}^{(\tau)}$: el rendimiento esperado sobre el bono del año τ ; X_t : la medida de la oferta; $y_t^{(1)}$: el rendimiento a un año como control para la tasa de corto plazo porque los rendimientos tienen correlación negativa con la oferta. La regresión del rendimiento esperado es

$$r_{t+k,k}^{(\tau)} = a + b_2 X_t + c y_t^{(1)} + \mu_t$$

Los resultados de la regresión están en las columnas pares de los Cuadros 1 y 2. Como en el caso de los rendimientos, los t-estadísticos deben ser ajustados por la correlación en los residuos de la regresión. En el caso de los retornos esperados, la correlación serial surge de dos fuentes. Primero, a parte de la oferta y la tasa de corto plazo, otras variables pueden afectar los retornos esperados (ej. fundamentales de la economía, movimientos en la demanda de los inversionistas). Segundo, los rendimientos se miden trimestralmente en uno o más años y los periodos se superponen.

Se reportan los t-estadísticos en los Cuadros 3 y 4 usando los errores estándar de Newey y West (1987), permitiendo rezagos de 36 meses (12 trimestres). Aumentar el número de rezagos no parece afectar los resultados, los cuales, soportan la relación entre la oferta y el rendimiento esperado.

Para evaluar el sentido económico de los resultados, por ejemplo, cuando la oferta es medida por la Deuda Ponderada por Vencimiento escalada por el PIB, esta tiene un coeficiente de 0.0021 en la regresión del rendimiento a un año en el bono de 30 años. Así, un incremento en la oferta por una desviación estándar, dejando constante el bono a un año, es asociado con un incremento de 21 bps en el retorno esperado de los bonos de 30 años.

Como se comentó en líneas anteriores, el efecto de la oferta sobre el rendimiento es menor que en el retorno esperado, para algunos casos, en los coeficientes de la regresión del rendimiento en las columnas impares contra los pares de los Cuadros 1-4. Para algunos casos, el efecto es menor en el rendimiento que en el rendimiento esperado. Primero, la tasa de interés de corto plazo y los choques de oferta están negativamente correlacionados. Además, si esa correlación no existe, el efecto de un choque de oferta en el retorno esperado se diluye por reversión a la media o se acerca al vencimiento, o la sensibilidad del bono se reduce ante cambios en el precio del riesgo de la tasa de corto plazo. La reversión a la media es por la reversión a la media de la oferta de bonos o por la entrada de nuevo capital en el mercado que absorbe el choque, como ocurre en el tiempo, su efecto sobre el rendimiento del bono, es un efecto del promedio rendimiento esperado de los rendimientos en la vida del bono, es menor que el efecto sobre el rendimiento esperado de los bonos.

6.3 Variables Instrumentales

Haciendo esta lectura, existe una preocupación con la medida de oferta, pues ésta puede ser endógena y ser afectada por otras variables que también afectan a los rendimientos y rendimientos esperados de los bonos. El problema de endogeneidad se identifica cuando la oferta es medida según el valor de mercado y guarda una relación estrecha con el rendimiento y rendimiento esperado.

Al medir la oferta en términos nominales no se elimina la endogeneidad por completo. Sea el problema del gobierno elegir la estructura temporal que minimice los pagos de intereses esperados sobre la deuda. Entonces, un aumento en la demanda de los bonos de largo plazo por los inversionistas disminuiría sus rendimientos e induciría al gobierno a cambiar las emisiones de

su deuda por vencimientos de largo plazo (Greenwood y Vayanos, 2013). Si el vencimiento promedio de la deuda aumenta, también aumenta la Deuda Ponderada por Vencimiento escalada por el PIB, la cual es (aproximadamente) el producto de la deuda-PIB y vencimiento promedio. Esto podría generar una relación negativa entre las variables explicativas y de interés y sesgar el análisis al encontrar efectos menores.

Una de las posibles soluciones para corregir la endogeneidad de la estructura temporal de la deuda es el enfoque de Variables Instrumentales (IV), de acuerdo a Krishnamurthy y Vissing-Jorgensen (KVJ 2012), al utilizar la variable deuda-PIB, su cuadrado y cubo, como instrumentos de la estructura temporal. Al considerar esta variable se toma en cuenta a los déficits pasados acumulados y no a los cambios en la demanda de los inversionistas, que afectan la medida de oferta a través de los vencimientos. Pensemos en el siguiente escenario, supongamos que es constante el vencimiento promedio, entonces la Deuda Ponderada por Vencimiento escalada por el PIB (vencimiento promedio por deuda-PIB) varía si varía la variable deuda-PIB. Entonces, el gobierno emite más deuda de largo plazo y aumenta el vencimiento promedio.

En los Cuadros 6-9 se muestra los regresores IV para el rendimiento y rendimiento esperado del bono. Se mide la oferta como la Deuda Ponderada por vencimiento escalada por el PIB y se usa la variable deuda-PIB como un instrumento. En general no se afectan los resultados, salvo para el vencimiento a cinco años, pero no es significativo.

Consideremos ahora otros instrumentos para las regresiones como controles. Por ejemplo, las variables macroeconómicas, como el crecimiento económico y la inflación. En la literatura revisada éstas variables se utilizan como pronósticos de los rendimientos de los bonos. Si las variables afectan la Deuda Ponderada por Vencimiento escalada por el PIB y a la variable deuda-PIB, entonces la medida de oferta podría predecir los rendimientos esperados de los bonos.

En los Cuadros 10-13 se reportan los resultados de los controles de variables macroeconómicas. La oferta es medida como la Deuda Ponderada por Vencimiento escalada por el PIB calculada en valores nominales. Los controles son la brecha del PIB, el crecimiento del PIB, la inflación, el riesgo de la inflación, la volatilidad de las tasas de interés de corto plazo, y la volatilidad de la

bolsa de valores. Los Cuadros 10-13 muestran que la relación positiva entre la oferta y los retornos permanece significativa al incluir los controles, i.e., la prima de riesgo de las variables macroeconómicas (gap, crecimiento, volatilidad) son pro/contra cíclicas, y la oferta lograr capturar algo de la frecuencia de los rendimientos esperados.

7 Consideraciones Finales

El modelo de Vayanos y Vila (2009) abre la puerta a un marco teórico aplicable al contexto actual del mercado de renta fija, como lograron Greenwood y Vayanos (2013). El presente estudio es un intento por entender mejor el mercado de renta fija y la estructura temporal de tasas en México, al considerar el modelo reducido de Vayanos y Vila (2009) y al hacer el ejercicio empírico que la teoría sugirió. Sin embargo, el modelo se ajusta a una economía desarrollada con un mercado financiero y de renta fija desarrollado. Además, para el ejercicio empírico es necesario contar con un periodo de estudio amplio. Para el caso del mercado de renta fija mexicano, habría que preguntarse si todos los enunciados derivados del modelo reducido de Greenwood y Vayanos (2013) deben satisfacerse. Sin embargo, se logra coincidir con lo que la literatura sugiere: sí existe una relación entre los rendimientos y rendimientos esperado contra un choque de oferta. Por otro lado, este estudio espera contribuir a la literatura sobre el estudio de la estructura de tasas de interés, donde se observa un efecto significativo para los rendimientos y rendimientos esperados a los largo de los diferentes vencimientos.

Algo que el modelo no distingue es entre el arbitrajista local o extranjero, y si esto tiene alguna implicación en el mercado de renta fija y en la economía en general. A partir de 2010 se observa una participación más activa del exterior en el mercado de renta fija mexicano, y dado el contexto internacional, de tasas bajas, ¿qué pasará cuando la Reserva Federal empiece a aumentar las tasas? Como se comentó, se mandaron señales de alzas en las tasas y sin embargo, los extranjeros decidieron quedarse en el mercado mexicano. ¿Este tipo de conductas son acordes con el modelo de Vayano y Vila (2009)? O, ¿habría que suponer un mercado interno y externo, economía pequeña y grande para captar este efecto?

El mercado de renta fija es un tema que deja muchas inquietudes, y por tal razón, mucho por hacer. En algunos casos se cumple que el efecto de la oferta en los rendimientos esperado es mayor que en los rendimientos (bonos de 5, 10, 20 y 30 años), así como los efectos crecientes de éste. Hay que esperar a que el mercado de renta fija en México madure (para tener series de tiempo más largas), aunque hoy día está cerca de los supuestos implícitos del modelo de Vayanos y Vila (2009), como la liquidez, para reforzar el ejercicio empírico.

Este trabajo deja la puerta abierta para una mayor discusión del mercado de renta fija y la estructura temporal de tasas en México.

Bibliografía

- Barberis, N. and A. Shleifer. (2003) “Style Investing,” *Journal of Financial Economics*, 68, 161-199.
- Barro, R. (1974). “Are Government Bonds Net Wealth?,” *Journal of Political Economy*, 82, 1095-1117.
- Bekaert, G. y R. Hodrick. (2001). “Expectations Hypotheses Tests,” *Journal of Finance*, 56, 1357-1394.
- Bekaert, G., R. Hodrick y D. Marshall. (2001). “Peso Problem Explanations for Term Structure Anomalies,” *Journal of Monetary Economics*, 48, 241-270.
- Bernanke, B., V. Reinhart, y B. Sack. (2004). “Monetary Policy Alternatives at the Zero Bound: An Empirical Assessment,” *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, 1-78.
- Bohn, H. (2008). “The Sustainability of Fiscal Policy in the United States,” in: R. Neck and J. Sturm (Eds.), *Sustainability of Public Debt*, MIT Press, 15-49.
- Buraschi, A. y A. Jiltsov (2007). “Habit Formation and Macroeconomic Models of the Term Structure of Interest Rates,” *Journal of Finance*, 62, 3009-3063.
- Campbell, J. y R. Shiller (1991). “Yield Spreads and Interest Rate Movements: A Bird’s Eye View,” *Review of Economic Studies*, 58, 495-514.
- Castellanos, S. y. Martinez. (2008). “Development of the Mexican Bond Market”, en Borensztein, E., K. Cowan, B. Eichengreen and U. Panizza, *Bond Markets in Latin America: On the Verge of a Big Bang?*, MIT Press.
- Castellanos, S.G. y E. Camero (2002), ¿Qué Información sobre las Tasas de Interés Spot Futuras Contiene la Estructura Temporal de Tasas de Interés en México?, Dirección General de Investigación Económica, Banco de México.
- Cochrane, J., (2008). “Comments on ‘Bond Supply and Excess Bond Returns’ by Robin Greenwood y Dimitri Vayanos,” notas no publicadas, University of Chicago.
- Cochrane, J. y M. Piazzesi (2002). “Bond Risk Premia,” *American Economic Review*, 95, 138-160.
- Culbertson, J. M. (1957). “The term structure of interest rates”, *Quarterly Journal of Economics*, no. 71, pp. 485-517.
- Dai, Q. y T. Philippon. (2006). “Fiscal Policy and the Term Structure of Interest Rates,” working paper, New York University.
- D’Amico, S., W. English, D. Lopez-Salido y E. Nelson. (2012). “The Federal Reserves Large-Scale Asset Purchase Programs: Rationale and Effects,” *Economic Journal*, 122, F415-F446.
- D’Amico, S. y T. King. (2010). “Flow and Stock Effects of Large-Scale Treasury Purchases: Evidence on the Importance of Local Supply,” *Journal of Financial Economics*, 108, 425-448.
- DeLong, B., A. Shleifer, L. Summers y R. Waldmann. (1990). “Noise Trader Risk in Financial Markets,” *Journal of Political Economy*, 98, 703-738.
- Doepke, M. y M. Schneider. (2006). “Inflation and the Redistribution of Nominal Wealth,” *Journal of Political Economy*, 114, 1069-1097.
- Doh, Taeyoung. (2010). “The efficacy of large-scale asset purchases at the zero lower bound” *Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Review Q2*, 5–34.
- Duffee, G. (1996). “Idiosyncratic Variation of Treasury Bill Yields,” *Journal of Finance*, 51, 527-552.
- Fama, E. and R. Bliss (1987). “The Information in Long-Maturity Forward Rates,” *American Economic Review*, 77, 680-692.
- Ferson, W. y C. Harvey (1991). “The Variation of Economic Risk Premiums,” *Journal of Political Economy*, 99, 385-415.

- Fisher, I. (1930). *Theory of Interest*, New York, Macmillan.
- Fleming, M. (2002) "Are Larger Issues More Liquid? Evidence from Bill Reopenings," *Journal of Money, Credit and Banking*, 34, 707-735.
- Fleming, M. y J. Rosenberg. (2007). "How Do Treasury Dealers Manage Their Positions?," Staff Report 299, Federal Reserve Bank of New York.
- Gabaix, X. (2009). "Linearity-Generating Processes: A Modelling Tool Yielding Closed Forms for Asset Prices," documento de trabajo, New York University.
- Gabaix, X., A. Krishnamurthy, y O. Vigneron, (2007). "Limits of Arbitrage: Theory and Evidence from the Mortgage Backed Securities Market," *Journal of Finance*, 62, 557-596.
- Gagnon, Joseph, Matthew Raskin, Julie Remache y Brian Sack (2011). "Large-Scale Asset Purchases by the Federal Reserve: Did They Work?" *Economic Policy Review*, Federal Reserve Bank of New York, May 2011, pp. 41-59.
- Garbade, K. y M. Rutherford. (2007). "Buybacks in Treasury Cash and Debt Management," Staff Report 304, Federal Reserve Bank of New York.
- García-Verdú, S. (2011). "Algunas consideraciones sobre la estructura temporal de tasas de interés del gobierno en México". Documento de trabajo, Banco de México, 2011-18, pp.1-38.
- Garleanu, N., L. Pedersen, y A. Poteshman. (2009). "Demand-Based Option Pricing," *Review of Financial Studies*, próximamente.
- Greenwood, R.,(2005). "Short- and Long-term Demand Curves for Stocks: Theory and Evidence on the Dynamics of Arbitrage," *Journal of Financial Economics*, 75, 607-649.
- Greenwood, R., S. Hanson y J. Stein. (2009). "A Gap-Filling Theory of Corporate Debt Maturity Choice," *Journal of Finance*, 65, 993-1028.
- Greenwood, Robin, y Dimitri Vayanos (2013), "Bond Supply and Excess Bond Returns" *The Review of Financial Studies*, próximamente.
- Greenwood, R. y D. Vayanos. (2010). "Price Pressure in the Government Bond Market," *American Economic Review*, Papers and Proceedings, 585-590.
- Guibaud, S., Y. Nosbusch y D. Vayanos. (2013). "Preferred Habitat and the Optimal Maturity Structure of Government Debt," *Review of Financial Studies*, 26, 1914-1961.
- Gürkaynak, R., B. Sack y J. Wright. (2007). "The U.S. Treasury Yield Curve: 1961 to the Present," *Journal of Monetary Economics*, 54, 2291-2304.
- Gürkaynak, Refet S., Brian Sack, y Eric T. Swanson (2005). "The Sensitivity of Long-Term Interest Rates to Economic News: Evidence and Implications for Macroeconomic Models," *American Economic Review* Vol. 95, No. 1, pp. 425-436.
- Hamilton, J. y C. Wu. (2012). "The Effectiveness of Alternative Monetary Policy Tools in a Zero Lower Bound Environment", *Journal of Money, Credit, and Banking*, 44, 3-46.
- Hanson, S. (2012). "Mortgage Convexity," documento de trabajo, Harvard Business School.
- Hanson, Samuel G. y Jeremy C. Stein (2012), "Monetary Policy and Long-Term Real Rates," Documento de trabajo de FED No. 2012-46, Federal Reserve Board of Governors.
- Hetzel, R. y R. Leach. (2001). "The Treasury-Fed Accord: A New Narrative Account," *Federal Reserve Bank of Richmond Economic Quarterly*, 87, 33-55. Hong, H., D. Sraer y J. Yu. (2013). "Reaching for Maturity," documento de trabajo, Princeton University.
- Kambhu, J. y P. Mosser. (2001). "The Effect of Interest Rate Options Hedging on Term-Structure Dynamics," *Federal Reserve Bank of New York Economic Policy Review*, 7, 51-70.
- Krishnamurthy, A. y A. Vissing-Jorgensen. (2011). "The Effects of Quantitative Easing on Interest Rates: Channels and Implications for Policy," *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, 215-287.
- Krishnamurthy, A. y A. Vissing-Jorgensen. (2012). "The Aggregate Demand for Treasury Debt," *Journal of Political Economy*, 120, 233-267.

- Kuttner, K. (2006). "Can Central Banks Target Bond Prices?," documento de trabajo 12454, National Bureau of Economic Research.
- Laubach, T. (2009). "New Evidence on the Interest Rate Effects of Budget Deficits and Debt". *Journal of the European Economic Association* 7(4), 858–885.
- Li, C. y M. Wei. (2012). "Term Structure Modeling with Supply Factors and the Federal Reserve's Large Scale Asset Purchase Programs," working paper, Board of Governors of the Federal Reserve System.
- Litterman, R. y J.A. Scheinkman (1991), "Common Factors Affecting Bond Returns," *Journal of Fixed Income*.
- Lou, D., H. Yan y J. Zhang (2013). "Anticipated and Repeated Shocks in Liquid Markets," *Review of Financial Studies*, 26, 1891-1912.
- Ludvigson, S. y S. Ng. (2009). "Macro Factors in Bond Risk Premia," *Review of Financial Studies*, 22, 5027-5067.
- Malkhozov, A., P. Mueller, A. Vedolin y G. Venter (2013). "Mortgage Hedging in Fixed Income Markets," documento de trabajo, McGill University.
- Mankiw, G. y M. Shapiro. (1986). "Do We Reject Too Often? Small Sample Properties of Tests of Rational Expectations Models," *Economics Letters*, 20, 139-145.
- Modigliani, F. y R. Sutch. (1966). "Innovations in Interest-Rate Policy," *American Economic Review*, 56, 178-197.
- Newey, W. y K. West. (1987). "A Simple, Positive Semi-Definite, Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matrix," *Econometrica*, 55, 703-708.
- Pavlova, A. y R. Rigobon (2008). "The Role of Portfolio Constraints in the International Propagation of Shocks," *Review of Economic Studies*, 75, 1215-1256.
- Perli, Roberto y Brian Sack (2003), "Does Mortgage Hedging Amplify Movements in Long-term Interest Rates?," *Journal of Fixed Income*
- Reinhart, V. y B. Sack. (2000). "The Economic Consequences of Disappearing Government Debt," *Brookings Papers on Economic Activity*, 31, 163-220.
- Piazzesi, M. y M. Schneider (2006), "Equilibrium Yield Curves", NBER Working Paper 12609.
- Reyna, M., D. Salazar y H. Salgado (2008) "La Curva de Rendimiento y su Relación con la Actividad Económica: Una Aplicación para México", Documento de Trabajo 2008-15, Dirección General de Investigación Económica, Banco de México.
- Roldán, Ana Karen. (2013). "Efectos clientela y tasas de interés en el mercado de bonos del Gobierno Mexicano". Tesis, Colegio de México, pp.1-65
- Roley, V. Vance. (1982). "The effect of federal debt-management policy on corporate bond and equity yields" *Quarterly Journal of Economics* 97, 645–668.
- Ross, M. (1966). "Operation Twist': A Mistaken Policy?" *Journal of Political Economy*, 74, 195-199.
- Sargent, T.J. (1972). "Rational Expectations and the Term Structure of Interest Rates", *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 4, No. 1, Part 1, pp. 74-97
- Shiller, Robert J. (1979), "The Volatility of Long Term Interest Rates and Expectations Models of the Term Structure," *Journal of Political Economy*, 87: 1190-1219.
- Sierra, J. (2010). "International Capital Flows and Bond Risk Premia," working paper, Bank of Canada.
- Simon, D. (1991). "Segmentation in the Treasury Bill Market: Evidence from Cash Management Bills," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 26, 97-108. \
- Simon, D. (1994). "Further Evidence on Segmentation in the Treasury Bill Market," *Journal of Banking and Finance*, 18, 139-151.
- Spiegel, M. (1998). "Stock Price Volatility in a Multiple Security Overlapping Generations Model," *Review of Financial Studies*, 11, 419-447. Swanson, E. (2011). "Let's Twist Again: A

High-Frequency Event-Study Analysis of Operation Twist and Its Implications for QE2,”
Brookings Papers on Economic Activity, 1, 151-188.

- Tobin, J. (1958). “Liquidity Preference as Behavior Towards Risk,” *Review of Economic Studies*, 25, 124-131.
- Tobin, J. (1969). “A General Equilibrium Approach to Monetary Theory,” *Journal of Money, Credit, and Banking*, 1, 15-29.
- Vayanos, D. y J.-L. Vila. (2009). “A Preferred-Habitat Model of the Term-Structure of Interest Rates,” working paper, London School of Economics.
- Wallace, N. (1967). “The Term Structure of Interest Rates and the Maturity Composition of the Federal Debt,” *Journal of Finance*, 22, 301-312.
- Wachter, J. (2006). “A Consumption-Based Model of the Term Structure of Interest Rates,” *Journal of Financial Economics*, 79, 365-399.
- Xiong, W. y H. Yan, (2009). “Heterogeneous Expectations and Bond Markets,” *Review of Financial Studies*, próximamente.

Índice de cuadros.

Cuadro 1. Regresiones de $y_t^{(\tau)}$ y $r_{t+k,k}^{(\tau)}$, vencimientos $\tau = 3, 5$ y 7 años.....	39
Cuadro 2. Regresiones de $y_t^{(\tau)}$ y $r_{t+k,k}^{(\tau)}$, vencimientos $\tau = 10, 20$ y 30 años	39
Cuadro 3. Regresión con errores Newey y West, vencimientos $\tau = 3$ y 5 años.....	40
Cuadro 4. Regresión con errores Newey y West, vencimientos $\tau = 7$ y 10 años.....	40
Cuadro 5. Regresión con errores Newey y West, vencimientos $\tau = 7$ y 10 años	41
Cuadro 6. Regresión de $r_{t+k,k}^{(\tau)}$ con instrumento $\left(\frac{\text{Deuda}}{\text{PIB}}\right), \left(\frac{\text{Deuda}}{\text{PIB}}\right)^2$ y $\left(\frac{\text{Deuda}}{\text{PIB}}\right)^3$, vencimientos $\tau = 3, 5$ y 7 años.....	42
Cuadro 7. Regresión de $r_{t+k,k}^{(\tau)}$ con instrumento $\left(\frac{\text{Deuda}}{\text{PIB}}\right), \left(\frac{\text{Deuda}}{\text{PIB}}\right)^2$ y $\left(\frac{\text{Deuda}}{\text{PIB}}\right)^3$, vencimientos $\tau = 10, 20$ y 30 años.....	42
Cuadro 8. Regresión de $y_t^{(\tau)}$ con instrumento $\left(\frac{\text{Deuda}}{\text{PIB}}\right), \left(\frac{\text{Deuda}}{\text{PIB}}\right)^2$ y $\left(\frac{\text{Deuda}}{\text{PIB}}\right)^3$, vencimientos $\tau = 3, 5$ y 7 años.....	43
Cuadro 9. Regresión de $y_t^{(\tau)}$ con instrumento $\left(\frac{\text{Deuda}}{\text{PIB}}\right), \left(\frac{\text{Deuda}}{\text{PIB}}\right)^2$ y $\left(\frac{\text{Deuda}}{\text{PIB}}\right)^3$, vencimientos $\tau = 10, 20$ y 30 años	43
Cuadro 10. Variables Instrumentales para $r_{t+k,k}^{(\tau)}$, vencimientos $\tau = 3, 5$ y 7 años	44
Cuadro 11. Variables Instrumentales para $r_{t+k,k}^{(\tau)}$, vencimientos $\tau = 10, 20$ y 30 años.....	44
Cuadro 12. Variables Instrumentales para $y_t^{(\tau)}$, vencimientos $\tau = 3, 5$ y 7 años	45
Cuadro 13. Variables Instrumentales para $y_t^{(\tau)}$, vencimientos $\tau = 10, 20$ y 30 años	45
Cuadro 14. Estadísticas descriptivas.....	46

Índice de figuras.

Figura 1 Inflación en México de 1990-2014.....	35
Figura 2 Plazo promedio en días de los bonos M.....	35
Figura 3. Composición de deuda: UDIS y bonos M.....	36
Figura 4. Composición de deuda: Nacionales.	36
Figura 5. Dispersión entre $\left(\frac{DPV}{PIB}\right)_t$ y $y_t^{(\tau)}$ a diferentes vencimientos.....	37
Figura 6. Dispersión entre $\left(\frac{DPV}{PIB}\right)_t$ y $r_t^{(\tau)}$ a diferentes vencimientos.....	37

Apéndice A

Figuras

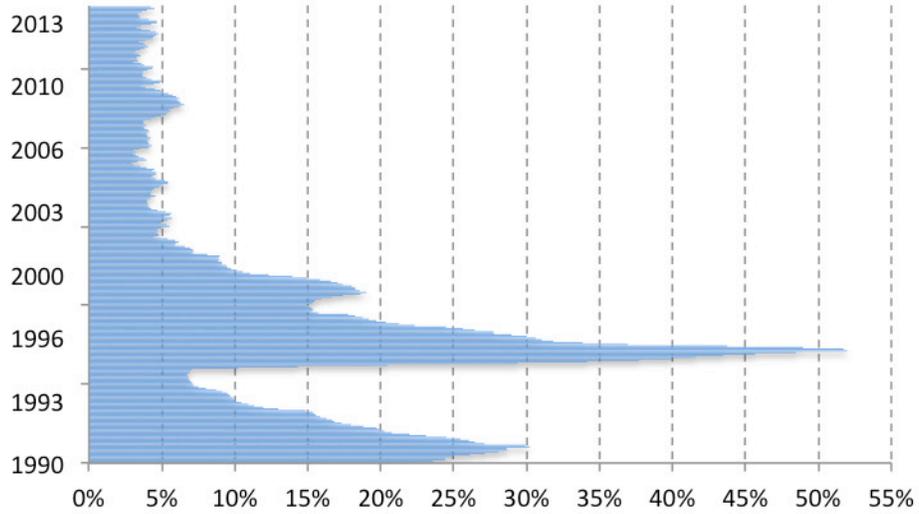


Figura 1 Inflación en México de 1990-2014

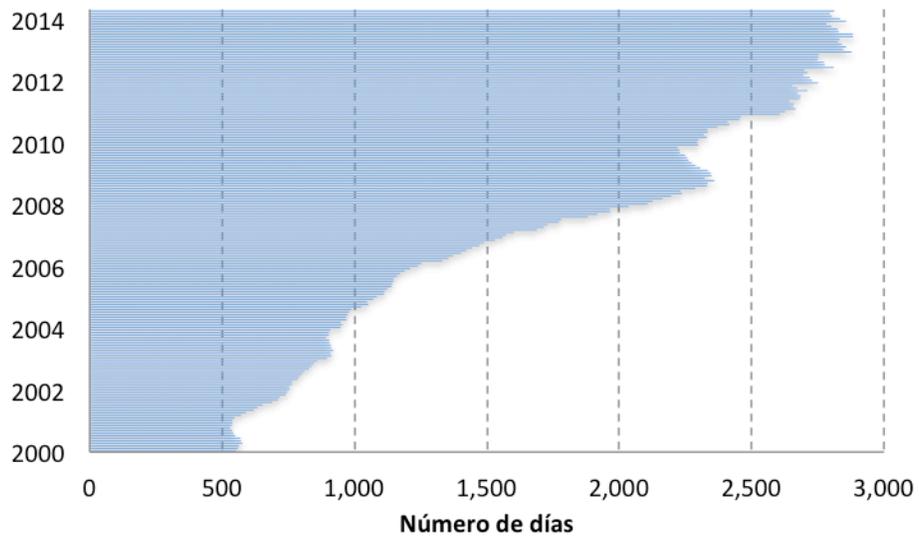


Figura 2 Plazo promedio en días de los bonos M

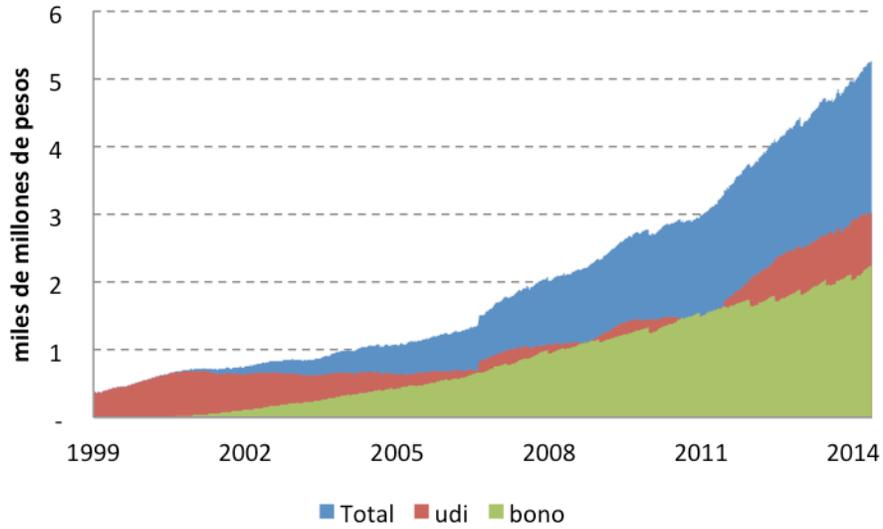


Figura 3. Composición de deuda: UDIS y bonos M

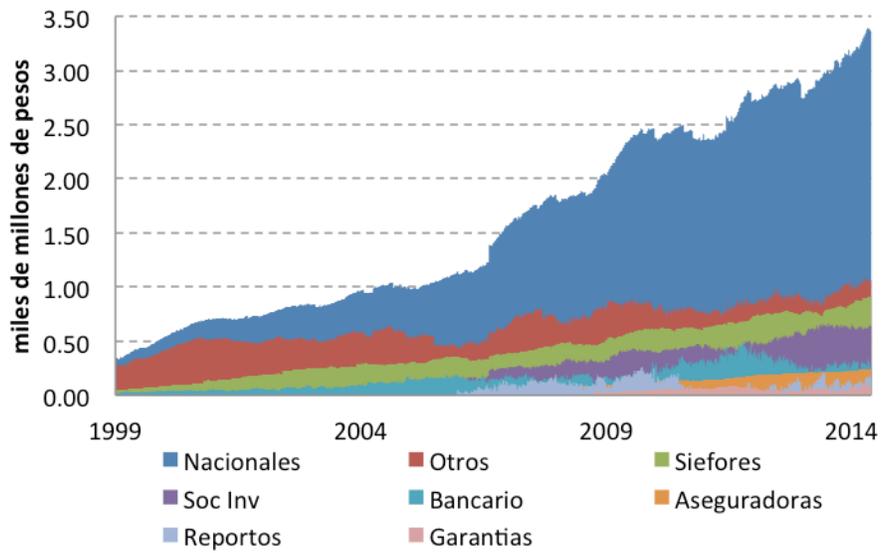


Figura 4. Composición de deuda: Nacionales.

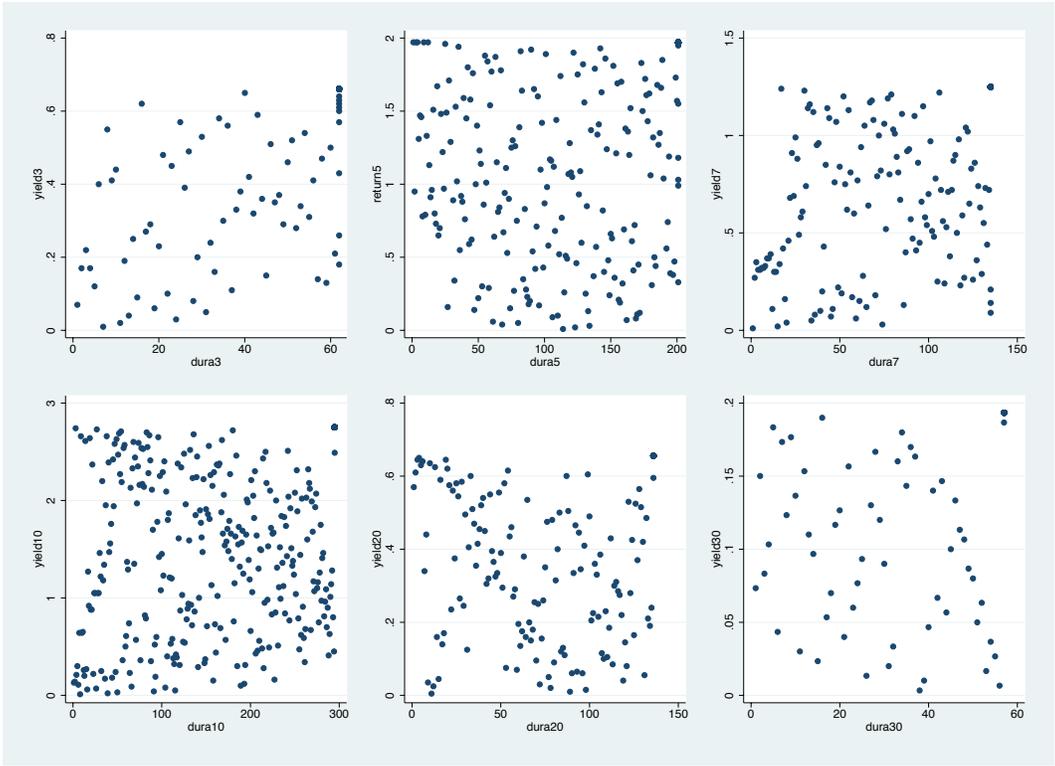


Figura 5. Dispersión entre $\left(\frac{DPV}{PIB}\right)_t$ y $y_t^{(\tau)}$ a diferentes vencimientos.

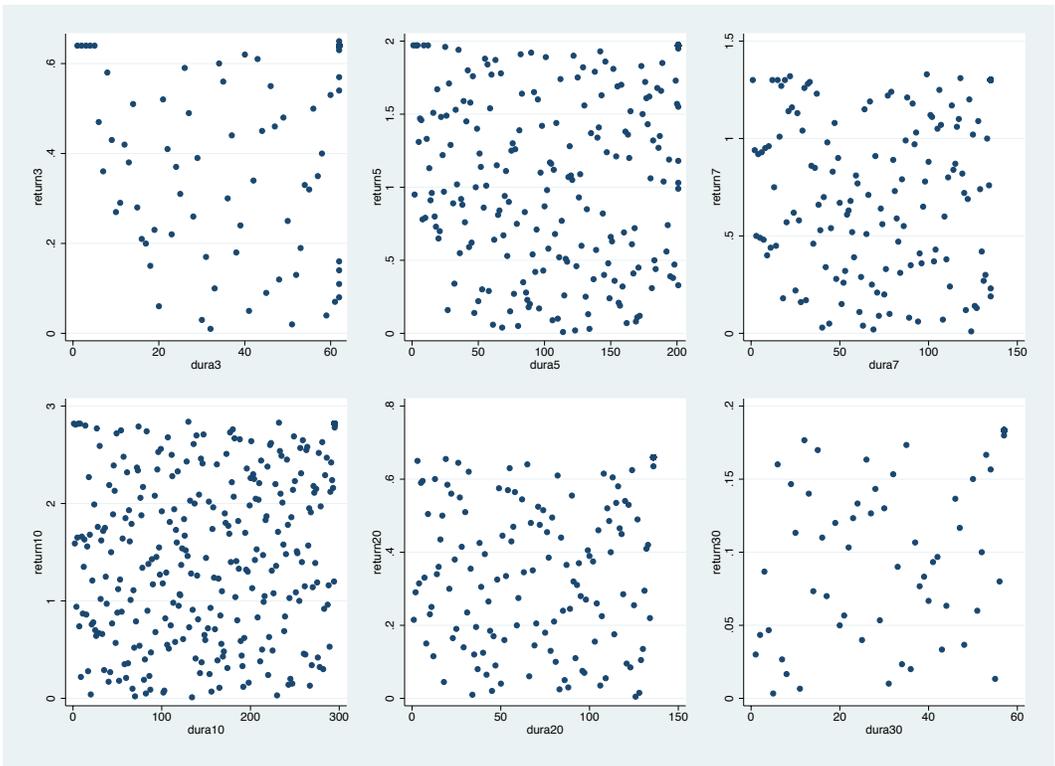


Figura 6. Dispersión entre $\left(\frac{DPV}{PIB}\right)_t$ y $r_{t+k,k}^{(\tau)}$ a diferentes vencimientos

Cuadro 1: Regresiones de $y_t^{(\tau)}$ y $r_{t+k,k}^{(\tau)}$. Vencimientos 3, 5 y 7

$$y_t^{(\tau)} = a + b_1(DPV/PIB)_t + cy_t^1 + u_t$$

$$r_{t+k,k}^{(\tau)} = a + b_2(DPV/PIB)_t + cy_t^1 + u_{t+k}$$

	$y_t^{(3)}$		$r_{t+1,1}^{(3)}$		$y_t^{(5)}$		$r_{t+1,1}^{(5)}$		$y_t^{(7)}$		$r_{t+1,1}^{(7)}$	
	b	t	b	t	b	t	b	t	b	t	b	t
$(DPV/PIB)_3$	.009***	(11.44)	.006***	(13.06)								
$(DPV/PIB)_5$					.005***	(7.57)	.006***	(9.82)				
$(DPV/PIB)_7$									.006***	(13.80)	.005**	(5.51)
Constant	.066	(1.39)	.293***	(8.13)	.365	(1.76)	.467**	(3.15)	.131	(.98)	.402*	(3.15)
Adj. R^2	.629		.289		.407		.411		.471		.273	
No. of cases	331		325		715		702		275		270	

Los datos entre paréntesis son el t-estadístico. * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Cuadro 2: Regresiones de $y_t^{(\tau)}$ y $r_{t+k,k}^{(\tau)}$. Vencimientos 10, 20 y 30

$$y_t^{(\tau)} = a + b_1(DPV/PIB)_t + cy_t^1 + u_t$$

$$r_{t+k,k}^{(\tau)} = a + b_2(DPV/PIB)_t + cy_t^1 + u_{t+k}$$

	$y_t^{(10)}$		$r_{t+1,1}^{(10)}$		$y_t^{(20)}$		$r_{t+1,1}^{(20)}$		$y_t^{(30)}$		$r_{t+1,1}^{(30)}$	
	b	t	b	t	b	t	b	t	b	t	b	t
$(DPV/PIB)_{10}$	.004***	(8.93)	.005***	(12.01)								
$(DPV/PIB)_{20}$					.002*	(3.00)	.002**	(6.03)				
$(DPV/PIB)_{30}$									.002	(1.84)	.002*	(9.22)
Constant	.231	(1.45)	.489**	(3.63)	.100	(2.40)	.125	(2.73)	.043	(2.05)	.032	(3.42)
Adj. R^2	.527		.445		.441		.396		.427		.539	
No. of cases	605		594		275		270		165		162	

Los datos entre paréntesis son el t-estadístico. * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Cuadro 3: Regresión con errores Newey y West en vencimientos 3 y 5

	$y_t^{(3)}$		$r_{t+1,1}^{(3)}$		$y_t^{(5)}$		$r_{t+1,1}^{(5)}$	
	b	t	b	t	b	t	b	t
$(DPV/PIB)_3$	.0089***	(16.2802)	.0055***	(8.0975)				
$(DPV/PIB)_5$					.0054***	(14.7843)	.0061***	(12.8000)
Constant	.0658*	(2.0424)	.2932***	(6.6526)	.3649***	(3.6218)	.4668***	(4.5375)
Adj. R^2								
No. of cases	331		325		715		702	

Los datos entre paréntesis son el t-estadístico. * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Cuadro 4: Regresión con errores Newey y West en vencimientos 7 y 10

	$y_t^{(7)}$		$r_{t+1,1}^{(7)}$		$y_t^{(10)}$		$r_{t+1,1}^{(10)}$	
	b	t	b	t	b	t	b	t
$(DPV/PIB)_7$	.0059***	(17.2440)	.0048***	(6.4235)				
$(DPV/PIB)_{10}$					.0044***	(14.0435)	.0054***	(10.2505)
Constant	.1308*	(2.0773)	.4018***	(4.1895)	.2307*	(2.4953)	.4886***	(3.8878)
Adj. R^2								
No. of cases	275		270		605		594	

Los datos entre paréntesis son el t-estadístico. * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Cuadro 5: Regresión con errores Newey y West en vencimientos 20 y 30

	$y_t^{(20)}$		$r_{t+1,1}^{(20)}$		$y_t^{(30)}$		$r_{t+1,1}^{(30)}$	
	b	t	b	t	b	t	b	t
$(DPV/PIB)_{20}$	.0015***	(5.7948)	.0024***	(8.1127)				
$(DPV/PIB)_{30}$					.0016***	(4.4653)	.0021***	(8.8504)
Constant	.0996***	(3.4966)	.1249**	(3.0630)	.0431***	(3.8963)	.0321*	(2.0585)
Adj. R^2								
No. of cases	275		270		165		162	

Los datos entre paréntesis son el t-estadístico. * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Cuadro 6: Deuda-PIB, su cuadrado y cubo como instrumentos para los vencimientos 3, 5 y 7

$$y_t^{(\tau)} = a + b_1(DPV/PIB)_t + cy_t^1 + (Deuda_t/PIB_t) + (Deuda_t/PIB_t)^2 + (Deuda_t/PIB_t)^3 + u_t$$

$$r_{t+k,k}^{(\tau)} = a + b_2(DPV/PIB)_t + cy_t^1 + (Deuda_t/PIB_t) + (Deuda_t/PIB_t)^2 + (Deuda_t/PIB_t)^3 + u_{t+k}$$

	$r_{t+1,1}^{(3)}$		$r_{t+1,1}^{(5)}$		$r_{t+1,1}^{(7)}$	
	b	t	b	t	b	t
$(DPV/PIB)_3$	.010***	(6.98)				
$(DPV/PIB)_5$			.004**	(3.25)		
$(DPV/PIB)_7$					.009***	(7.00)
Constant	.019	(.20)	.774**	(3.27)	.009	(.07)
Adj. R^2						
No. of cases	325		702		270	

Los datos entre paréntesis son el t-estadístico. * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Cuadro 7: Deuda-PIB, su cuadrado y cubo como instrumentos para los vencimientos 10, 20 y 30

$$y_t^{(\tau)} = a + b_1(DPV/PIB)_t + cy_t^1 + (Deuda_t/PIB_t) + (Deuda_t/PIB_t)^2 + (Deuda_t/PIB_t)^3 + u_t$$

$$r_{t+k,k}^{(\tau)} = a + b_2(DPV/PIB)_t + cy_t^1 + (Deuda_t/PIB_t) + (Deuda_t/PIB_t)^2 + (Deuda_t/PIB_t)^3 + u_{t+k}$$

	$r_{t+1,1}^{(10)}$		$r_{t+1,1}^{(20)}$		$r_{t+1,1}^{(30)}$	
	b	t	b	t	b	t
$(DPV/PIB)_{10}$	.011***	(5.46)				
$(DPV/PIB)_{20}$			.005***	(5.52)		
$(DPV/PIB)_{30}$					.003***	(5.51)
Constant	-.371	(-1.11)	-.063	(-.81)	-.006	(-.24)
Adj. R^2						
No. of cases	594		270		162	

Los datos entre paréntesis son el t-estadístico. * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Cuadro 8: Deuda-PIB, su cuadrado y cubo como instrumentos para los vencimientos 3, 5 y 7

$$y_t^{(\tau)} = a + b_1(DPV/PIB)_t + cy_t^1 + (Deuda_t/PIB_t) + (Deuda_t/PIB_t)^2 + (Deuda_t/PIB_t)^3 + u_t$$

$$r_{t+k,k}^{(\tau)} = a + b_2(DPV/PIB)_t + cy_t^1 + (Deuda_t/PIB_t) + (Deuda_t/PIB_t)^2 + (Deuda_t/PIB_t)^3 + u_{t+k}$$

	$y_t^{(3)}$		$y_t^{(5)}$		$y_t^{(7)}$	
	b	t	b	t	b	t
$(DPV/PIB)_3$	.014***	(11.60)				
$(DPV/PIB)_5$			-.004	(-1.81)		
$(DPV/PIB)_7$					.007***	(7.81)
Constant	-.252**	(-3.26)	1.925***	(5.46)	.021	(.22)
Adj. R^2						
No. of cases	331		715		275	

Los datos entre paréntesis son el t-estadístico. * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Cuadro 9: Deuda-PIB, su cuadrado y cubo como instrumentos para los vencimientos 10, 20 y 30

$$y_t^{(\tau)} = a + b_1(DPV/PIB)_t + cy_t^1 + (Deuda_t/PIB_t) + (Deuda_t/PIB_t)^2 + (Deuda_t/PIB_t)^3 + u_t$$

$$r_{t+k,k}^{(\tau)} = a + b_2(DPV/PIB)_t + cy_t^1 + (Deuda_t/PIB_t) + (Deuda_t/PIB_t)^2 + (Deuda_t/PIB_t)^3 + u_{t+k}$$

	$y_t^{(10)}$		$y_t^{(20)}$		$y_t^{(30)}$	
	b	t	b	t	b	t
$(DPV/PIB)_{10}$	.016***	(5.86)				
$(DPV/PIB)_{20}$			.004***	(4.67)		
$(DPV/PIB)_{30}$					.003***	(4.49)
Constant	-1.501***	(-3.49)	-.090	(-1.25)	-.016	(-.57)
Adj. R^2						
No. of cases	605		275		165	

Los datos entre paréntesis son el t-estadístico. * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Cuadro 10: Variables Instrumentales 3, 5 y 7

	$r_{t+1,1}^{(3)}$		$r_{t+1,1}^{(5)}$		$r_{t+1,1}^{(7)}$	
	b	t	b	t	b	t
$(DPV/PIB)_3$	.009***	(6.09)				
$(DPV/PIB)_5$			.005***	(3.98)		
$(DPV/PIB)_7$					.010***	(5.64)
Constant	.089	(.97)	.713***	(3.40)	-.056	(-.33)
Adj. R^2						
No. of cases	325		702		270	

Los datos entre paréntesis son el t-estadístico. * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Cuadro 11: Variables Instrumentales 10, 20 y 30

	$r_{t+1,1}^{(10)}$		$r_{t+1,1}^{(20)}$		$r_{t+1,1}^{(30)}$	
	b	t	b	t	b	t
$(DPV/PIB)_{10}$	.010***	(4.08)				
$(DPV/PIB)_{20}$			.003**	(3.02)		
$(DPV/PIB)_{30}$					.004***	(5.48)
Constant	-.248	(-.61)	.061	(.71)	-.019	(-.73)
Adj. R^2						
No. of cases	594		270		162	

Los datos entre paréntesis son el t-estadístico. * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

Cuadro 12: Variables Instrumentales 3, 5 y 7

	$y_t^{(3)}$		$y_t^{(5)}$		$y_t^{(7)}$	
	b	t	b	t	b	t
$(DPV/PIB)_3$	.014***	(10.89)				
$(DPV/PIB)_5$			-.002	(-1.05)		
$(DPV/PIB)_7$					.003*	(2.32)
Constant	-.241**	(-2.98)	1.583***	(5.70)	.399**	(3.13)
Adj. R^2						
No. of cases	331		715		275	

Los datos entre paréntesis son el t-estadístico. * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Cuadro 13: Variables Instrumentales 10, 20 y 30

	$y_t^{(10)}$		$y_t^{(20)}$		$y_t^{(30)}$	
	b	t	b	t	b	t
$(DPV/PIB)_{10}$	.033***	(3.59)				
$(DPV/PIB)_{20}$			.012***	(3.84)		
$(DPV/PIB)_{30}$					.005***	(4.79)
Constant	-4.173**	(-2.89)	-.643**	(-2.77)	-.081*	(-2.04)
Adj. R^2						
No. of cases	605		275		165	

Los datos entre paréntesis son el t-estadístico. * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Cuadro 14: Estadísticos descriptivos

Sea $y_t^{(\tau)}$: el rendimiento del bono de vencimiento τ en el tiempo t ; $r_{t+k,k}^{(\tau)}$: es el rendimiento esperado del bono de vencimiento τ en el tiempo t ; $(DPV/PIB)_\tau$: la Deuda Ponderada al Vencimiento escalada por el PIB para el bono de vencimiento τ ; *Deuda-PIB*: la razón entre la deuda y el PIB; *Crecimiento del PIB*: la diferencia entre el PIB real del trimestre más reciente y el PIB real del trimestre $t - 4$, con año base de 2008; *Brecha del PIB*: la brecha entre el PIB base 2008 desestacionalizado, con tendencia y ciclo y el PIB base 2008⁴⁵; *Inflación*: la inflación trimestral con respecto al año anterior; *Riesgo en la inflación*: la desviación estándar de la inflación trimestral respecto al año pasado; *Riesgo en el IPC*: el riesgo de la bolsa es la desviación estándar del Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) trimestral respecto al año pasado

Variable	Obs	Media	Des. Estándar	Min	Max
y_t	56	.028	.037	0	.157
$y_t^{(3)}$	56	.019	.039	0	.157
$y_t^{(5)}$	56	.021	.035	0	.15
$y_t^{(7)}$	56	.035	.037	0	.104
$y_t^{(10)}$	56	.033	.036	0	.118
$y_t^{(20)}$	56	.037	.039	0	.111
$y_t^{(30)}$	56	.026	.037	0	.092
$r_{t+1,1}$	56	.001	.028	-.137	.158
$r_{t+1,1}^{(3)}$	55	0	0	-.002	.001
$r_{t+1,1}^{(5)}$	54	0	.001	-.002	.002
$r_{t+1,1}^{(7)}$	54	0	.001	-.001	.003
$r_{t+1,1}^{(10)}$	54	0	.001	-.002	.004
$r_{t+1,1}^{(20)}$	54	0	.002	-.004	.004
$r_{t+1,1}^{(30)}$	54	0	.002	-.006	.003
(DPV/PIB)	56	.007	.015	0	.099
$(DPV/PIB)_3$	56	0	.001	0	.006
$(DPV/PIB)_5$	56	.002	.005	0	.034
$(DPV/PIB)_7$	56	.005	.007	0	.025
$(DPV/PIB)_{10}$	56	.01	.013	0	.058
$(DPV/PIB)_{20}$	56	.021	.027	0	.09
$(DPV/PIB)_{30}$	56	.017	.028	0	.099
<i>Deuda-PIB</i>	56	.21	.108	.095	.424
<i>Crecimiento del PIB</i>	56	0	.013	-.027	.027
<i>Brecha del PIB</i>	56	.023	.029	-.079	.067
<i>Inflación</i>	56	.048	.016	.03	.101
<i>Riesgo en la inflación</i>	56	.007	.006	.001	.031
<i>Riesgo en el IPC</i>	56	.087	.056	.014	.248