

# Trabajo Final de Graduación

## Maestría en Finanzas UTDT

*Año Académico 2021*

*Alumno: Alejo Sorrentino*

*Tutor: Diego Iaccarino*

*Exceso de retornos de bonos soberanos en países emergentes*

*Diferencial de tasas como factor explicativo*

# Índice de contenidos

1. <i>Introducción</i>	4
2. <i>Revisión de Literatura</i>	5
Decisiones de ahorro-consumo, maximización de utilidad y la teoría moderna de manejo de portafolio	5
Riesgos y retornos, estudios empíricos	8
Ventajas de la diversificación internacional	9
CAPM como primera aproximación al estudio de retornos excedentes	10
Teoría del Arbitraje de Precios y modelos multifactoriales	11
El rol creciente de las inversiones internacionales	12
Factores determinantes del exceso de retorno en bonos internacionales	13
3. <i>Riesgo, retornos y potencial de diversificación en una cartera de bonos emergentes</i>	15
4. <i>Retornos esperados y factores de riesgo</i>	29
Variables a explicar	30
Variables explicativas	30
Estimaciones y resultados	33
Modelo CAPM	33
Modelos con aversión al riesgo	35
Modelos con spread de tasas entre bonos emergentes	39
Modelos de tres factores: $RM-RF + HY\_CORP + HML$	43
Variable HML: conclusiones y análisis de consistencia	45
Modelos con factores de riesgo domésticos	48
5. <i>Conclusión</i>	53
6. <i>Referencias</i>	55

## *Resumen*

En este trabajo analizamos el diferencial de retornos entre bonos emergentes, comparando entre carteras ordenadas de acuerdo al rendimiento al vencimiento (*yield-to-maturity* | YTM) de cada activo. Construimos cuatro portafolios compuestos de bonos emergentes denominados en dólares con diferentes niveles de YTM y analizamos la distribución de sus retornos.

Para estimar la exposición de cada portafolio a diferentes factores de riesgo, empleamos un modelo de regresión lineal multivariado, en el que combinamos variables de carácter internacional con factores domésticos.

En base a los resultados, concluimos que la YTM permite explicar diferencial de retornos entre bonos emergentes, en tanto los activos con mayor rendimiento al vencimiento efectivamente arrojan retornos que compensan el mayor riesgo asumido en términos de volatilidad.

Encontramos también que los factores internacionales no son suficientes para explicar diferenciales de retornos entre bonos emergentes, y que el nivel de ingresos de una economía es un factor importante en la determinación del rendimiento de un activo.

## 1. Introducción

Las ventajas de una cartera bien diversificada ha sido uno de los puntos más estudiados por los inversores y los administradores de carteras. Las ventajas de la diversificación en cuanto a maximización de los rendimientos promedios y reducción del riesgo para el inversor son el punto fundacional de toda la teoría moderna de manejo de portafolios y valuación de activos.

La optimización de la relación riesgo-retorno fue por primera vez formalizada por H. Markowitz (1952), en una teoría de valuación de activos que con el tiempo sería reconocida como la teoría moderna de valuación de activos. Dicha relación de *trade-off* entre riesgo y retorno daría pie a uno de los modelos más utilizados y conocidos actualmente, el modelo de valuación basado en el consumo (CAPM).

La distribución de los retornos de un activo en términos de media y varianza, y la covarianza entre cada activo y el portafolio de mercado (el Beta de mercado) son desde entonces puntos claves a la hora de evaluar las diferentes opciones de inversión. En tal sentido, un inversor racional debería elegir aquella canasta de activos que arroje el mayor retorno por unidad de riesgo, sujeto al nivel de volatilidad que se esté dispuesto a asumir.

La teoría de portafolio predice entonces la inversión en carteras diversificadas, y las ventajas de tal estrategia están muy bien documentadas en cantidad de trabajos empíricos. La diversificación no está circunscripta únicamente a la combinación de inversiones en activos de industrias bien diferentes, sino que también incluye la diversificación internacional entre economías con múltiples y diferentes factores de riesgo.

Si efectivamente existe potencial de diversificación a nivel internacional producto de las mayores primas por riesgo de activos en mercados emergentes, los cuales a su vez están poco correlacionados entre sí, entonces esas primas de riesgo deberían estar explicadas por la mayor exposición a factores de riesgo sistémico, común a todos los activos.

En este trabajo intentamos dar respuesta a algunos de estos puntos, focalizando nuestro análisis en el desempeño de bonos emergentes denominados en dólares a lo largo del período 2003-2021. En primer lugar, nos preguntamos si efectivamente bonos más riesgosos compensan al inversor con mayores retornos promedios. Como medida del riesgo empleamos a la tasa de rendimiento al vencimiento (en adelante YTM, de *yield-to-maturity*), de forma que la pregunta queda circunscripta a dos puntos particulares.

- i) ¿Es en nivel de YTM una buena aproximación del riesgo de una inversión?
- ii) Si lo anterior se cumple, entonces, el mayor riesgo asociado a YTM más altas ¿compensa al inversor con retornos promedio mayores?

En la **Sección 3** abordamos estas preguntas de investigación, y encontramos que portafolios de bonos con mayor YTM inicial efectivamente arrojan retornos más volátiles, que van además acompañados de retornos promedio superiores a los de portafolios de menor YTM.

Luego, en la **Sección 4** intentamos encontrar cuáles son los factores de riesgo que explican el diferencial de retornos entre portafolios "*high yield*" y portafolios "*low yield*". En tal sentido, nos preguntamos si la exposición de cada cartera al factor de mercado es suficiente para explicar el desempeño de cada cartera, o si en efecto, existen más factores capaces de explicar tal diferencial.

De nuestro análisis se desprende que el retorno excedente de mercado no sirve para explicar retornos diferenciales de bonos emergentes. En cambio, nuestra medida del grado de aversión al riesgo

internacional (calculada en función de los retornos de un portafolio corporativo *high yield* de Estados Unidos) resulta estadística y teóricamente significativa, con los portafolios de mayor YTM mostrando mayor exposición a cambios en el apetito por el riesgo de los inversores.

Para testear nuestra hipótesis de que la YTM sirve como aproximación del riesgo de una inversión, construimos una variable (HML) que capturaba el diferencial de retornos entre carteras emergentes de bonos con alta y baja YTM. Los diferentes modelos arrojaron coeficientes asociados a HML estadísticamente significativos, que mostraban una exposición creciente de las carteras más riesgosas al comportamiento diferencial entre el portafolio *high yield* y el portafolio *low yield*.

Por último, propusimos un factor de riesgo doméstico que clasificaba a los países en función de su nivel de ingresos. Esta variable arrojó resultados significativos que permitieron incrementar el poder explicativo del modelo, y confirmó nuestra hipótesis de que factores internacionales no son suficientes para explicar retornos de bonos emergentes, sino que:

- Las condiciones idiosincráticas de cada economía tienen incidencia sobre el movimiento de precios de bonos soberanos.
- Los bonos soberanos de economías emergentes de menores ingresos son más volátiles.

Nuestro trabajo se estructura de la siguiente manera. En la siguiente sección, realizamos una revisión de la literatura existente, analizando el estado del arte y múltiples trabajos empíricos vinculados a nuestro trabajo. En la **Sección 3** se compara el rendimiento de carteras más y menos riesgosas en función de la YTM de bonos emergentes, y se analizan las ventajas de inversión que otorga la diversificación internacional. En la **Sección 4** estudiamos la incidencia de diferentes factores de riesgo sobre el rendimiento de bonos soberanos. Cerramos la **Sección 5** con una conclusión sobre los resultados alcanzados en el trabajo.

## **2. Revisión de Literatura**

### ***Decisiones de ahorro-consumo, maximización de utilidad y la teoría moderna de manejo de portafolio***

En toda economía, los agentes se encuentran tomando decisiones continuas de ahorro y consumo. Estas decisiones están regidas por el valor presente de los flujos de los activos intervinientes, y varían entre individuos dependiendo de los gustos y necesidades que determinan su función de utilidad (Cochrane, 2001). El mercado financiero cumple entonces un rol fundamental, al permitir la reasignación de consumo entre individuos, y de un mismo individuo en diferentes momentos del tiempo.

Los gestores de portafolio tienen como objetivo principal combinar activos en carteras que satisfagan las necesidades de los inversores y maximicen el consumo, en función de cuán dispuesto a tomar riesgo esté cada agente. Las necesidades de los inversores se definen principalmente en términos de rentabilidad y riesgo, donde la cartera óptima será aquella que maximice la función de utilidad del inversor -en términos de consumo-, la que dependerá en última instancia del nivel de aversión al riesgo del individuo.

Tomar decisiones de inversión que maximicen la riqueza de los accionistas se encuentra en el corazón del trabajo del administrador de portafolios; decisiones que no se pueden tomar sin antes comprender la interacción entre los rendimientos de la inversión y el riesgo asumido.

La relación riesgo-retorno desarrollada por Harry Markowitz (1952; 1959) y plasmada por Sharpe (1964) y Lintner (1965) en el modelo de valuación de activos basado en el consumo -*Capital Asset Pricing*

*Model (CAPM)*- se constituye como roca fundacional en el análisis de los retornos de activos y los factores que los explican.

El supuesto básico que sustenta este modelo es que un inversor racional tiene rendimientos de activos multivariados normalmente distribuidos caracterizados por los dos primeros momentos de la distribución. El primer momento (la media de la distribución de los retornos) representa el rendimiento esperado de la inversión, mientras que el segundo momento (varianza) se asocia al riesgo correspondiente. Con estos y otros supuestos adicionales<sup>1</sup>, Markowitz demostró que una cartera eficiente se encuentra en una frontera de puntos similar a una parábola, que se conoce como “frontera eficiente” (FE).

Bajo este marco teórico, una cartera de activos se considera eficiente si, para cualquier rendimiento esperado, no existe otra cartera con menor riesgo (varianza), y del mismo modo, si para cualquier valor dado de riesgo, no existe otra cartera con mayor rendimiento esperado. Por lo tanto, la FE está compuesta por todas las carteras eficientes.

En la **Ilustración 1** graficamos la frontera eficiente en términos de media-varianza, y comparamos diferentes opciones de inversión. El eje X refiere a la varianza de la distribución de retornos de una cartera, en tanto que el eje Y mide el retorno esperado de las mismas -calculado como la esperanza de la distribución-.

La curva que une los puntos a, b y c (curva abc) se denomina frontera de mínima varianza, y une a todo el conjunto de carteras que arrojan la mínima varianza relativa a un nivel de rendimiento esperado dado, es decir, combina todas las carteras de menor volatilidad para un retorno promedio dado.

La curva abc grafica de forma muy clara el *trade-off* existente entre riesgo y retorno; el punto b corresponde a la cartera de activos riesgosos de menor varianza. Un inversor que busque un retorno esperado mayor, deberá aceptar a cambio mayor volatilidad de sus retornos, moviéndose de una cartera en el punto b a algún otro punto entre a y b.

De no existir una tasa libre de riesgo a la que prestar o pedir prestado, sólo los portafolios por sobre el punto b de la curva abc son portafolios eficientes en términos de media-varianza, dado que para cualquier portafolio por debajo de b existe un portafolio alternativo con misma volatilidad y mayor retorno esperado.

Ahora, si incorporamos una tasa libre de riesgo a la que el inversor pueda prestar o pedir prestado ( $R_f$ ), entonces los inversores tendrían la opción de obtener un retorno  $R_f$  con nula volatilidad, o lo que es lo mismo, libre de riesgo. Tendrían la opción también de combinar inversiones en activos riesgosos con el activo libre de riesgo. Por último, podrían pedir prestado e invertir lo convenido en una cartera de mercado, es decir, apalancarse tomando prestado a una tasa  $R_f$ .

Incorporando un activo libre de riesgo, con el supuesto de que cualquier inversor puede prestar y pedir prestado a una tasa  $R_f$ , podemos entonces mostrar cuál es el portafolio de mercado eficiente en términos de media varianza. Ese portafolio será el que combine activos riesgosos tales que su relación media-retorno sea tangente a la línea que pasa por la frontera eficiente (la curva abc) y la libre de riesgo.

---

<sup>1</sup> Existen dos supuestos adicionales. El primer supuesto es un contrato completo: dados los precios de los activos que se equilibran en el mercado en  $t-1$ , los inversores acuerdan la distribución conjunta de los rendimientos de los activos de  $t-1$  a  $t$ . Y esta distribución es la real, es decir, es la distribución de la que se extraen los rendimientos que usamos para probar el modelo. El segundo supuesto es que existe capacidad de tomar y dar crédito sin restricciones a una tasa libre de riesgo, que es la misma para todos los inversores y no depende de los montos involucrados. (Ver Fama & French (2004))

El punto T define al portafolio que maximiza la relación media-varianza, también conocido como ratio de Sharpe.

**Ilustración 1 - Frontera eficiente y portafolio de mercado**

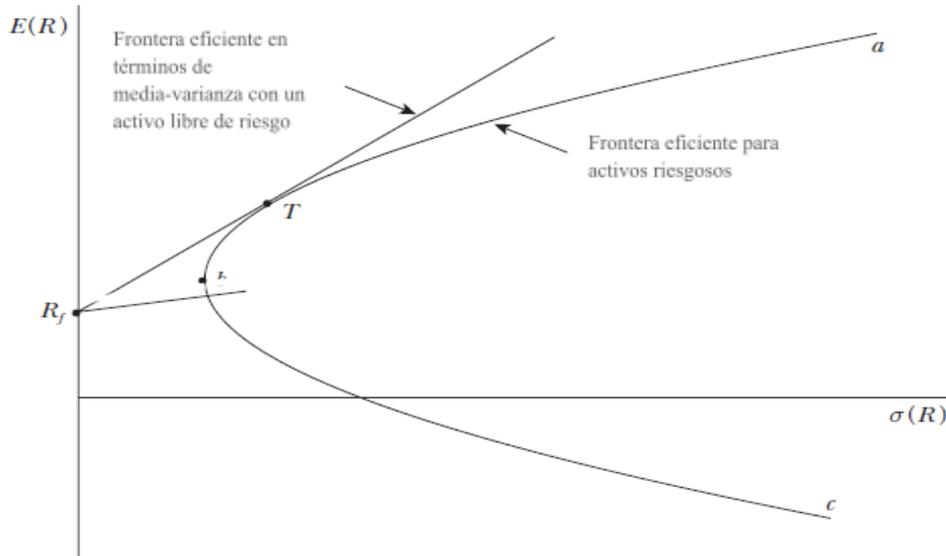


Figura adaptada de Fama & French (2004)

Bajo el supuesto de acuerdo completo acerca de la distribución de los retornos futuros de cada activo, entonces todos los inversores optarán por el portafolio que maximiza la relación riesgo-retorno, eligiendo combinaciones del portafolio T con préstamos o créditos a la tasa libre de riesgo  $R_f$ , siendo ese portafolio T el portafolio “de mercado”.

Los supuestos del modelo implican que:

- i) Si el mercado está en equilibrio, el portafolio de mercado se ubicará sobre la frontera eficiente de mercado (curva ab).
- ii) Activos que conlleven más riesgo deberían compensar a sus inversores con mayores retornos, siendo la mayor exposición al riesgo de mercado el único factor explicativo de un beneficio más abultado.

Siguiendo al CAPM, el rendimiento requerido de un activo debería igualar a la tasa de interés libre de riesgo más una prima de riesgo que es proporcional al coeficiente "beta" del activo, una medida de la covarianza entre los rendimientos del activo y los rendimientos de la cartera de mercado. Esta relación puede ser escrita de la siguiente forma:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i [E(R_m) - R_f]$$

donde:

- $E(R_i)$  : retorno esperado del activo i
- $R_f$  : tasa libre de riesgo
- $E(R_m)$  : retorno esperado del portafolio de mercado
- $\beta_i$  :  $\text{cov}(R_i, R_m) / \sigma_m^2$ , donde  $\text{cov}(R_i, R_m)$  es la covarianza entre el retorno del activo i y el

retorno del portafolio de mercado, y  $\sigma_m^2$  es la varianza de los retornos del portafolio de mercado

La forma específica de esta prima de riesgo se basa en el supuesto de que los inversores racionales aversos al riesgo diversifican sus inversiones, por lo que requieren una compensación sólo por asumir un riesgo sistemático o no diversificable, medido por beta. De esta forma, un agente racional debería realizar inversiones diversificadas en diferentes activos buscando reducir el riesgo idiosincrático y maximizar el retorno por unidad de riesgo, al que se conoce como ratio de Sharpe o Sharpe-ratio.

Siguiendo la idea de riesgo-retorno, los gerentes de portafolio suelen preguntarse si activos más riesgosos efectivamente terminan por arrojar un retorno efectivo por encima de otros menos riesgosos<sup>2</sup>. En el caso de activos de renta fija, la pregunta se circunscribe a si bonos con mayor rendimiento al vencimiento (YTM - *yield to maturity*) conceden un retorno por encima de bonos menos riesgosos y, por ende, con menor rendimiento esperado. Así, de estar dispuesto a aceptar más volatilidad de precio y mayores probabilidades de *default* en los pagos, un inversor menos averso al riesgo podría hacerse de un retorno efectivo superior invirtiendo en activos más volátiles.

### **Riesgos y retornos, estudios empíricos**

En sus informes anuales de rendimiento de bonos corporativos de los Estados Unidos, Altman et al. (Altman et al., 2000; Altman & Bana, 2002, 2004) encuentran que, para el período 1971–2002, los retornos de portafolios “*high yield*” (compuestos de bonos con categoría crediticia inferior a BBB)<sup>3</sup> suelen ser superiores a los de portafolios menos riesgosos. Incluso con tasas de *default* récord (1990 – 1991), las altas tasas de rendimiento que proveen bonos de menor categoría hacen que el desempeño de portafolios *high yield* sea superior al de portafolios “*investment grade*” (bonos con categoría BBB o superior).

Altman et al. sostienen que, una vez ajustados los retornos de cada portafolio por el valor de recupero de los activos en *default* y el flujo de intereses y capital recibido, activos más volátiles pagan al inversor una prima acorde al riesgo que conllevan, incluso con primas que suponen una estrategia de inversión bajo la lógica de media-varianza óptima para el manejo de portafolio.

Somos conscientes de que los autores emplean como clasificación de riesgo a las calificaciones crediticias, y no al rendimiento al vencimiento tal y como lo expresa nuestra pregunta de investigación. No obstante, es esperable que YTM y calificaciones de riesgo sean dos caras de una misma moneda, y muestren en tanto una gran correlación.

De hecho, Wagner & Lau (1971) y Gebhardt et al. (2005) muestran que tal correlación existe. Wagner & Lau van más allá y emplean al nivel de la YTM de bonos corporativos como medida de riesgo, en tanto sostienen que es una medida conocida y común a todos los activos, mientras que no todos los bonos suelen tener calificación crediticia homologada.

La buena o mala gestión de un administrador de portafolios dependerá entonces de sus habilidades para seleccionar aquellos activos que reduzcan el riesgo idiosincrático y maximicen el retorno de su cartera relativo a la volatilidad –riesgo– que los inversores estén dispuestos a asumir. Esa diversificación del riesgo idiosincrático dependerá no sólo de la correlación entre los retornos de un activo con la “cartera de

---

<sup>2</sup> Tomamos a la varianza de los retornos de la inversión como medida de riesgo. Más varianza, más riesgo.

<sup>3</sup> Basado en tabla de rating crediticio de Standard & Poor.

mercado” -Beta- sino también de la correlación entre los movimientos de precios entre los activos que componen dicho portafolio.

En consecuencia, el riesgo idiosincrático incorporado en una cartera disminuirá (i) cuanto más distintos sean los activos que la componen, es decir, cuanto más heterogéneos sean los factores que influyen en el precio de cada activo, y (ii) conforme aumente la cantidad de activos incluidos en la cartera -en tanto se incorporan más factores idiosincráticos-.

Dicha capacidad de diversificación del riesgo tiene un efecto marginal decreciente; el desvío estándar de los retornos de un portafolio se reduce a medida que se incorporan más activos, siendo esa mejora muy pequeña una vez incorporados entre diez y quince activos (Tang, 2004; Wagner & Lau, 1971).

En este sentido, Wagner & Lau (1971) comentan: “Aumentar el número de activos en la cartera no aumenta ni disminuye, por sí mismo, la tasa de rendimiento de la cartera. Las carteras compuestas por diferente número de activos de la misma clase tienen el mismo nivel de riesgo sistemático, aunque el nivel de riesgo no sistemático varía. Dado que el riesgo no sistemático se puede diversificar, no se recompensa por asumir dicho riesgo. En otras palabras, el rendimiento de la cartera se relaciona solo con el riesgo que no se puede diversificar, es decir, el riesgo sistemático”.

Al igual que Altman, Wagner & Lau (1971) encuentra que durante un período de diez años (1960-1970), portafolios más riesgosos tuvieron un rendimiento significativamente superior. Portafolios cuyo riesgo sistemático fue menor que el mercado (beta menor a 1.0) tuvieron retornos mensuales menores o iguales al retorno de mercado, mientras carteras más riesgosas que el mercado tuvieron rendimientos mensuales significativamente más altos. Esta evidencia respalda la teoría moderna de Markowitz: aquellos inversores dispuestos a asumir riesgos superiores a la media pueden generarse rendimientos excedentes superiores, mientras que es difícil superar al mercado con carteras bien diversificadas de menor riesgo.

### ***Ventajas de la diversificación internacional***

Con todo lo anterior, una estrategia de inversión que comprenda activos de diferentes industrias y regiones sería una estrategia óptima en cuanto a diversificación del riesgo y maximización de la relación retorno-riesgo. Estas ventajas de diversificación internacional del portafolio, por primera vez introducidas por Grubel (1968), Grubel & Fadner (1971) y Bergstrom (1975), emanan de la menor correlación entre países desarrollados y emergentes o de frontera, lo cual puede ser explicado en función de diferentes factores, tales como barreras a los flujos de capital internacionales, controles de cambio, barreras al comercio y sesgos hacia activos domésticos.

Speidell & Sappenfield (1992) muestran que la correlación en el movimiento de precios entre el índice S&P 500 y una cartera de activos de Europa, Asia y Australia (“cartera emergente”) es baja, lo cual da lugar a beneficios de diversificación. De acuerdo con los autores, una cartera compuesta por entre un 30% y 50% de activos emergentes resulta óptima en términos de riesgo-retorno, en tanto logra retornos por encima del índice S&P 500 con mismo nivel de riesgo. De otra forma, se podría alcanzar un retorno similar al del S&P 500 con un desvío estándar menor.

Al mismo tiempo, demuestran que la correlación entre activos europeos y estadounidenses ha aumentado, mientras que la correlación del S&P 500 con activos emergentes es muy pequeña, lo cual hace mayores a las ventajas por diversificación con una cartera emergente.

En esta misma línea, Divecha et al. (1992) desarrollan un modelo multifactorial y encuentran que la correlación entre mercados emergentes es muy baja (casi nula en muchos casos), en tanto que los mercados desarrollados están mucho más correlacionados. Esto otorga ventajas de diversificación, que los

autores estiman permite en promedio aumentar el exceso de retorno de una cartera mixta en 200 puntos básicos anuales relativo al índice S&P 500, reduciendo al mismo tiempo el riesgo por volatilidad.

Aunque la correlación entre países ha aumentado en el último tiempo, estas oportunidades se mantienen al día de hoy, en tanto muchos países han desarrollado sus mercados financieros en el último tiempo. Speidell & Krohne (2007) muestran que, si bien la correlación ha aumentado notablemente en países desarrollados y emergentes -pasando de 0.5 en 1980-1990 a 0.8 en los 2000'-, los mercados fronterizos mantienen su carácter doméstico, en tanto son índices muy volátiles, pero poco correlacionados con las economías más desarrolladas. La correlación del índice S&P 500 con una canasta fronteriza es cercana al 0.25, y se ha mantenido estable en los últimos años. A pesar de desvíos estándar individuales altos, las bajas correlaciones entre países fronterizos hacen que la volatilidad conjunta de la cartera sea muy baja, lo cual otorga fuertes ventajas de diversificación.

Otro punto que demuestra el potencial de diversificación del riesgo de una cartera fronteriza es la respuesta de los mercados a eventos de "cisne negro". Speidell & Krohne (2007) muestran que, ante la aparición de dos eventos de riesgo particulares -atentados a Torres Gemelas y shock de petróleo de 2006-, los precios de activos de frontera se comportaron mucho mejor que los de países emergentes y desarrollados. En los atentados de 2001, el índice S&P 500 cayó 8.1%, emergentes 15.5% y fronterizos solo 3.3%; durante el alza de precios de petróleo de 2006, S&P 500 subió 0.4%, emergentes cayó 2.2% y los fronterizos crecieron un sorprendente 6.4%.

Gilmore & McManus (2002) sostienen que los inversores estadounidenses pueden beneficiarse de la diversificación internacional en tanto estos mercados no están cointegrados con el mercado de EE. UU. Encuentran además que la baja correlación en los retornos no depende del horizonte de inversión, lo cual otorga beneficios de diversificación para los inversores tanto a corto como largo plazo.

Los beneficios de la diversificación en renta variable quedan claros. Sin embargo, y a pesar del mayor tamaño relativo del mercado de renta fija, mucho menos ha sido la atención prestada a los bonos como alternativa a la diversificación de carteras, ya sea por la menor información histórica disponible o por la mayor dificultad para trabajar con bases comparables.

Algunos autores que se han enfocado en el potencial de diversificación en bonos han sido Jorion (1992), Levy & Lerman (1988), y Madura & Reiff (1985). Por ejemplo, Levy & Lerman (1988) encuentran que (i) la cartera de bonos internacionales duplica a los bonos de EE. UU. en términos de rendimiento a mismo nivel de riesgo, e incluso que (ii) ese rendimiento es superior en términos de riesgo-retorno al de una cartera de renta variable, para aquellos inversores que prefieran baja volatilidad. Las ganancias de diversificación internacional son aún mayores para carteras con una combinación de bonos y acciones, mejorando los retornos relativos al riesgo asumido tanto de una cartera de renta variable como de una de renta fija.

Si efectivamente existe potencial de diversificación a nivel internacional producto de las mayores primas por riesgo de activos en mercados emergentes, los cuales a su vez están poco correlacionados entre sí, entonces: ¿Están esas primas de riesgo explicadas por la mayor exposición de estos activos al riesgo de mercado? ¿Existen más factores capaces de explicar tal diferencial? ¿Debemos enfocarnos en factores meramente internacionales o juegan los factores domésticos algún rol?

### ***CAPM como primera aproximación al estudio de retornos excedentes***

Si el desempeño de los mercados es exógeno a las condiciones particulares de cada país, entonces el diferencial de retornos debería ser explicado por diferentes grados de exposición a factores de riesgo

internacionales. Ahora bien, ¿logran estos factores explicar el diferencial de retornos entre activos de diferentes países?

Un primer intento de respuesta sería aplicar el modelo más extendido en el estudio de valuación de activos, el CAPM. A priori podemos suponer que los mercados están integrados y no existen restricciones a la inversión en ninguno de los activos utilizados. Si esto es así, entonces un modelo como el CAPM debería poder explicar parte del diferencial de retornos, y ese mismo modelo debería funcionar para todo tipo de instrumento financiero (Fama & French, 1993). No obstante, existe una extensa literatura que muestra que el modelo desarrollado por Sharpe y Lintner no alcanza para explicar el diferencial de retornos entre activos como función de un único factor –la exposición al riesgo de mercado–.

Lakonishok & Shapiro (1986) y Reinganum (1981) muestran que el CAPM fue útil para explicar retornos hasta la década del 60', pero encuentran que durante el período 1963-1990 su poder explicativo disminuyó considerablemente.

Frankel (1982) desarrolló un modelo similar al CAPM adaptado a inversiones internacionales, que incorporaba la oferta de bonos soberanos como factor explicativo. No obstante, los resultados empíricos del modelo resultaron poco efectivos para explicar retornos. Engel et al. (1989), Giovannini & Jorion (1989) y Thomas (1993) propusieron modelos similares con algunas modificaciones, pero la predicción del modelo no mejoró.

Fama & French (1992) sintetizan de buena forma algunas de las contradicciones empíricas del CAPM que podrían explicar las dificultades del modelo para predecir retornos. En primer lugar, se puede citar al “efecto tamaño” (Banz, 1981), que encuentra que la capitalización de mercado (ME) permite explicar una parte del retorno que no es captado por el beta de mercado, es decir, por la exposición a la cartera de mercado utilizada como único factor explicativo en el modelo CAPM. Banz encuentra que el retorno promedio de una empresa de baja capitalización es consistentemente más alto relativo al retorno de empresas de mayor capitalización una vez ajustado por beta.

Otra anomalía refiere a la relación positiva que encuentra Bhandari (1988) entre niveles de apalancamiento y retornos promedio. De acuerdo con Fama & French (1992), es plausible que ese ratio de apalancamiento esté asociado al riesgo y retorno esperado, pero en el modelo CAPM ese mayor apalancamiento debería ser -pero no lo es- captado por el beta de mercado. Bhandari encuentra que el apalancamiento explica retornos incluso una vez incorporados el beta de mercado y el coeficiente asociado al tamaño.

Rosenberg et al. (1985) y Stattman (1980) encuentran que los retornos de firmas de los Estados Unidos están correlacionados positivamente con el “*price/book*”, entendido este como la relación entre la capitalización de mercado de la firma y su valor libro medido por el patrimonio neto. Chan et al. (1991) encuentran la misma relación para el mercado de renta variable japonés.

Basu (1983) muestra que el ratio entre ganancias y precio de mercado de una firma sirve para explicar el retorno de las firmas en Estados Unidos, incluso una vez incorporados el beta de mercado y la variable tamaño (*SIZE*).

### ***Teoría del Arbitraje de Precios y modelos multifactoriales***

Ante el pobre funcionamiento del CAPM como modelo explicativo de retornos excedentes, Fama & French (1993) propusieron un modelo multifactorial, tomando como base la teoría del arbitraje de precios (APT, del inglés “*Arbitrage Pricing Theory*”) desarrollada por Ross (1976). Ross desarrolló el modelo APT bajo la premisa de que existía mucho comovimiento de precios, pero que esa correlación era más

fuerte para activos dentro del mismo rubro o industria. La idea inicial era encontrar un conjunto acotado de factores que explicara una gran proporción de la variación de precios. Tal vez el modelo de tres factores de Fama & French (1993) sea el más conocido y relevante de este estilo.

En su trabajo, Fama y French (1992), partieron de la base de trabajos empíricos anteriores, que encontraban que las variables ganancia-precio, tamaño (capitalización de mercado), apalancamiento y *price/book*, entre otras, servían para explicar retornos diferenciales. Propusieron distintos modelos con combinaciones de estas variables, buscando estudiar la correlación entre todas ellas -en tanto eran formas diferentes de reescalar el precio de un activo y extraer información sobre riesgo y retornos esperados-. Los autores encuentran que:

- La relación negativa entre el tamaño y el rendimiento promedio es robusta a la inclusión de otras variables.
- La relación positiva entre *book-to-market* y la rentabilidad media también persiste en competencia con otras variables.
- Aunque el efecto del tamaño ha llamado más la atención, *book-to-market* tiene un papel más importante en las rentabilidades medias.

De esta forma, llegan a la conclusión de que el beta de mercado no permite por sí solo explicar los rendimientos promedio de las acciones, y que la combinación de tamaño y *book-to-market* parece absorber los roles de apalancamiento y E /P en la explicación de los rendimientos promedio de acciones, al menos durante el período analizado (1963-1990). Entonces, si los activos tienen un precio racional, los resultados sugieren que el riesgo es multidimensional -tal como lo propone la teoría APT-, siendo una de estas dimensiones explicada por el tamaño y otra por la relación BE/ME -lo que en la jerga financiera se conoce como variables “*size*” y “*value*”-.

Luego, en Fama & French (1993), extienden el modelo al análisis de los retornos de bonos. Muestran que existen factores comunes a bonos y acciones, y que los tres factores del modelo anterior, junto con dos variables adicionales -relacionadas a *maturity* y riesgo de *default*-, permiten explicar de forma conjunta el retorno esperado de bonos y acciones.

Surgieron a partir de entonces diversas variantes del modelo que buscaron explicar retornos tanto de bonos y de acciones, y que incorporaron múltiples combinaciones de factores. No sólo se plantearon nuevos factores explicativos, sino que el número de variables incorporadas fue en ascenso.

### ***El rol creciente de las inversiones internacionales***

Muchos de los trabajos que usaron como base al modelo de Fama y French de tres factores tuvieron como principal interés el explicar retornos de acciones en el mundo desarrollado, y si bien se incorporaron activos de renta fija al análisis, el sesgo hacia países desarrollados permaneció en gran parte de la academia. No obstante, en las últimas décadas el estudio del diferencial de retornos de bonos de economías emergentes ha tomado mayor relevancia.

El mercado de bonos es extremadamente importante, con un valor de mercado agregado significativamente mayor que el del mercado de renta variable. Sin embargo, se ha prestado mucha menos atención a la estructura de riesgo y rendimiento de los mercados de bonos, especialmente en lo que respecta a activos internacionales (Barr & Priestley, 2004). La reciente relajación de muchas barreras a la inversión internacional y las consiguientes oportunidades de diversificación disponibles para los inversores hace que la evaluación del riesgo y el rendimiento en los mercados internacionales de bonos sea un área importante de investigación que en cierta medida ha sido ignorada.

Los flujos de capital hacia mercados emergentes han aumentado en los últimos años, lo que se evidencia en un aumento constante en la propiedad extranjera de bonos de mercados emergentes en la última década. Por ejemplo, a principios de la década de 2000, los inversores extranjeros representaban menos del 1 % del stock total de bonos soberanos en moneda local en la mayoría de las economías emergentes. Sin embargo, en 2010 esta participación había aumentado al 30 % en Indonesia, al 18 % al 22 % en México y Malasia, al 14 % en Brasil y al 10 % en Corea (Miyajima et al., 2015).

El fuerte desarrollo del mercado de bonos en economías emergentes ha llevado a que instituciones financieras y políticas a nivel mundial adopten los *spreads* de tasa de bonos en el mercado secundario como indicador de fragilidad financiera y riesgo de crédito del soberano. Tal vez el ejemplo más claro sea el índice de bonos de mercados emergentes EMBI construido a partir de 2003 por JP Morgan, al que en la jerga financiera se suele referir ya de forma generalizada como “riesgo país”.

Cuando hablamos de diferenciales de riesgo o primas de retorno, nos referimos a la prima requerida por los inversores para mantener en cartera bonos emitidos por países emergentes, los que se perciben como más propensos a incumplir sus obligaciones relativo a una economía desarrollada. Esta prima suele medirse como la diferencia entre el rendimiento de un bono emergente y el rendimiento de un bono de características similares, pero considerado virtualmente libre de riesgo (típicamente un título del Tesoro de EE. UU.). Básicamente, este retorno excedente sirve para compensar a los tenedores de bonos por los mayores riesgos a los que están expuestos cuando mantienen títulos de deuda de EME: riesgo de crédito, riesgo de mercado y riesgo de liquidez (Cunningham et al., 2001).

Pero esa prima no está solo relacionada al riesgo idiosincrático del país y su mayor probabilidad de *default*, sino que existen también factores de carácter global que las condicionan. Estos factores, englobados en “riesgos de mercado” pueden estar, por ejemplo, asociados a la mayor o menor predisposición al riesgo de los inversores o a cambios en precios de otros activos que afecten al costo de oportunidad de las inversiones (Ferrucci, 2003). Separar los efectos de cada uno de estos factores que determinan el diferencial de tasas entre países nos resulta de mucho interés.

### ***Factores determinantes del exceso de retorno en bonos internacionales***

Existen múltiples trabajos que han analizado el efecto de diferentes factores de riesgo sobre el rendimiento de bonos de EME, utilizando factores de carácter internacional y combinándolos en muchas ocasiones con otros propios de cada país (factores domésticos). La mayoría de estos estudios analizan la incidencia de cada factor a partir de modelos de regresión lineal, que asumen una relación invariante entre las variables explicativas y los diferenciales de retorno. No obstante, algunos autores han desarrollado modelos que permiten relaciones no lineales, estimando coeficientes que varían en el tiempo (Barr & Priestley, 2004; Bekaert & Harvey, 1995; Bernoth & Erdogan, 2012; Ferson & Harvey, 1991).

La idea de incorporar tanto factores internacionales como domésticos es cubrir los tres tipos de riesgo que suele llevar asociado un bono: riesgo de crédito, riesgo de mercado y riesgo de liquidez. El riesgo de crédito es la probabilidad de que un deudor no pueda hacer frente al pago de sus obligaciones en tiempo y forma, en tanto que el riesgo de mercado es la posibilidad de que el inversor enfrente una caída en el precio de los activos. Por último, el riesgo de liquidez refiere a la dificultad de un inversor para liquidar el bono en el mercado secundario sin influenciar los precios a la baja.

El primero de los riesgos suele estar muy atado a las características fundamentales del emisor, y en tanto estas afectan el precio de los activos, es esperable que riesgo de crédito y de mercado estén relacionados. Ahora bien, no sólo son las características propias del país las que afectan al precio de los bonos y alteran el riesgo de mercado. La predisposición de los inversores a asumir mayores riesgos, el movimiento de

precios de activos sustitutos (que afectan al costo de oportunidad de mantener un activo en cartera) y demás shocks externos tales como cambios en la tasa del bono norteamericano pueden tener efectos en los precios y, por ende, en el riesgo de mercado.

Entre los factores internacionales más empleados como variables explicativas en estos modelos se encuentran obviamente la tasa de los bonos del Tesoro americano (la cual se utiliza como medida de libre de riesgo, factor determinante del *spread* de tasas) y el rendimiento del portafolio de acciones norteamericano medido por el índice SPY (medida del “retorno promedio de mercado”), que se utiliza como única variable explicativa del modelo CAPM.

Se han utilizado además variables que funcionan como proxys de factores internacionales tales como la aversión al riesgo del inversor promedio de mercado. Por convención, se suele emplear el *spread* de tasa entre un índice de bonos corporativos “*high yield*” de los Estados Unidos y la tasa del bono del Tesoro estadounidense.

El exceso de retorno de los bonos corporativos se puede utilizar como medida de la aversión al riesgo del “inversor promedio” en tanto esa cartera se estima representa un instrumento financiero con riesgo similar al común de los bonos emergentes. De esta forma, si aumenta la tasa de bonos corporativos, es esperable que bonos emergentes se comporten de igual forma.

En otras palabras, un mayor *spread* en bonos corporativos de USA refleja que los agentes se mueven a activos menos riesgosos -“*flight to quality*”-, y entonces debería existir una correlación entre mayor aversión al riesgo (medido por esta variable) y el mayor *spread* soberano.

Tal como lo expresan Bernoth & Erdogan (2012): El *spread* de bonos corporativos mide el diferencial de tasas entre bonos corporativos *high yield* (Merrill Lynch BBB) y bonos soberanos. En tiempos de gran incertidumbre, el *spread* de tasas de bonos corporativos aumenta producto de un cambio en las preferencias del inversor, que se mueve de bonos corporativos más riesgosos a bonos soberanos más seguros.

Por ejemplo, (Bunda et al., 2009) emplean un modelo de tres factores para analizar los retornos de bonos en tres países emergentes (Argentina, Brasil y México) y estudiar la incidencia de estos factores en la evolución de las correlaciones en los rendimientos de dichos bonos. Como factores explicativos emplean el retorno del bono del Tesoro Americano a cinco años, el retorno de mercado -para lo que utilizan el índice SPY-, y el diferencial de retorno entre el bono estadounidense y un índice de bonos corporativos *high yield* de USA.

Bunda et al. (2009) encuentran que las correlaciones de los retornos de bonos entre países aumentaron considerablemente en los últimos años, y que los shocks mundiales (coeficientes asociados a las variables internacionales) explican gran parte de la volatilidad de los bonos de los mercados emergentes.

En cuanto a los factores domésticos, el abanico de variables es muy grande, y entre las variables utilizadas se destacan la brecha del PBI, la relación deuda/PBI, la cantidad de reservas internacionales, la tasa de inflación y el déficit fiscal.

Ferrucci (2003) estudia la incidencia de factores domésticos e internacionales en el diferencial de tasas de bonos soberanos de mercados emergentes. Para eso, desarrolla un modelo dinámico de corrección de errores en el que se permite que los coeficientes varíen a corto plazo, donde utiliza un grupo extenso de variables explicativas domésticas. Encuentra que el ratio de deuda soberana sobre PBI, el grado de apertura económica, el ratio amortizaciones/reservas y el saldo de cuenta corriente relativo a PBI están significativamente correlacionadas con el *spread* de tasas. Los resultados arrojan también correlaciones

estadísticamente significativas entre *spreads* de tasas y factores internacionales como el movimiento de precios del índice SPY y la liquidez internacional.

Barr & Priestley (2004) emplean un modelo condicional donde también combina factores domésticos con internacionales, pero haciendo foco en países desarrollados. Los autores encuentran que los factores internacionales no alcanzan para explicar el *spread* de tasas, explicando los factores domésticos en torno a un cuarto de ese diferencial.

Bernoth & Erdogan (2012) utilizan un modelo de coeficientes variables en el tiempo en países de la Unión Europea. Para estimar el riesgo de crédito utilizan los ratios deuda/PBI y déficit fiscal/PBI; las incorporan en niveles y en términos cuadráticos, para incorporar una no linealidad que penalice más a mayor endeudamiento. Como medida de riesgo de liquidez utilizan el *spread* entre precios de venta y de compra (*bid-ask spread*), una medida muy común en los mercados. Se incorpora también la diferencia entre la tasa promedio de bonos corporativos *high yield* de USA y la tasa libre de riesgo, como una medida de apetito por el riesgo de los inversionistas internacionales. Encuentran que tanto los factores domésticos como internacionales explican parte del diferencial de tasas, en especial el ratio deuda/PBI y el proxy de aversión al riesgo. Muestran además que a principios de la década de los 2000' los factores domésticos explicaban gran parte del diferencial de tasas, pero que esa incidencia se ha ido reduciendo en favor de factores internacionales en los últimos años.

González-Rozada & Yeyati (2008) estudian la influencia de factores internacionales sobre el *spread* de las treinta y tres economías emergentes que formaron parte del índice EMBI Global durante el período 1994-2005. Utilizan como variables explicativas dos factores internacionales: el apetito internacional por el riesgo, que aproximan a partir del *spread* de bonos corporativos *high yield* de USA sobre la libre de riesgo, y la liquidez internacional, medida en función de la tasa del *Treasury* estadounidense a diez años.

Los autores encuentran que estos dos factores explican en torno al 30% de la variación del *spread* de tasas en mercados emergentes, y que esa relación ha sido estable en el tiempo. Los resultados permanecen significativos cuando se controla por riesgo doméstico, aproximado por el rating crediticio de cada país.

Partiendo entonces de los hallazgos de los trabajos citados en esta sección y las anteriores, estudiamos el diferencial de retornos entre países y la existencia o no de ventajas de diversificación en carteras de bonos internacionales. Planteamos además un modelo lineal para estudiar la incidencia de factores domésticos e internacionales sobre las tasas de retorno esperada para un conjunto de economías emergentes.

### **3. Riesgo, retornos y potencial de diversificación en una cartera de bonos emergentes**

En la sección “Riesgos y retornos, estudios empíricos” detallamos algunos trabajos que analizaron las ventajas de invertir en bonos que a priori son más riesgosos, al menos analizados de forma individual. Los trabajos antes citados mostraban evidencia de que bonos con mayor YTM o peor calificación resultaban ser atractivos como inversión, en tanto arrojaban retornos acordes al riesgo asumido en la inversión. Los resultados mostraban que inversiones bien diversificadas en activos riesgosos arrojaban retornos por unidad de riesgo que resultaban eficientes en el sentido de Markowitz, otorgando mejores oportunidades de inversión a aquellos agentes mejores predispuestos al riesgo.

Dichos estudios se focalizaban principalmente en activos de economías emergentes, sesgados principalmente hacia bonos del Tesoro norteamericano y corporativos de compañías estadounidenses. No obstante, en la sección “Ventajas de la diversificación internacional” citábamos varios trabajos empíricos que demostraban que las inversiones en carteras compuestas por activos de economías emergentes

resultaban eficientes en cuanto a la relación riesgo-retorno, y que incluso la mejor diversificación del riesgo idiosincrático de esas carteras arrojaba mejores primas por riesgo -medido en función del ratio de Sharpe-.

En esta sección nos proponemos entonces comparar el rendimiento de bonos soberanos denominados en dólares para un conjunto de economías emergentes, construyendo carteras con diferentes niveles de riesgo, para analizar si las ventajas de la diversificación internacional pueden ser replicadas en este trabajo. Para ello trabajamos con índices de bonos de varios países emergentes, construyendo portafolios con diferentes niveles de volatilidad. Comparamos los retornos y desvíos entre cada uno de los portafolios y otras alternativas de inversión, y analizamos si la asignación entre carteras es eficiente en el sentido de Markowitz.

### ***Datos utilizados***

Para obtener los retornos de bonos soberanos utilizamos los índices Bloomberg (ex Barclays Index), que son índices de bonos soberanos denominados en dólares ponderados por capitalización de mercado. Cada índice incorpora los bonos *performing* denominados en dólares de cada país para cada momento del tiempo, y los pondera por su capitalización de mercado.

Para la elegibilidad de un país tal que califique como emergente, seguimos la misma metodología que Bloomberg utiliza en la construcción de los índices utilizados en este trabajo. De esta forma, un país será considerado elegible si cumple con al menos uno de los siguientes criterios:

- Pertener al grupo de países que el Banco Mundial categoriza como de ingreso bajo o ingreso mediano. Por ingreso mediano se toman tanto a los países que califican como de ingreso mediano alto o de ingreso mediano bajo.
- El Fondo Monetario Internacional (FMI) clasifique al país como economía no avanzada.
- Países que, de acuerdo a la clasificación de inversores de Bloomberg, sean catalogados como economías emergentes producto de la presencia de controles de capitales o inestabilidad financiera.

Los índices Bloomberg de economías emergentes incorporan para su valuación bonos soberanos denominados en dólares, tanto de tasa fija como variable, con un monto emitido y pendiente de cancelación superior a USD 500 millones. Se filtran además los bonos de acuerdo a su vencimiento, tomando en consideración sólo aquellos con un vencimiento superior a los dos años, independientemente de su opcionalidad de cancelación temprana. No se tienen en consideración tampoco los bonos perpetuos.

En cuanto al posible *default* de un bono, los índices soberanos mantienen al bono en el índice hasta que éste sea reestructurado, intercambiado o ya no cotice.

Utilizamos los índices Bloomberg por varias razones. La primera es que nos permite tener un panorama de toda la curva de bonos soberanos denominados en dólares de cada país. Una variante hubiera sido trabajar con bonos a diez años, pero no muchos países tienen un bono con tal vencimiento, y en caso de que lo tuvieran, es probable que no realicen nuevas emisiones muy a menudo, lo cual nos haría desplazarnos sobre la curva hacia plazos más cortos a medida que pasa el tiempo.

La segunda razón tiene que ver con cómo estos bonos devengan intereses y con la frecuencia que pagan cupones; los índices utilizados capitalizan los pagos de cupones y amortizaciones, sin importar la frecuencia de los mismos, tomando entonces en consideración los retornos derivados del cobro de intereses y capital. Si trabajáramos con bonos particulares deberíamos tomar en cuenta los flujos

específicos de cada bono, y calcular el rendimiento como una función tanto de la variación del precio de cada instrumento como de los pagos asociados a los mismos.

Los flujos de efectivo intramensuales de los pagos de intereses y capital contribuyen a los rendimientos mensuales del índice, pero no se reinvierten a una tasa de reinversión a corto plazo entre las fechas de reequilibrio. En cada reequilibrio, el efectivo se reinvierte efectivamente en el universo de rendimientos para el mes siguiente, de modo que los resultados del índice durante dos o más meses reflejen la capitalización mensual.

Elegimos además estos índices porque incorporan sólo bonos denominados en dólares con un vencimiento superior a dos años, metodología similar a la seguida por J.P. Morgan en la elaboración de su índice EMBI de bonos emergentes. Dicha metodología nos permite comparar entre bonos con características similares, al mismo tiempo que evitamos movimientos en el precio del bono ocasionados por variaciones cambiarias. Se asegura además una metodología en la construcción de los índices que es común a todos los países.

Para ser incluidos en el trabajo, el índice debe contar con datos de capitalización de mercado, YTM, vencimiento y precio para al menos setenta y dos meses durante el período que va desde enero de 2003 a 2021. Una vez aplicado tal filtro, un total de sesenta y tres índices de países diferentes cumplen con los requisitos para formar parte de la muestra. La **Tabla 1** resume los datos disponibles para cada uno de los países.

**Tabla 1 - Países que componen la muestra y años disponibles**

País	Período de cobertura	País	Período de cobertura
Angola	2012-2021	Kazajistán	2003-2005   2014-2021
Argentina	2003-2021	Kenia	2014-2021
Armenia	2013-2021	Líbano	2003-2021
Azerbaiyán	2014-2021	Malasia	2013-2021
Bahrein	2012-2021	México	2003-2021
Bielorrusia	2010-2021	Mongolia	2012-2021
Belice	2007-2021	Marruecos	2003-2006   2012-2021
Bermuda	2013-2021	Mozambique	2013-2021
Bolivia	2012-2021	Namibia	2011-2022
Brasil	2003-2021	Pakistán	2004-2021
Bulgaria	2003-2012	Panamá	2003-2021
Chile	2013-2021	Paraguay	2013-2021
Colombia	2003-2021	Perú	2003-2021
Costa Rica	2003-2005   2012-2021	Filipinas	2003-2021
Croacia	2009-2021	Polonia	2006   2013-2021
Rep. Dominicana	2003-2021	Qatar	2013-2021
Ecuador	2003-2021	Rusia	2003-2021
Egipto	2003-2021	Sudáfrica	2009-2021
El Salvador	2003-2021	Senegal	2011-2021
Etiopía	2015-2021	Serbia & Montenegro	2005-2021
Gabón	2007-2021	Corea del Sur	2013-2021
Georgia	2008-2019   2021	Sri Lanka	2007-2021
Ghana	2008-2021	Trinidad y Tobago	2013-2021
Guatemala	2003-2005   2012-2021	Túnez	2006-2010   2015-2021
Honduras	2013-2021	Turquía	2003-2021
Hungría	2006-2021	EAU	2013-2021
Indonesia	2003-2021	Ucrania	2003-2021
Irak	2013-2021	Uruguay	2003-2021
Israel	2013-2021	Venezuela	2003-2020
Costa de Marfil	2010-2021	Vietnam	2005-2021
Jamaica	2003-2005   2007-2021	Zambia	2012-2021
Jordania	2011-2013   2015-2021		

Para analizar el rendimiento de bonos emergentes y comparar el rendimiento y la relación riesgo-retorno de carteras de estos activos, construimos cuatro portafolios con diferentes niveles de riesgo, siguiendo una metodología similar a la utilizada por Fama & French (1992, 1993). Como aproximación del riesgo se usaron las YTM de los índices de bonos ponderados por capitalización de mercado de sesenta y tres mercados emergentes.

En función de dicha metodología, se ordenan los índices por países de menor a mayor YTM, se calculan los cuartiles de la distribución y, en función de su YTM, cada índice es asignado a uno de los cuatro portafolios. Luego, para cada portafolio y en función de los países que lo componen, se calcula el retorno promedio de cada cartera. Como primera alternativa, se optó por calcular los retornos como un promedio ponderado por la capitalización de mercado de cada índice que integre el portafolio. Se utilizaron también alternativas tales como el cálculo de retornos promedio simple y el reordenamiento de los portafolios con periodicidad mensual. Los resultados se detallan a continuación.

**Tabla 2 - Portafolios con reordenamiento anual en función de YTM en dic t-1**

**Retorno promedio ponderado por capitalización**

	Low YTM	2	3	High YTM
Media	0.45%	0.73%	0.79%	0.85%
Desv. Est.	1.98%	2.48%	3.36%	5.66%
Mínimo	-12.03%	-14.10%	-29.73%	-34.43%
Percentil 25	-0.34%	-0.28%	-0.56%	-1.71%
Percentil 50	0.40%	0.93%	1.01%	1.44%
Percentil 75	1.49%	2.11%	2.40%	3.89%
Máximo	9.17%	11.62%	11.04%	17.71%

**Retorno promedio simple**

	Low YTM	2	3	High YTM
Media	0.43%	0.68%	0.70%	1.11%
Desv. Est.	1.67%	2.50%	3.17%	4.62%
Mínimo	-11.37%	-20.63%	-29.77%	-33.30%
Percentil 25	-0.20%	-0.21%	-0.30%	-0.98%
Percentil 50	0.49%	0.88%	1.05%	1.22%
Percentil 75	1.34%	1.86%	2.06%	3.19%
Máximo	6.49%	10.25%	7.82%	16.51%

**Tabla 3- Portafolios con reordenamiento mensual en función de YTM de mes anterior**

**Retorno promedio ponderado por capitalización**

	Low YTM	2	3	High YTM
Media	0.52%	0.68%	0.85%	0.93%
Desv. Est.	2.05%	2.43%	3.04%	5.69%
Mínimo	-12.90%	-15.35%	-19.59%	-36.22%
Percentil 25	-0.33%	-0.26%	-0.53%	-1.67%
Percentil 50	0.62%	0.85%	1.04%	1.44%
Percentil 75	1.63%	1.93%	2.44%	3.94%
Máximo	11.49%	9.26%	16.17%	16.42%

**Retorno promedio simple**

	Low YTM	2	3	High YTM
Media	0.45%	0.59%	0.74%	1.10%
Desv. Est.	1.67%	2.46%	2.99%	4.73%
Mínimo	-12.59%	-20.84%	-27.47%	-34.41%
Percentil 25	-0.18%	-0.23%	-0.30%	-0.95%
Percentil 50	0.49%	0.86%	1.02%	1.21%
Percentil 75	1.26%	1.68%	2.09%	3.24%
Máximo	8.36%	8.99%	9.69%	14.20%

**Tabla 4 - Portafolios con reordenamiento mensual en función de YTM promedio último año**

**Retorno promedio ponderado por capitalización**

	Low YTM	2	3	High YTM
Media	0.49%	0.68%	0.78%	0.94%
Desv. Est.	1.97%	2.47%	3.41%	5.55%
Mínimo	-12.09%	-14.25%	-30.51%	-32.42%
Percentil 25	-0.39%	-0.38%	-0.35%	-1.69%
Percentil 50	0.61%	0.92%	1.04%	1.49%
Percentil 75	1.58%	1.93%	2.47%	3.94%
Máximo	8.92%	11.68%	14.37%	19.29%

**Retorno promedio simple**

	Low YTM	2	3	High YTM
Media	0.45%	0.64%	0.73%	1.11%
Desv. Est.	1.66%	2.43%	3.25%	4.59%
Mínimo	-11.37%	-19.22%	-31.73%	-30.25%
Percentil 25	-0.22%	-0.19%	-0.45%	-0.89%
Percentil 50	0.59%	0.89%	1.05%	1.18%
Percentil 75	1.31%	1.82%	2.12%	3.23%
Máximo	6.32%	10.42%	9.69%	15.12%

Las **Tablas 2, 3 y 4** muestran los resultados para cada una de las alternativas de reordenamiento de los portafolios y cálculos de los retornos. Se puede observar que los resultados son muy similares independientemente de la metodología que se utilice, permitiendo arribar a conclusiones consistentes en cuanto a la distribución de retornos y relación media-varianza de cada una de las carteras.

En primer lugar, es importante destacar el rol de la YTM utilizada como aproximación del riesgo de una inversión. Nuestra hipótesis de que el rendimiento al vencimiento de un activo refleja de buena manera el riesgo y el retorno esperado de una inversión se evidencia de buena forma en nuestros resultados. Ordenando de izquierda a derecha los portafolios construidos en función de la YTM, podemos ver que los retornos efectivos (esto es, el retorno de los portafolios tomando en cuenta el movimiento de precios y los

pagos de amortizaciones e intereses) son crecientes a medida que nos desplazamos hacia carteras con mayor YTM.

El mayor rendimiento de las carteras con YTM superiores está acompañado, como era de esperar, de una volatilidad creciente en los retornos. Esta distribución es consistente con la teoría de media-varianza desarrollada por Markowitz, que predecía que un inversor debía ver compensado el mayor riesgo de su inversión con una prima de retorno superior. De tal forma, un agente mejor predispuesto al riesgo podría invertir en los portafolios más volátiles siendo compensado con retorno promedio superior.

El mayor riesgo de las carteras con YTM más altas al momento de la asignación entre portafolios se observa no sólo en el desvío de los retornos, sino también en la forma que toman las distribuciones de retornos teniendo en cuenta su asimetría y curtosis.

Independientemente de la metodología adoptada, a medida que nos desplazamos hacia portafolios con YTM más altas nos enfrentamos a retornos con una distribución de colas más anchas (distribuciones leptocúrticas). Lo que esto quiere decir es que una gran parte de los retornos se encuentra concentrada en torno a la media de la distribución, en tanto que el resto de los retornos obedecen a valores más “extremos”.

El grado de curtosis es importante como medida de riesgo, en tanto cuanto más anchas son las colas de una distribución de retornos, más probable es que nos enfrentemos a escenarios de movimientos de precios bruscos o de magnitudes grandes -ya sean pérdidas o ganancias-, relativo a la probabilidad de una distribución de retornos normal. En consecuencia, frecuencias de retornos con colas anchas dotan los ingresos de una gran volatilidad, por lo que no suelen ser inversiones óptimas para individuos muy aversos al riesgo.

Una medida complementaria a la curtosis es la de asimetría. A diferencia de la primera, que mide la aparición de eventos extremos a ambos lados de la distribución, el coeficiente de asimetría sirve para medir el sesgo de los retornos hacia la izquierda o la derecha de la distribución. Distribuciones asimétricas negativas (o hacia la izquierda) suelen preocupar a los inversores, ya que reflejan probabilidades mayores de un evento extremo de retornos adversos -muy a la izquierda de la distribución-, alejados de lo que es el retorno medio esperado de la inversión. En otras palabras, el coeficiente de asimetría se utiliza para medir la probabilidad de eventos muy extremos, conocidos por el nombre de “cisne negro”.

**Tabla 5 - Curtosis de la distribución de los retornos para las diferentes metodologías**

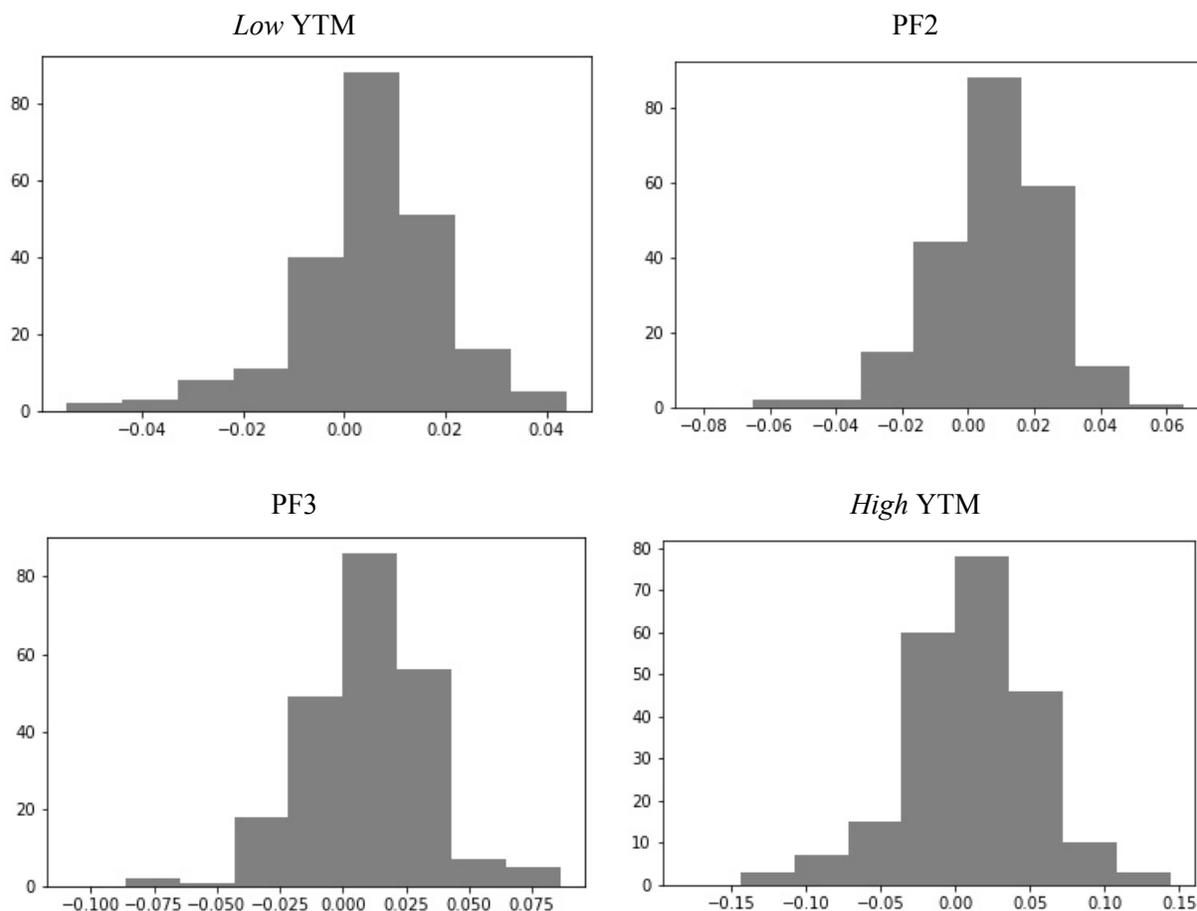
<b>Curtosis de la distribución de retornos</b>	<b>Low YTM</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>High YTM</b>
Rets. Prom. Ponderados Orden Anual	8.26	7.37	31.00	11.52
Rets. Prom. Simples Orden Anual	11.70	25.02	40.06	20.78
Rets. Prom. Ponderados Orden Mensual	11.12	9.18	12.66	12.96
Rets. Prom. Simples Orden Mensual	17.91	26.86	36.95	21.79
Rets. Prom. Ponderados Orden Mensual YTM Prom. 12m	8.38	7.50	32.46	10.80
Rets. Prom. Simples Orden Mensual YTM Prom. 12m	11.76	21.55	45.30	18.41

**Tabla 6 - Asimetría de la distribución de los retornos para las diferentes metodologías**

<b>Asimetría de la distribución de retornos</b>	<b>Low YTM</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>High YTM</b>
Rets. Prom. Ponderados Orden Anual	-1.12	-1.01	-3.48	-2.04
Rets. Prom. Simples Orden Anual	-1.79	-2.90	-4.48	-2.62
Rets. Prom. Ponderados Orden Mensual	-0.91	-1.52	-1.12	-2.08
Rets. Prom. Simples Orden Mensual	-1.88	-3.28	-4.10	-2.82
Rets. Prom. Ponderados Orden Mensual YTM Prom. 12m	-1.20	-1.01	-3.45	-1.82
Rets. Prom. Simples Orden Mensual YTM Prom. 12m	-1.78	-2.63	-4.64	-2.40

Si observamos las **Tablas 5 y 6**, podemos ver cómo los portafolios que a priori deberían ser más riesgosos -en caso de que el nivel de YTM funcione como medida de riesgo- tienen una distribución de retornos de colas anchas, cuya curtosis es creciente a medida que nos desplazamos hacia la derecha de la tabla. Además, las carteras de mayor YTM tienen también una mayor asimetría negativa que el portafolio “*low yield*”, reflejo de mayor riesgo de eventos negativos extremos.

**Gráfico 1 - Distribución de los retornos de los portafolios analizados**



Otra de las estadísticas que da cuenta del mayor riesgo de los portafolios de mayor rendimiento al vencimiento, en especial en lo que respecta a la ocurrencia de eventos extremos tiene que ver con las pérdidas ocasionadas ante la aparición de eventos muy a la izquierda de la distribución. El VaR (del inglés *value-at-risk*) monetiza las pérdidas de una cartera ante aquellos eventos negativos muy extremos. En este caso, al estar analizando retornos, la **Tabla 7** hace referencia a la pérdida -en términos de porcentaje- asociadas a los retornos que acumulan el 1% y el 5% de los retornos más bajos durante el período bajo estudio (VaR 1% y VaR 5%).

**Tabla 7 - Value-at-Risk de cada portafolio según tipo de metodología**

<b>Value-at-Risk 1% de los retornos</b>	<b>Low YTM</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>High YTM</b>
Rets. Prom. Ponderados Orden Anual	-0.0495	-0.0602	-0.0761	-0.1916
Rets. Prom. Simples Orden Anual	-0.0470	-0.0552	-0.0749	-0.0782
Rets. Prom. Ponderados Orden Mensual	-0.0500	-0.0632	-0.0600	-0.1376
Rets. Prom. Simples Orden Mensual	-0.0347	-0.0595	-0.0504	-0.0848
Rets. Prom. Ponderados Orden Mensual YTM Prom. 12m	-0.0482	-0.0630	-0.0710	-0.1445
Rets. Prom. Simples Orden Mensual YTM Prom. 12m	-0.0427	-0.0581	-0.0537	-0.0906

<b>Value-at-Risk 5% de los retornos</b>	<b>Low YTM</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>High YTM</b>
Rets. Prom. Ponderados Orden Anual	-0.0260	-0.0304	-0.0323	-0.0733
Rets. Prom. Simples Orden Anual	-0.0232	-0.0243	-0.0268	-0.0410
Rets. Prom. Ponderados Orden Mensual	-0.0249	-0.0303	-0.0311	-0.0725
Rets. Prom. Simples Orden Mensual	-0.0214	-0.0266	-0.0262	-0.0438
Rets. Prom. Ponderados Orden Mensual YTM Prom. 12m	-0.0268	-0.0281	-0.0336	-0.0752
Rets. Prom. Simples Orden Mensual YTM Prom. 12m	-0.0212	-0.0227	-0.0274	-0.0419

A medida que nos desplazamos hacia la derecha de la tabla, vemos como las pérdidas van siendo cada vez más importantes ante eventos en la cola izquierda de la distribución, consistente con nuestra hipótesis de que YTM más altas traen aparejados riesgos mayores.

Como observamos en la **Tabla 7**, el VaR tanto al 1% como al 5% del portafolio *High YTM* es mucho mayor comparado con el *Low YTM*, independientemente de la metodología aplicada; para el portafolio *High YTM*, las pérdidas asociadas al VaR al 1% son en promedio entre cuatro y cinco veces superiores a las del portafolio *Low YTM*.

El creciente riesgo de eventos extremos reflejado por las colas anchas y la mayor asimetría negativa de los portafolios más riesgosos queda en evidencia si se observa la evolución del valor de los cuatro portafolios construidos para nuestro análisis (sobre todo cuando optamos por una asignación del portafolio en función de la capitalización de mercado de los índices que componen cada cartera).

En los gráficos a continuación (**Gráfico 2**) quedan en evidencia varios de los puntos hasta aquí analizados. En primer lugar, se observa la mayor volatilidad de los portafolios más riesgosos, con subas y bajadas mucho más marcadas. Por ejemplo, durante la crisis de 2008, el portafolio “*high yield*” cayó 45% (oct-18 vs. Oct-17), mientras que el portafolio “*low yield*” cayó apenas 12%. Más llamativo es lo ocurrido durante la crisis reciente de Covid-19, donde los bonos del portafolio más riesgoso cayeron en promedio 43% respecto al año anterior (-30% en el primer trimestre de 2020), mientras que el portafolio “*low yield*” apenas cayó 2% en marzo de 2020, para luego recuperarse y cerrar el año con una suba interanual del 10%.

Se observa también -más notorio si prestamos atención a los portafolios con cálculos de retornos ponderados por capitalización de mercado-, la mayor propensión de las carteras más riesgosas a eventos extremos o de cisne negro. Por ejemplo, en 2014 el portafolio “*high yield*” experimentó una fuerte caída de precios que no fue acompañada por ninguno de los otros portafolios.<sup>4</sup> Esto se debió en parte a que el portafolio estaba compuesto por varios países con crisis políticas y económicas que impactaron en ese año de manera muy negativa en el valor de sus bonos soberanos.<sup>5</sup>

Si prestamos atención al **Gráfico 2**, llamará la atención cuán sensible es el valor del portafolio “*high yield*” a la metodología que adoptemos para el cálculo de los retornos. Esta sensibilidad afecta únicamente al portafolio más riesgoso, en tanto el resto de las carteras tienen una evolución en sus valores bastante similar entre metodologías. Estas diferencias para un mismo portafolio cuando la asignación

<sup>4</sup> Ucrania y Bielorrusia enfrentaban una crisis política, en lo que sería el inicio de la tensión política y los conflictos bélicos entre Rusia y Ucrania. Venezuela atravesaba también una fuerte crisis económica, con un bloqueo comercial dispuesto por USA al gobierno de turno.

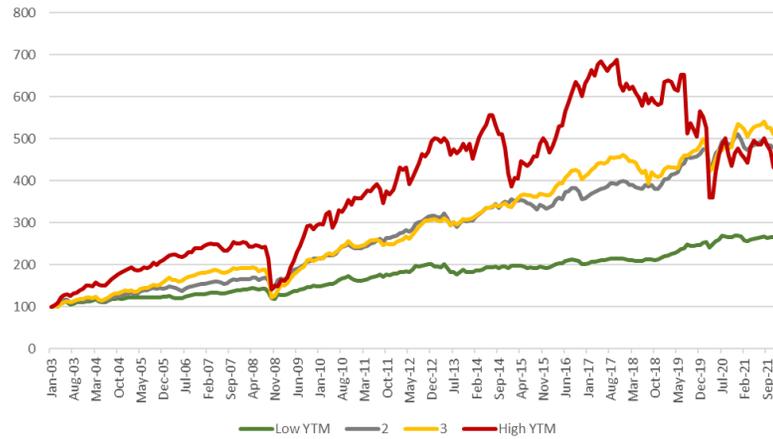
<sup>5</sup> Bien se podría pensar que la fuerte caída del portafolio riesgoso en 2014 fue producto de una mala diversificación del riesgo. Tuvimos en cuenta este aspecto, y optamos por reflejarlo en el trabajo, en tanto creemos que si bien la diversificación del riesgo idiosincrático puede no haber sido eficaz en este período, permite mostrar como las YTM altas reflejaban un riesgo de inversión también muy elevado.

entre países se da ponderando por capitalización de mercado contra un portafolio *equally weighted* puede estar relacionada al valor de mercado de cada portafolio.

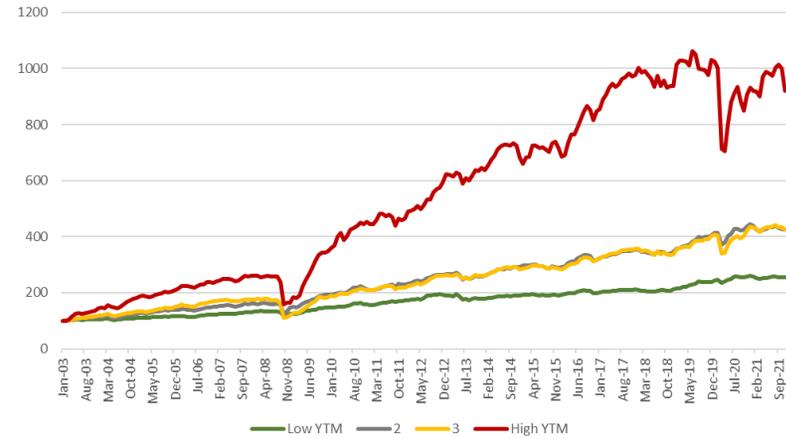
Siendo el portafolio más riesgoso también el de menor capitalización, se puede pensar que el tamaño del mercado de cada economía juega un rol importante en el movimiento de precios, siendo las economías con mercados más desarrollados (mayor capitalización), menos volátiles. De tal forma, a medida que nos movemos hacia portafolios de menor capitalización, más volátiles son los retornos, lo cual torna al mismo tiempo más sensible la evolución del índice a la metodología de cálculo utilizada.

**Gráfico 2 - Evolución del valor de los portafolios según diferentes metodologías**

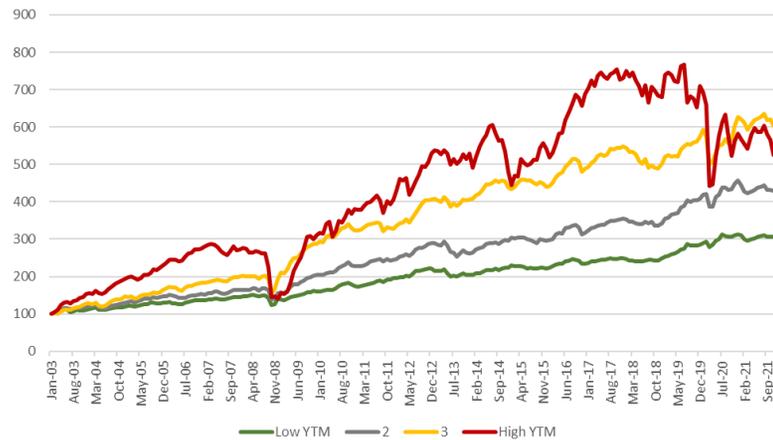
**Retornos Promedio Ponderados - Orden Anual**



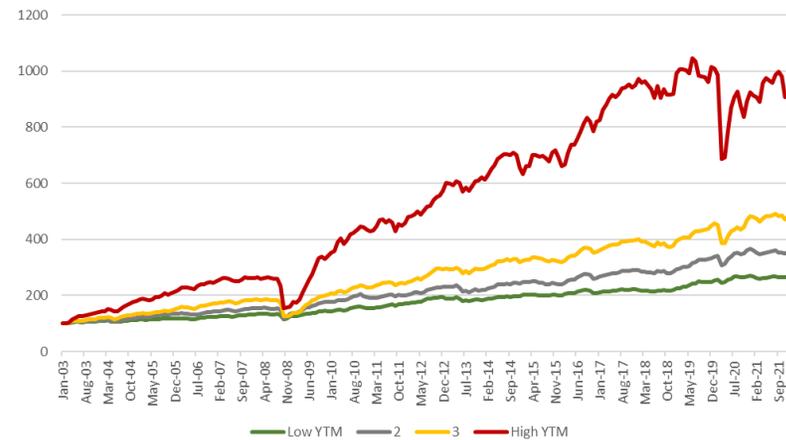
**Retornos Promedio Simples - Orden Anual**



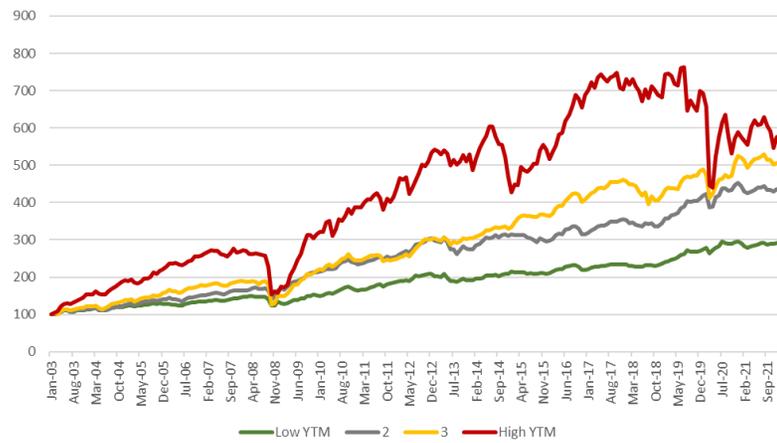
**Retornos Promedio Ponderados - Orden Mensual**



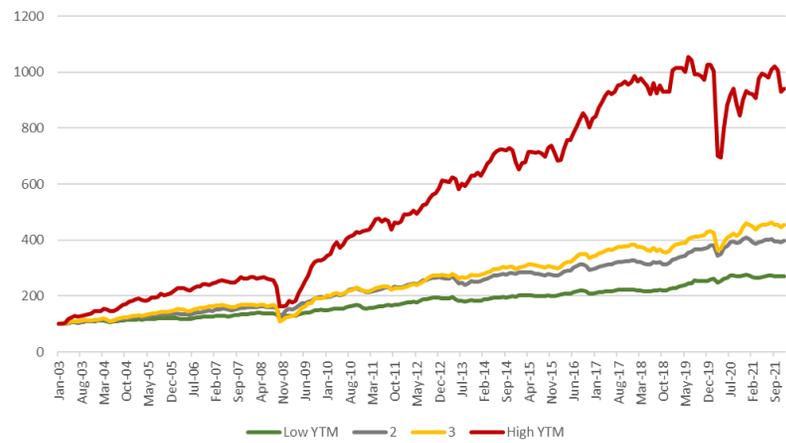
**Retornos Promedio Simples - Orden Mensual**



Retornos Promedio Ponderados - Orden Mensual YTM Prom. 12m



Retornos Promedio Simples - Orden Mensual YTM Prom. 12m



Un segundo punto a destacar de nuestro análisis está relacionado a la correlación entre portafolios y el potencial de diversificación del riesgo que supone la construcción de carteras con activos de economías con fundamentales muy diferentes unas de otras.

En las **Tablas 8 y 9** podemos observar que las correlaciones entre retornos de los distintos portafolios son significativas -los resultados son comunes a las distintas metodologías de cálculo-. Esta fuerte relación nos lleva a pensar que todos los portafolios están expuestos a los mismos factores de riesgo, y que las diferencias de volatilidad entre ellos se explican no por factores de riesgo diferentes sino por el grado de exposición que cada uno tiene a un mismo factor.

Otra forma de expresar el punto anterior es pensar que ese alto grado de correlación entre retornos refleja la gran capacidad para aislar el riesgo idiosincrático que tienen las estrategias de diversificación de inversiones entre activos de economías emergentes. Siguiendo con ese punto, si la estrategia de diversificación internacional es eficiente de manera general a cada uno de los portafolios, entonces el diferencial de retornos entre carteras debería ser únicamente explicado por el grado de exposición a los factores de riesgo sistémico -léase el riesgo de mercado, la aversión internacional al riesgo u otro de los factores analizados y citados en la revisión de literatura-.

Otro punto llamativo de las correlaciones entre portafolios es que los coeficientes son más significativos entre portafolios “vecinos”; es decir, la correlación entre el portafolio “*low yield*” y el siguiente es mayor que entre cualquiera de estos dos y el portafolio “*high yield*”. Incluso, se observa que las correlaciones entre portafolios vecinos son muy similares unas de otras, y esas correlaciones son menos fuertes a medida que los portafolios están más lejos entre sí (utilizando las YTM como medida de cercanía). Se puede pensar entonces que a medida que nos desplazamos entre portafolios, estos son más distintos entre sí, con factores de riesgo y exposición a los mismos cuya relación va cambiando. De esta forma, portafolios más similares en cuanto a riesgo tendrían no solo grados similares de exposición al riesgo de mercado, sino que también estarían afectados por otros riesgos -idiosincráticos o sistémicos- más parecidos.

**Tabla 8- Correlación de los retornos de portafolios con reordenamiento anual (Retorno Promedio Ponderado)**

	Low YTM	2	3	High YTM
Low YTM	1.0000	0.8819	0.7417	0.4989
2	0.8819	1.0000	0.8104	0.6042
3	0.7417	0.8104	1.0000	0.7434
High YTM	0.4989	0.6042	0.7434	1.0000

**Tabla 9- Correlación de los retornos de portafolios con reordenamiento anual (Retorno promedio simple)**

	Low YTM	2	3	High YTM
Low YTM	1.0000	0.8756	0.7661	0.6217
2	0.8756	1.0000	0.8804	0.7615
3	0.7661	0.8804	1.0000	0.8827
High YTM	0.6217	0.7615	0.8827	1.0000

El potencial de diversificación del riesgo de una estrategia de inversión en bonos soberanos de economías emergentes se puede observar también al comparar las correlaciones de los retornos de índices de países

tomados individualmente (ver **Tabla 11**) con las correlaciones entre portafolios de las **Tablas 7 y 8**<sup>6</sup>. En la **Tabla 11**, se puede observar que las correlaciones entre países, si bien resultan altas entre ciertos países, se encuentran en promedio muy por debajo de las correlaciones encontradas entre portafolios, lo cual refuerza nuestra hipótesis de que la diversificación entre países en la construcción de portafolios es eficiente en la reducción del riesgo idiosincrático.

Por último, nos propusimos comparar la performance del Índice SPY con el del portafolio de bonos emergentes que más se le pareciera en cuanto a relación riesgo-retorno (**Tabla 10**). Para ello, calculamos las estadísticas del índice y las comparamos con los resultados de los portafolios de reordenamiento anual con retornos ponderados. Elegimos esta metodología porque (i) es la más consistente con la metodología propuesta por Fama & French (1993) y (ii) porque es la metodología con la que decidimos estimar los modelos de regresión lineal en la sección siguiente.

**Tabla 10 - Performance del índice SPY vs portafolio high yield**

	<b>SPY</b>	<b>PF3</b>
Media	0.80%	0.79%
Desv. Est.	3.56%	3.36%
Sharpe Ratio	22.57%	23.46%
Mínimo	-20.40%	-29.73%
Percentil 25	-0.53%	-0.56%
Percentil 50	1.35%	1.01%
Percentil 75	2.82%	2.40%
Máximo	12.04%	11.04%
VaR 1%	-10.15%	-7.61%
VaR 5%	-5.34%	-3.23%

Como vemos en la tabla, una estrategia de diversificación de inversión en bonos emergentes permite diversificar el riesgo de forma tal que se obtienen retornos similares con un nivel de riesgo más bajo. Inversiones en el tercer portafolio de mayor YTM permiten retornos mensuales promedios equivalentes a los del SPY, pero reducen la volatilidad un 5%. Eso permite mejorar el ratio de Sharpe de la inversión y devuelve un portafolio que es más eficiente en términos de media-varianza.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> Se toma un grupo acotado de países, los cuales fueron seleccionados teniendo en cuenta la disponibilidad de datos a lo largo de todo el período de estudio. Se seleccionaron sólo aquellos índices para los que se tienen datos durante todo el período de análisis, con el objetivo de alcanzar resultados más consistentes y no tan dependientes de la ventana analizada.

<sup>7</sup> Las conclusiones se mantienen para el resto de los portafolios, e incluso las estadísticas para metodologías alternativas favorecen en muchos casos a las inversiones en portafolios de bonos emergentes.

*Tabla 11 - Correlaciones de los retornos de índices de bonos soberanos en USD de economías emergentes*

	Argentina	Uruguay	Brasil	Colombia	Perú	Ecuador	Panamá	El Salvador	Turquía	Egipto	Indonesia	Filipinas	Líbano	Ucrania
Argentina	1.0000	0.5132	0.3867	0.4775	0.4088	0.5736	0.4845	0.5470	0.5035	0.3249	0.4567	0.4196	0.3633	0.4110
Uruguay	0.5132	1.0000	0.6972	0.7793	0.7777	0.4541	0.8205	0.6033	0.6663	0.3809	0.7203	0.7468	0.1559	0.3204
Brazil	0.3867	0.6972	1.0000	0.8144	0.7544	0.4195	0.7242	0.4675	0.6653	0.4281	0.6425	0.6758	0.1906	0.2632
Colombia	0.4775	0.7793	0.8144	1.0000	0.8511	0.5244	0.8765	0.6163	0.6486	0.4550	0.7669	0.7751	0.2294	0.3535
Peru	0.4088	0.7777	0.7544	0.8511	1.0000	0.4207	0.8835	0.5723	0.6217	0.3940	0.7624	0.7785	0.1153	0.3147
Ecuador	0.5736	0.4541	0.4195	0.5244	0.4207	1.0000	0.5143	0.6061	0.4095	0.3695	0.4267	0.3960	0.4526	0.4180
Panama	0.4845	0.8205	0.7242	0.8765	0.8835	0.5143	1.0000	0.6504	0.6373	0.4511	0.8051	0.8250	0.1568	0.3988
El Salvador	0.5470	0.6033	0.4675	0.6163	0.5723	0.6061	0.6504	1.0000	0.5384	0.4246	0.5378	0.5198	0.2977	0.4693
Turkey	0.5035	0.6663	0.6653	0.6486	0.6217	0.4095	0.6373	0.5384	1.0000	0.4686	0.6464	0.6361	0.2363	0.3815
Egypt	0.3249	0.3809	0.4281	0.4550	0.3940	0.3695	0.4511	0.4246	0.4686	1.0000	0.3840	0.4652	0.2723	0.2624
Indonesia	0.4567	0.7203	0.6425	0.7669	0.7624	0.4267	0.8051	0.5378	0.6464	0.3840	1.0000	0.7991	0.1549	0.3848
Philippines	0.4196	0.7468	0.6758	0.7751	0.7785	0.3960	0.8250	0.5198	0.6361	0.4652	0.7991	1.0000	0.1424	0.3259
Lebanon	0.3633	0.1559	0.1906	0.2294	0.1153	0.4526	0.1568	0.2977	0.2363	0.2723	0.1549	0.1424	1.0000	0.1858
Ukraine	0.4110	0.3204	0.2632	0.3535	0.3147	0.4180	0.3988	0.4693	0.3815	0.2624	0.3848	0.3259	0.1858	1.0000

#### **4. Retornos esperados y factores de riesgo**

En la sección anterior trabajamos con cuatro portafolios de bonos soberanos de países emergentes denominados en dólares, que fueron construidos utilizando la YTM de cada uno de los índices que componían la muestra como variable de aproximación del riesgo implícito en una inversión.

La principal conclusión a la que arribamos fue que la YTM de los índices utilizados al inicio del período de asignación entre portafolios funcionaba bien como aproximación de la volatilidad esperada de los retornos. En tal sentido, los portafolios con mayor rendimiento al vencimiento al inicio del período terminaban arrojando retornos con desvíos más grandes en los meses siguientes.

Consistente con la teoría de media - varianza desarrollada por Markowitz, la mayor volatilidad de los retornos iba acompañada de retornos promedio de la inversión más altos, de forma tal que los portafolios de mayor YTM aportaban un rendimiento medio superior si se los comparaba con el portafolio de menor YTM.

Los portafolios de mayor rendimiento al vencimiento no sólo mostraban retornos reales más volátiles, sino que también tenían mayor propensión a enfrentar eventos de retornos extremos, con una mayor probabilidad de “cisnes negros”.

Por último, observábamos que los portafolios eran bastante exitosos en la diversificación del riesgo idiosincrático, lo cual quedaba plasmado en una fuerte correlación entre los retornos de las distintas carteras de bonos construidas.

Surge entonces la pregunta acerca de cuáles son esos factores de riesgo que, si bien pueden ser comunes a cada uno de los portafolios elaborados en nuestro análisis, permiten explicar el diferencial de retornos entre las diferentes alternativas de inversión. ¿Existe algún factor común a estas carteras tales que la menor o mayor exposición de los retornos a los movimientos del factor de riesgo explica el diferencial de retornos entre portafolios?

De acuerdo con la teoría del arbitraje de precios (APT) que inspiró la construcción de modelos de múltiples factores, propusimos una serie de modelos para intentar explicar el diferencial de retornos de los portafolios construidos como una función de su exposición a una combinación de múltiples factores de riesgo.

Para intentar explicar el diferencial de retornos utilizamos regresiones de serie de tiempo, donde los retornos mensuales de los distintos portafolios fueron regresados utilizando diferentes combinaciones de (i) el retorno del portafolio de mercado, (ii) el diferencial de retornos de un portafolio de bonos corporativos “*high yield*” de los Estados Unidos, y (iii) una variable “HML” que aproximaba el diferencial de retornos entre bonos emergentes de bajo y alto rendimiento al vencimiento (los portafolios “*High YTM*” y “*Low YTM*”).

Emplear regresiones de series de tiempo nos permite analizar dos cuestiones que resultan de especial interés a nuestro trabajo:

- i) En primer lugar, nos permite analizar el grado de exposición que cada portafolio tiene a cada uno de los factores de riesgo propuestos como potenciales variables explicativas. Si los activos están valuados de manera racional, entonces los portafolios más sensibles a los factores de riesgo deberían compensar la mayor volatilidad con retornos reales promedio superiores. Esta mayor exposición a los factores de riesgo será capturada por los “betas” de la regresión, es decir, los coeficientes que determinen la pendiente de los retornos.

- ii) En segundo lugar, en las regresiones propuestas empleamos retornos excedentes de los portafolios como variables a explicar, así como también retornos excedentes del portafolio de mercado y de los portafolios alternativos. De esta forma, si los modelos están bien especificados, las regresiones deberían arrojar valores para el intercepto (el “alfa”) no significativos, es decir, una constante no distinta de cero.
- En consecuencia, los valores del intercepto y su grado de significatividad servirán como una medida de cuán bien especificado está un modelo y cuán adecuados son los factores utilizados para explicar el diferencial de retornos.

### ***Variables a explicar***

La variable a regresar en los modelos consiste en los retornos mensuales excedentes de cuatro portafolios con distintos niveles de rendimiento al vencimiento. La construcción de estos portafolios sigue la misma metodología que en la sección anterior.

A principios de cada año se ordenan los índices por países de menor a mayor YTM, se calculan los cuartiles de la distribución y, en función de su YTM, cada índice es asignado a uno de los cuatro portafolios. Luego, para cada portafolio y en función de los países que lo componen, se calcula el retorno promedio de cada cartera. Se optó por trabajar principalmente calculando los retornos como un promedio ponderado por la capitalización de mercado de cada índice que integre el portafolio. No obstante, se presentan resultados para alternativas tales como el cálculo de retornos promedio simple y el reordenamiento de los portafolios con periodicidad mensual.

Una vez construidos los portafolios y calculados sus retornos mensuales para todo el período transcurrido entre 2003 y 2021, se calcula el retorno excedente, que obedece al diferencial de retornos entre los portafolios utilizados y la tasa libre de riesgo definida como la tasa de interés promedio de las letras del Tesoro estadounidense (T-Bill) a un mes. La tasa de interés de los *Treasury Bills* fue extraída de Bloomberg, utilizando el índice genérico a un mes para letras del Tesoro norteamericano elaborado por esa plataforma.

### ***Variables explicativas***

Para explicar el diferencial de retornos entre carteras de bonos emergentes utilizamos variables que intentan aproximar el riesgo de mercado, la aversión al riesgo internacional y el riesgo de *default* emergente.

Como variable de mercado utilizamos el retorno mensual del índice S&P 500, que comprende las 500 empresas cotizando en la Bolsa de Comercio de Nueva York (NYSE - New York Stock Exchange) con mayor volumen de mercado. Para calcular los retornos mensuales utilizamos el promedio aritmético mensual de las cotizaciones diarias del índice. Los datos fueron descargados de la plataforma Bloomberg.

Dado que trabajamos con retornos excedentes, los retornos de mercado son ajustados por la tasa de interés mensual que devengan las letras del Tesoro norteamericano (T-Bill) con un mes de vencimiento.

Empleamos también el retorno excedente del portafolio “*high yield*” de bonos corporativos de Estados Unidos, que se utiliza convencionalmente en trabajos similares como aproximación del grado de aversión al riesgo de un inversor internacional. La idea detrás de la utilización de esta variable es que, cuando el nivel de incertidumbre es mayor (o de manera similar, cuando los inversores se vuelven más aversos al riesgo), el margen entre bonos corporativos de baja calificación y la tasa de libre de riesgo -medida como la tasa de interés de los bonos del Tesoro norteamericano- aumenta.

La razón detrás de esta idea es que, en búsqueda de asegurarse estabilidad en los retornos, los agentes suelen moverse desde bonos corporativos de baja calificación hacia activos más seguros, aumentando la tasa de retorno esperada de los bonos corporativos y/o reduciendo la tasa de interés de los bonos soberanos de Estados Unidos.

El portafolio de bonos corporativos “*high yield*” de los Estados Unidos que utilizamos para la construcción de la variable HY\_CORP corresponde al índice de bonos corporativos de USA con una calificación menor o igual a Ba (según la escala de calificaciones crediticias utilizadas por la agencia de calificación de riesgo Moody’s) perteneciente al conjunto de índices que integran los Índices Bloomberg, construidos e informados por la plataforma de igual nombre. De igual manera que en los casos anteriores, trabajamos con retornos excedentes, por lo que ajustamos los retornos del portafolio corporativo *high yield* con la tasa de interés que devengan los T-Bill a un mes de vencimiento.

Utilizamos también una variable de construcción propia, a la que denominamos HML, en referencia a la variable construida de manera similar por Fama & French (1993). En este caso, la variable HML hace referencia a “*high yield minus low yield*” y la metodología con la que se construye es similar a como lo hacen los autores antes citados.

A principios de cada año calendario se ordenan de menor a mayor los índices de bonos soberanos denominados en dólares que forman parte de la muestra, en función de su YTM promedio a diciembre del año previo. Se calcula la mediana de la distribución de las YTM de todos los índices y se separa la muestra en dos partes iguales. Luego, se calculan los retornos mensuales de cada portafolio ponderados por la capitalización de mercado de los índices que los componen. Tenemos así dos portafolios, uno “*high yield*” y otro “*low yield*”. Los índices son reordenados y asignados a una de las dos carteras con periodicidad anual, y sus ponderaciones recalculadas una vez asignadas al portafolio indicado.

La variable HML es entonces construida como el diferencial de retornos entre el portafolio *high yield* y el portafolio *low yield*, bajo la hipótesis de que la YTM funciona como proxy del riesgo y que, por lo tanto, el retorno del portafolio *high yield* debería estar en promedio por encima del retorno del portafolio *low yield*.

Si la YTM de los bonos al momento inicial de la inversión sirven para explicar retornos y son adecuadas para aproximar el riesgo, entonces los coeficientes asociados a la variable HML deberían ser crecientes a medida que nos desplazamos hacia portafolios con retornos más volátiles.

**Tabla 12 - Descripción de los datos utilizados**

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fuente</b>
Retornos excedentes de bonos soberanos emergentes	Retorno excedente de índices de bonos soberanos denominados en dólares de economías emergentes respecto a la tasa de interés del T-Bill norteamericano a un mes de maturity.	Índices Bloomberg
<b>RM - RF</b> Retorno excedente de mercado	Retorno excedente del índice S&P 500 (SPY Index) respecto a la tasa de interés del T-Bill norteamericano a un mes de maturity.	Bloomberg
<b>RF</b> Tasa libre de riesgo	Tasa de interés devengada por las letras del Tesoro norteamericano a un mes de maturity (T-Bill a un mes).	Bloomberg
<b>HY_CORP</b> Retorno excedente de bonos corporativos	Retorno excedente del índice de bonos corporativos <i>high yield</i> de Estados Unidos respecto a la tasa de interés del T-Bill norteamericano a un mes de maturity. El índice es construido por Índices Bloomberg, y comprende a los bonos corporativos de USA con calificación crediticia menor o igual a Ba (según calificación de Moody's)	Índices Bloomberg
<b>HML</b>	Diferencial de retornos entre portafolios <i>high yield</i> y <i>low yield</i> de bonos soberanos denominados en dólares de economías emergentes, según nivel de YTM.	Construcción propia en base a Índices Bloomberg
<b>HML_RTG</b>	Diferencial de retornos entre portafolios <i>high yield</i> e <i>investment grade</i> de bonos soberanos denominados en dólares de economías emergentes, según calificación crediticia.	Índices Bloomberg

La **Tabla 13** detalla algunas estadísticas descriptivas relativas a las variables propuestas como potenciales factores explicativos, estadísticas que es interesante analizar en tanto en una regresión de series de tiempo, el retorno excedente de la variable regresada es simplemente el promedio de las variables explicativas ponderado por cada uno de los coeficientes de la regresión.

Se cuenta con una muestra completa de datos para los 227 meses que comprende el período de estudio que va desde 2003 a 2021<sup>8</sup>. Los retornos mensuales de mercado y del portafolio de bonos corporativos son positivos en promedio, con valores de la media de 0.7% y 0.6% mensual respectivamente. Estos niveles de retorno promedio son altos desde el punto de vista de la inversión (implican un retorno aproximado de 5.2% anual), pero no estadísticamente significativos si se los compara con sus desvíos estándar de 3.57% y 2.5% respectivos.

<sup>8</sup> Somos conscientes de que, entre enero de 2003 y diciembre de 2021, en realidad hay 228 meses, y contamos con datos de los índices utilizados para todos ellos. No obstante, por construcción, se cuenta con 227 retornos.

El diferencial de rendimientos entre el portafolio de alta y baja YTM, medido por HML, es en promedio muy bajo, con una media del 0.23% mensual. Sin embargo, su alto desvío estándar -que hace que HML no sea estadísticamente distinta de cero- lo dota de un fuerte poder explicativo del diferencial de retornos entre portafolios, lo cual veremos más adelante.

**Tabla 13 - Estadísticas descriptivas de las variables explicativas**

	<b>RM</b>	<b>RF</b>	<b>RM - RF</b>	<b>HY CORP</b>	<b>HML</b>
Nro. Obs.	227	227	227	227	227
Media	0.0080	0.0009	0.0071	0.0060	0.0023
Desv. Est.	0.0356	0.0012	0.0357	0.0250	0.0327
t-stat	0.2257	0.7612	0.1988	0.2391	0.0703
Mínimo	-0.2040	0.0000	-0.2047	-0.1745	-0.1950
Percentil 25	-0.0053	0.0000	-0.0058	-0.0028	-0.0090
Percentil 50	0.0135	0.0002	0.0131	0.0070	0.0046
Percentil 75	0.0282	0.0014	0.0275	0.0157	0.0171
Máximo	0.1204	0.0043	0.1203	0.1296	0.0855

En cuanto al coeficiente de correlación entre las potenciales variables explicativas destaca el coeficiente asociado a las variables RM-RF y HY\_CORP (ver **Tabla 14**). Pareciera ser que los retornos excedentes del mercado y del portafolio corporativo de alto rendimiento están muy influenciados por los mismos factores de riesgo, lo cual podría generar multicolinealidad entre factores, lo que afectaría la capacidad predictiva del modelo, así como también a la comprensión de los coeficientes resultantes de la regresión -algo que, como veremos más adelante, efectivamente sucede-.

**Tabla 14 - Tabla de correlaciones entre variables explicativas**

	<b>RM</b>	<b>RF</b>	<b>RM - RF</b>	<b>HY CORP</b>	<b>HML</b>
<b>RM</b>	1.000	-0.080	0.928	0.650	0.544
<b>RF</b>	-0.080	1.000	-0.445	-0.564	-0.076
<b>RM - RF</b>	0.928	-0.445	1.000	0.794	0.517
<b>HY_CORP</b>	0.650	-0.564	0.794	1.000	0.547
<b>HML</b>	0.544	-0.076	0.517	0.547	1.000

### **Estimaciones y resultados**

En esta subsección estimamos una serie de modelos para intentar explicar el diferencial de retornos de los portafolios antes construidos como una función de su exposición a una combinación de múltiples factores de riesgo.

Partimos de un modelo básico como el CAPM, al que luego vamos incorporando nuevos factores, para terminar en un modelo de tres factores que incorpora nuestra variable de aproximación de la aversión al riesgo y el diferencial de retornos entre bonos emergentes captado por la variable HML.

### **Modelo CAPM**

En primer lugar, planteamos un modelo como el CAPM, siguiendo la hipótesis de Sharpe y Lintner según la cual el retorno excedente de una inversión debe estar explicado por la menor o mayor exposición de los retornos de un activo al “retorno de mercado”. De ser correcta esta hipótesis, un inversor estaría dispuesto

a percibir un retorno menor si el activo en el que invierte está poco correlacionado con el retorno de mercado, de forma tal de asegurarse un nivel de consumo estable en el tiempo. En otras palabras, los portafolios con mayor exposición al retorno de mercado deberían compensar al inversor con un retorno promedio superior al de activos menos volátiles.

En términos de nuestro modelo, la teoría predice coeficientes asociados a la variable de retorno excedente de mercado creciente con el nivel de riesgo de los portafolios. De esta forma, esperaríamos que el Beta de las regresiones para portafolios *low yield* sea menor al del resultante de regresiones con portafolios *high yield*.

Si el CAPM funciona y el modelo está bien especificado, entonces no sólo los coeficientes deberían ser crecientes con el nivel de riesgo, sino que la constante de la regresión no debería ser estadísticamente distinta de cero, tal como lo predicen los modelos que trabajan con excesos de retornos.

Nuestro modelo queda entonces especificado de la siguiente manera:

$$(R_{i,t} - RF_t) = \alpha_i + \beta_{m,i} (RM_t - RF_t) + \mu$$

donde:

$R_{i,t}$  : retorno del portafolio i en el momento t

$RF_t$  : tasa libre de riesgo en el momento t

$RM_t$  : retorno de mercado en el momento t

$\mu$  : término de error de la regresión

El modelo fue inicialmente estimado utilizando los portafolios con reordenamiento anual y calculando los retornos mensuales ponderados por capitalización de mercado. No obstante, se realizaron las estimaciones para las otras alternativas de construcción de los portafolios, y las principales conclusiones se mantuvieron. Los resultados del modelo se encuentran a continuación en las **Tabla 15** y **Tabla 16**.

**Tabla 15 - Estadísticas descriptivas del modelo CAPM**

	<b>R2</b>	<b>R2-Ajust.</b>	<b>Est. F</b>	<b>Prob (Est. F)</b>
<b>Low YTM</b>	0.0820	0.0780	20.22	0.0000
<b>2</b>	0.1290	0.1250	33.34	0.0000
<b>3</b>	0.2640	0.2600	80.60	0.0000
<b>High YTM</b>	0.2930	0.2900	93.24	0.0000

En su conjunto, el modelo es estadísticamente significativo, independientemente del portafolio en que se utilice -lo cual se observa en los altos valores del estadístico F-. Los coeficientes de la regresión son, tomados en su conjunto, significativos a un nivel de significancia del 1%.

Los valores del coeficiente asociado al retorno excedente del mercado (RM - RF) son consistentes con nuestra hipótesis inicial. A medida que nos desplazamos hacia portafolios más riesgosos, el beta de mercado (que mide el grado de exposición de la cartera a la volatilidad de mercado) va incrementando su valor. En efecto, la cartera "*High YTM*" tiene una exposición a los movimientos de mercado más de cinco veces superior al del portafolio "*Low YTM*", consistente con los retornos del portafolio más volátiles que fueron analizados en la sección anterior.

Los valores del beta no sólo son significativos en términos de retorno, sino también lo son en términos estadísticos. El coeficiente asociado a los retornos de mercado es al menos cinco veces su desvío estándar,

lo que se refleja en estadísticos t lo suficientemente altos para rechazar la hipótesis de beta igual a cero, con un nivel de confianza del 99%.

**Tabla 16 - Coeficientes asociados a las variables explicativas (CAPM)**

	Low YTM	2	3	High YTM
<b>INTERCEPT</b>	0.0025	0.0046	0.0035	0.0014
<b>Desv. Est.</b>	0.0010	0.0020	0.0020	0.0030
<b>t</b>	1.9230	2.9200	1.7890	0.4450
<b>P&gt; t </b>	0.0560	0.0040	0.0750	0.6570
<b>RM - RF</b>	0.1594	0.2496	0.4833	0.8584
<b>Desv. Est.</b>	0.0350	0.0430	0.0540	0.0890
<b>t</b>	4.4970	5.7740	8.9780	9.6560
<b>P&gt; t </b>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

No obstante la significatividad de los resultados, el modelo deja un gran porcentaje del exceso de retorno sin explicar. Los R-cuadrado de las estimaciones son relativamente bajos, y las alfas son en casi todos los casos estadísticamente distintos de cero, lo cual no concuerda con lo que se esperaría de modelos bien especificados.

Como dijimos antes, y según lo establece la teoría de valuación de activos, un modelo que trabaja con excesos de retornos y que está bien especificado, debe arrojar una constante no significativamente distinta de cero. En nuestras estimaciones, los valores del intercepto son ambiguos y las conclusiones dependen de la metodología utilizada y el portafolio analizado. La hipótesis de un “alfa” igual a cero se puede rechazar con una significancia de entre el 1% y el 10% para todos los portafolios, con la excepción del portafolio “High YTM”, (de forma casi unánime a todas las metodologías propuestas).

Otro punto débil del modelo CAPM hace foco en el bajo poder explicativo de la volatilidad de los retornos. En cuanto a los R-cuadrado informados en la **Tabla 15** podemos decir que el modelo logra capturar un 30% de la varianza de los retornos cuando se analizan los portafolios más riesgosos; sin embargo, el poder explicativo cae a niveles muy bajos (entre 0.15 y 0.08) cuando se intenta explicar el retorno de portafolios de menor YTM.

### **Modelos con aversión al riesgo**

Si pensamos que la teoría de arbitraje de precios (APT) se cumple, entonces todo el exceso de retorno debería ser explicado por una mayor exposición a un conjunto acotado de factores de riesgo. Un factor que no fue incorporado a la regresión y que podría ayudar a explicar el diferencial de retornos podría estar relacionado al grado de aversión al riesgo de los inversores.

Es de esperar que, en momentos de mayor incertidumbre o volatilidad, los inversores globales reasignen sus inversiones y se muevan desde activos más riesgosos a otros menos riesgosos. En tal sentido, cuando la aversión al riesgo es mayor, el diferencial de tasas entre los bonos más riesgosos y la libre de riesgo debería aumentar.

Como variable para aproximar el nivel de aversión al riesgo utilizamos el diferencial de rendimiento entre bonos corporativos “high yield” de Estados Unidos y la tasa del Tesoro norteamericano a un mes. Realizamos nuestras estimaciones esperando encontrar una relación positiva y creciente entre la variable construida (HY\_CORP), y los portafolios de bonos emergentes.

En primer lugar, planteamos un modelo con HY\_CORP como única variable explicativa del excedente de retornos de bonos emergentes, el cual quedó explicitado de la siguiente manera:

$$(R_{i,t} - RF_t) = \alpha_i + \beta_{CORP,i} (HY\_CORP_t) + \mu$$

donde:

- R<sub>i,t</sub> : retorno del portafolio i en el momento t
- RF : tasa libre de riesgo en el momento t
- HY\_CORP : retorno excedente del portafolio corporativo *high yield*
- μ : término de error de la regresión

Al igual que en el caso anterior, el modelo fue estimado utilizando los portafolios con reordenamiento anual y calculando los retornos mensuales ponderados por capitalización de mercado. Se realizaron también estimaciones para las otras alternativas de construcción de los portafolios, y las principales conclusiones se mantuvieron.

**Tabla 17 - Estadísticas descriptivas del modelo con aversión al riesgo**

	R2	R2-Ajust.	Est. F	Prob (Est. F)
<b>Low YTM</b>	0.1280	0.1240	32.89	0.0000
<b>2</b>	0.1860	0.1820	51.37	0.0000
<b>3</b>	0.4060	0.4030	153.50	0.0000
<b>High YTM</b>	0.4040	0.4010	152.50	0.0000

En la **Tabla 17** podemos observar que el modelo en general es estadísticamente significativo, con un poder explicativo superior al del modelo CAPM. En efecto, los R-Cuadrado son en torno a un 25%-30% superiores a los del modelo anterior, y al igual que antes, sus valores son crecientes a medida que nos desplazamos desde el portafolio *Low YTM* al *High YTM*.

Los coeficientes de la regresión son además consistentes con nuestra hipótesis de que portafolios con una mayor YTM eran más sensibles a cambios en la aversión al riesgo de los inversores globales. Se puede ver en la **Tabla 18** como la exposición a la aversión al riesgo evoluciona de menor a mayor a medida que nos desplazamos desde la izquierda a la derecha de la tabla. La elasticidad de los retornos de las carteras con mayor YTM a movimientos en el diferencial de tasas de bonos corporativos estadounidenses es siete veces superior comparada con misma elasticidad para el portafolio "*Low YTM*".

Los valores de los coeficientes asociados a la variable HY\_CORP son también significativos en términos estadísticos, con un nivel de confianza del 99% unánime a todos los portafolios y estimaciones realizadas. En ningún caso el desvío de las estimaciones es lo suficientemente alto como para poner en cuestión la significatividad de la estimación, otro punto detrás del mayor poder explicativo de este modelo.

**Tabla 18 - Coeficientes asociados a las variables explicativas (Modelo de aversión al riesgo)**

	Low YTM	2	3	High YTM
<b>INTERCEPTO</b>	0.0019	0.0038	0.0018	-0.0011
<b>Desv. Est.</b>	0.0010	0.0020	0.0020	0.0030
<b>t</b>	1.5120	2.4810	1.0230	-0.3600
<b>P&gt; t </b>	0.1320	0.0140	0.3070	0.7190
<b>HY_CORP</b>	0.2838	0.4290	0.8581	1.4433
<b>Desv. Est.</b>	0.0490	0.0600	0.0690	0.1170
<b>t</b>	5.7350	7.1680	12.3890	12.3500
<b>P&gt; t </b>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Por otro lado, si miramos a los valores del t estadístico asociado al intercepto, vamos a notar que la consistencia de este modelo es muy superior a la del anterior. Los estadísticos se vuelven menores, y sólo para el caso del portafolio 2 la constante es estadísticamente significativa y distinta de cero, lo cual es reflejo de un modelo con mejores estimaciones de retornos excedentes.

Tenemos entonces un modelo que explica mejor que el CAPM, pero que, si tomamos al R2 como una medida de su poder explicativo, deja una gran parte de la varianza de los retornos sin explicar. Podemos entonces pensar en incorporar las dos variables hasta aquí utilizadas en un mismo modelo, y ver si los resultados mejoran.

Tenemos dos variables explicativas que utilizadas individualmente logran explicar parte de los retornos, pero arrojan un intercepto que en ocasiones es significativamente distinto de cero, lo cual no es una buena característica de modelos de regresión con retornos excedentes. Podemos pensar entonces que, utilizadas en conjunto, las dos variables deberían arrojar mejores estimaciones de retornos, con R2 más altos y coeficientes significativos.

Estimamos entonces un modelo de dos factores, el retorno de mercado y nuestra variable de aproximación de la aversión al riesgo internacional (HY\_CORP), que queda determinado de la siguiente manera:

$$(R_{i,t} - RF_t) = \alpha_i + \beta_{m,i} (RM_t - RF_t) + \beta_{CORP,i} (HY\_CORP_t) + \mu$$

donde:

- $R_{i,t}$ : Retorno del portafolio i en el momento t
- $RF_t$ : Tasa libre de riesgo en el momento t
- $RM_t$ : Retorno de mercado en el momento t
- $HY\_CORP$ : Retorno excedente del portafolio corporativo *high yield*
- $\mu$ : Término de error de la regresión

En la **Tabla 19** podemos ver que, si bien incorporamos a la regresión dos factores que de manera individual logran explicar parte del retorno excedente de los portafolios, utilizados en conjunto los dos factores no logran mejorar los resultados del modelo anterior con la aversión al riesgo como único factor. Los R2 para cada una de las estimaciones por portafolios están apenas por encima del modelo de un único factor, que ajustado por la cantidad de variables explicativas (R2 Ajustado) hace a las mejoras insignificantes.

**Tabla 19 - Estadísticas descriptivas del modelo con aversión al riesgo y factor de mercado**

	<b>R2</b>	<b>R2-Ajust.</b>	<b>Est. F</b>	<b>Prob (Est. F)</b>
<b>Low YTM</b>	0.1290	0.1210	16.55	0.0000
<b>2</b>	0.1900	0.1820	26.19	0.0000
<b>3</b>	0.4100	0.4040	77.71	0.0000
<b>High YTM</b>	0.4150	0.4100	79.55	0.0000

El punto llamativo, que a nuestra manera de ver permite explicar la nula mejora de las estimaciones, se relaciona a la significatividad de los coeficientes asociados a las variables propuestas. En la **Tabla 20** podemos notar que sólo una de las dos variables, la asociada a la aversión al riesgo internacional, es estadísticamente significativa -distinta de cero- para un umbral de confianza razonable.

La variable HY\_CORP pareciera absorber gran parte de la volatilidad de los retornos excedentes explicada por la variable de mercado. De hecho, en los modelos de un solo factor vimos como HY\_CORP lograba mejores resultados cuando ambas variables se usaban de manera individual. Los coeficientes asociados a la aversión al riesgo son altos, y todos significativos a un nivel de confianza del 99%.

Por su parte, la variable RM-RF tiene una pendiente asociada muy pequeña, cuya significatividad estadística es prácticamente nula, y sin excepciones de la metodología utilizada o el portafolio estimado. Con excepción del portafolio más riesgoso, el desvío del estimador es muy alto respecto a su media, lo cual deriva en una distribución del estimador muy dispersa que le quita poder explicativo.

**Tabla 20 - Coeficientes asociados a las variables explicativas (Modelo de dos factores)**

	<b>Low YTM</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>High YTM</b>
<b>INTERCEPTO</b>	0.0019	0.0038	0.0017	-0.0013
<b>DESV. EST.</b>	0.0010	0.0020	0.0020	0.0030
<b>t</b>	1.4910	2.4480	0.9840	-0.4290
<b>P&gt; t </b>	0.1370	0.0150	0.3260	0.6690
<b>RM - RF</b>	0.0285	0.0622	0.0892	0.2502
<b>DESV. EST.</b>	0.0510	0.0620	0.0720	0.1200
<b>t</b>	0.5540	1.0030	1.2430	2.0810
<b>P&gt; t </b>	0.5800	0.3170	0.2150	0.0390
<b>HY_CORP</b>	0.2537	0.3631	0.7638	1.1786
<b>DESV. EST.</b>	0.0740	0.0890	0.1030	0.1720
<b>t</b>	3.4490	4.0880	7.4400	6.8460
<b>P&gt; t </b>	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000

A pesar de la baja significatividad, el valor de los coeficientes asociados al retorno de mercado se mantiene consistente con nuestra hipótesis de que portafolios con mayor YTM debían tener mayor exposición a los movimientos del mercado. En efecto, a medida que nos desplazamos hacia la derecha de la tabla, el beta de mercado va incrementando su valor, lo que incluso va acompañado con valores del estadístico t que hacen la estimación estadísticamente más significativa.

Los valores del coeficiente asociado a la aversión al riesgo también son consistentes con nuestra hipótesis: portafolios con mayor YTM tienen retornos más volátiles a cambios en la aversión al riesgo de los inversores. Esto se observa en coeficientes que van aumentando notablemente hacia la derecha de la tabla,

todos ellos con un nivel de significancia del 1%; el portafolio más riesgoso tiene una elasticidad frente a HY\_CORP de 1.17, mientras que el portafolio de “Low YTM” apenas de 0.254.

Es importante remarcar también la buena capacidad de estimación del modelo en cuanto a su consistencia teórica respecto del valor del intercepto. El modelo de dos factores estima, aunque con alguna particularidad, alfas estadísticamente cercanas a cero.

En cuanto a la variable de mercado, que su capacidad de explicar retornos no sea significativa probablemente se pueda explicar mirando a la correlación que los retornos de mercado tienen con respecto a los del portafolio de bonos corporativos de alto rendimiento. Si volvemos a la **Tabla 14**, podemos ver que la correlación entre las dos variables propuestas es bastante alta -aproximadamente 0.80-. Esto refleja movimientos que van en el mismo sentido durante la mayor parte del período de estudio, y que por lo tanto es esperable que obedezcan a un único factor de riesgo.

### **Modelos con *spread* de tasas entre bonos emergentes**

Los resultados de los modelos propuestos anteriormente arrojan algunas conclusiones importantes:

1. La aversión al riesgo importa y tiene fuertes correlatividades con los retornos de las inversiones en bonos soberanos de mercados emergentes, logrando explicar entre el 15% y el 40% del retorno excedente de los portafolios bajo análisis.
2. La aversión al riesgo absorbe gran parte de la volatilidad de retornos explicadas por el factor de mercado, y utilizadas de manera conjunta, la variable proxy de apetito por el riesgo es estadísticamente significativa y vuelve indistinguible de cero al beta de mercado.
3. Si bien el modelo es consistente estadísticamente, y los resultados se encuadran dentro del marco teórico desarrollado en secciones anteriores, las regresiones dejan una gran parte de los retornos sin explicar.

En relación a este último punto, en esta sección proponemos un factor de riesgo adicional, que busca aproximar el *spread* de tasas entre bonos emergentes. Como explicamos anteriormente, esta variable (HML) fue construida con una metodología muy similar a la de Fama & French (1993), teniendo en cuenta los rendimientos al vencimiento de cada uno de los índices que conforman la muestra con la que trabajamos a lo largo del documento.

La variable HML nos permite capturar no sólo el efecto del diferencial de tasas entre bonos emergentes sobre el retorno real, sino también englobar a ciertos factores domésticos particulares de cada índice que no son considerados por los dos factores de carácter internacional (RM-RF y HY\_CORP) y que determinan en primera instancia el mayor o menor riesgo de *default* del soberano.

Si nuestra principal hipótesis es cierta: el nivel de tasas de retornos al vencimiento (YTM) ofrecido por cada instrumento es un reflejo acertado del riesgo implícito en los bonos, que efectivamente se traduce en retornos más altos pero más volátiles; entonces, la variable HML debería tener coeficientes asociados que sean significativos estadísticamente y cuyos valores sean crecientes a medida que nos desplazamos hacia portafolios más volátiles.

En una primera estimación del poder explicativo de HML, planteamos un modelo univariado en el que regresamos los retornos excedentes de cada portafolio contra el factor en cuestión, de forma tal que la regresión quedaba explicitada de la siguiente manera:

$$(R_{i,t} - RF_t) = \alpha_i + \beta_{HML,i} HML_t + \mu$$

donde:

- $R_{i,t}$ : Retorno del portafolio  $i$  en el momento  $t$
- $RF_t$ : Tasa libre de riesgo en el momento  $t$
- $HML_t$ : Diferencial de retornos entre portafolio de bonos soberanos EM *high yield* y *low yield*
- $\mu$ : Término de error de la regresión

Los resultados de esta primera estimación son consistentes con nuestra hipótesis. En la **Tabla 21** vemos que, a medida que nos desplazamos hacia portafolios de mayor YTM, el coeficiente asociado a la variable HML se incrementa notablemente. La elasticidad del portafolio de mayor YTM al spread de tasas emergentes es de 1.57, muy por encima de la elasticidad promedio de los portafolios de menor YTM.

El beta asociado a HML es estadísticamente significativo para todos los portafolios, aunque en menor medida para el portafolio *Low YTM* (nivel de significancia del 5% para el portafolio menos riesgoso, contra una significancia del 1% para el resto).

**Tabla 21 - Coeficientes asociados a la variable HML**

	Low YTM	2	3	High YTM
<b>INTERCEPTO</b>	0.0034	0.0058	0.0054	0.0039
<b>Desv. Est.</b>	0.0010	0.0020	0.0020	0.0020
<b>t</b>	2.5790	3.6980	3.1700	2.4260
<b>P&gt; t </b>	0.0110	0.0000	0.0020	0.0160
<b>HML</b>	0.1119	0.2365	0.6707	1.5672
<b>Desv. Est.</b>	0.0400	0.0480	0.0520	0.0500
<b>t</b>	2.8110	4.9090	12.8740	31.5400
<b>P&gt; t </b>	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000

Si bien el coeficiente de HML es estadísticamente significativo y sus valores son acordes a lo teóricamente esperado, el poder explicativo del modelo es muy pobre para los portafolios de menor YTM. Mientras que con esta regresión logramos explicar gran parte del retorno de los portafolios más riesgosos (entre un 40% y un 80% de la varianza total), la volatilidad explicada del portafolio *Low YTM* es prácticamente nula.

A su vez, el bajo poder explicativo se traduce en interceptos estadísticamente significativos y distintos de cero, que repetimos es un aspecto de inconsistencia en modelos de retornos excedentes. En ningún caso el estadístico  $t$  asociado al intercepto se encuentra dentro de valores que supongan un valor igual a cero del coeficiente, siendo el desvío de las estimaciones para la constante dos o más veces superiores a la esperanza del estadístico (Ver **Tabla 21**).

**Tabla 22 - Estadísticas descriptivas del modelo HML**

	R2	R2-Ajust.	Est. F	Prob (Est. F)
<b>Low YTM</b>	0.0340	0.0300	7.90	0.0054
<b>2</b>	0.0970	0.0930	24.10	0.0000
<b>3</b>	0.4240	0.4220	165.70	0.0000
<b>High YTM</b>	0.8160	0.8150	994.80	0.0000

Tomando en consideración el bajo R-Cuadrado del modelo univariado, planteamos dos modelos alternativos en los que combinamos la variable HML con (i) el retorno excedente de mercado y (ii) el nivel de aversión al riesgo (HY\_CORP).

Si bien los resultados de modelos anteriores mostraban que HY\_CORP mejoraba en términos explicativos a la variable RM-RF y tornaba a los coeficientes asociados a esta última estadísticamente insignificantes, decidimos emplear a ambas variables por separado. La razón de esto recae en que, si bien similares, la correlación entre las variables HML y RM-RF era más baja que entre HML y HY\_CORP, lo que podría resultar en mejores estimaciones de los retornos excedentes de los portafolios (Ver **Tabla 14**).

En las **Tablas 23 y 24** se reflejan las estadísticas generales de ambos modelos. La significancia de las dos estimaciones, así como también su capacidad predictiva, son muy similares entre sí. Nuevamente, el modelo que incluye la aproximación de apetito por el riesgo de los inversores tiene una mejor performance en sus estimaciones que el modelo que incorpora el riesgo de mercado.

El R-Cuadrado de las dos alternativas es considerablemente alto cuando se analizan los portafolios de mayor YTM, pero la eficacia disminuye notablemente en las estimaciones para portafolios de bajo rendimiento al vencimiento. Para ambas alternativas, los modelos capturan entre un 45% y un 60% del movimiento de los retornos de los dos portafolios de mayor YTM; sin embargo, cuando se analizan los portafolios *low yield*, el R-Cuadrado se reduce a entre el 10% y el 15%.

La mejor performance del modelo que incorpora la variable HY\_CORP se mantiene a lo largo de todos los portafolios analizados. Si bien las diferencias en el R-Cuadrado de los modelos *high yield* son pequeñas, el poder explicativo de la alternativa con aversión al riesgo duplica la precisión del modelo con retornos de mercado para modelos de baja YTM (el R-Cuadrado para el portafolio *Low YTM* pasa de 0.084 a 0.13).

**Tabla 23 - Estadísticas descriptivas del modelo (RM-RF + HML)**

	<b>R2</b>	<b>R2-Ajust.</b>	<b>Est. F</b>	<b>Prob (Est. F)</b>
<b>Low YTM</b>	0.0840	0.0750	10.21	0.0001
<b>2</b>	0.1480	0.1400	19.45	0.0000
<b>3</b>	0.4600	0.4550	95.38	0.0000
<b>High YTM</b>	0.8190	0.8170	506.70	0.0000

**Tabla 24 - Estadísticas descriptivas del modelo (HY\_CORP + HML)**

	<b>R2</b>	<b>R2-Ajust.</b>	<b>Est. F</b>	<b>Prob (Est. F)</b>
<b>Low YTM</b>	0.1300	0.1220	16.67	0.0000
<b>2</b>	0.1890	0.1820	26.15	0.0000
<b>3</b>	0.5140	0.5100	118.40	0.0000
<b>High YTM</b>	0.8260	0.8240	531.30	0.0000

Respecto a los coeficientes de la regresión, las dos alternativas arrojan coeficientes asociados a las variables explicativas que, salvo contadas excepciones, son significativos tanto desde el punto de vista estadístico como en cuanto al marco teórico.

La variable HML muestra un comportamiento muy similar al modelo univariado. Los betas asociados son significativos al 1% en las estimaciones de modelos *high yield*, pero se vuelven estadísticamente no significativos para modelos de baja YTM. En cuanto a sus valores, estos se corresponden con lo

teóricamente esperado: los betas muestran una relación positiva que aumenta a medida que nos desplazamos hacia carteras más riesgosas.

En el modelo que incorpora retornos excedentes de mercado, la variable RM-RF es estadísticamente significativa para todos los portafolios. Los estadísticos t superan el umbral de rechazo de la hipótesis nula con un nivel de significancia del 1%, mostrando muy buena capacidad para explicar los retornos excedentes de los portafolios construidos.

Además, los betas de mercado adoptan valores crecientes con respecto a la YTM de las carteras analizadas, que permiten confirmar la hipótesis de una mayor exposición de portafolios *high yield* a la volatilidad del mercado.

La variable HY\_CORP tiene un comportamiento muy similar al de RM-RF. En su respectivo modelo, los coeficientes asociados son todos estadísticamente significativos, con un nivel de significancia del 1%, independientemente del portafolio analizado. Los desvíos del estimador son muy pequeños relativo a su esperanza, lo que se traduce en estadísticos t que superan por mucho al umbral de rechazo.

Los betas de HY\_CORP de las regresiones son crecientes con el nivel de YTM implícito en cada uno de los portafolios, lo que refleja nuevamente una fuerte consistencia teórica. Los portafolios de mayor rendimiento al vencimiento arrojan retornos más volátiles, con una elasticidad frente a cambios en la aversión al riesgo de los inversores que se incrementa notablemente en los portafolios *high yield*.

**Tabla 25 - Coeficientes asociados a las variables explicativas (Modelo RM-RF + HML)**

	Low YTM	2	3	High YTM
<b>INTERCEPTO</b>	0.0025	0.0047	0.0042	0.0033
<b>Desv. Est.</b>	0.0010	0.0020	0.0020	0.0020
<b>t</b>	1.9410	3.0420	2.4840	2.0140
<b>P&gt; t </b>	0.0540	0.0030	0.0140	0.0450
<b>RM - RF</b>	0.1475	0.1875	0.2123	0.1106
<b>Desv. Est.</b>	0.0420	0.0510	0.0550	0.0540
<b>t</b>	3.4830	3.6690	3.8510	2.0570
<b>P&gt; t </b>	0.0010	0.0000	0.0000	0.0410
<b>HML</b>	0.0239	0.1246	0.5441	1.5012
<b>Desv. Est.</b>	0.0460	0.0560	0.0600	0.0590
<b>t</b>	0.5160	2.2280	9.0210	25.5110
<b>P&gt; t </b>	0.6060	0.0270	0.0000	0.0000

Tal vez la mayor discrepancia entre estos dos modelos esté relacionada al valor de los p-valor asociados a los coeficientes de cada regresión. En el modelo que incorpora RM-RF, los p-valores se encuentran en niveles tales que permiten confirmar, con un nivel de confianza del 95%, que las constantes de la regresión son todas distintas de cero. Como repetimos en varias ocasiones, cuando se trabaja con retornos excedentes, alfas distintas de cero no son una buena propiedad de modelos bien especificados.

En cambio, en el modelo con HY\_CORP acompañada de la variable HML, las estimaciones arrojan estadísticos t más pequeños, que tornan al intercepto indistinguible de cero. Esta mejor performance se ve reflejada en los R-Cuadrado de la regresión, que como dijimos anteriormente, son mayores para este segundo modelo cuando se los compara con su alternativa de RM-RF + HML.

**Tabla 26 - Coeficientes asociados a las variables explicativas (Modelo HY\_CORP + HML)**

	Low YTM	2	3	High YTM
<b>INTERCEPTO</b>	0.0018	0.0039	0.0029	0.0025
<b>Desv. Est.</b>	0.0010	0.0020	0.0020	0.0020
<b>t</b>	1.4360	2.5610	1.7910	1.5390
<b>P&gt; t </b>	0.1520	0.0110	0.0750	0.1250
<b>HY_CORP</b>	0.3116	0.3838	0.5121	0.2931
<b>Desv. Est.</b>	0.0630	0.0760	0.0800	0.0800
<b>t</b>	4.9600	5.0560	6.4330	3.6500
<b>P&gt; t </b>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<b>HML</b>	-0.0346	0.0561	0.4301	1.4294
<b>Desv. Est.</b>	0.0480	0.0580	0.0610	0.0610
<b>t</b>	-0.7200	0.9670	7.0690	23.2990
<b>P&gt; t </b>	0.4720	0.3350	0.0000	0.0000

### Modelos de tres factores: RM-RF + HY\_CORP + HML

Por último, planteamos un modelo que combina las tres variables utilizadas hasta el momento. La idea era ver si el poder explicativo del modelo mejoraba, en especial para los portafolios de menor YTM. El portafolio que combinaba HML y HY\_CORP es hasta el momento el de mejor performance, pero su significatividad para el modelo *Low YTM* era bajo. Además, el coeficiente de HY\_CORP era no significativamente distinto de cero, mientras que el beta de mercado mostraba ser significativo con un nivel de confianza de 99% cuando RM-RF era empleada como variable alternativa a HY\_CORP.

De esta forma, construimos un modelo multivariado de tres factores, que quedaba explicitado como:

$$(R_{i,t} - RF_t) = \alpha_i + \beta_{m,i} (RM_t - RF_t) + \beta_{CORP,i} (HY\_CORP_t) + \beta_{HML,i} HML_t + \mu$$

donde:

- $R_{i,t}$  : Retorno del portafolio i en el momento t
- $RF_t$  : Tasa libre de riesgo en el momento t
- $RM_t$  : Retorno de mercado en el momento t
- $HY\_CORP_t$  : Retorno excedente del portafolio corporativo *high yield*
- $HML_t$  : Diferencial de retornos entre portafolio de bonos soberanos EM *high yield* y *low yield*
- $\mu$  : Término de error de la regresión

Los resultados del modelo prácticamente no cambian si se los compara con el modelo de dos factores donde se combina la aversión al riesgo internacional con el diferencial de retornos *high yield* entre países emergentes medido por HML. En tal sentido, la variable RM-RF parece no aportar demasiado en términos de poder explicativo una vez incorporadas las otras dos variables.

El R-Cuadrado de las estimaciones se mantiene en niveles similares al del modelo de dos factores. La estabilidad de los resultados no es necesariamente un dato malo, en tanto se logra capturar entre un 15% y hasta un 80% de la varianza de los retornos, dependiendo del portafolio analizado. Además, el p-valor

asociado a los estadísticos F del modelo es menor al 1%, con lo cual el modelo es estadísticamente significativo a nivel general con un nivel de confianza del 99%.

Si miramos al R-Cuadrado ajustado, el modelo de tres factores ve penalizada su capacidad predictiva producto de la incorporación de una variable adicional. No obstante, los grados de libertad son altos, lo que hace que dicha penalidad no sea demasiado significativa a los efectos del modelo. En efecto, el R-Cuadrado ajustado es muy similar respecto tanto al R-Cuadrado sin penalidad como comparado al R-Cuadrado ajustado del modelo de dos factores (**Tabla 27**).

**Tabla 27 - Estadísticas descriptivas del modelo**

	<b>R2</b>	<b>R2-Ajust.</b>	<b>Est. F</b>	<b>Prob (Est. F)</b>
<b>Low YTM</b>	0.1310	0.1200	11.24	0.0000
<b>2</b>	0.1920	0.1810	17.65	0.0000
<b>3</b>	0.5140	0.5070	78.63	0.0000
<b>High YTM</b>	0.8260	0.8240	352.70	0.0000

En cuanto a los coeficientes de la regresión (**Tabla 28**), la utilización simultánea de RM-RF, HY\_CORP y HML hace que los resultados pierdan significancia tanto estadística como teórica. Respecto a esto último, comprender los coeficientes asociados a las distintas variables explicativas se vuelve una tarea engorrosa. Los efectos de cada factor de riesgo sobre los retornos se entremezclan y, principalmente para el beta de mercado, su causalidad es contra intuitiva.

En términos estadísticos, los betas de mercado resultantes de la estimación son todos indistinguibles de cero. Además, la pendiente asociada a RM-RF deja de mostrar una relación creciente y positiva relativa al riesgo del portafolio, con coeficientes asociados al portafolio *High* YTM menores al de la cartera *Low* YTM.

La variable HML continúa siendo no significativa para los portafolios de menor YTM, pero los valores asociados al beta son aún consistentes con la teoría. La elasticidad de los portafolios a movimientos en el diferencial de retornos entre bonos emergentes de diferente YTM mantiene su relación creciente a medida que nos desplazamos hacia portafolios de mayor rendimiento esperado.

HY\_CORP se mantiene como la variable explicativa más significativa del modelo, con estadísticos que son distintos de cero con un nivel de confianza del 99% (sólo el portafolio *High* YTM no es significativo al 1%, aunque sí al 5% de significancia). Además, los portafolios siguen mostrando una relación positiva y creciente en términos de exposición a la aversión al riesgo internacional, con coeficientes mayores para portafolios más riesgosos.

**Tabla 28 - Coeficientes asociados a las variables explicativas (RM-RF, HY\_CORP & HML)**

	Low YTM	2	3	High YTM
<b>INTERCEPTO</b>	0.0018	0.0039	0.0029	0.0025
<b>Desv. Est.</b>	0.0010	0.0020	0.0020	0.0020
<b>t</b>	1.3990	2.5150	1.7770	1.5420
<b>P&gt; t </b>	0.1630	0.0130	0.0770	0.1250
<b>RM-RF</b>	0.0358	0.0536	0.0110	-0.0111
<b>Desv. Est.</b>	0.0520	0.0630	0.0660	0.0670
<b>t</b>	0.6870	0.8500	0.1660	-0.1660
<b>P&gt; t </b>	0.4930	0.3960	0.8680	0.8680
<b>HY_CORP</b>	0.2783	0.3340	0.5019	0.3033
<b>Desv. Est.</b>	0.0790	0.0960	0.1010	0.1020
<b>t</b>	3.5040	3.4830	4.9820	2.9860
<b>P&gt; t </b>	0.0010	0.0010	0.0000	0.0030
<b>HML</b>	-0.0403	0.0476	0.4283	1.4312
<b>Desv. Est.</b>	0.0490	0.0590	0.0620	0.0620
<b>t</b>	-0.8260	0.8070	6.9220	22.9350
<b>P&gt; t </b>	0.4100	0.4200	0.0000	0.0000

Con todos estos datos, es razonable pensar que el retorno del portafolio de mercado, medido como el excedente de retornos del Índice S&P no juega un rol importante a la hora de estimar retornos excedentes de bonos soberanos de mercados emergentes. No sólo no mejora el R-Cuadrado de la estimación, sino que el valor de los interceptos en el modelo de tres factores muestra valores estadísticamente significativos y distintos de cero para los portafolios intermedios.

### **Variable HML: conclusiones y análisis de consistencia**

Cuando propusimos la variable HML como factor explicativo, intentábamos dar respuesta a nuestra principal pregunta de investigación; esto es, ¿explican los rendimientos al vencimiento (YTM) de una inversión el diferencial de retornos real entre bonos soberanos de mercados emergentes? Y en el mismo sentido, ¿son los bonos de mayor YTM más riesgosos?

Con vistas en encontrar respuestas a estas preguntas fue que ordenamos los bonos soberanos de menor a mayor YTM y construimos cuatro portafolios diferentes. Luego calculamos sus retornos excedentes respecto a la libre de riesgo y llevamos adelante la estimación de diferentes modelos, proponiendo distintas combinaciones de factores de riesgo, para analizar qué efectos tenían los retornos de mercado, los cambios en la aversión al riesgo internacional y el *spread* de tasas emergentes sobre el retorno de cada portafolio.

La variable HML mostró ser estadísticamente significativa, en especial para los portafolios más riesgosos. Además, los coeficientes tomaron valores consistentes con nuestro marco teórico y nuestra hipótesis de que las YTM permitían explicar los retornos reales de bonos emergentes.

No obstante, decidimos llevar a cabo un nuevo análisis para dar mayor consistencia a los resultados, a fines de asegurarnos de que la variable HML no funcionara por mera construcción. En tal sentido, optamos por incorporar a nuestros modelos una variable que funcionara como alternativa de HML, y que de alguna forma estuviera relacionada con ella.

La nueva variable fue construida utilizando los retornos de dos índices construidos por Índices Bloomberg, que agrupan a los bonos emergentes clasificándolos de acuerdo a sus calificaciones crediticias. Los índices utilizados fueron (i) el *Bloomberg EM USD Sovereign Investment Grade* y (ii) el *Bloomberg EM USD Sovereign High Yield*. El primero de ellos toma en consideración los bonos soberanos de economías emergentes denominados en dólares con una calificación crediticia igual o superior a Baa (de acuerdo a la escala de calificaciones crediticias de Moody's), en tanto que el segundo engloba a los bonos de similares características, pero con calificaciones crediticias iguales o inferiores a Ba.

La nueva variable, a la que denominamos HML\_RTG, surge entonces como el spread de retornos entre el portafolio *Bloomberg EM USD Sovereign High Yield* y el portafolio *Bloomberg EM USD Sovereign Investment Grade*. Los retornos fueron calculados sobre una base mensual tomando el valor promedio simple de cada índice.

Por definición, el rating crediticio de un instrumento financiero hace referencia al riesgo de *default* implícito en cada activo, que en gran parte está asociado a las condiciones macroeconómicas y financieras de cada economía en particular. Si las calificaciones son acertadas en su previsión del riesgo, y las variables HML y HML\_RTG muestran una fuerte correlación, entonces podemos decir que HML es también una buena aproximación del riesgo de *default* de los bonos soberanos analizados. Además, dado que HML no se construye mirando las calificaciones crediticias sino el nivel de YTM, podemos decir que las YTM de los bonos no sólo permiten explicar retornos, sino que son además una buena aproximación del riesgo de *default* -lo cual hipotetizábamos al iniciar el análisis-.

**Tabla 29 - Estadísticas descriptivas (HML vs HML\_RTG)**

	HML	HML RTG
Media	0.0023	0.0016
Desv. Est.	0.0327	0.0207
t-stat	0.0703	0.0773
Mínimo	-0.1950	-0.1324
Percentil 25	-0.0090	-0.0063
Percentil 50	0.0046	0.0041
Percentil 75	0.0171	0.0127
Máximo	0.0855	0.0436
Coef. Correlación	0.9049	

Un primer aspecto que refuerza la hipótesis de que HML efectivamente funciona como buena aproximación del riesgo de un portafolio tiene relación con el movimiento en conjunto de las variable HML y HML\_RTG. El coeficiente de correlación entre ambas es muy alto (0.91), lo cual hace pensar que ambas captan un mismo factor de riesgo (**Tabla 29**).

La fuerte correlación entre HML y HML\_RTG debería resultar en estimaciones del modelo muy similares. Para testear esta hipótesis, se corrieron algunos de los modelos previos reemplazando la variable HML por HML\_RTG, y los resultados no se alteraron.

Si prestamos atención a la **Tabla 31**, veremos que los coeficientes asociados a las distintas variables explicativas del nuevo modelo son, tanto en términos estadísticos como teóricos, muy similares de los del modelo de tres factores expuesto anteriormente. La variable de mercado persiste no significativa en todas las estimaciones del modelo, en tanto que HY\_CORP se mantiene significativa al 1% en todos los

portafolios analizados, con un coeficiente asociado cuyo valor es creciente a medida que nos desplazamos hacia portafolios de mayor YTM.

En cuanto a la variable HML\_RTG, los coeficientes siguen la misma tendencia que para HML. Su significancia estadística es relevante sólo para los portafolios de mayor YTM, en tanto que permanecen indistinguibles de cero para los dos portafolios de menor rendimiento. Desde el punto de vista teórico, los valores son consistentes con nuestra hipótesis: a medida que nos desplazamos hacia portafolios de mayor YTM, la exposición de los portafolios al diferencial de tasas emergentes va en aumento.

La capacidad del modelo para explicar retornos es también muy similar al del modelo de tres factores con HML. El R-Cuadrado es significativamente alto para los dos portafolios de mayor YTM, pero no se logra captar una gran parte de la varianza de retornos de los dos portafolios “*low yield*” (Tabla 30).

**Tabla 30 - Estadísticas descriptivas del modelo de tres factores (RM-RF, HY\_CORP & HML\_RTG)**

	<b>R2</b>	<b>R2-Ajust.</b>	<b>Est. F</b>	<b>Prob (Est. F)</b>
<b>Low YTM</b>	0.1320	0.1210	11.33	0.0000
<b>2</b>	0.1970	0.1860	18.24	0.0000
<b>3</b>	0.5160	0.5090	79.15	0.0000
<b>High YTM</b>	0.7340	0.7300	204.90	0.0000

**Tabla 31 - Coeficientes asociados a las variables explicativas (RM-RF, HY\_CORP & HML\_RTG)**

	<b>Low YTM</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>High YTM</b>
<b>INTERCEPTO</b>	0.0018	0.0039	0.0025	0.0009
<b>Desv. Est.</b>	0.0010	0.0020	0.0020	0.0020
<b>t</b>	1.4260	2.5420	1.5360	0.4280
<b>P&gt; t </b>	0.1550	0.0120	0.1260	0.6690
<b>RM-RF</b>	0.0378	0.0453	0.0030	-0.0015
<b>Desv. Est.</b>	0.0520	0.0630	0.0660	0.0830
<b>t</b>	0.7230	0.7200	0.0450	-0.0180
<b>P&gt; t </b>	0.4700	0.4720	0.9640	0.9860
<b>HY_CORP</b>	0.2743	0.3257	0.5730	0.6214
<b>Desv. Est.</b>	0.0770	0.0920	0.0970	0.1210
<b>t</b>	3.5790	3.5270	5.9000	5.1210
<b>P&gt; t </b>	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000
<b>HML_RTG</b>	-0.0691	0.1252	0.6380	1.8625
<b>Desv. Est.</b>	0.0720	0.0870	0.0910	0.1140
<b>t</b>	-0.9590	1.4420	6.9890	16.3330
<b>P&gt; t </b>	0.3390	0.1510	0.0000	0.0000

Los resultados permiten confirmar que YTM es una buena variable para aproximar riesgo de *default*, en tanto HML y HML\_RTG son variables fuertemente correlacionadas y que arrojan resultados de estimaciones muy similares entre sí.

Por último, se intentó comparar la capacidad predictiva de ambas variables sobre el excedente de retornos. Para eso, se corrió un modelo en el que se combinan HML y HML\_RTG, sin ninguna otra variable explicativa, y los resultados fueron llamativos. En primer lugar, el modelo tuvo un poder de predicción

similar al de modelos univariados en los que se empleaba HML o HML\_RTG, resultado que es consistente con modelos mal especificados que emplean variables muy correlacionadas.

Más importante aún, si observamos a los coeficientes asociados a ambas variables, notaremos que el beta de HML\_RTG es estadísticamente no significativo independientemente del portafolio. HML absorbe toda la varianza de retornos explicada por el rating crediticio de los activos, siendo estadísticamente significativa incluso para el portafolio *Low YTM*. Por este último detalle, se decidió por usar HML en lugar de HML\_RTG.

Además, estos resultados confirman dos hipótesis importantes para nuestro análisis: (i) HML funciona bien como aproximación del riesgo de *default* implícito en los bonos y, por ende, (ii) las YTM incorporan razonablemente el riesgo de *default* de un bono, dotando a las inversiones en bonos *high yield* de una mayor volatilidad o riesgo.

**Tabla 32 - Coeficientes asociados a las variables explicativas (HML vs. HML\_RTG)**

	Low YTM	2	3	High YTM
<b>INTERCEPTO</b>	0.0034	0.0058	0.0053	0.0039
<b>Desv. Est.</b>	0.0010	0.0020	0.0020	0.0020
<b>t</b>	2.5980	3.6620	3.1300	2.4020
<b>P&gt; t </b>	0.0100	0.0000	0.0020	0.0170
<b>HML</b>	0.1735	0.1220	0.5099	1.5006
<b>Desv. Est.</b>	0.0940	0.1130	0.1220	0.1170
<b>t</b>	1.8530	1.0780	4.1750	12.8340
<b>P&gt; t </b>	0.0650	0.2820	0.0000	0.0000
<b>HML_RTG</b>	-0.1075	0.1999	0.2808	0.1162
<b>Desv. Est.</b>	0.1480	0.1790	0.1930	0.1850
<b>t</b>	-0.7270	1.1180	1.4550	0.6290
<b>P&gt; t </b>	0.4680	0.2650	0.1470	0.5300

### **Modelos con factores de riesgo domésticos**

Si bien la predictibilidad de los retornos aumenta cuando incorporamos el factor HML, queda una parte importante del diferencial de rendimientos por explicar. Las alfas continúan siendo significativamente distintos de cero para algunos de los portafolios, lo cual no es razonable en modelos bien definidos; asumiendo que se cumple la teoría APT y por trabajar con excesos de retornos, un modelo bien definido debería arrojar interceptos en torno a cero.

Además, las estimaciones para modelos de baja YTM resultan en R-Cuadrados demasiado bajos si se los compara con el de portafolios *high yield.*; para el caso del portafolio *Low YTM*, el R-Cuadrado para el modelo de tres factores es apenas 13%. Estos resultados hacen pensar que, si bien los resultados son significativos estadística y teóricamente, tal vez las YTM de los bonos no incorporen todos los factores de riesgo que inciden sobre el retorno de un activo.

En el intento de mejorar el poder predictivo del modelo, es que buscamos algún otro factor de riesgo adicional para incorporar en nuestra regresión. Si revisamos la literatura citada en la primera sección de este trabajo, veremos que existe una extensa literatura que demuestra que los factores internacionales no alcanzan para explicar el diferencial de retornos entre países emergentes, en tanto que factores domésticos

asociados a condiciones socioeconómicas propias de cada país colaboran en explicar parte de ese diferencial.

Se propuso entonces una nueva variable, que incorporaba condiciones socioeconómicas idiosincráticas de cada país. Esta variable -a la que denominamos SIZE- incorpora el diferencial de rendimientos entre un portafolio de “Ingreso alto” y otro de “Ingreso bajo”.

Los portafolios con que se estiman los retornos fueron construidos con la misma muestra de países con que trabajamos a lo largo del documento. La asignación de estos países entre ambos portafolios se realizó siguiendo la metodología empleada por Índices Bloomberg para la segmentación de instrumentos de acuerdo al nivel económico del emisor. En tal sentido, clasificamos a cada uno de los países que componen la muestra de acuerdo a la clasificación por ingresos del Banco Mundial, que toma en consideración el crecimiento del PBI, el nivel de inflación el tipo de cambio y el incremento poblacional propio de cada país (Fantom & Serajuddin, 2016).

El portafolio de altos ingresos se compone de aquellos países que son clasificados según el Banco Mundial como de “Ingreso Alto” e “Ingreso Mediano Alto”, en tanto que el portafolio de bajos ingresos incorpora a los países con una clasificación de “Ingreso Mediano Bajo” o “Ingreso Bajo”. No se utilizaron los índices ya construidos por Bloomberg debido a que la información se encuentra disponible recién a partir del año 2013, en tanto que nuestro período de análisis comienza en 2003.

La clasificación del Banco Mundial se actualiza con periodicidad anual, razón por la cual decidimos reordenar los portafolios con esa misma frecuencia. De esta forma, todos los años actualizamos la clasificación de cada país y los separamos en dos muestras diferentes, para así construir dos portafolios de bonos emergentes, uno de niveles de ingresos altos (*High Income*) y otro de bajos ingresos (*Low Income*). Luego, calculamos el retorno promedio ponderado por capitalización de mercado de ambos portafolios y obtenemos el diferencial de retornos del portafolio de bajos ingresos por sobre el de altos ingresos.

Si la clasificación según nivel de ingresos del Banco Mundial sirve como aproximación del riesgo doméstico de cada país, entonces es de esperar que los retornos del portafolio de “Ingreso Bajo” sean más volátiles respecto a los de “Ingreso Alto”. La **Tabla 33** muestra las estadísticas descriptivas de cada índice, así como también las correspondientes al diferencial de retornos capturado por la variable SIZE.

**Tabla 33 - Estadísticas descriptivas de los retornos de portafolios según nivel de ingreso**

	Ingreso Alto	Ingreso Bajo	SIZE
Media	0.0058	0.0072	0.0014
Desv. Est.	0.0264	0.0269	0.0108
t-stat	0.2206	0.2682	0.1272
Mínimo	-0.1934	-0.1629	-0.0331
Percentil 25	-0.0057	-0.0024	-0.0056
Percentil 50	0.0075	0.0091	0.0012
Percentil 75	0.0190	0.0201	0.0080
Máximo	0.0771	0.1019	0.0534

En la **Tabla 33** podemos ver que el portafolio de ingreso bajo tiene mayores retornos promedio que el portafolio de ingresos altos, resultado acorde con niveles de riesgo superiores. Raramente, los retornos de ambos portafolios tienen desvíos estándar muy similares, e incluso el portafolio de bajos ingresos tiene valores extremos menos alejados de la media, si comparamos sus percentiles 25 y 75. En cuanto a nuestra

variable SIZE, el diferencial de retornos es positivo en promedio (consistente con lo esperado), aunque su desvío estándar alto hace que en promedio el diferencial sea estadísticamente no distinto de cero.

En una primera aproximación al estudio de la incidencia del factor SIZE sobre los retornos de los portafolios de bonos emergentes se estimó un modelo univariado en el que se empleó como único factor explicativo al diferencial de retornos entre el portafolio de bajos ingresos y el de altos ingresos. El modelo, cuyas estadísticas se detallan a continuación (**Tabla 34**), no tuvo un rendimiento acorde con lo esperado, y su poder explicativo resultó prácticamente nulo.

**Tabla 34 - Estadísticas descriptivas del modelo**

	<b>R2</b>	<b>R2-Ajust.</b>	<b>Est. F</b>	<b>Prob (Est. F)</b>
<b>Low YTM</b>	0.0070	0.0020	1.518	0.2190
<b>2</b>	0.0110	0.0070	2.483	0.1170
<b>3</b>	0.0040	0.0000	0.905	0.3430
<b>High YTM</b>	0.0390	0.0350	9.188	0.0027

El R-Cuadrado de las regresiones fue el más bajo de todos los modelos planteados hasta el momento, sin importar de cuál fuera el portafolio analizado. El modelo no fue capaz de explicar apenas una pequeña parte de la varianza de los retornos, y su significancia estadística estuvo lejos de los umbrales considerados como razonables. El estadístico F asociado a cada una de las regresiones tomo valores muy bajos, que llevaron a rechazar el modelo con niveles de significancia superiores al 10%.

La nula capacidad explicativa de la variable SIZE se manifestó también en el valor de los estadísticos t que acompañaron a los coeficientes asociados (**Tabla 35**). El beta de SIZE no resultó estadísticamente significativo para casi ningún portafolio analizado, siendo la única excepción el beta del portafolio *High YTM*.

**Tabla 35 - Coeficientes asociados a la variable explicativa**

	<b>Low YTM</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>High YTM</b>
<b>INTERCEPTO</b>	0.0034	0.0060	0.0072	0.0090
<b>Desv. Est.</b>	0.0010	0.0020	0.0020	0.0040
<b>t</b>	2.5670	3.6420	3.2010	2.4060
<b>P&gt; t </b>	0.0110	0.0000	0.0020	0.0170
<b>SIZE</b>	0.1507	0.2408	-0.1975	-1.0418
<b>Desv. Est.</b>	0.1220	0.1530	0.2080	0.3440
<b>t</b>	1.2320	1.5760	-0.9510	-3.0310
<b>P&gt; t </b>	0.2190	0.1170	0.3430	0.0030

Desde el punto de vista teórico, los coeficientes tampoco guardaron relación con nuestra hipótesis. Los valores de los coeficientes fueron superiores para los portafolios de baja YTM, con betas asociados a SIZE incluso negativos para los portafolios de mayor rendimiento. Previo a correr el modelo, hubiéramos esperado que SIZE fuera significativo, y que su pendiente fuera positiva y creciente a medida que nos desplazáramos hacia portafolios de mayor riesgo.

En cuanto a la constante de la regresión, no es llamativo que en un modelo tan pobre en términos explicativos el intercepto tome valores significativamente distintos de cero. En efecto, nuestro modelo

arrojó interceptos que resultaron todos positivos y distintos de cero, con niveles de confianza en torno al 99%.

No satisfechos con estos resultados, y convencidos de que la variable SIZE debería funcionar como factor explicativo del diferencial de retornos, corrimos un nuevo modelo en el que combinamos SIZE con el resto de las variables ya propuestas. Este modelo contó con cuatro potenciales factores explicativos, que fueron el retorno excedente de mercado (RM-RF), nuestra variable proxy de aversión al riesgo (HY\_CORP), y las dos variables de diferencial de retorno de construcción propia (HML y SIZE). El modelo quedó definido entonces de la siguiente manera:

$$(R_{i,t} - RF_t) = \alpha_i + \beta_{m,i} (RM_t - RF_t) + \beta_{CORP,i} (HY\_CORP_t) + \beta_{HML,i} HML_t + \beta_{SIZE,i} SIZE_t + \mu$$

donde:

- $R_{i,t}$  : Retorno del portafolio i en el momento t
- $RF_t$  : Tasa libre de riesgo en el momento t
- $RM_t$  : Retorno de mercado en el momento t
- $HY\_CORP_t$  : Retorno excedente del portafolio corporativo *high yield*
- $HML_t$  : Diferencial de retornos entre portafolio de bonos soberanos EM *high yield* y *low yield*
- $SIZE_t$  : Diferencial de retornos entre portafolios de ingreso bajo e ingresos altos en el momento t
- $\mu$  : Término de error de la regresión

Cuando incorporamos la variable SIZE combinándola con los tres factores explicativos ya estudiados, no sólo que el coeficiente asociado al diferencial de retornos entre portafolios según nivel de ingresos se torna estadísticamente significativo, sino que también aumenta el poder explicativo del modelo en términos generales. Como vemos en la **Tabla 36**, el R-Cuadrado de la regresión para los portafolios de menor YTM se encuentra entre el 20% y el 30%, al menos un 50% por encima de lo que explicaban en los modelos anteriores.

**Tabla 36 - Estadísticas descriptivas del modelo de cuatro factores**

	<b>R2</b>	<b>R2-Ajust.</b>	<b>Est. F</b>	<b>Prob (Est. F)</b>
<b>Low YTM</b>	0.1910	0.1760	13.09	0.0000
<b>2</b>	0.3210	0.3090	26.28	0.0000
<b>3</b>	0.5440	0.5360	66.18	0.0000
<b>High YTM</b>	0.7620	0.7570	177.50	0.0000

Para el modelo *Low YTM*, el R-Cuadrado asciende a 19%, en tanto que para el segundo de menor YTM la varianza explicada por el modelo supera el 30%; en el modelo de tres factores, estos valores se ubicaban en 13% y 19% respectivamente. El modelo es por lo tanto estadísticamente significativo en términos generales, con estadísticos F que superan el umbral de rechazo con un nivel de confianza del 99%.

La combinación de SIZE con el resto de los factores explicativos no sólo torna estadísticamente significativo a SIZE, sino que mejora la capacidad predictiva asociada al resto de las variables, especialmente en lo que respecta a HML (**Tabla 37**). Por un lado, SIZE es estadísticamente significativa y

distinta de cero para todos los portafolios analizados, con niveles de confianza que en algunos casos supera el 99%. Por el otro, los coeficientes relativos a HML son significativos para los tres portafolios de mayor YTM con un nivel de significancia del 1%, cuando en el modelo de tres factores HML sólo era significativa para los dos portafolios de mayor YTM.

Por su parte, HY\_CORP persiste estadísticamente significativa al 1% independientemente del portafolio analizado, absorbiendo todo el poder explicativo del retorno excedente de mercado, cuya relevancia estadística es nula.

**Tabla 37 - Coeficientes asociados a las variables explicativas del modelo de cuatro factores**

	Low YTM	2	3	High YTM
<b>INTERCEPTO</b>	0.002	0.002	0.002	0.003
<b>Desv. Est.</b>	0.001	0.001	0.002	0.002
<b>t</b>	1.628	1.643	1.084	2.056
<b>P&gt; t </b>	0.105	0.102	0.280	0.041
<b>RM-RF</b>	0.030	0.033	0.048	0.066
<b>Desv. Est.</b>	0.042	0.057	0.062	0.064
<b>t</b>	0.706	0.573	0.766	1.042
<b>P&gt; t </b>	0.481	0.567	0.444	0.299
<b>HY_CORP</b>	0.237	0.355	0.475	0.624
<b>Desv. Est.</b>	0.065	0.088	0.096	0.098
<b>t</b>	3.612	4.046	4.932	6.363
<b>P&gt; t </b>	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>HML</b>	0.017	0.167	0.428	0.851
<b>Desv. Est.</b>	0.043	0.057	0.063	0.064
<b>t</b>	0.400	2.918	6.812	13.301
<b>P&gt; t </b>	0.690	0.004	0.000	0.000
<b>SIZE</b>	0.177	0.322	0.385	0.565
<b>Desv. Est.</b>	0.101	0.135	0.148	0.151
<b>t</b>	1.762	2.388	2.602	3.746
<b>P&gt; t </b>	0.080	0.018	0.010	0.000

Los coeficientes de la regresión son significativos no sólo en términos estadísticos, sino también desde el punto de vista teórico. HY\_CORP, HML y SIZE arrojan pendientes para cada uno de los portafolios analizados que se condicen con nuestra hipótesis, con valores crecientes a medida que nos desplazamos hacia portafolios más riesgosos. De esta forma, tanto la aversión al riesgo internacional y el diferencial de tasas entre bonos emergentes, como el nivel de ingresos entre países parecen ser factores de riesgo que afectan los retornos de los bonos de economías emergentes.

Para el caso de la aversión al riesgo, un mayor apetito por el riesgo parece explicar retornos superiores en los bonos emergentes, con un impacto mayor sobre el precio de bonos con mayor YTM. El nivel de rendimiento al vencimiento también explica retornos reales, con bonos más riesgosos -en términos de YTM- más expuestos a la performance relativa entre bonos *high yield* y *low yield*.

Por su parte, el nivel de ingresos de una economía también resulta significativo en términos teóricos. Tal como era de esperar, la exposición a la variable SIZE es superior para los portafolios más riesgosos, con coeficientes asociados que incrementan su valor a medida que nos desplazamos hacia la derecha de la **Tabla 37**.

La relevancia estadística de los resultados se condice también con valores del intercepto no significativamente distintos de cero. En las estimaciones de este último modelo se alcanza no sólo un mayor poder explicativo en términos del R-Cuadrado de la regresión, sino también en términos del intercepto que acompaña a las pendientes. Con la excepción del portafolio más riesgoso, el resto de las estimaciones arrojan interceptos cuyo estadístico t es lo suficientemente grande para no rechazar la hipótesis nula, incluso para umbrales de significancia del 10%.

## **5. Conclusión**

En nuestro trabajo, encontramos evidencia de que el rendimiento al vencimiento de bonos soberanos emergentes denominados en dólares sirve como buena aproximación del riesgo de la inversión. Portafolios con mayor YTM arrojan retornos más volátiles que los del portafolio *Low YTM*. Los retornos de las carteras construidas muestran además características de distribuciones de colas anchas con asimetrías negativas, que se exacerban en los portafolios de mayor YTM.

Estas características hacen a los portafolios de YTM altas más riesgosos tanto en términos de varianza como de exposición a eventos extremos negativos de mayor envergadura, características consistentes con nuestra hipótesis de que la YTM funcionaba como buena aproximación del riesgo de una inversión.

Los modelos de regresión estimados que incorporan a HML como variable explicativa confirman nuestra idea. El diferencial de tasas entre bonos emergentes es significativamente estadístico, y muestra una exposición de los portafolios al nivel de YTM que es creciente con el mayor nivel de riesgo -medido en términos de varianza-.

El análisis de los cuatro portafolios construidos confirma no sólo que la YTM es una buena aproximación del riesgo de una inversión, sino que también ese mayor riesgo esperado es compensado con retornos más altos. Los portafolios de YTM altas tienen retornos promedio más altos que las carteras de menor YTM, incluso con una relación riesgo-retorno similar.

Con la incorporación de la variable HML\_RTG, que a diferencia de HML, en lugar de dividir la muestra de bonos según nivel de YTM, lo hacía en función de las calificaciones crediticias de cada activo, buscamos testear la capacidad de HML para aproximar el riesgo de *default* implícito en un bono. Si las calificaciones crediticias incorporan de buena forma el riesgo de repago del soberano, y los movimientos de HML y HML\_RTG están fuertemente relacionados, entonces podríamos concluir que HML captura razonablemente el riesgo de crédito.

HML y HML\_RTG no sólo que evidenciaron una correlación superior a 0.9, sino que arrojaron resultados de estimaciones para los diferentes modelos casi idénticos. Además, cuando fueron incorporadas simultáneamente, HML absorbió todo el poder explicativo de HML\_RTG, tornando a esta última estadísticamente no significativa. Todos estos resultados ayudaron a confirmar la capacidad de HML como buena aproximación del riesgo de *default*.

La diversificación internacional resulta ventajosa en términos de retornos y riesgo si se la compara por ejemplo con el portafolio de mercado, aproximado este a partir del Índice S&P. El índice de acciones estadounidenses arroja un retorno promedio similar al del portafolio 3, pero con un nivel de volatilidad superior al de los bonos emergentes.

Por último, encontramos que los factores internacionales no son suficientes para explicar el movimiento de precios de bonos emergentes; el poder explicativo de modelos con factores internacionales era significativo, pero permanecía en niveles bajos.

Con el objetivo de mejorar la capacidad predictiva del modelo, además de utilizar la YTM como aproximación del riesgo de *default*, incorporamos al nivel de ingresos de cada país como factor explicativo. Los resultados arrojaron coeficientes significativos para la variable SIZE, con una exposición al diferencial de tasas entre bonos de países de bajos y altos ingresos que fue creciente a medida que nos desplazábamos hacia portafolios más riesgosos.

## 6. Referencias

- Altman, E. I., & Bana, G. (2002). *Defaults & Returns on High Yield Bonds: Analysis Through September 30, 2002*. NYU Working Paper No. FIN-02-050.
- Altman, E. I., & Bana, G. (2004). Defaults and Returns on *High Yield Bonds*. *The Journal of Portfolio Management*, 30(2), 58–73.
- Altman, E. I., Hukkawala, N., & Kishore, V. (2000). *Defaults & Returns on High Yield Bonds: Analysis through 1999 and Default Outlook for 2000-2002*. NYU Working Paper No. FIN-99-005.
- Banz, R. W. (1981). The relationship between return and market value of common stocks. *Journal of Financial Economics*, 9(1), 3–18.
- Barr, D. G., & Priestley, R. (2004). Expected returns, risk and the integration of international bond markets. *Journal of International Money and Finance*, 23(1), 71–97.
- Basu, S. (1983). The relationship between earnings' *yield*, market value and return for NYSE common stocks: Further evidence. *Journal of Financial Economics*, 12(1), 129–156.
- Bekaert, G., & Harvey, C. R. (1995). Time-varying world market integration. *The Journal of Finance*, 50(2), 403–444.
- Bergstrom, G. L. (1975). A new route to *higher returns and lower risks*. *The Journal of Portfolio Management*, 2(1), 30–38.
- Bernoth, K., & Erdogan, B. (2012). Sovereign bond *yield* spreads: A time-varying coefficient approach. *Journal of International Money and Finance*, 31(3), 639–656.
- Bhandari, L. C. (1988). Debt/equity ratio and expected common stock returns: Empirical evidence. *The Journal of Finance*, 43(2), 507–528.
- Bunda, I., Hamann, A. J., & Lall, S. (2009). Correlations in emerging market bonds: The role of local and global factors. *Emerging Markets Review*, 10(2), 67–96.
- Chan, L. K. C., Hamao, Y., & Lakonishok, J. (1991). Fundamentals and stock returns in Japan. *The Journal of Finance*, 46(5), 1739–1764.
- Cochrane, J. H. (2001). Consumption-Based Model and Overview. In Princeton University (Ed.), *Asset Pricing* (2005th ed., pp. 5–35). Princeton University Press.
- Cunningham, A., Dixon, L., & Hayes, S. (2001). Analysing *yield* spreads on emerging market sovereign bonds. *Financial Stability Review*, 11, 175–186.
- Divecha, A. B., Drach, J., & Stefek, D. (1992). Emerging markets: a quantitative perspective. *Journal of Portfolio Management*, 19(1), 41.
- Engel, C., Frankel, J. A., Froot, K. A., & Rodrigues, A. P. (1989). *Conditional mean-variance efficiency of the US stock market*. National Bureau of Economic Research Cambridge, Mass., USA.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of*

- Financial Economics*, 33(1), 3–56.
- Fama, E. F., & French, K. R. (2004). The capital asset pricing model: Theory and evidence. *Journal of Economic Perspectives*, 18(3), 25–46.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1992). The Cross-Section of Expected Stock Returns. *The Journal of Finance*, 47(2), 427–465.
- Fantom, N. J., & Serajuddin, U. (2016). The World Bank's classification of countries by income. *World Bank Policy Research Working Paper*, 7528.
- Ferrucci, G. (2003). *Empirical determinants of emerging market economies' sovereign bond spreads*.
- Ferson, W. E., & Harvey, C. R. (1991). The variation of economic risk premiums. *Journal of Political Economy*, 99(2), 385–415.
- Frankel, J. A. (1982). In search of the exchange risk premium: A six-currency test assuming mean-variance optimization. *Journal of International Money and Finance*, 1, 255–274.
- Gebhardt, W. R., Hvidkjaer, S., & Swaminathan, B. (2005). The cross-section of expected corporate bond returns: Betas or characteristics? *Journal of Financial Economics*, 75(1), 85–114.
- Gilmore, C. G., & McManus, G. M. (2002). International portfolio diversification: US and Central Eastern European Equity Markets. *Emerging Markets Review*, 3 (1), 69–83.
- Giovannini, A., & Jorion, P. (1989). The time variation of risk and return in the foreign exchange and stock markets. *The Journal of Finance*, 44(2), 307–325.
- González-Rozada, M., & Yeyati, E. L. (2008). Global factors and emerging market spreads. *The Economic Journal*, 118(533), 1917–1936.
- Grubel, H. G. (1968). Internationally diversified portfolios: welfare gains and capital flows. *The American Economic Review*, 58(5), 1299–1314.
- Grubel, H. G., & Fadner, K. (1971). The interdependence of international equity markets. *The Journal of Finance*, 26(1), 89–94.
- Jorion, P. (1992). Portfolio optimization in practice. *Financial Analysts Journal*, 48(1), 68–74.
- Lakonishok, J., & Shapiro, A. C. (1986). Systematic risk, total risk and size as determinants of stock market returns. *Journal of Banking & Finance*, 10(1), 115–132.
- Levy, H., & Lerman, Z. (1988). The benefits of international diversification in bonds. *Financial Analysts Journal*, 44(5), 56–64.
- Lintner, J. (1965). Security prices, risk, and maximal gains from diversification. *The Journal of Finance*, 20(4), 587–615.
- Madura, J., & Reiff, W. (1985). A hedge strategy for international portfolios. *The Journal of Portfolio Management*, 12(1), 70–74.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 7(1), 77–91.

- Markowitz, H. M. (1959). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*. John Wiley & Sons.
- Miyajima, K., Mohanty, M. S., & Chan, T. (2015). Emerging market local currency bonds: diversification and stability. *Emerging Markets Review*, 22, 126–139.
- Reinganum, M. R. (1981). A new empirical perspective on the CAPM. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 16(4), 439–462.
- Rosenberg, B., Reid, K., & Lanstein, R. (1985). Persuasive evidence of market inefficiency. *The Journal of Portfolio Management*, 11(3), 9–16.
- Ross, S. A. (1976). The arbitrage theory of capital asset pricing. *Journal of Economic Theory*, 13(3), 341–360.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, 19(3), 425–442.
- Speidell, L.S., & Sappenfield, R. (1992). Global diversification in a shrinking world. *Journal of Portfolio Management*.
- Speidell, Lawrence S, & Krohne, A. (2007). The case for frontier equity markets. *The Journal of Investing*, 16(3), 12–22.
- Stattman, D. (1980). Book values and stock returns. *The Chicago MBA: A Journal of Selected Papers*, 4(1), 25–45.
- Tang, G. Y. N. (2004). How efficient is naive portfolio diversification? An educational note. *Omega*, 32(2), 155–160.
- Thomas, S. H. (1993). An international CAPM for bonds and equities. *Journal of International Money and Finance*, 12(4), 390–412.
- Wagner, W. H., & Lau, S. C. (1971). The effect of diversification on risk. *Financial Analysts Journal*, 27(6), 48–53.